BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

DİSİPLİNLERÜSTÜ VERİLEN ÖĞRETİMİN 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME YETERLİK GELİŞİMİNE YANSIMASI

DOKTORA TEZİ

Banu MEMİŞOĞLU
ORCID: 0000-0001-5115-5457

BURSA-2026

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

DİSİPLİNLERÜSTÜ VERİLEN ÖĞRETİMİN 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME YETERLİK GELİŞİMİNE YANSIMASI

DOKTORA TEZİ

Banu MEMİŞOĞLU
ORCID: 0000-0001-5115-5457

Danışman
Prof. Dr. Menekşe Seden TAPAN-BROUTIN

BURSA-2026

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim.

Banu MEMİŞOĞLU

06/03/2026

TEZ YAZIM KILAVUZUNA UYGUNLUK ONAYI

"Disiplinlerüstü Verilen Öğretimin 7. Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Yeterlik Gelişimine Yansıması" adlı doktora tezi Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan	Danışman
Banu MEMİŞOĞLU	Prof. Dr. Menekşe Seden TAPAN-BROUTIN

Matematik ve Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı Başkanı
Prof. Dr. Rıdvan EZENTAŞ

JÜRİ ONAY SAYFASI

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı'nda 811752005 numara ile kayıtlı Banu MEMİŞOĞLU'nun hazırladığı "Disiplinlerüstü Verilen Öğretimin 7. Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Yeterlik Gelişimine Yansıması" konulu Doktora çalışması ile ilgili tez savunma sınavı, 06/03/2026 günü 11:15 –13:15 saatleri arasında yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin **başarılı** olduğuna **oy birliği** ile karar verilmiştir.

Sınav Komisyonu Başkanı
Prof. Dr. Rıdvan EZENTAŞ
Bursa Uludağ Üniversitesi
WoSResearcherID: A-1802-2016
Scopus Author ID: 6506973222
ORCID: 0000-0001-8619-8334

Üye (Danışman)
Prof. Dr. Menekşe Seden TAPAN-BROUTIN
Bursa Uludağ Üniversitesi
WoS ResearcherID: W-2281-2017
Scopus Author ID: 58136910000
ORCID: 0000-0002-1860-852X

Üye
Prof. Dr. Mızrap BULUNUZ
Bursa Uludağ Üniversitesi
WoS ResearcherID: K-1318-2019
Scopus Author ID: 27067468900
ORCID: 0000-0002-6650-088X

Üye
Prof. Dr. Gözde AKYÜZ
Balıkesir Üniversitesi
WoS ResearcherID: KBQ-3306-2024
Scopus Author ID: 36106661800
ORCID: 0000-0003-1747-5486

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Murat KESKİN
Afyon Kocatepe Üniversitesi
WoS ResearcherID: PJT-3217-2026
Scopus Author ID: -
ORCID: 0000-0002-3497-6461

ÖN SÖZ

Bu çalışmanın ortaya çıkmasında bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren, her aşamada akademik rehberliğini esirgemeyen, sabırla destek olan ve süreci sistemli biçimde yürütmemi sağlayan değerli tez danışmanım Prof. Dr. Menekşe Seden TAPAN BROUTİN'e en içten teşekkürlerimi sunarım. Tez sürecimin pandemi koşulları ve sonrasında yaşanan beklenmedik kişisel zorluklar nedeniyle uzadığı bu dönemde, bana her zaman anlayışla yaklaşması, cesaret vermesi ve süreci sistemli bir biçimde yürütmeme katkı sağlaması benim için son derece kıymetlidir.

Araştırma kapsamında geliştirilen model oluşturma etkinliklerinde yer alan matematiksel problemlerin hazırlanma ve gözden geçirilme sürecinde, mesleki görüş ve geri bildirimleriyle katkı sağlayan matematik öğretmeni meslektaşlarıma teşekkür ederim. Ayrıca söz konusu problemlerin son hâlinin oluşturulmasında, danışmanımın yönlendirmesiyle etkinlikleri inceleyerek değerli uzman görüşlerini paylaşan ve uygulama sürecine onay veren Doç. Dr. Hatice Kübra GÜLER SELEK'e katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Tez izleme komitesi sürecinde çalışmamı titizlikle değerlendiren, yapıcı geri bildirimleriyle araştırmamın gelişimine katkı sağlayan değerli hocalarım Prof. Dr. Rıdvan EZENTAŞ ve Prof. Dr. Mızrap BULUNUZ'a teşekkür ederim.

Ayrıca tez savunma sürecinde jüri üyesi olarak çalışmamı değerlendiren ve katkılarıyla tezime değer katan Prof. Dr. Gözde AKYÜZ ve Dr. Öğr. Üyesi Murat KESKİN'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam süresince her zaman yanımda olan, sabırları, destekleri ve anlayışlarıyla bu süreci daha anlamlı kılan annem Rukiye MEMİŞOĞLU, babam İsmail Remzi MEMİŞOĞLU ve kardeşim Başak MEMİŞOĞLU'na sonsuz teşekkür ederim.

Bu çalışmanın, disiplinlerüstü öğretim ve matematiksel modelleme alanlarına katkı sağlamasını temenni ederim.

Banu MEMİŞOĞLU

ÖZET

Yazar Adı ve Soyadı	Banu MEMİŞOĞLU
Üniversite	Bursa Uludağ Üniversitesi
Enstitü	Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Ana Bilim Dalı	Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı
Bilim Dalı	Matematik Eğitimi
Tezin Niteliği	Doktora Tezi
Sayfa Sayısı	XVIII + 627
Mezuniyet Tarihi	…/…/2026
Tez Danışmanı	Prof. Dr. Menekşe Seden TAPAN-BROUTIN

DİSİPLİNLERÜSTÜ VERİLEN ÖĞRETİMİN 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME YETERLİK GELİŞİMİNE YANSIMASI

Programların bütünleştirilmesi, farklı disiplinlerden elde edilen bilgi, beceri ve değerlerin daha anlamlı bir şekilde bir kavram olarak öğretilmesini amaçlayan bir yaklaşım ya da öğretme stratejisidir. Bu çalışmanın amacı disiplinlerüstü yaklaşımla hazırlanan model oluşturma etkinliklerinin modelleme sürecine nasıl yansıdığını incelemektir. Öğretim deneyi deseniyle gerçekleştirilen araştırmanın çalışma grubunu 2023-2024 eğitim-öğretim yılında Balıkesir ili Altıeylül ilçesinde bulunan bir devlet okulunun 7. sınıfında öğrenim gören 18 öğrenci oluşturmaktadır. Disiplinlerüstü yaklaşım çerçevesinde "Geri Dönüşüm" teması belirlenerek hazırlanan model oluşturma etkinlikleri üzerinde öğrenciler grup olarak çalışmıştır. Çalışmanın verileri, öğrencilerin yaklaşımlarını ayrıntılı olarak inceleyebilmek amacıyla, grupların sorunun çözümü sırasındaki tartışmalarını ve sınıfta sunulmasını içeren ses kayıtlarının yazıya dökümü, araştırmacı gözlem notları ve öğrenci çalışma dokümanlarından oluşmaktadır. Verilerin analizinde grupların modelleme yeterliklerinin seviyelerini belirlemek amacıyla Modelleme Yeterliklerini Değerlendirme Rubriği [MYDR] kullanılmıştır. Betimsel analiz yöntemi ile analiz edilen veriler bilişsel perspektif çerçevesinde oluşturulmuş MYDR aracılığı ile değerlendirilerek öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerindeki seviyeleri belirlenmiştir. Öğretmenlerle sürecin başında ve sonunda, öğrencilerle ise süreç sonunda yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen görüşme verileri tematik analiz yöntemiyle çözümlenmiş; öğrenci gruplarının bilişsel modelleme yeterliklerine ilişkin veriler ise Modelleme Yeterliklerini Değerlendirme Rubriği (MYDR) doğrultusunda betimsel analiz yaklaşımıyla değerlendirilmiştir. Disiplinlerüstü yaklaşımla hazırlanan model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlikleri gelişimi üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu konuda yapılan çalışma sayısının sınırlı olması, alanyazına katkı sağlayacağını düşündürmektedir. Sonuç olarak, bu araştırma matematik dersinin farklı disiplinlerin entegrasyonuyla öğrencilerin gerçek yaşam problemleri üzerinden modelleme becerilerinin desteklenebileceğini göstermektedir.

Anahtar sözcükler: Disiplinlerüstü öğretim yaklaşımı, matematiksel modelleme, modelleme yeterlikleri, model oluşturma etkinlikleri

ABSTRACT

Name and Surname	Banu MEMİŞOĞLU
University	Bursa Uludag University
Institution	Institute of Educational Sciences
Field	Mathematics and Science Education
Branch	Mathematics Education
Degree Awarded	PhD
Page Number	XVIII + 627
Degree Date	…. /…. / 2026
Supervisor	Prof. Dr. Menekşe Seden TAPAN-BROUTIN

THE REFLECTION OF THE TRANSDISCIPLINARY TEACHING ON THE MATHEMATICAL MODELING COMPETENCY DEVELOPMENT OF 7TH GRADE STUDENTS

The integration of programs is an approach or teaching strategy aimed at teaching knowledge, skills, and values obtained from different disciplines in a more meaningful way as a concept. The purpose of this study is to investigate how model eliciting activities, prepared with a transdisciplinary approach, reflect in the modeling process. The research, conducted using the teaching experiment method, was carried out with a sample group of 18 students from the 7th grade of a public school in the Altıeylül district of Balıkesir province during the 2023-2024 academic year. The "Recycling" theme was determined, and students worked in groups on modeling creation activities prepared within the framework of the transdisciplinary approach. The data of the study consist of transcriptions of audio recordings, which include the discussions of the groups during the solution of the problem and their presentations in class, researcher's observation notes, and student work documents. To analyze the data, the Modeling Competency Evaluation Rubric [MYDR] was used to determine the levels of the groups' modeling competencies. The data, analyzed through descriptive analysis, were evaluated using the MYDR, which was developed within a cognitive perspective, to determine the students' levels of mathematical modeling competencies. Semi-structured interviews were conducted with teachers at both the beginning and the end of the process, while students were interviewed at the end of the process. The interview data were analyzed using thematic analysis, while the data related to students' cognitive modeling competencies were evaluated through a descriptive analysis approach based on the Modeling Competency Evaluation Rubric [MYDR]. No studies have been found examining the effects of modeling activities prepared with a transdisciplinary approach on the development of students' mathematical modeling competencies. The limited number of studies on this topic suggests that it would contribute to the literature. In conclusion, this research shows that students' modeling skills can be supported through real-life problems by integrating different disciplines in mathematics courses.

Keywords: Transdisciplinary teaching approaches, mathematical modeling, modeling competencies, model eliciting activities

İÇİNDEKİLER

Sayfa

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK ..... **i**
TEZ YAZIM KILAVUZUNA UYGUNLUK ONAYI ..... **ii**
JÜRİ ONAY SAYFASI ..... **iii**
ÖN SÖZ ..... **iv**
ÖZET ..... **v**
ABSTRACT ..... **vi**
İÇİNDEKİLER ..... **vii**
TABLOLAR LİSTESİ ..... **xiv**
ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **xvi**
KISALTMALAR LİSTESİ ..... **xviii**

1. BÖLÜM
GİRİŞ

1.1. Problem Durumu 1
1.2. Araştırma Soruları 5
1.3. Araştırmanın Amacı 5
1.4. Araştırmanın Önemi 6
1.5. Araştırmanın Varsayımları 7
1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları 8
1.7. Tanımlar 8

2. BÖLÜM
KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Matematiksel Model ve Matematiksel Modelleme 11
2.1.1. Matematiksel Modelleme Süreci 13
2.1.2. Modelleme Yeterlikleri 15
2.2. Matematiksel Modelleme Perspektifleri 16
2.2.1. Gerçekçi Uygulamalı Modelleme 17
2.2.2. Epistemolojik / Teorik Modelleme 18
2.2.3. Eğitimsel Modelleme 19
2.2.4. Bağlamsal Modelleme 19
2.2.5. Sosyo- Eleştirel Modelleme 20
2.2.6. Bilişsel Modelleme 21

2.3. Bilişsel Modelleme Perspektifi 22
2.3.1. Borromeo-Ferri'ye Göre Bilişsel Modelleme Süreci 23
2.3.1.1. Problemi Anlama 26
2.3.1.2. Sadeleştirme 26
2.3.1.3. Matematikselleştirme 26
2.3.1.4. Matematiksel Olarak Çalışma 27
2.3.1.5. Yorumlama 27
2.3.1.6. Doğrulama 27
2.4. Modelleme Yeterliklerinde Bütüncül ve Kısmı Yaklaşım 28
2.5. Matematiksel Modelleme Oluşturma Etkinlikleri 32
2.5.1. Matematiksel Model Oluşturma Etkinliklerinin Özellikleri 34
2.5.2. Matematiksel Modelleme Etkinliklerinde Temel Prensipler 38
2.5.3. Modelleme Oluşturma Etkinliklerinin Temel Bileşenleri 40
2.6. Bütüncül Yaklaşım 41
2.6.1. Çok Disiplinli Yaklaşım (Multidisciplinary) 42
2.6.2. Disiplinlerarası Yaklaşım (Interdisciplinary) 43
2.6.3. Disiplinlerüstü Yaklaşım (Transdisciplinary) 44
2.7. Disiplinlerüstü Yaklaşımın Türkiye Yüzyılı Maarif Modelindeki Yeri 47
2.8. İlgili Araştırmalar 49

3. BÖLÜM

YÖNTEM

3.1. Araştırma Modeli 54
3.1.1. Öğretim Deneyi 54
3.1.2. Uygulama Süreci 58
3.1.2.1. Aşure Model Oluşturma Etkinliği 63
3.1.2.2. Deterjan Tüketimi Model Oluşturma Etkinliği 65
3.1.2.3. Geri Dönüşüm Günü Model Oluşturma Etkinliği 68
3.1.2.4. Da Vinci Köprüsü Model Oluşturma Etkinliği 70
3.1.2.5. Sensörlü Musluk Model Oluşturma Etkinliği 74
3.1.2.6. Damla Sulama Sistemi Model Oluşturma Etkinliği 76
3.1.2.7. Hurda Model Oluşturma Etkinliği 78
3.2. Araştırmanın Katılımcıları 81
3.2.1. Öğrenci Katılımcılar 81
3.2.2. Öğretmen Katılımcılar 81

3.3. Veri Toplama Araçları ve Süreci 82
3.3.1. Görüşme 84
3.3.2. Gözlem 83
3.3.3. Doküman Analizi 83
3.3.4. Uygulama Ortamı 85
3.3.5. Araştırmacı ve Öğretmenin Rolü 87
3.4. Veri Çözümleme Teknikleri 87
3.4.1. Rubrik Kullanımı ve Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği 89
3.4.2. Betimsel Analiz 92
3.4.3. Tematik Kodlama 92
3.5. Geçerlilik ve Güvenilirlik 93

4. BÖLÜM

BULGULAR VE YORUM

4.1. Disiplinlerüstü Yaklaşımla Oluşturulan MOElerin Uygulama Sürecinde Her Bir Grubun Bilişsel Modelleme Yeterlikleri 96
4.1.1. Aşure Model Oluşturma Etkinliğine İlişkin Bulgular ve Yorumlar 97
4.1.1.1. Aşure Model Oluşturma Etkinliğinde Mavi Grubun Çözüm Sürecine İlişkin Bulgular ve Yorumlar 98
4.1.1.2. Aşure Model Oluşturma Etkinliğinde Sarı Grubun Çözüm Sürecine İlişkin Bulgular ve Yorumlar 121
4.1.1.3. Aşure Model Oluşturma Etkinliğinde Yeşil Grubun Çözüm Sürecine İlişkin Bulgular ve Yorumlar 138
4.1.1.4. Aşure Model Oluşturma Etkinliğinde Turuncu Grubun Çözüm Sürecine İlişkin Bulgular ve Yorumlar 157
4.1.2. Deterjan Tüketimi Model Oluşturma Etkinliği Uygulamasına İlişkin Bulgular ve Yorumlar 164
4.1.2.1. Deterjan Tüketimi Model Oluşturma Etkinliği Uygulamasında Sarı Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar 166
4.1.2.2. Deterjan Tüketimi Model Oluşturma Etkinliğinde Mavi Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar 186
4.1.2.3. Deterjan Model Oluşturma Etkinliğinde Turuncu Grubun Çözüm Sürecine İlişkin Bulgular ve Yorumlar 211
4.1.2.4. Deterjan Tüketimi Model Oluşturma Etkinliği Uygulamasında Yeşil Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar 229

4.1.3. Geri Dönüşüm Günü Model Oluşturma Etkinliği Uygulamasına İlişkin Bulgular ve Yorumlar 251
4.1.3.1. Geri Dönüşüm Günü Model Oluşturma Etkinliğinde Turuncu Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar 252
4.1.3.2. Geri Dönüşüm Günü Model Oluşturma Etkinliği Uygulamasında Sarı Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar 263
4.1.3.3. Geri Dönüşüm Günü Model Oluşturma Etkinliği Uygulamasında Mavi Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar 279
4.1.3.4. Geri Dönüşüm Günü Model Oluşturma Etkinliğinde Yeşil Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar 300
4.1.4. Da Vinci Köprüsü Model Oluşturma Etkinliğine İlişkin Bulgular ve Yorumlar 315
4.1.4.1. Da Vinci Köprüsü Model Oluşturma Etkinliğinde Turuncu Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar 316
4.1.4.2. Da Vinci Köprüsü Model Oluşturma Etkinliğinde Mavi Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar 340
4.1.4.3. Da Vinci Köprüsü Model Oluşturma Etkinliğinde Sarı Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar 363
4.1.4.4. Da Vinci Köprüsü Model Oluşturma Etkinliğinde Yeşil Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar 374
4.1.5. Sensörlü Musluk Model Oluşturma Etkinliğine İlişkin Bulgular ve Yorumlar 394
4.1.5.1. Sensörlü Musluk Model Oluşturma Etkinliğinde Yeşil Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar 395
4.1.5.2. Sensörlü Musluk Model Oluşturma Etkinliğinde Turuncu Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar 405
4.1.5.3. Sensörlü Musluk Model Oluşturma Etkinliğinde Mavi Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar 408
4.1.5.4. Sensörlü Musluk Model Oluşturma Etkinliğinde Sarı Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar 419
4.1.6. Damla Sulama Sistemi Model Oluşturma Etkinliğine İlişkin Bulgular ve Yorumlar 431
4.1.6.1. Damla Sulama Sistemi Model Oluşturma Etkinliğinde Sarı Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar 433

4.1.6.2. Damla Sulama Sistemi Model Oluşturma Etkinliğinde Yeşil Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar 443
4.1.6.3. Damla Sulama Sistemi Model Oluşturma Etkinliğinde Turuncu Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar 455
4.1.6.4. Damla Sulama Sistemi Model Oluşturma Etkinliğinde Mavi Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar 460
4.1.7. Hurda Model Oluşturma Etkinliğine İlişkin Bulgular ve Yorumlar 470
4.1.7.1. Hurda Model Oluşturma Etkinliğinde Turuncu Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar 471
4.1.7.2. Hurda Model Oluşturma Etkinliğinde Sarı Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar 479
4.1.7.3. Hurda Model Oluşturma Etkinliğinde Mavi Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar 490
4.1.7.4. Hurda Model Oluşturma Etkinliğinde Yeşil Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar 512
4.1.8. Disiplinlerüstü Yaklaşımla Yürütülen MOE Uygulamaları Sürecinde Tüm Grupların Bilişsel Modelleme Yeterliklerinin Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular ve Yorumlar 526
4.1.8.1. Disiplinlerüstü MOE Uygulamaları Sürecinde Mavi Grubun Bilişsel Modelleme Yeterliklerinin Toplam Puanlar Üzerinden Değerlendirilmesi .. 526
4.1.8.2. Disiplinlerüstü MOE Uygulamaları Sürecinde Sarı Grubun Bilişsel Modelleme Yeterliklerinin Toplam Puanlar Üzerinden Değerlendirilmesi .. 529
4.1.8.3. Disiplinlerüstü MOE Uygulamaları Sürecinde Yeşil Grubun Bilişsel Modelleme Yeterliklerinin Toplam Puanlar Üzerinden Değerlendirilmesi ... 530
4.1.8.4. Disiplinlerüstü MOE Uygulamaları Sürecinde Turuncu Grubun Bilişsel Modelleme Yeterliklerinin Toplam Puanlar Üzerinden Değerlendirilmesi ... 532
4.2. Disiplinlerüstü Yaklaşımla Oluşturulan MOElerin Uygulama Süreçlerine İlişkin Farklı Branş Öğretmenlerin Görüşleri 535
4.2.1. Öğretmenlerin Ön Görüşmelerine İlişkin Bulgular 535
4.2.1.1. Disiplinlerüstü Öğretim Temasına İlişkin Bulgular 537
4.2.1.2. Uygulanabilirlik – Uygulama Engelleri Temasına İlişkin Bulgular 538
4.2.1.3. Etkinliklere Katılım-İlgi Temasına İlişkin Bulgular 538
4.2.1.4. Bilişsel Modelleme Yeterliği Temasına İlişkin Bulgular 539
4.2.1.5. Beklenti Temasına İlişkin Bulgular 539

4.2.2. Öğretmenlerin Son Görüşmelerine İlişkin Bulgular 540
4.2.2.1. Disiplinlerüstü Öğretim Temasına İlişkin Bulgular 541
4.2.2.2. Uygulanabilirlik- Uygulama Engelleri Temasına İlişkin Bulgular 542
4.2.2.3. Öğrenci Katılımı ve İlgi Temasına İlişkin Bulgular 542
4.2.2.4. Bilişsel Modelleme Yeterliği Temasına İlişkin Bulgular 542
4.2.2.5. Beklentilere Ulaşma Durumu ve Yaygınlaştırma Temasına İlişkin Bulgular 543
4.3. Disiplinlerüstü Yaklaşımla Oluşturulan MOElere İlişkin Öğrenci Görüşleri 543
4.3.1. Öğrenme Deneyimi Temasına İlişkin Bulgular 545
4.3.2. Bilişsel Süreçler Temasına İlişkin Bulgular 545
4.3.3. Disiplinlerüstü İlişki Temasına İlişkin Bulgular 546
4.3.4. Sosyal Etkileşim Temasına İlişkin Öğrenci Bulgular 546
4.3.5. Duyuşsal Tepkiler Temasına İlişkin Bulgular 546
4.3.6. Etkinlik Tasarımı Temasına İlişkin Bulgular 547
4.3.7. Süreklilik ve Uygulama Temasına İlişkin Bulgular 547
4.3.8. Akademik Etki Temasına İlişkin Bulgular 547

5. BÖLÜM

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

5.1. Sonuç 548
5.2. Tartışma 549
5.2.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Tartışma 549
5.2.1.1 Disiplinlerüstü MOElerin Bilişsel Modelleme Yeterliklerine Etkisi 550
5.2.1.2. Disiplinlerüstü Model Oluşturma Etkinlikleri Sürecinde Bilişsel Modelleme Yeterliklerini Etkileyen Etmenler 569
5.2.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Tartışma 576
5.2.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Tartışma 579
5.3. Öneriler 581
KAYNAKÇA 584
EKLER 604
EK 1: Etik Kurul 605
EK 2: Araştırma İzni 606
EK 5: Model Oluşturma Etkinlikleri 610
EK 4: Çözüm Kağıdı 624
EK 5: Etkinlik Sonu Soruları 625

EK 6: Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları 626
ÖZ GEÇMİŞ 627

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo *Sayfa*

1 Model oluşturma etkinliklerinde tasarım ilkeleri ve çalışmadaki yansımaları 40
2 Multidisipliner, disiplinlerarası ve transdisipliner eğitimlerin farklılıkları 42
3 MOE uygulama süreci takvimi 61
4 Deterjan tüketimi MOE problem durumu olası çözüm sonuçları 68
5 Katılımcı öğretmenlere ilişkin bilgiler 82
6 Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği (MYDR) 90
7 Araştırmanın alt problemleri, veri kaynakları ve analiz yöntemlerinin eşleştirilmesi 86
8 MYDR ile ilk ve son değerlendirmeye ilişkin örnek uyuşum yüzdesi hesaplama tablosu 95
9 Tüm MOE uygulamalarına ilişkin uyuşum yüzdeleri 95
10 Aşure MOE uygulamasında mavi grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri 121
11 Aşure MOE uygulamasında sarı grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri 138
12 Aşure MOE uygulamasında yeşil grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri 157
13 Aşure MOE uygulamasında turuncu grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri 164
14 Deterjan tüketimi MOE uygulamasında sarı grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri 186
15 Deterjan tüketimi MOE uygulamasında mavi grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyler 211
16 Deterjan tüketimi MOE uygulamasında turuncu grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri 229
17 Deterjan tüketimi MOE uygulamasında yeşil grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri 251
18 Geri dönüşüm günü MOE uygulamasında turuncu grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri 263
19 Geri dönüşüm günü MOE uygulamasında sarı grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri 279
20 Geri dönüşüm günü MOE uygulamasında mavi grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri 300
21 Geri dönüşüm günü MOE uygulamasında yeşil grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri 315
22 Da Vinci Köprüsü MOE uygulamasında turuncu grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri 339
23 Da Vinci köprüsü MOE uygulamasında sarı grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri 363
24 Da Vinci köprüsü MOE uygulamasında sarı grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri 374
25 Da Vinci köprüsü MOE uygulamasında yeşil grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri 394
26 Sensörlü musluk MOE uygulamasında yeşil grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri 405

27 Sensörlü musluk MOE uygulamasında turuncu grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri 408
28 Sensörlü musluk MOE uygulamasında mavi grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri 419
29 Sensörlü musluk MOE uygulamasında sarı grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri 431
30 Damla sulama sistemi MOE uygulamasında sarı grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri 443
31 Damla sulama sistemi MOE uygulamasında yeşil grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri 455
32 Damla sulama sistemi MOE uygulamasında turuncu grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri 460
33 Damla sulama sistemi MOE uygulamasında mavi grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri 470
34 Hurda MOE uygulamasında turuncu grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri 479
35 Hurda MOE uygulamasında sarı grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri 490
36 Hurda MOE uygulamasında mavi grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri 512
37 Hurda MOE uygulamasında yeşil grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri 526
38 Disiplinlerüstü yaklaşımla yürütülen MOE uygulamaları sürecinde mavi grubun MOElere göre bilişsel modelleme boyutlarına ilişkin toplam puanları 527
39 Disiplinlerüstü yaklaşımla yürütülen MOE uygulamaları sürecinde sarı grubun MOElere göre bilişsel modelleme boyutlarına ilişkin toplam puanları 529
40 Disiplinlerüstü yaklaşımla yürütülen MOE uygulamaları sürecinde yeşil grubun MOElere göre bilişsel modelleme boyutlarına ilişkin toplam puanları 531
41 Disiplinlerüstü yaklaşımla yürütülen MOE uygulamaları sürecinde turuncu grubun MOElere göre bilişsel modelleme boyutlarına ilişkin toplam puanları 532
42 Öğretmen ön görüşme sorularına verilen cevaplara ait kodlar ve frekans tablosu 536
43 Öğretmen son görüşme sorularına verilen cevaplara ait kodlar ve frekans tablosu 540
44 Öğrenci görüşme sorularına verilen cevaplara ait kodlar ve frekans tablosu 544

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil		*Sayfa*
1	Bilişsel modelleme perspektifine göre modelleme döngüsü	24
2	Model oluşturma etkinliklerinin özellikleri	37
3	Model oluşturma etkinliklerinin dört temel bileşeni	40
4	Çok disiplinli, disiplinlerarası ve disiplinlerüstü yaklaşımlar	41
5	Öğretim deneyinin temel aşamaları	57
6	Geri dönüşüm temasına entegre edilen öğrenme alanları ve kazanımlar	60
7	Aşure MOE tanıtıcı makale	64
8	Aşure MOE problem durumu	65
9	Deterjan tüketimi MOE tanıtıcı makale	66
10	Deterjan tüketimi MOE problem durumu	67
11	Geri dönüşüm günü MOE tanıtıcı makale	69
12	Geri dönüşüm günü MOE problem durumu	70
13	Da Vinci köprü yapımı video uygulaması	71
14	Da Vinci köprü yapımı	71
15	Da Vinci Köprüsü MOE tanıtıcı makale	72
16	Da Vinci Köprüsü MOE problem durumu	73
17	Sensörlü musluk MOE tanıtıcı makale	75
18	Sensörlü musluk MOE problem durumu	76
19	Damla sulama sistemi tanıtıcı makale	77
20	Damla sulama sistemi problem durumu	78
21	Hurda tanıtıcı makale	79
22	Hurda problem durumu	80
23	Uygulamanın gerçekleştirildiği sınıfın kuş bakışı görünümünün çizimi	86
24	Sadeleştirme bilişsel basamağı kapsamında verilen öğrenci yanıtlarından örnek	109
25	Mavi grup aşure MOE sunum	119
26	Sunum sonu etkinlik kağıdı (Mavi Grup – Aşure)	120
27	Sarı grup aşure MOE sunum	137
28	Sunum sonu etkinlik kağıdı (Sarı Grup – Aşure)	137
29	Yeşil grup aşure MOE sunum	155
30	Sunum sonu etkinlik kağıdı (Yeşil Grup – Aşure)	156
31	Sunum sonu etkinlik kağıdı (Turnucu Grup – Aşure)	163
32	Sarı grup deterjan tüketimi MOE sunum	184
33	Sunum sonu etkinlik kağıdı (Sarı Grup – Deterjan Tüketimi)	185
34	Mavi grup deterjan tüketimi MOE sunum	207
35	Sunum sonu etkinlik kağıdı (Mavi Grup – Deterjan Tüketimi)	209
36	Sunum sonu etkinlik kağıdı (Mavi Grup	209
37	Turuncu grup deterjan tüketimi MOE sunum	226
38	Sunum sonu etkinlik kağıdı (Turuncu Grup – Deterjan Tüketimi)	228
39	Grup çözüm kağıdı (Yeşil Grup-Deterjan Tüketimi)	248
40	Yeşil grup deterjan tüketimi MOE sunum	250
41	Sunum sonu etkinlik kağıdı (Yeşil Grup – Deterjan Tüketimi)	250
42	Çözüm kağıdı (Turuncu Grup-Geri Dönüşüm)	259
43	Turuncu grup geri dönüşüm günü MOE sunum	261
44	Sunum sonu etkinlik kağıdı (Turuncu Grup – Geri Dönüşüm Günü)	262

45 Sarı grup geri dönüşüm günü MOE sunum 276
46 Sunum sonu etkinlik kağıdı (Sarı Grup – Geri Dönüşüm Günü) 278
47 Çözüm kağıdı (Mavi Grup- Geri Dönüşüm 297
48 Mavi grup geri dönüşüm günü MOE sunum 298
49 Sunum sonu etkinlik kağıdı (Mavi Grup – Geri Dönüşüm Günü) 299
50 Yeşil grup geri dönüşüm günü MOE sunum 313
51 Sunum sonu etkinlik kağıdı (Yeşil Grup – Geri Dönüşüm Günü) 314
52 Turuncu grup Da Vinci köprüsü MOE sunum sonu revize 338
53 Sunum sonu etkinlik kağıdı (Turuncu Grup – Da Vinci Köprüsü) 338
54 Mavi grup Da Vinci köprüsü MOE sunum sonu revize 361
55 Sunum sonu etkinlik kağıdı (Sarı Grup – Deterjan Tüketimi) 362
56 Çözüm kağıdı (Da Vinci Köprüsü- Sarı Grup) 371
57 Sarı grup Da Vinci köprüsü MOE sunum sonu revize 373
58 Sunum sonu etkinlik kağıdı (Sarı Grup – Da Vinci Köprüsü) 374
59 Yeşil grup Da Vinci köprüsü MOE sunum 392
60 Sunum sonu etkinlik kağıdı (Yeşil Grup – Da Vinci Köprüsü) 393
61 Çözüm kağıdı (Yeşil Grup- Sensörlü Musluk) 403
62 Sunum sonu etkinlik kağıdı (Yeşil Grup- Sensörlü Musluk) 404
63 Sensörlü musluk MOE grup çözüm kağıdı belirlenen varsayımlar 406
64 Sensörlü musluk MOE etkinlik sonu 1., 2. ,3.,7. alt başlıklara verilen yanıtlar 407
65 Mavi grup sensörlü musluk MOE sunum 418
66 Sunum sonu etkinlik kağıdı (Mavi Grup – Sensörlü Musluk) 418
67 Sarı grup sensörlü musluk MOE sunum sonu revize 429
68 Sunum sonu etkinlik kağıdı (Sarı Grup – Sensörlü Musluk) 431
69 Sarı grup damla sulama MOE sunum 441
70 Sunum sonu etkinlik kağıdı (Sarı Grup – Damla Sulama) 442
71 Yeşil grup damla sulama sistemi MOE sunum 453
72 Sunum sonu etkinlik kağıdı (Yeşil Grup – Damla Sulama Sistemi) 454
73 Turuncu grup damla sulama sistemi MOE sunum 459
74 Mavi grup damla sulama sistemi MOE sunum sonu revize 468
75 Sunum sonu etkinlik kağıdı (Mavi Grup – Damla Sulama) 469
76 Turuncu grup hurda MOE sunum 477
77 Sunum sonu etkinlik kağıdı (Turuncu Grup – Hurda) 479
78 Sarı grup hurda MOE sunum 488
79 Sunum sonu etkinlik kağıdı (Sarı Grup – Hurda) 489
80 Mavi grup Hurda MOE sunum 510
81 Yeşil grup hurda MOE sunum 523
82 Grup çözüm kağıdı (Yeşil Grup – Hurda) 524
83 Sunum sonu etkinlik kağıdı (Yeşil Grup – Hurda) 525
84 Model oluşturma etkinliklerine göre grupların toplam puanlarının değişimi 531

KISALTMALAR LİSTESİ

F	: Fen Bilgisi
M	: Matematik
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
MOE	: Model Oluşturma Etkinliği
MYDR	: Modelleme Yeterliği Değerlendirme Rubriği
PISA	: Programme for International Student Assesment
RME	: Gerçekçi Matematik Eğitimi
SB	: Sosyal Bilgiler
TT	: Teknoloji ve Tasarım
TYMM	: Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli

1. BÖLÜM
GİRİŞ

Bu bölümde ilgili literatür taranarak araştırmanın problem durumuna, araştırma sorularına, amacı ve önemine, varsayımlarına, sınırlılıklarına, ilgili tanımlar ve kısaltmalara yer verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

Matematiğin; öğrencilerin kendilerini ve çevrelerini tanımalarına yardım etmenin yanı sıra, matematiksel düşünme becerisi kazanmış olan bireylere de karşılaştıkları sorunlara çözüm üretmekte daha başarılı olmaları yönünde katkı sağladığına inanılmaktadır (Küçük ve diğerleri, 2013). Fakat öğrencilerin çoğu, günlük hayatla alakası olmadığını düşündükleri matematiği, birbiriyle ilişkisiz formül ve işlemlerden oluşan zor bir ders olarak algılamaktadırlar (Eurydice, 2011). Matematik eğitimcilerinden; gerçek problem durumlarında etkili çözümler üretebilen, günlük yaşamıyla öğrendiği matematik bilgilerini bağdaştırabilen, matematiğin ve gerçek dünyanın iç içe olduğunun farkında olan ve bunların sonucunda matematikten zevk alan ve korkmayan bireyler yetiştirmesi beklenmektedir (Çiltaş ve Yılmaz, 2013).

Bireyin öğrenim hayatı boyunca matematikte başarı gösterebilmesi, öğrendiği bilgilerin ona anlamlı gelmesine bağlıdır. Günlük hayatta, okulda ya da matematik dersinde karşılaşılan problemleri matematiksel olarak çözebilmek, matematiksel yeterliliğe sahip olmayı gerektirir. Matematiksel düşünmenin öğrenilmesi ve bu düşüncenin günlük hayata aktarılabilmesi, matematiksel yeterliliğin oluşabilmesi için gereklidir (Acar, 2013).

Amaçlı bir şekilde farklı konu alanlarından gelen bilgi, beceri ve değerlerin daha anlamlı bir şekilde bir kavram olarak öğretilmesi yaklaşımı ya da öğretme stratejisi olarak tanımlanan öğretim programlarının bütünleştirilmesi fikri, eğitimcilerin gerçek hayat ile ilgili problemlerin ayrı ayrı disiplinlere bölünemeyeceğini fark etmeleriyle ortaya çıkmıştır (Wang ve diğerleri, 2011; Wang 2012).

Ülkelerin eğitim programları ve eğitimin çıktılarından beklentilerine, kültürel değerlerine ve matematik eğitimcilerinin bakış açılarına bağlı olarak etkili matematik öğretimi farklı bir anlam kazandığı için bu kavram ile ilgili genel geçer bir tanım yapılamamaktadır (Hemmi ve Ryve, 2015). Son yıllarda ise belli bir yaklaşıma bağlı kalarak öğretim yapmaktan çok, öğretmenlerin sınıf içindeki uygulamalarını göz önünde bulundurarak etkili bir matematik öğretimi gerçekleştirme fikri üzerinde durulmaya başlanmıştır (Güler ve diğerleri, 2013).

Drake ve Burns'e (2004) göre öğretim programlarının bütünleştirilmesinde izlenen yol ve bütünleşmenin derecesini tanımlamak amacıyla çok disiplinli, disiplinler arası ve disiplinlerüstü olmak üzere üç yaklaşım ortaya konulmaktadır. Geriye dönüp bakıldığında, bu tanımların diğer eğitimciler tarafından daha önce önerilen yaklaşımlarla yakından ilişkili olduğu görülmektedir. Bu üç kategori, entegrasyona yönelik farklı yaklaşımların anlaşılması için bir başlangıç noktası sunmaktadır.

Disiplinlerin bütünleşme düzeyi ayrık disiplinlerden çok disiplinli, disiplinler arası ve disiplinler üstüne doğru artan seviyede tanımlandığında disiplinler arasında daha fazla bağlantı ve etkileşim içeren süreklilik ile devam etmektedir. Buna göre en alt düzeyde disiplin temelli öğretimde ayrık disiplinlere ait kavramlar ve beceriler her disiplinde ayrı olarak öğrenilir; ikinci düzeyde çok disiplinli öğretimde kavramlar ve beceriler her disiplinde ayrı olarak, ancak ortak bir tema içerisinde öğrenilir; üçüncü düzeyde disiplinler arası öğretimde derinlemesine bağlı kavramlar ve beceriler, iki veya daha fazla disiplinden derinleştirme amacıyla öğrenilir; dördüncü düzeyde disiplinler üstü öğretimde bilgi ve beceriler iki veya daha fazla disiplinden gerçek dünyadaki sorunlara ve projelere uygulanarak öğrenilir, böylece öğrenme deneyimini şekillendirmeye yardımcı olur (English, 2016). Jacobs (1989)'a göre disiplinlerarası yaklaşım "bir kavramın, konunun, problemin ya da tecrübenin incelenmesi için birden fazla disiplinin yöntem ve bilgisini bilinçli bir biçimde işe koşan program anlayışı" olarak tanımlamaktadır. Disiplinlerarası kavramı modern dünyada karşılaştığımız zor durumların iyileştirilmesi ve değiştirilmesi, sorunların etkili bir şekilde nasıl ele alınacağına dair farklı bir yaklaşım sunar. Bu sorunların ele alınmasında disiplinler, epistemoloji ve metodojiler arasında dinamik bir işbirliği sağlar (Mylonakou ve Keke, 2015).

Disiplinlerüstü öğrenmede ise yeni bilgi ve daha derin bir anlayışı gerçek yaşam deneyimlerine bağlamak için birden fazla disiplinin bakış açısını birleştiren bir temanın ya da sorunun araştırılması olarak tanımlanır (Kaufman, 2003). Tema tüm disiplinler için geçerli, ortak ve küresel olarak belirlenir. Eğitimde bütünleşmenin önem kazanmasının iki önemli ihtiyaçtan kaynaklandığı söylenebilir. Bu ihtiyaçlardan ilki dünyada problemleri çok yönlü değerlendirebilen, öğrenilen becerileri gerçek yaşamda karşılaşılan problemlere uygulayabilen, düşünme becerilerine sahip bireylere ihtiyaç olması ve bu sorunların kendi içinde karmaşık yapısının ancak disiplinler arası eğitim programları ile anlaşılabileceği düşüncesindendir.

Disiplinlerüstü bütünleşmede farklı konu alanlarına değil gerçek yaşam sorunlarına odaklanıldığından program öğrencilerin soruları, ilgileri ve merakları etrafında şekillendirilir.

Öğrenciler disiplin temelli ve disiplinler arası yeteneklerini gerçek yaşam koşullarında uygularken becerilerini geliştirirler. Proje tabanlı öğrenme ile öğrencilerin kendi ilgileri doğrultusunda program geliştirebildikleri, öğretim stratejilerine ve değerlendirme yöntemlerine karar verebildikleri müzakereli bir müfredat disiplinler üstü bir bütünleşme sağlamaktadır (Drake ve Burns, 2004). Bu bütünleşme sürecinde öğrencilerin gerçek sorular sormalarına olanak tanınmalıdır. Katılımcıların kendi cevaplarını bulabilmeleri ve bu cevapları yaşamlarıyla ilişkilendirebilmeleri için görevlerin sorgulamaya dayalı olması ve keşfetmeye zaman verilmesi gerekmektedir. Öğrenciler disiplin temelli ve disiplinler arası becerilerini gerçek yaşam koşullarında uyguladıkça bu becerilerini geliştirebilmektedirler (Kaufman ve diğerleri, 2003; Drake ve Burns, 2004).

PISA (Programme for International Student Assessment) uygulamalarında matematik okuryazarlığı düzeylerinin ölçülmesi, öğrencilerin gerçek yaşam bağlamları içinde sunulan problemlerle karşılaştırılması ve bu problemlerin çözümünde matematiksel yeterliklerini kullanmalarına fırsat verilmesi amacıyla gerçekleştirilmektedir. Bu bağlamda öğrencilerin matematiği kullanabilme düzeyleri, aldıkları eğitimin niteliği ve öğrenme ortamlarının zenginliği ile ilişkilendirilmektedir. PISA ölçme ve değerlendirme çerçevesinde matematiksel okuryazarlık üç temel matematiksel süreç üzerinden ele alınmaktadır. Bu süreçler formülleştirme, işe koşma ve yorumlama olarak tanımlanmakta ve her bir süreç matematiksel düşünmenin farklı yönlerini yansıtan yedi matematiksel yetenekle ilişkilendirilmektedir (OECD, 2013; OECD, 2019). Bunlar: iletişim, gösterim, akıl yürütme ve kanıt gösterme, problem çözme stratejisi tasarlama, sembolik ve formel ve teknik dil ve işlemleri kullanma, matematiksel araçları kullanmadır (MEB, 2015). Yeterliklerin gözlenmesinde problem içeriğinin payı büyüktür ve bir problem herhangi bir yeterliği gerektirebilir, kısmen gerektirebilir veya gerektirmeyebilir. Örneğin; matematikleştirme yeterliğine, bir durumun değişkenlerle ifade edilmesini gerektiren bir problemde ihtiyaç duyulurken bir formülden anlam çıkarma veya onu yorumlama ile ilgili problemde hiç ihtiyaç duyulmayabilir (Dossey ve diğerleri, 2008).

Matematik okuryazarlığı, gerçek dünyada karşılaşılabilecek bir problemi kesin bir matematiksel forma dönüştürebilme becerilerinin bir bütünün ya da yeteneğini içerebilmektedir. Gerçek yaşamda karşılaşılan problemler, doğası gereği açık ve kesin matematiksel biçimde değildir. Bu tür problemlerin çözümünde, öncelikle matematiksel biçime dönüştürerek tanımlama ve açıklama gerekebilmektedir. PISA 2012 matematik okuryazarlığı çerçevesinde matematik alt süreçlerini açıklamak için kullanılan “matematikleştirme” kavramı,

bir problemi kesin matematiksel formda ifade etmeye yönelik eylemleri ifade etmektedir (OECD, 2013). Örneğin modelleme, yapısal gösterim, varsayımlarla tanımlama, formülleştirme bu tür eylemler arasındadır (MEB, 2015). Matematiksel modelleme; matematik dışında birçok disiplinin de ilgi alanına girdiği, eğitimin her aşamasında gerçek yaşam durumlarıyla ilişkili, açık-uçlu ve uygulamalı problem çözme uygulamalarını kapsayan genel bir terimdir (Erbaş ve diğerleri, 2014).

Matematiksel modelleme 1980'lerin sonlarından itibaren farklı ülkelerin öğretim programlarında yer almaya, ülkemizde ise ortaöğretim seviyesinde 2005, ortaokul seviyesinde ise 2012 yıllarından itibaren yer verilmeye başlamıştır. Matematiksel modelleme, araştırmacılar tarafından farklı biçimlerde tanımlanmaktadır fakat her birinde gerçek yaşam ile matematik arasındaki geçişlerin vurgulandığı görülmektedir. Öğretim açısından ele alındığında; modellemeyi içeren öğretimde, okul dışındaki gerçek yaşam durumlarının matematik derslerinde kullanılabilir olduğunu göstermek önem taşımaktadır (Kaiser ve diğerleri, 2010; Lesh ve diğerleri, 2010). Maaß ve Kaiser (2007) modelleme yeterliklerini gerçek yaşam problemlerini modelleyebilme becerileri olarak tanımlarken, Blum (2002) modelleme yeterliğini problemleri yapılandırma, matematikselleştirme, yorumlama ve çözme becerisi ve bunlara ek olarak matematiksel modellerle çalışma, modelleri doğrulama, bunları eleştirel bir şekilde analiz etme, modeller ile sonuçlarını değerlendirme, modellerle iletişimde olma, modelleme sürecini gözlemleme ve kendi kendine kontrol etme becerileri olarak tanımlamaktadır.

Modelleme yeterliklerinin gelişimini sağlamak için iki yaklaşımdan söz edilmektedir (Blomhøj ve Hojgaard Jensen, 2003). Bunlardan ilki bütüncül yaklaşımdır ve bir modelleme problemini çözmek için modelleme sürecinin tamamında çalışmayı gerektirmektedir. Bir başka deyimle öğrenciler, modelleme problemini çözerken verilen gerçek yaşam durumu için uygun varsayımlarda bulunmalı, bu varsayımlara dayalı matematiksel modeller oluşturmalı ve bunları çözmeli, elde edilen sayısal sonuçları gerçek yaşam bağlamında yorumlamalı ve tüm sürecin bir doğrulamasını yapmalıdırlar. Kısmi yaklaşımda ise öğrencilerin belirlenen amaca yönelik olarak modelleme sürecinin yalnızca belirli basamaklarında çalışmaları ön plana çıkmaktadır. Söz konusu yaklaşımda, öğrencilerin yalnızca matematiksel model oluşturma, sonuçları yorumlama ya da hem yorumlama hem de doğrulama aşamalarında çalışmalarını gerektiren uygulamalar düşünülebilmektedir. Blomhøj ve Hojgaard Jensen (2003) modelleme yeterliklerinin gelişiminde her iki yaklaşımın dengeli bir şekilde kullanılmasının önemli olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bu süreçler incelendiğinde bireyin tüm bu süreçlerde etkin olarak tüm

matematiksel becerilerini kullandığı görülecektir (muhakeme, ilişkilendirme, problem çözme, matematiksel dili kullanma, vb.). Matematiksel modelleme süreçleri, matematiksel becerilerin kazanılmasına ve bu becerilerin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır (Blum ve diğerleri, 2007).

Disiplinlerüstü verilen öğretimin çerçevesinde modelleme yeterliklerinin gelişimine yansımasının incelendiği bu çalışmada, öğrencilerin her bir modelleme yeterliği birbirinden bağımsız olarak ele alındığı için çalışmanın kuramsal temelini Blum ve Kaiser'in (1997) modelleme yeterlikleri çerçevesi oluşturmaktadır. Bu çerçeveye göre modelleme yeterlikleri gerçek problemi anlama ve gerçekliğe dayalı bir model kurma, gerçek modelden matematiksel model kurma, matematiksel model içerisinde matematiksel soruları çözme, matematiksel sonuçları gerçek bir durumda yorumlama ve çözümü doğrulama yeterlikleri olarak ifade edilmektedir (Akt. Maaß, 2006).

Özetle disiplinlerüstü yaklaşımla verilen eğitimin ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimi üzerindeki etkisinin incelenmesi alanyazın açısından önemli görülmektedir. Bu araştırmada disiplinlerüstü eğitim yaklaşımı çerçevesinde global konu olarak belirlenen Geri Dönüşüm teması ile hazırlanan Model Oluşturma etkinliklerinin, 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimine olan etkisini incelemek amaçlanmıştır.

1.2. Araştırma Soruları

Disiplinlerüstü yaklaşım çerçevesinde tasarlanan Model Oluşturma Etkinliklerinin (MOE), oran ve orantı ile yüzdeler konularında yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimine yansımaları nasıldır?". Bu araştırma problemine bağlı olarak aşağıdaki alt problemlere yanıt aranmıştır.

1. Disiplinlerüstü yaklaşımla oluşturulan MOElerin uygulama sürecinde her bir grubun bilişsel modelleme yeterlikleri nasıl bir gelişim göstermektedir?

2. Disiplinlerüstü yaklaşımla oluşturulan MOElerin uygulama sürecine ilişkin farklı branş öğretmenlerin görüşleri nasıldır?

3. Disiplinlerüstü yaklaşımla oluşturulan MOElerin öğretim sürecine yönelik öğrenci görüşleri nasıldır?

1.3. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliliğinin gelişimine yansımalarını incelemektir. Disiplinlerüstü yaklaşımda belirlenen tema çerçevesinde 7. sınıf

düzeyinde oran ve orantı ile yüzdeler konusunda hazırlanan MOE uygulamalarının, öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerinin (**Problemi Anlama-Sadeleştirme-Matematikselleştirme- Matematiksel Olarak Çalışma- Yorumlama- Doğrulama)** gelişimine nasıl bir katkısı olacağının belirlenmesidir. Bu araştırmada belirlenen tema çerçevesinde yapılan disiplinlerüstü eğitim yaklaşımıyla uygulanan MOE ile öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerinin gelişimine olan katkısını incelemek amaçlanmıştır.

1.4. Araştırmanın Önemi

Son yıllarda eğitim anlayışı, öğrencilerin bilgiyi pasif biçimde almalarından ziyade öğrenme sürecine aktif katılım gösterdikleri, bilgiyi anlamlandırdıkları ve gerçek yaşamla ilişkilendirdikleri öğrenci merkezli yaklaşımlar doğrultusunda gelişmektedir. Bu doğrultuda öğrencilerin farklı disiplinler arasında bağlantılar kurabilmeleri ve bilgiyi bütüncül bir biçimde kullanabilmeleri önem kazanmaktadır. Disiplinlerüstü yaklaşımlar, öğrencilerin farklı bilgi alanları arasında ilişki kurarak sorunları çok yönlü değerlendirmelerine ve çeşitli disiplinlerden gelen bilgileri bütünleştirerek etkili çözümler geliştirmelerine olanak tanımaktadır (Wu ve diğerleri, 2024; Cohen, 2024). Bu yaklaşımlarla uyumlu olarak matematiksel modelleme, öğrencilerin gerçek yaşam durumlarını matematiksel ifadelerle temsil etmelerini sağlayarak soyut bilgiyi somutlaştırma imkânı sunar (Çoksöyler, 2020). Ancak bu sürecin etkili olabilmesi için öğrencilerin yalnızca matematiksel içerik bilgisine değil, aynı zamanda üst düzey bilişsel becerilere de sahip olmaları gerekir. Tam da bu noktada devreye giren bilişsel modelleme yaklaşımı; öğrencilerin düşünme süreçlerini yapılandırmalarına, problem çözme stratejileri geliştirmelerine ve kendi öğrenmelerini yönetmelerine katkı sağlamaktadır.

Bilişsel modelleme; öğrencilerin düşünme süreçlerini yapılandırma, model oluştururken izledikleri yolları analiz etme ve çözüm stratejileri geliştirerek kendi öğrenmelerini düzenlemelerine olanak tanıyan bir yaklaşımdır (Canbazoğlu Albayrak ve Bukova-Güzel, 2024). Öğrencilerin zihinsel yapılarını tanıma ve geliştirme amacını taşıyan bu yaklaşım, matematiksel modelleme sürecinde öğrencilerin problem çözme, genelleme, yorumlama ve doğrulama gibi üst düzey yeterliklerini desteklemektedir (Zhang ve diğerleri, 2024). Böylece bireyler sadece matematiği anlamakla kalmayıp, onu yaşamsal bir araç hâline getirebilme becerisi kazanır.

Literatürde yapılan birçok araştırma, yalnızca geleneksel öğretim yöntemlerine dayalı öğrenme ortamlarının öğrencilerin problem çözme ve matematiksel düşünme becerilerinin gelişimini yeterince desteklemeyebileceğini göstermektedir (Kertil, 2008). Bu durum, özellikle

ortaokul düzeyinde disiplinlerüstü öğretim yaklaşımlarının öğrenme sürecine dâhil edilmesini ve bu yaklaşımların bilişsel modelleme temelli olarak yapılandırılmasını önemli hâle getirmektedir. Disiplinlerüstü yaklaşım, öğrencilerin farklı ders alanları arasında bağlantı kurmalarını, bilgiyi bütüncül biçimde algılamalarını ve farklı bakış açıları geliştirmelerini desteklemektedir (Drake ve Burns, 2004). Bu sayede öğrenciler yalnızca matematikte değil, aynı zamanda fen ve sosyal bilgiler gibi diğer alanlarda da entegre düşünme becerileri geliştirebilmektedirler.

Araştırmanın odak noktası olan 7. sınıf öğrencilerinde matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimini bilişsel modelleme temelinde ve disiplinlerüstü öğretim yaklaşımı çerçevesinde incelemek hem literatürdeki boşluğu doldurmakta hem de eğitim uygulayıcıları için önemli çıkarımlar sunmaktadır. Özellikle Türkiye'de disiplinlerüstü modelleme uygulamalarının sınıf içi pratiğe yansıması oldukça sınırlı düzeyde incelenmiştir. Bu çalışma, disiplinlerüstü bir öğretim yaklaşımıyla tasarlanan modelleme etkinliklerinin öğrencilerin matematiksel düşünme ve problem çözme yeterliklerine olan etkisini bilişsel süreçler üzerinden analiz ederek bu alanda öncü bir katkı sağlamayı hedeflemektedir.

Sonuç olarak, bu araştırma hem kuramsal hem de uygulamalı açıdan önemli bir boşluğu doldurmakta; ortaokul matematik öğretiminde disiplinlerüstü, modelleme temelli ve bilişsel süreç odaklı bir öğrenme ortamının nasıl yapılandırılabileceğine dair özgün bir örnek sunmaktadır. Bu yönüyle çalışma, eğitimde yaparak yaşayarak öğrenmeye, kavramsal anlamaya ve öğrencinin aktif zihinsel katılımına dayalı çağdaş yaklaşımların uygulanabilirliğini göstermesi bakımından büyük bir öneme sahiptir.

1.5. Araştırmanın Varsayımları

Bu araştırmada

1. Katılımcı öğrencilerin, uygulama sürecinde kendilerine verilen görevleri eksiksiz ve dikkatli bir şekilde yerine getirdikleri varsayılmaktadır.
2. Disiplinlerüstü öğretim yaklaşımıyla yapılandırılan MOElerinin, öğrencilerin matematiksel modelleme süreçlerine doğrudan katkı sağladığı varsayılmaktadır.
3. Öğrencilerden elde edilen gözlem, etkinlik kâğıtları ve sözlü yanıtlardan elde edilen verilerin, onların matematiksel modelleme yeterliklerini yansıttığı kabul edilmektedir.
4. Araştırmada görev alan öğretmenlerin, sürece gönüllü olarak katıldıkları ve uygulamayı öğretim programlarına uygun biçimde yürüttükleri varsayılmaktadır.

5. Öğrencilerin sahip oldukları ön bilgi düzeylerinin, disiplinlerüstü yaklaşım çerçevesinde hazırlanan modelleme etkinliklerini anlamada yeterli olduğu varsayılmaktadır.

1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Araştırma, uygulamaya katılan öğrencilerin etkinlik sürecinde kendilerine verilen görevleri yerine getirme düzeyleri ile sınırlıdır.

2. Araştırma, disiplinlerüstü öğretim yaklaşımıyla yapılandırılan ders etkinliklerinin uygulandığı öğretim süreci ile sınırlıdır.

3. Araştırma kapsamında elde edilen veriler; gözlem notları, etkinlik kâğıtları ve öğrencilerin sözlü yanıtları ile sınırlıdır.

4. Araştırma, uygulamaya katılan öğretmenlerin gönüllü katılımı ve sürece sağladıkları katkılar ile sınırlıdır.

5. Araştırma, öğrencilerin sahip oldukları ön bilgi düzeyleri doğrultusunda yürütülen modelleme etkinlikleri ve bu etkinliklerin dersin yıllık planına uygun olarak uygulanması ile sınırlıdır.

1.7. Tanımlar

Matematiksel Modelleme: Matematiksel modelleme, gerçek hayattaki bir durumu matematiksel araçlarla temsil etme, bu temsilden yola çıkarak matematiksel sonuçlara ulaşma ve elde edilen sonuçları tekrar gerçek yaşam bağlamında anlamlandırma sürecidir (Lesh ve Doerr, 2003). Bu süreç, yalnızca matematiksel işlem adımlarını değil; aynı zamanda problem durumunun oluşturulması, uygun modelin geliştirilmesi, bu modelin analiz edilmesi, sonuçların değerlendirilmesi, doğrulanması ve raporlanmasını içeren çok aşamalı ve döngüsel bir yapıya sahiptir (Common Core State Standards Initiative [CCSSI], 2010).

Model Oluşturma Etkinlikleri: Model oluşturma etkinlikleri, geleneksel problemlerin aksine, tek bir doğru cevaba ulaşmayı hedeflemeyen; karmaşık, rutin dışı ve gerçek yaşam durumlarını içeren problem türleridir. Bu etkinliklerde bireylerden, belirli bir durumu matematiksel olarak analiz etmeleri, bu analizden yola çıkarak belirli bir süreci ya da çözüm yöntemini matematiksel terimlerle açıklamaları ve karar verme sürecine katkı sağlayacak nitelikte bir model geliştirmeleri beklenmektedir (Lesh ve Zawojewsky, 2007; Mousoulides, 2007).

Bilişsel Modelleme: Bilişsel modelleme yaklaşımı, öğrencilerin matematiksel modelleme faaliyetleri sırasında zihinsel düzeyde gerçekleştirdikleri bilişsel süreçleri ve yapılarını anlamayı hedeflemektedir. Bu yaklaşım, modelleme sürecinde öğrencinin ne tür zihinsel temsiller oluşturduğunu ve bu temsillerin çözüm sürecine nasıl yansıdığını ortaya koymaya çalışır (Kaiser ve Sriraman, 2006).

Yeterlik: Yeterlik, bireyin bilimsel bakış açısıyla düşünme, bir durumu doğru analiz etme, değerlendirme ve bu değerlendirmeleri eyleme dönüştürme kapasitesini ifade etmektedir (Maaß, 2006). Yalnızca bilgi ya da beceri değil; aynı zamanda bireyin bu bilgi ve becerileri istekli ve etkili bir biçimde uygulamaya koyma yeteneğini de kapsayan çok boyutlu bir kavramdır.

Matematiksel Modelleme Yeterliği: Bu yeterlik türü, bireyin gerçek yaşam durumlarında yer alan unsurları analiz ederek ilgili soruları, değişkenleri, ilişkileri ya da varsayımları tanımlayabilmesi; bu unsurları matematiksel bir yapıya dönüştürebilmesi; elde edilen matematiksel çözümün geçerliliğini gerçek yaşam koşulları içerisinde test edebilmesi ve yorumlayabilmesi; son olarak da farklı varsayımlar altında elde edilen modelleri karşılaştırarak değerlendirme becerilerini kapsar (Niss ve diğerleri, 2007).

Bilişsel Matematiksel Modelleme Yeterlikleri: Borromeo Ferri (2006), bilişsel temelli modelleme yeterliklerini altı temel aşamada tanımlamıştır: Problemi anlama, durumu sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel işlem yapma, yorumlama ve doğrulama. Bu yeterlikler, modelleme sürecinin hem bilişsel hem de eğitimsel boyutlarını anlamak açısından kritik öneme sahiptir.

Çok Disiplinli (Mutidisipliner) Yaklaşım: Multidisipliner, bir konu ya da problemi ele alırken birden fazla disiplinin sınırlı bir şekilde bir araya gelmesidir (Ülgen, 2017). Diğer bir deyişle, farklı disiplinlerde çalışan kişilerin kendi disiplinlerinden yararlanarak birlikte çalışmalarıdır (Jensenius, 2012).

Disiplinlerarası (Interdisipliner) Yaklaşım: İki veya daha fazla disiplinin belli kavramlar, işlemler, terimler ve bilgi alanlarını bir araya getirerek etkileşim içinde bulunmasıdır (Delice ve Tatlı, 2023). Bu öğretim yaklaşımı, belirli bir konu ya da sorunu ele alırken farklı alanlara ait bilgilerin anlamlı bir bütünlük içinde harmanlanmasını amaçlar (Yıldırım, 1996). Böylece, yalnızca yüzeysel bir birliktelik değil; disiplinler arası geçişkenlik ve sentez yoluyla bilgi üretimi gerçekleşir. Bu yaklaşım, farklı disiplinlerden alınan yöntem ve bilgilerin bütünleştirilerek tekil bir bilgi yapısı içinde birleştirilmesini içerir (Jensenius, 2012).

Disiplinlerüstü (Transdisipliner) Yaklaşım: Gerçek yaşam durumlarını merkeze alarak, farklı disiplinlerin birbiriyle bütünleştiği ve aralarındaki sınırların belirgin olmadığı bir öğretim anlayışını ifade eder. Bu yaklaşımda, disiplinler arası geçiş yalnızca bilgi transferi düzeyinde kalmaz; disiplinlerin iç içe geçmesiyle yeni bilgi alanlarının ve bakış açılarının oluşması teşvik edilir. Dolayısıyla birey, yaşamla bağlantılı problemlerin çözümünde çeşitli disiplinlerin katkılarını bir bütün olarak algılayabilir (Drake ve Burns, 2004).

2. BÖLÜM
KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde, araştırmanın kuramsal temelini oluşturan matematiksel modelleme, modelleme süreçleri, modelleme yeterlikleri ve bu yeterliklere ilişkin yaklaşımlar kapsamlı bir biçimde ele alınmıştır. Araştırmada, disiplinlerüstü öğretim bağlamında 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimine yansımaları incelendiğinden hem matematiksel modelleme kuramı hem de disiplinlerüstü öğrenme yaklaşımları kuramsal temelleriyle açıklanmıştır. Ayrıca, modelleme sürecine ilişkin bilişsel aşamalar, modelleme perspektifleri ve modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesine yönelik bütüncül ve kısmi yaklaşımlar ayrıntılı biçimde sunulmuştur. Bu kapsamda, disiplinlerüstü öğretimle yapılandırılmış modelleme etkinliklerinin kuramsal temellere dayalı olarak nasıl geliştirildiği açıklanmış ve araştırmanın amacına hizmet edecek şekilde kavramsal yapı ortaya konmuştur.

2.1. Matematiksel Model ve Matematiksel Modelleme

Matematiksel model ve matematiksel modelleme kavramları, literatürde sıklıkla birlikte anılmakla birlikte, anlam bakımından önemli farklar içermektedir. Bu iki kavramın doğru biçimde anlaşılabilmesi için öncelikle "model" ve "modelleme" terimlerinin kuramsal temellerinin açıklığa kavuşturulması gerekmektedir. Model, bireylerin çevrelerinde gözlemledikleri olayları ve durumları tanımlayabilmek ve anlamlandırabilmek amacıyla geliştirdikleri kavramsal yapılar, araçlar ve temsiller olarak tanımlanır (Erbaş ve diğerleri, 2014). Lesh ve Harel (2003), modeli, dış dünyadaki sistemleri açıklamak, yapılandırmak ya da temsil etmek için kullanılan, yazılı semboller, doğal dil, bilgisayar temelli grafikler, diyagramlar ve analojiler gibi farklı gösterim yollarını içeren bir kavramsal sistem olarak değerlendirmektedir. Benzer şekilde Lesh ve Doerr (2003) de modelin, bireylerin karmaşık sistemleri zihinsel olarak yapılandırmalarına ve bu yapıları çeşitli biçimlerde dışa vurmalarına olanak sağlayan soyut temsiller olduğunu ifade etmektedir. Lingefjärd (2000) ise modeli, gerçek yaşama ait belirli durumların daha açık ve ayrıntılı biçimde analiz edilebilmesine imkân tanıyan bilişsel araçlar olarak tanımlamıştır.

Modelleme ise, bireyin karşılaştığı bir problemi zihinsel düzlemde analiz etmesi, bu problemi anlamlandırması ve uygun matematiksel temsiller geliştirerek çözüm sürecini kurgulamasıdır. Bu süreçte birey, sahip olduğu bilgi, hedef ve ilgi alanları doğrultusunda problem durumunu sadeleştirir, yapılandırır ve matematiksel biçimde sunulabilir hâle getirir (Lesh ve Doerr, 2003; Niss ve diğerleri, 2007). Korkmaz (2010), modellemeyi; hangi

değişkenlerin hangi biçimde sürece dâhil edileceğinin belirlendiği çok aşamalı ve karmaşık bir etkinlikler bütünü olarak tanımlamaktadır. Sriraman (2005), model ile modelleme arasındaki ilişkiyi, ürün ile süreç arasındaki ilişkiye benzetmekte; modelleme süreci devam ederken oluşturulan temsili yapının "model" olarak adlandırıldığını ifade etmektedir. Bu bağlamda model, bir çözümün ürünü; modelleme ise o çözümün oluşturulma sürecidir.

Bu ayrım, matematiksel bağlamda da geçerliliğini korumaktadır. Matematiksel model, bir problem durumuna ait önemli değişkenler arasındaki ilişkilerin grafik, tablo, denklem ya da formül gibi matematiksel yapılarla ifade edilmesi olarak tanımlanmaktadır (Berry ve Houston, 1995; Kertil, 2008). Matematiksel modelleme ise, bu tür yapıların geliştirilmesine yönelik olarak sürdürülen gözlem, analiz, tahmin ve yorumlamayı içeren matematiksel süreçtir (Lingefjärd, 2006). Ang (2010), matematiksel modellemeyi, gerçek yaşam problemlerinin matematiksel dile çevrilmesi süreci olarak nitelendirmektedir. Zbiek ve Conner (2006) ise bu süreci, gerçek yaşam durumları ile matematiksel çözümler arasında ilişki kurmayı sağlayan eylemler bütünü olarak tanımlar. Haines ve Crouch (2007), modellemeyi döngüsel bir yapı olarak görmekte; problemin matematiksel olarak soyutlandığı, çözümlendiği ve elde edilen çözümün tekrar gerçek yaşam bağlamında test edildiği bir süreç olduğunu vurgulamaktadır. Lesh ve Doerr (2003), matematiksel modelleme sürecinde yalnızca mevcut kavramsal sistemlerin kullanılmadığını, aynı zamanda yeni modellerin üretildiğini ve geliştirildiğini de belirtmektedir. Bu çerçevede modelleme süreci hem statik yapıları kullanmayı hem de dinamik yapılar inşa etmeyi içeren çok boyutlu bir süreçtir (Erbaş ve diğerleri, 2014).

Matematiksel modelleme uygulamaları, MOE olarak adlandırılan yapılarla eğitim süreçlerine entegre edilmiştir. Bu etkinlikler, başlangıçta matematik eğitimcileri ve araştırmacılar tarafından, öğrencilerin okul matematiği ile günlük yaşam arasında bağlantı kurabilmelerini desteklemek amacıyla tasarlanmış; zamanla, öğrencilerin gerçek yaşam problemlerine yönelik çözüm yolları üretebildikleri açık uçlu etkinlikler hâline dönüşmüştür (Tanju, 2020). Bu süreçte, öğrencilerin karşılaştıkları karmaşık durumlar sadeleştirilmekte, matematiksel olarak ifade edilmekte ve bu sayede problem daha anlaşılır hâle getirilmektedir (Akgün ve diğerleri, 2013).

Söz konusu modelleme etkinliklerinin etkili biçimde yapılandırılabilmesi için, belirli tasarım ilkeleri doğrultusunda planlanması gerekmektedir. Lesh ve Doerr (2003), bu tür etkinliklerde beş temel ilkenin dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Gerçeklik ilkesi, modelleme etkinliklerinin günlük yaşamla ilişkilendirilmiş problem durumlarını içermesini

gerektirirken; model oluşturma ilkesi, öğrencinin kendi matematiksel modelini geliştirme ihtiyacı hissetmesini sağlamalıdır. Öz değerlendirme ilkesi, öğrencinin süreç boyunca kendi ilerlemesini değerlendirmesine olanak tanımalı; model genelleme ilkesi ise oluşturulan modelin benzer problem durumlarında da kullanılabilmesini mümkün kılmalıdır. Son olarak, etkili prototip ilkesi, geliştirilen modelin hem kolay hatırlanabilir hem de farklı bağlamlarda yeniden kullanılabilir nitelikte olmasını öngörmektedir. Bu bağlamda, matematiksel modelleme etkinliklerinin açık uçlu, çok yönlü ve birden fazla çözüm yoluna imkân tanıyan yapılar olarak kurgulanması gerekmektedir. Bu tür etkinlikler, yalnızca hazır bilgiyi aktarmayı değil; öğrencilerin kendi düşüncelerini yapılandırmalarına, eleştirel bakış açıları geliştirmelerine ve problem çözme süreçlerine aktif biçimde katılmalarına da olanak tanımaktadır (Urhan ve Dost, 2016).

Sonuç olarak, model ve modelleme kavramları arasındaki ayrımın net biçimde ortaya konması, özellikle matematik eğitimi bağlamında oldukça önemli bir ihtiyaçtır. Bu kavramsal ayrım, matematiksel model ve matematiksel modelleme arasında da geçerlidir. Matematiksel model, bir durumun nicel ilişkilerle ifade edilmesi iken; modelleme, bu ifadeyi mümkün kılan süreçtir. Eğitimde modellemenin işlevselliği yalnızca matematiksel bilgiyi uygulamakla sınırlı kalmamakta, aynı zamanda öğrencilerin gerçek yaşamla bağ kurmalarını, eleştirel düşünmelerini ve yaratıcı çözümler geliştirmelerini de mümkün kılmaktadır. Bu yönüyle matematiksel modelleme hem öğretimsel hem de bilişsel açıdan zenginleştirici bir öğrenme ortamı sunmakta ve geleneksel matematik anlayışının ötesine geçilmesine olanak tanımaktadır. Bu bağlamda, modelleme sürecinin kuramsal temellerini anlamak, nitelikli matematik eğitimi için vazgeçilmez bir gereklilik olarak değerlendirilebilir.

Bu kavramsal temeller ışığında, araştırmanın temelini oluşturan modelleme yaklaşımının bütüncül biçimde kavranabilmesi için bir sonraki bölümde matematiksel modelleme süreci detaylı olarak açıklanmıştır.

2.1.1. Matematiksel Modelleme Süreci

Matematik eğitiminin temel amacı, yalnızca işlemsel becerilerin kazandırılmasıyla sınırlı değildir; aynı zamanda öğrencilerin matematiksel kavramların gündelik yaşamdaki karşılıklarını fark etmelerini sağlamak ve matematiğin işlevsel yönünü kavramalarına olanak tanımaktır. Gerçek yaşam problemlerine çözüm ararken matematiksel bilgiyi yerinde ve etkili biçimde kullanan, eleştirel düşünebilen bireyler yetiştirilmesi eğitimin öncelikli hedefleri arasında yer almaktadır. Öğrencilerin söz konusu becerileri kazanmasında etkili yöntemlerden

biri, matematiksel modelleme etkinlikleridir. Nitekim Blum ve Leiß (2007), matematik öğretiminin, edinilen bilgi ve becerilerin yalnızca soyut düzlemde değil, aynı zamanda gerçek yaşam durumlarında da kullanılabilir olması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu açıdan bakıldığında, matematiksel modelleme uygulamaları, matematik ile yaşam arasında işlevsel bir köprü kurmakta ve öğrencinin öğrenmesini daha anlamlı hâle getirmektedir (Bukova-Güzel, 2011). Öğretim sürecinde modelleme etkinliklerinin kullanılması, matematiksel kavramların öğrenci açısından daha anlaşılır ve somut bir biçimde kavranmasına yardımcı olmaktadır.

Modelleme etkinliklerinin matematik eğitimindeki bu merkezi konumu, modelleme sürecinin kendisini de araştırma açısından önemli bir odak noktası hâline getirmiştir. Alanyazın incelendiğinde, birçok araştırmacının matematiksel modelleme sürecini döngüsel bir yapı olarak tanımladığı görülmektedir (Berry ve Houston, 1995; Borromeo Ferri, 2006; Blum ve Leiß, 2007). Lesh ve Doerr (2003), bu sürecin, problem çözmeden farklı olarak, çoklu çözüm yolları içermesi ve açık uçlu doğası nedeniyle kendi içinde tekrarlayan aşamalardan oluştuğunu belirtmiştir. Onlara göre, modelleme dört temel basamakta ilerlemektedir: İlk adım olan "tanımlama"da, birey gerçek yaşam durumunu analiz ederek problem alanını belirler. Ardından gelen "manipülasyon" aşamasında, oluşturulan model üzerinde işlemler gerçekleştirilir. Üçüncü adım olan "tahmin" basamağında, elde edilen matematiksel sonuçlar gerçek yaşama uyarlanır. Son olarak "Doğrulama" sürecinde, bu sonuçların gerçek yaşamla ne derece örtüştüğü değerlendirilir; eğer bir uyumsuzluk tespit edilirse, modelleme döngüsü yeniden gözden geçirilir ve gerekli düzenlemeler yapılır. Bu yapı, modelleme sürecinin dinamik ve esnek doğasını ortaya koymaktadır.

Zaman içinde bu döngüsel yapının daha ayrıntılı hale getirildiği görülmektedir. Blum ve Leiß (2007) tarafından geliştirilen modelleme süreci yedi temel aşamadan oluşmaktadır. Süreç, öğrencinin karşılaştığı bir gerçek durumla başlamakta; bu durumun anlaşılmasıyla birlikte uygun bir "durum modeli" oluşturulmaktadır. İkinci aşamada, bu model sadeleştirilerek "gerçek modele" dönüştürülür. Üçüncü aşamada ise bu model matematikselleştirilerek "matematiksel model" elde edilir. Bu model üzerinden yapılan işlemler sonucunda ulaşılan matematiksel çıktılar, beşinci adımda yorumlanarak gerçek hayattaki karşılıkları ile kıyaslanır. Altıncı basamakta, ulaşılan sonuçların geçerliliği değerlendirilir; yedinci ve son adımda ise bu sürecin tamamı analiz edilerek elde edilen veriler ışığında nihai bir değerlendirme yapılır. Böylece modelleme süreci, öğrencinin hem bilişsel becerilerini hem de yaşamla kurduğu ilişkiyi geliştiren kapsamlı bir öğrenme deneyimine dönüşmektedir.

Blum ve Leiß'in (2007) ortaya koyduğu matematiksel modelleme çerçevesi, modellemenin yalnızca matematik öğretiminde kullanılan bir yöntem değil, aynı zamanda öğrencilerin gerçek yaşam problemlerine bütüncül bir bakış geliştirmelerini sağlayan güçlü bir öğrenme aracı olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle Blum ve Leiß'in (2007) yedi aşamalı modeli, öğrencilerin problem durumunu analiz etme, soyutlama, matematiksel düşünme, yorumlama ve doğrulama gibi üst düzey bilişsel süreçleri bütüncül bir şekilde deneyimlemelerine imkân tanımaktadır. Bu yönüyle modelleme etkinlikleri, öğrencilerin matematiksel bilgiyi günlük yaşam bağlamında anlamlandırmalarına, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmelerine ve öğrenme süreçlerine daha aktif katılım sağlamalarına olanak sunmaktadır. Dolayısıyla matematik eğitiminin hedefleri ile doğrudan örtüşen bu yaklaşım hem kavramsal öğrenmeyi derinleştirmekte hem de disiplinler arası bağlantıların fark edilmesine katkıda bulunmaktadır.

2.1.2. Modelleme Yeterlikleri

Borromeo-Ferri (2006) tarafından ortaya konulan modelleme yeterlikleri, matematik eğitiminde öğrencilerin modelleme sürecine ilişkin becerilerini değerlendirmek ve geliştirmek amacıyla geliştirilmiştir. Bu yeterlikler, öğrencilerin matematiksel modelleme sürecinde sahip olmaları gereken temel yetkinlikleri tanımlamaktadır. Ana hatlarıyla Borromeo-Ferri'nin (2006) modelleme yeterlikleri şu şekilde sıralanmaktadır:

1. **Problemi Anlama**

- Gerçek yaşam problemlerini matematiksel biçimde ifade edebilme.
- Matematiksel modelleri, gerçek dünya bağlamına uygun şekilde yorumlayabilme.

2. **Problemi Sadeleştirme**

- Matematiksel modeller oluşturma ve bu modeller aracılığıyla problem çözebilme.
- Farklı modelleme yöntemlerini ve stratejilerini uygulayabilme.

3. **Matematikselleştirme**

- Matematiksel kavram ve ilişkileri anlama ve etkin biçimde kullanabilme.
- Mantıklı ve sistematik bir yaklaşımla problem çözme sürecini yürütebilme.

4. **Matematiksel Olarak Çalışma**

- Matematiksel araç ve yöntemleri etkili biçimde kullanabilme.

- Matematiksel işlemleri doğru ve verimli şekilde gerçekleştirebilme.

5. Yorumlama

- Matematiksel modelleri ve elde edilen çözümleri açık, anlaşılır ve tutarlı bir şekilde ifade edebilme.
- Çözüm sürecini ve sonuçlarını uygun araçlar kullanarak sunabilme.

6. Doğrulama

- Kullanılan matematiksel modelin geçerliliğini ve sınırlılıklarını eleştirel bir yaklaşımla değerlendirebilme.
- Modelin hangi koşullarda geçerli veya yetersiz olduğunu belirleyebilme.

Borromeo-Ferri'nin (2006) modelleme yeterlikleri, öğrencilerin modelleme sürecine aktif katılımını desteklemekte ve onların matematiksel düşünme becerilerini geliştirmeyi hedeflemektedir. Bu yeterlikler, öğrencilere yalnızca matematiksel bilgi ve beceriler kazandırmakla kalmayıp, aynı zamanda problem çözme ve analitik düşünme yeteneklerini de güçlendirmektedir.

Borromeo-Ferri'nin (2006) ortaya koyduğu modelleme yeterlikleri, matematik eğitiminde öğrencilerin yalnızca işlemsel bilgiye değil, problem çözme sürecinin her aşamasına bütüncül bir şekilde hâkim olmalarını hedefleyen kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır. Bu yeterliklerin aşamalı yapısı, öğrencilerin problem durumunu anlamaktan başlayarak model oluşturma, matematiksel işlemleri yürütme, sonuçları yorumlama ve modeli doğrulama süreçlerini sistematik biçimde deneyimlemelerine olanak tanımaktadır. Böyle bir yapı, öğrencilerin gerçek yaşam problemlerini farklı bakış açılarından değerlendirme, soyut matematiksel düşünceyi somut bağlamlara taşıma ve elde edilen çözümleri eleştirel bir süzgeçten geçirme becerilerini geliştirmektedir. Dolayısıyla bu yeterliklerin öğretim programlarına entegrasyonu hem kavramsal öğrenmeyi derinleştirmekte hem de 21. yüzyılın gerektirdiği eleştirel düşünme, analitik değerlendirme ve esnek problem çözme yetkinliklerinin kazandırılmasında stratejik bir rol oynamaktadır.

2.2. Matematiksel Modelleme Perspektifleri

Matematiksel modelleme üzerine gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde, bu çalışmalarda yer alan tanımların ve yaklaşımların farklı teorik temellere dayandığı görülmektedir (Kaiser ve diğerleri, 2006). Bu durum, araştırmacıların modellemeye ilişkin

konumları, öncelikli hedefleri ve uygulama alanlarının çeşitlilik göstermesinden kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla, literatürde farklı matematiksel modelleme yaklaşımlarının geliştiği dikkat çekmektedir (Doruk, 2010).

Kaiser ve Sriraman (2006), sınırlı sayıda çalışmayı derinlemesine inceleyerek matematiksel modellemeye yön veren yaklaşımları altı başlık altında sınıflandırmıştır: gerçekçi (ya da uygulamalı) modelleme, bağlamsal modelleme, eğitimsel modelleme, sosyo-kritik modelleme, epistemolojik (ya da teorik) modelleme ve bilişsel modelleme. Bu sınıflandırma, modellemenin yalnızca tek bir eğitimsel veya teorik bakış açısına indirgenemeyeceğini; aksine, araştırma amaçları, bağlamlar ve uygulama stratejileri doğrultusunda farklı paradigmaların ortaya çıktığını göstermektedir. Söz konusu yaklaşımlar hem disiplin içi öğrenme hedeflerini hem de disiplinler arası bağlantıları destekleyen esnek bir araç niteliği taşımakta olup, hedeflenen öğrenme çıktıları, öğrenci profili ve bağlamsal koşullar dikkate alınarak farklı öğretim senaryolarına uyarlanabilmektedir.

Aşağıda, Kaiser ve Sriraman'ın (2006) ortaya koyduğu bu altı yaklaşımın kapsamı ve temel nitelikleri ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

2.2.1. Gerçekçi Uygulamalı Modelleme

Matematiğin gündelik yaşamdaki işlevsel yönünü vurgulamakta ve matematiksel modellemeyi uygulamalı problem çözme süreci olarak değerlendirmektedir. Bu yaklaşımda disiplinler arası bir öğretim anlayışı benimsenmekte, öğrencilerin mühendislik ve doğa bilimlerinden türetilen problem durumlarıyla karşılaştırılarak sahip oldukları matematiksel bilgileri farklı bağlamlarda kullanmaları hedeflenmektedir (Erbaş ve diğerleri, 2014). Modelleme süreciyle, öğrencilerin problem çözme becerileri gelişmiş ve iş gücü açısından donanımlı bireyler olarak yetişmeleri amaçlanmaktadır (Kertil, 2008). Bu nedenle, bu yaklaşımda problem çözme etkinliklerinin aynı zamanda modelleme becerilerini desteklemesi gerektiği savunulmaktadır (Kertil, 2008).

Gerçekçi Uygulamalı Modelleme yaklaşımı, matematik öğretimini soyut bir bilgi aktarım süreci olmaktan çıkararak yaşamla doğrudan ilişkili, işlevsel ve disiplinler arası bir boyuta taşımaktadır. Erbaş ve diğerlerinin (2014) vurguladığı üzere, mühendislik ve doğa bilimleri gibi farklı alanlardan türetilen problem durumları, öğrencilerin matematiksel bilgilerini farklı bağlamlarda kullanmalarına olanak sağlamaktadır. Böylelikle, öğrenme süreci yalnızca teorik bilgilerin edinilmesiyle sınırlı kalmamakta; öğrencilerin problem çözme becerileri, analitik düşünme yetkinlikleri ve mesleki yeterlikleri de gelişmektedir.

Kertil'in (2008) belirttiği gibi, bu yaklaşımda problem çözme etkinlikleri yalnızca doğru cevaba ulaşmayı değil, aynı zamanda öğrencilerin modelleme becerilerini geliştirmeyi hedeflemektedir. Bu yönüyle gerçekçi uygulamalı modelleme, öğrencilerin hem akademik başarılarını hem de iş gücü piyasasında ihtiyaç duyulan problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerini destekleyen önemli bir eğitimsel araç olarak değerlendirilebilir.

2.2.2. Epistemolojik / Teorik Modelleme

Epistemolojik ya da teorik modelleme yaklaşımının temelinde ise Freudenthal'in (1968, 1973, 1991) Gerçekçi Matematik Eğitimi (RME) anlayışı yer almaktadır. Bu yaklaşımı benimseyen araştırmacılardan Gravemeijer ve Stephan (2002), matematiksel modellemenin gerçek yaşamın kendisinden değil, bu yaşamın içinde ortaya çıkan etkinlikler, eylemler ve bu durumlar üzerine yapılan düşünsel süreçlerden beslendiğini ifade etmektedir. Bu bağlamda modelleme etkinliklerinin amacı, öğrencilerin sahip oldukları bilgi birikiminden yararlanarak çözüm yolları üretmeleri ve bu süreçte zihinsel olarak biçimsel olmayan modeller inşa etmeleridir. Bu yaklaşımda ön plana çıkan unsur, matematiksel kavramlar arasındaki ilişkilerin kurulması ve öğrencilerin bu kavramları ifade etme becerileridir. Bu nedenle, modelleme bağlamındaki gerçeklik ikinci planda değerlendirilmekte; içerisinde matematiksel anlam taşıyan her uğraş modelleme etkinliği olarak kabul edilmektedir (Erbaş ve diğerleri, 2014).

Epistemolojik ya da teorik modelleme yaklaşımı, matematiksel modellemeyi yalnızca gerçek yaşam problemlerine uyarlanan bir süreç olarak değil, aynı zamanda matematiksel düşünmenin iç dinamiklerini geliştiren bir öğrenme aracı olarak ele almaktadır. Gravemeijer ve Stephan'ın (2002) vurguladığı üzere, bu yaklaşım öğrencilerin sahip oldukları bilgi birikiminden hareketle yeni çözüm yolları üretmelerini ve biçimsel olmayan modeller geliştirmelerini teşvik etmektedir. Bu durum, öğrenme sürecinde bireysel bilişsel yapıların ve kavramsal ilişkilerin ön planda olduğunu göstermektedir.

Modelleme sürecinde "gerçeklik" olgusunun ikinci planda tutulması, öğrencilerin soyut matematiksel kavramlar arasında bağ kurma ve bu kavramları ifade etme becerilerini güçlendirebilecek bir avantaj sağlamaktadır. Ancak bu yönelim, modelleme etkinliklerinin günlük yaşamla olan bağını zayıflatma riskini de beraberinde getirebilir. Dolayısıyla, epistemolojik modelleme yaklaşımının, matematiksel anlam inşasına güçlü bir katkı sunduğu ancak uygulama temelli modelleme anlayışı ile dengeli biçimde bütünleştirildiğinde öğrenme sürecini daha bütüncül destekleyebileceği söylenebilir.

2.2.3. Eğitimsel Modelleme

Matematiksel modelleme, öğrenme ortamlarının ve süreçlerinin yapılandırılmasını, kavramların tanıtılmasını ve geliştirilmesini hedefleyen bir yaklaşımdır. Bu süreç, öğretici modelleme ve kavramsal modelleme olmak üzere iki temel bileşene ayrılmakta olup, her iki bileşen de eğitimsel ve konuya özgü hedeflerle ilişkilidir. Gerçekçi modelleme yaklaşımı, problem çözme ve modelleme becerilerinin gelişimini desteklerken; bağlamsal modelleme yaklaşımı ise öğrencilerin gerçek yaşamla ilişkili, anlamlı öğrenme deneyimleri edinmesini sağlamaktadır. Dolayısıyla matematiksel modelleme, teorik bilgilerin pratik uygulamalarla bütünleştirilmesini kolaylaştıran, disiplinler arası niteliğe sahip bir yaklaşımı temsil etmektedir (Erbaş ve diğerleri, 2014).

Alanyazında yapılan araştırmalar incelendiğinde, bu yaklaşımın farklı boyutlarıyla benimsendiği görülmektedir. Örneğin, Maaß (2006) çalışmasında matematiksel modellemenin sınıf içi uygulamalarla bütünleşmesine odaklanmış, Michelsen (2006) ise fonksiyon konusunu modelleme yöntemi perspektifinde ele almıştır. Michelsen'in (2006) araştırması, matematik ve fen disiplinlerinin eğitimsel ve didaktik sorunlarından yola çıkarak disiplinler arası bir öğretim tasarımı geliştirmeyi amaçlamıştır. Bu doğrultuda, iki farklı kurstan elde edilen geri bildirimlerin katkısıyla disiplinler arası bir kurs tasarlanmış ve uygulanmıştır.

Bu bulgular, matematiksel modellemenin yalnızca soyut kavramların aktarımında değil, aynı zamanda öğrencilerin farklı disiplinlerdeki bilgi ve becerileri bütünleştirmelerinde de önemli bir araç olduğunu göstermektedir. Maaß (2006) ve Michelsen'in (2006) çalışmalarının ortaya koyduğu üzere, modelleme temelli yaklaşımlar, öğrencilerin öğrenme süreçlerine aktif katılımını artırmakta ve disiplinler arası bağlamlarda anlamlı öğrenme fırsatları sunmaktadır. Bu yönüyle matematiksel modelleme, çağdaş eğitim anlayışının gerektirdiği eleştirel düşünme, problem çözme ve transfer edilebilir bilgi üretme becerilerini destekleyen önemli bir eğitimsel strateji olarak değerlendirilebilir.

2.2.4. Bağlamsal Modelleme

Bağlamsal modelleme yaklaşımının öncülerinden Lesh ve Doerr (2003), modelleme sürecini öğrencilerin kendi matematiksel yapılarını kullanarak çeşitli durumları keşfettikleri, anlamlandırdıkları ve dönüştürdükleri problem çözme etkinlikleri olarak tanımlamaktadır. Bu modele göre, matematik eğitiminin temel amacı, öğrencilerin karşılaştıkları olayları değerlendirebilecekleri kavramsal sistemleri geliştirmelerine yardımcı olmaktır (Lesh ve Doerr,

2003). Bu doğrultuda, öğrencilerin matematiksel kavramları anlamlı, gerçek yaşam durumları içerisinde deneyimlemeleri esas alınmaktadır (Erbaş ve diğerleri, 2014).

Bağlamsal modelleme yaklaşımı, matematik öğrenme sürecini gerçek yaşam bağlamları ile bütünleştirerek öğrencilerin kavramsal anlam inşa etmesini amaçlayan güçlü bir eğitimsel çerçeve sunmaktadır. Lesh ve Doerr'ün (2003) tanımında vurgulandığı üzere, modelleme süreci yalnızca matematiksel bilgi aktarımıyla sınırlı olmayıp, öğrencilerin kendi bilişsel yapılarını kullanarak durumu keşfetmeleri, anlamlandırmaları ve dönüştürmeleri üzerine kuruludur. Bu bakış açısı, öğrencilerin öğrenme sürecinde pasif alıcı olmaktan çıkarak etkin bir problem çözücü ve anlam üretici konuma gelmesini sağlamaktadır.

Bağlamsal modelleme yaklaşımı, günümüz eğitim anlayışının merkezinde yer alan "öğrenci merkezli" öğrenme felsefesinin somut bir yansımasıdır. Öğrencilerin yalnızca hazır bilgileri edinmeleri değil, kendi deneyimlerinden yola çıkarak matematiksel kavramları yeniden üretmeleri, onları günlük yaşamla ilişkilendirmeleri ve farklı bağlamlarda kullanabilmeleri bu yaklaşımın en güçlü yönüdür. Lesh ve Doerr'ün (2003) ortaya koyduğu çerçeve, matematik öğretiminin ezberci bir yapıdan uzaklaşarak daha işlevsel, anlamlı ve kalıcı öğrenmelere yönelmesi gerektiğini göstermektedir. Bu açıdan bağlamsal modelleme, öğrencilere matematiğin yalnızca soyut bir disiplin olmadığını, aynı zamanda yaşamın farklı alanlarında kullanılabilir bir araç olduğunu fark ettiren önemli bir eğitimsel yaklaşım olarak değerlendirilebilir.

2.2.5. Sosyo- Eleştirel Modelleme

Matematiğin sosyo-kültürel bağlamını öne çıkarmaktadır (Kaiser ve Sriraman, 2006). Bu yaklaşımda matematiğin toplumsal rolü, matematiksel modellerin doğası ve modellemenin toplum üzerindeki etkileri önemli bir yer tutmaktadır. Bu bakış açısına göre matematik öğretiminin temel amacı, bireylerin içinde yaşadıkları toplumda ve kültürel yapıda işlevsel biçimde kullanabilecekleri eleştirel düşünme becerilerini kazandırmaktır (Erbaş ve diğerleri, 2014). Bu bağlamda modelleme etkinlikleri, öğrencilerin matematiksel bilgileri kullanarak tartışma ve değerlendirme becerilerini geliştirmelerine katkı sağlamaktadır. Modelleme sürecinin bu yaklaşımla ele alınması, öğrencilerin bireysel farkındalıklarını artırarak daha karmaşık düşünme süreçlerini yapılandırmalarına olanak tanır.

Eleştirel modelleme yaklaşımı, matematik öğretimini yalnızca teknik beceriler kazandıran bir süreç olarak değil, aynı zamanda öğrencilerin toplumsal ve kültürel bağlamda bilinçli bireyler olarak yetişmesini destekleyen bir araç olarak konumlandırmaktadır. Kaiser ve

Sriraman'ın (2006) vurguladığı üzere, bu yaklaşım matematiğin toplumsal rolünü ve matematiksel modellerin toplum üzerindeki etkilerini sorgulayan bir perspektif sunar. Erbaş ve diğerlerinin (2014) belirttiği gibi, bu çerçevede matematiksel modelleme, eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesi ve bireylerin toplumsal meselelerde bilinçli kararlar alabilmesi için işlevsel bir öğrenme aracı olarak değerlendirilir.

Bu yaklaşımın en önemli katkılarından biri, öğrencilerin matematiksel bilgiyi yalnızca çözüm üretme aracı olarak değil, aynı zamanda sosyal, ekonomik ve çevresel konulara ilişkin farkındalık geliştirmede kullanmalarına imkân tanımasıdır. Böylelikle öğrenciler, matematiğin nötr ve yalnızca akademik bir disiplin olmadığını, aksine toplumsal yapıların şekillenmesinde etkili bir unsur olduğunu kavrarlar. Ancak bu yaklaşımın etkili biçimde uygulanabilmesi, öğretim sürecine toplumsal sorunlara dayalı, tartışma ve değerlendirme odaklı özgün problem senaryolarının entegre edilmesini gerektirir.

2.2.6. Bilişsel Modelleme

Bilişsel modelleme yaklaşımı ise diğerlerinden farklı olarak son yıllarda gelişen ve tanımlayıcı niteliğiyle öne çıkan bir yaklaşımdır. Kaiser ve Sriraman (2006), bilişsel modellemeyi okul bağlamında modelleme öğretimini hedefleyen standart bir yaklaşım değil; daha çok öğrencilerin modelleme sürecinde sergiledikleri bilişsel ve üst bilişsel süreçleri analiz etmeye yönelik üst düzey bir çerçeve olarak değerlendirmiştir. Bu yaklaşım, öğrencilerin düşünme süreçlerinin anlaşılması ve bu süreçlerin öğretmen tarafından desteklenmesi bakımından rehberlik edici bir rol üstlenmektedir (Erbaş ve diğerleri, 2014). Ayrıca farklı matematiksel karmaşıklık düzeylerine sahip modelleme durumlarının analiz edilmesi ve öğrencilerin bu süreçte karşılaştıkları bilişsel zorlukların belirlenmesi, bu yaklaşımın temel hedefleri arasındadır (Kaiser ve Sriraman, 2006).

Bilişsel modelleme yaklaşımı, diğer modelleme yaklaşımlarından farklı olarak uygulama ya da bağlam odaklı değil, öğrencilerin modelleme sürecinde gerçekleştirdikleri bilişsel ve üstbilişsel işlemleri anlamaya yönelik analitik bir çerçeve sunmaktadır. Kaiser ve Sriraman'ın (2006) belirttiği gibi, bu yaklaşım standart bir öğretim yöntemi olmaktan ziyade, modelleme sürecini öğrenenlerin zihinsel işleyişleri üzerinden tanımlayan betimleyici bir perspektife sahiptir. Bu yönüyle bilişsel modelleme, öğretmenlere öğrencilerin düşünme süreçlerini görünür kılma, öğrenme engellerini belirleme ve gerekli yönlendirmeleri yapma konusunda önemli fırsatlar sunmaktadır.

Bilişsel modelleme yaklaşımı, matematik eğitiminde öğrenme sürecini daha derinlemesine anlamaya yönelik önemli bir paradigma kaymasını temsil etmektedir. Uygulama ve içerik odaklı yaklaşımların aksine, öğrencilerin zihinsel süreçlerini merkeze alması, öğrenmenin yalnızca ürününe değil, aynı zamanda sürecine odaklanılmasını mümkün kılmaktadır. Bu yaklaşım, öğretmenlere öğrencilerin nasıl düşündüklerini, hangi aşamalarda zorlandıklarını ve hangi üstbilişsel stratejileri geliştirdiklerini analiz etme imkânı sunarak öğrenme süreçlerinin kişiselleştirilmesine katkıda bulunmaktadır. Dolayısıyla bilişsel modelleme, öğrencilerin yalnızca doğru cevaba ulaşmalarını değil, aynı zamanda öğrenme sürecini bilinçli bir şekilde yönetmelerini destekleyen güçlü bir analitik araç olarak değerlendirilebilir.

2.3. Bilişsel Modelleme Perspektifi

Blum ve Leiß (2007), matematiksel modelleme sürecine ilişkin yaklaşımlarında diğer modellerden ayrılarak özellikle durum modeli basamağına vurgu yapmışlardır (Zihar, 2018). Bu modelleme sürecinde kritik öneme sahip olan söz konusu basamakta, birey gerçek yaşam durumunu algılar ve anlamlandırır; ardından bu durumdan yola çıkarak bir durum modeli geliştirir. Daha sonra, bu model sadeleştirilerek gerçek modele dönüştürülür ve bu model, matematiksel yapılar aracılığıyla matematiksel modele aktarılır. Oluşturulan matematiksel model, denklem ya da grafik gibi matematiksel araçlarla çözülür, elde edilen sonuç ise gerçek yaşam bağlamında değerlendirilerek yorumlanır. Bu sürecin sonunda, çözümün doğruluğu ile elde edilen matematiksel sonucun gerçek dünyaya uygulanabilirliği önem arz eder.

Borromeo Ferri (2006), matematiksel modelleme sürecine ilişkin çalışmasında benzer bir döngü ortaya koymuş; ancak durum modeli kavramı yerine “durumun zihinsel temsili” ifadesini tercih etmiştir (Hıdıroğlu ve Bukova-Güzel, 2013). Borromeo Ferri, bu modeli bilişsel bir bakış açısıyla yeniden yapılandırarak “Bilişsel Perspektif Altında Modelleme Döngüsü” olarak tanımlamıştır (Bukova-Güzel ve diğerleri, 2021). Bu yaklaşıma göre, öğrenciler öncelikle gerçek yaşam durumlarını anlamlandırır ve zihinsel temsiller geliştirir. Ardından, bu temsiller aracılığıyla gerçek durum sadeleştirilerek gerçek modele geçilir. Bu süreçte öğrenci, çözüm için gerekli unsurları yapılandırır ve çözüm aşamasına hazırlık yapar. Sonraki adımda, öğrencinin oluşturduğu sözlü yapılar matematikselleştirilerek matematiksel modele dönüştürülür. Bu model çözülerek matematiksel sonuç elde edilir. Yorumlama basamağında, bu sonuçlardan yola çıkarak gerçek yaşam karşılıkları üretilir; doğrulama basamağında ise oluşturulan modellerin hem gerçek yaşamla uyumu hem de iç tutarlılığı kontrol edilir.

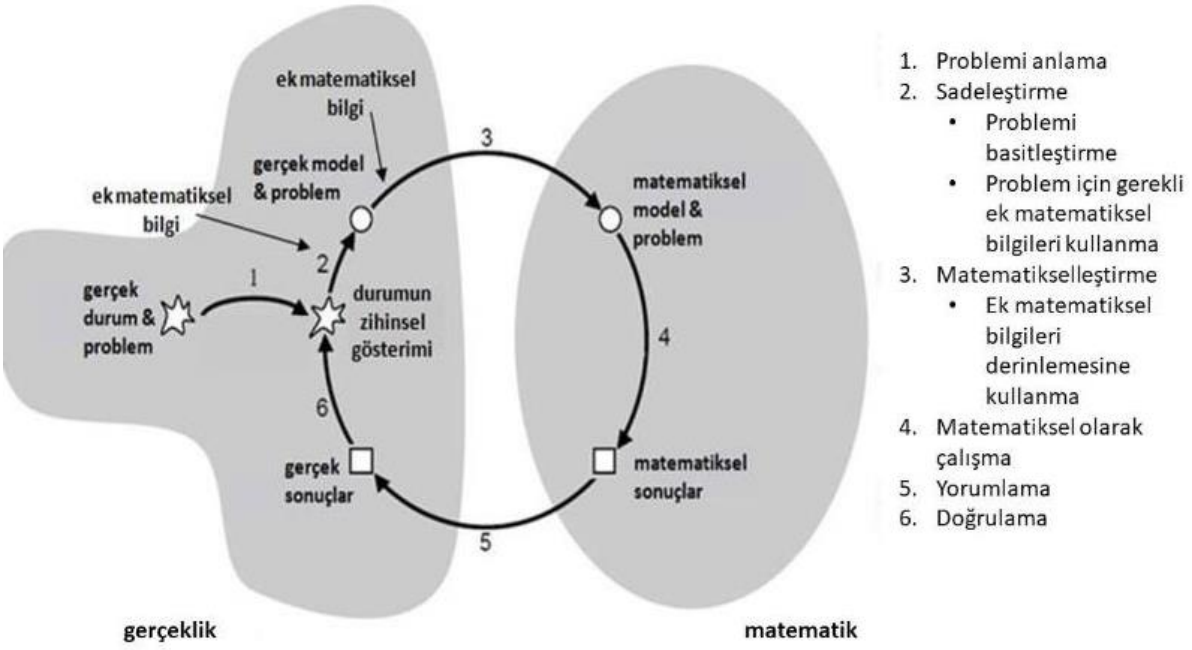
Blum ve Borromeo Ferri (2009), modelleme sürecini matematik ile gerçek dünya arasındaki ilişkiyi kuran bir döngü olarak tanımlamışlardır. Bu döngü, gerçek bir durumdan yola çıkarak bu durumun modellenmesini, sonuçların yorumlanmasını ve değerlendirilmesini kapsamakta, nihayetinde açıklamalarla tamamlanmaktadır. Blum ve Leiß'in (2005) durum modeline yaptığı vurgu, modelleme sürecinde gerçek yaşamın soyut matematiksel yapılara dönüştürülmesinde kritik bir ara basamağın önemini gözler önüne sererken; Borromeo Ferri (2006) bu süreci bilişsel bir çerçevede yeniden ele alarak öğrencinin zihinsel temsilleri üzerinden bir yapı geliştirmiştir. Her iki yaklaşımda da bireyin gerçek yaşam durumunu anlamlandırma ve bunu modele dönüştürme becerisi ön plandadır. Ancak Borromeo Ferri'nin bilişsel süreçleri önceleyen yaklaşımı, öğrencinin içsel düşünme mekanizmalarına odaklanarak modelleme sürecine eğitimsel bir derinlik kazandırmaktadır. Blum ve Borromeo Ferri (2009) ise bu süreci daha bütüncül bir döngü çerçevesinde tanımlayarak, modellemenin yalnızca matematiksel bir etkinlik değil; aynı zamanda yaşamla kurulan anlamlı bir bağ olduğunu vurgulamışlardır. Bu çerçevede, farklı yaklaşımlar modelleme sürecinin hem yapısal hem de bilişsel boyutlarını ortaya koymakta, öğrencilerin problem çözme ve yorumlama becerilerinin gelişiminde modelleme süreçlerinin çok katmanlı işleyişini açıklamaya katkı sunmaktadır.

2.3.1. Borromeo-Ferri'ye Göre Bilişsel Modelleme Süreci

Bilişsel perspektif doğrultusunda ele alınan modelleme süreçlerinde, öğrencilerin zihinsel olarak hangi kavramsal temsilleri geliştirdikleri ve karşılaştıkları güçlüklerin modelleme döngüsünün hangi basamağında yoğunlaştığı incelenmektedir (Borromeo-Ferri, 2018). Bu bağlamda, Borromeo-Ferri (2006), özellikle karmaşık modelleme problemlerini değerlendiren öğrencilerin zihinsel süreçlerini ortaya koymaya çalışan bilişsel modelleme yaklaşımında, durum modeli kavramı yerine "durumun zihinsel temsili" ifadesini tercih etmiştir (Çoksöyler, 2020). Söz konusu döngüsel yapıya ilişkin görsel sunum Şekil 1'de yer almaktadır.

Şekil 1

Bilişsel modelleme perspektifine göre modelleme döngüsü (Borrome Ferri, 2006)



Borromeo Ferri (2006) tarafından geliştirilen bilişsel modelleme döngüsünde, öğrencilerin gerçek hayat problemlerini çözme sürecinde izledikleri zihinsel adımlar sistematik biçimde tanımlanmaktadır. Borromeo Ferri'nin (2018) ortaya koyduğu bilişsel modelleme perspektifi doğrultusunda modelleme döngüsünde gerçekleşen adımlar aşağıda ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır:

Gerçek Durum, gerçek yaşamdan alınan bir probleme karşılık gelen durumu ifade etmiştir. Bu aşamada modelleme süreci, günlük yaşamdan türetilmiş bir bağlamla başlanık.

Durumun Zihinsel Temsili, bireyin karşılaştığı gerçek probleme yönelik zihinsel çağrışımlarını kapsamıştır. Bu zihinsel temsil, bireysel bir yapı arz etmiş ve iki temel bileşene ayrılmıştır: İlki, bireyin önceki yaşam deneyimlerine dayanarak oluşturduğu zihinsel imgeler; ikincisi ise problemden ne anladığına ilişkin yorumlar yapar.

Gerçek Model, bireyin oluşturduğu zihinsel temsili sadeleştirerek yapılandırdığı aşamayı oluşturmuştur. Bu adımda, problemin çözümünde matematiğin etkili bir şekilde kullanılabilmesi amacıyla gerçek durum sadeleştirir.

Ekstra Matematiksel Bilgi, modelleme sürecinde bireyin çözüm üretmesi için ihtiyaç duyduğu ancak doğrudan verilmemiş olan bilgileri kapsamıştır. Gerçek modelin ve devamında oluşturulan matematiksel modelin anlamlı olabilmesi için bu tür tamamlayıcı bilgilere ihtiyaç duyulur.

Matematiksel Model, Matematiksel model, bireyin gerçek modelden hareketle oluşturduğu matematiksel temsiller aracılığıyla ifade edilmektedir. Bu temsiller genellikle denklemler, grafikler veya fonksiyonlar gibi matematiksel yapılarla gösterilmekte ve bir problemi çözmek için birden fazla matematiksel model geliştirilir.

Matematiksel Sonuçlar, geliştirilen matematiksel model(ler)in çözülmesiyle elde edilen bulgular olmuştur. Bu sonuçlar, modelin iç tutarlılığı ve işlemsel doğruluğu açısından değerlendirilmir.

Gerçek Sonuçlar ise, elde edilen matematiksel bulguların gerçek yaşam bağlamında değerlendirilmesiyle ortaya çıkmıştır. Matematiksel modelleme, yalnızca matematiksel çözüm üretmekle sona ermemiş; ulaşılan sonuçların gerçeklik ile ne derece örtüştüğü test edilmiştir. Bu bağlamda doğrulama süreci, gerçek sonuçların başlangıçta oluşturulan gerçek model ve varsayımlarla karşılaştırılmasını içerir.

Bu açıklamalar ışığında, bilişsel modelleme döngüsü, öğrencilerin gerçek yaşamdan türetilen problemleri anlamlandırma, sadeleştirme, matematiksel temsillere dönüştürme ve bu temsiller üzerinden çözüm üretme süreçlerinde nasıl ilerlediklerini sistematik biçimde ortaya koymuştur. Böylece, öğrencilerin modelleme sürecinde karşılaştıkları zorlukların tanımlanması ve bu zorlukların aşılmasına yönelik eğitimsel yaklaşımların geliştirilmesi mümkün hâle gelir. Modelleme süreci yalnızca matematiksel çözüm üretmeyi değil, aynı zamanda bu çözümün gerçek yaşamla bütünleşmesini ve doğrulanmasını da kapsamaktadır.

Araştırmanın amacı; modelleme sürecinin bilişsel anlamda daha detaylı ele alınması olduğu için, teorik çerçevesini Borromeo-Ferri'nin (2006) tasarlamış olduğu matematiksel modelleme döngüsü oluşturmaktadır.

Çalışmanın bu bölümünde matematiksel modellemeye ilişkin altı temel perspektife yer verilmiştir. Bu perspektifler incelendiğinde aralarında kesin ve net ayrımların olmadığı, hepsinin birbiriyle benzer yönleri olduğu; fakat her bir perspektifin matematiksel modellemenin farklı bir yönü üzerinde durduğu görülebilir.

2.3.1.1. Problemi Anlama

Matematiksel modelleme sürecinin ilk adımı olan problemi anlama, öğrencilerin problemde yer alan gerçek yaşam durumunu kavrayarak bu durumu zihinsel düzeyde yapılandırmaları gereken kritik bir aşamadır. Bilişsel modelleme yaklaşımına göre, gerçek dünyadan alınan bir durumun bireyin zihninde bir temsilinin oluşması, bu aşamanın temelini oluşturmaktadır. Bu aşamada öğrencilerin, problemi anlayabilmek adına gerçekleştirdikleri zihinsel etkinlikler ve problem bağlamında oluşan bilişsel temsiller sorgulanmakta; öğrencilerin problemi anlamlandırıp anlamlandırmadıkları üzerine değerlendirmeler yapılmaktadır (Borromeo-Ferri, 2007).

Bu aşama, öğrencilerin modelleme sürecine güçlü bir başlangıç yapabilmeleri açısından belirleyici bir rol üstlenmektedir. Problemin bağlamının kavranamaması, sonraki basamaklarda yapılacak sadeleştirme ve matematiksel model kurma süreçlerini de doğrudan olumsuz etkileyebilmektedir. Bu nedenle, öğretmen rehberliğinde problem bağlamının detaylıca incelenmesi ve öğrencilerin kendi zihinsel temsillerini oluşturabilecekleri ortamların sunulması önem arz etmektedir.

2.3.1.2. Sadeleştirme

Modelleme sürecinin bu aşamasında, öğrencilerin çözüm sürecinde ihtiyaç duydukları bilgileri belirlemeleri ve gerekirse önceki deneyimlerinden yararlanarak eksik verileri tamamlamaları beklenmektedir. Bu sürecin işleyebilmesi için, önceki basamakta gerçek yaşam durumunun zihinsel bir temsiline ulaşılmış olması gerekir (Borromeo-Ferri, 2007).

Bu aşama, öğrencilerin problem bağlamını analiz etme ve problemde yer alan bilgileri ayıklama becerilerini geliştirmesi açısından oldukça değerlidir. Öğrenciler yalnızca verilen bilgileri almakla kalmaz, aynı zamanda hangi bilginin gerekli olduğuna karar vererek bir tür filtreleme süreci yürütürler. Bu yönüyle sadeleştirme, öğrencinin hem matematiksel düşünme becerisini hem de problem çözme stratejilerini doğrudan etkileyen bir aşamadır.

2.3.1.3. Matematikselleştirme

Matematikselleştirme aşaması, öğrencilerin problem çözümüne ilişkin sözel ifadelerini, varsayımlarını ve düşüncelerini matematiksel dile aktardıkları kritik bir basamaktır. Bu aşamada, öğrencilerin soyut düşüncelerini semboller, matematiksel ifadeler ve çizimler yoluyla dışa vurmaları beklenir (Borromeo-Ferri, 2007). Bu aşama, öğrencilerin matematiksel dili ne ölçüde işlevsel kullanabildiklerini ortaya koyar. Matematikselleştirme, yalnızca matematiksel

araçları kullanmak değil; aynı zamanda problemdeki gerçek yaşam durumunu matematiksel bir yapıya dönüştürmeyi de içerdiğinden, yüksek düzeyde kavramsal düşünmeyi gerektirir. Öğrencilerin bu aşamada zorlanması, modelin kurulmasında ve çözümün ilerleyen aşamalarında aksamalara yol açabileceğinden, öğretmen rehberliğiyle desteklenmesi gereken bir süreçtir.

2.3.1.4. Matematiksel Olarak Çalışma

Öğrenciler, geliştirdikleri matematiksel model üzerinde çeşitli işlemler gerçekleştirerek bir sonuca ulaşmaya çalışırlar. Matematiksel kurallar ve stratejiler doğrultusunda yapılan işlemler, çözümün matematiksel boyutunu oluşturur (Borromeo-Ferri, 2007). Öğrencilerin sahip oldukları matematiksel bilgi ve becerileri uygulamaya geçirdikleri ve işlemsel düşünme yetkinliklerini sergiledikleri bir süreci kapsar. Modelleme sürecinin teknik yönünün ön plana çıktığı bu adımda, öğrencilerin daha önce kurdukları modeli işler hale getirmeleri ve bu modeli kullanarak anlamlı sonuçlara ulaşmaları beklenir. Bu nedenle, öğrencilerin işlem becerilerinin yanı sıra stratejik düşünme ve hata ayıklama yeteneklerinin de desteklenmesi bu aşamada büyük önem taşır.

2.3.1.5. Yorumlama

Yorumlama, öğrencilerin ulaştıkları matematiksel çözümün gerçek yaşamla ne derece örtüştüğünü sorguladıkları aşamadır. Bu basamakta, matematiksel sonuçların problem bağlamında geçerliliği test edilir (Borromeo-Ferri, 2007). Modelleme sürecinin yalnızca matematiksel değil, aynı zamanda gerçek yaşamla bağlantılı bir etkinlik olduğunu gösterir. Öğrencilerin ulaştıkları sonuçları gerçek durumla ilişkilendirerek değerlendirmeleri, eleştirel düşünme ve bağlamsal farkındalık becerilerini ortaya koymalarını sağlar. Yorumlama basamağı, modelin anlamlılığını ve uygulanabilirliğini test etmekle kalmaz, aynı zamanda öğrencilerin çözüm sürecine bütüncül bir bakış geliştirmelerine katkı sunar.

2.3.1.6. Doğrulama

Modelleme sürecinin son basamağı olan doğrulama, hem elde edilen sonucun işlemsel olarak doğruluğunun hem de gerçek yaşam bağlamında geçerliliğinin değerlendirilmesini içerir. Öğrencilerin, çözüm süreci boyunca elde ettikleri modeli ve çıktıları eleştirel biçimde değerlendirerek tutarlılık sağlamaları beklenir (Borromeo-Ferri, 2007). Öğrencilerin ürettikleri modelin ve ulaştıkları sonucun hem içeriksel hem de bağlamsal olarak uygunluğunu sorgulamalarını sağlar. Doğrulama, öğrencinin yalnızca matematiksel bir sonuca ulaşmasını

değil, aynı zamanda bu sonucun gerçek dünya için anlamlı ve kullanılabilir olup olmadığını analiz etmesini içerir. Bu yönüyle, modelleme sürecine eleştirel bir bakış geliştirilmesine katkı sunar ve öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini harekete geçirir.

Matematiksel modelleme sürecine bilişsel bir perspektifle yaklaşmak, öğrencilerin yaşadığı zorlukları yalnızca yüzeysel düzeyde değil, aynı zamanda zihinsel süreçler bağlamında da derinlemesine analiz edebilme olanağı sunmaktadır. Bilişsel modelleme döngüsü, öğrencilerin hangi aşamalarda zorlandığını anlamada öğretmenler için önemli bir tanı aracı işlevi görürken; öğrenciler açısından da problem çözme sürecinde yol gösterici bir yapı sunmaktadır. Bu nedenle, öğretmenlerin öğrencilerin hangi basamakta takıldığını fark edebilmesi ve bu doğrultuda rehberlik edebilmesi, modelleme sürecinin başarıyla yürütülmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Borromeo-Ferri, 2018).

Modelleme sürecinin aşamaları ve bu aşamalarda öğrencilerin yaşadıkları bilişsel deneyimler ele alındıktan sonra**,** bu süreçte gösterilen yeterliklerin nasıl değerlendirileceği sorusu gündeme gelmektedir. Bu bağlamda, öğrencilerin modelleme süreçlerindeki performanslarını değerlendirmede öne çıkan iki temel yaklaşım**,** bütüncül ve kısmî yaklaşımlardır.

2.4. Modelleme Yeterliklerinde Bütüncül ve Kısmı Yaklaşım

Matematik öğretiminin temel amaçlarından biri, öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmektir (Blum, 2011). Bu nedenle, modelleme yeterlikleri kavramı, matematik eğitimi literatüründe sıklıkla ele alınmakta ve birçok modelleme temelli araştırmanın odağında yer almaktadır. Alanyazın incelendiğinde, modelleme yeterliklerinin tanımlanmasında genellikle modelleme sürecinin belirli aşamaları temel alınmakta ve bu yeterlikler, sürecin amacına uygun şekilde tamamlanabilmesi için gerekli olan bilgi, beceri ve tutumları kapsamaktadır (Maaß, 2006). Ayrıca, bireylerin bu sürece aktif ve gönüllü olarak katılım sağlamaları da modelleme yeterliklerinin gelişimi açısından önemli bir unsur olarak değerlendirilmektedir (Maaß, 2006).

Maaß ve Kaiser (2007), modelleme yeterliklerini gerçek yaşam problemlerini matematiksel olarak temsil edebilme yetkinliği olarak tanımlarken; Gurlitt ve Maaß (2011), bu yeterliklerin gelişiminin, öğrencilerin modelleme sürecinde bağımsız ve özgür bir şekilde çalışabilmelerine bağlı olduğunu vurgulamaktadır. Benzer biçimde Blomhøj ve Højgaard Jensen (2003), modelleme yeterliklerini belirli bir bağlam içinde modelleme sürecinin tüm aşamalarında bilinçli ve bağımsız şekilde ilerleyebilme yetisi olarak tanımlamaktadır.

Blum ve diğerleri (2007), modelleme yeterliklerini; bir problem durumu karşısında ilgili soruları belirleme, değişkenleri ve ilişkileri tanıma, varsayımları ifade etme, bu unsurları matematiksel bir yapıya dönüştürme, oluşturulan modeli çözümleme, sonuçları yorumlama ve bu sonuçların doğruluğunu değerlendirme becerileri bütünü olarak tanımlamaktadır. Blum (2002) ise bu yeterlikleri daha geniş bir perspektifle ele alarak, probleme yapı kazandırma, matematikselleştirme, model kurma, çözüm üretme, elde edilen sonuçları yorumlama, doğrulama, modelleri eleştirel bir yaklaşımla analiz etme, süreç boyunca iletişim kurma ve süreci izleyip değerlendirme gibi çeşitli alt becerileri içeren bir yapı olarak ortaya koymaktadır.

Bu tanımlar dikkate alındığında, modelleme yeterliklerinin doğrudan modelleme süreci ile ilişkili olduğu ve bu sürecin aşamaları olan gerçek durumun zihinsel temsili, gerçek model, matematiksel model ve matematiksel sonuçlara dayalı olarak şekillendiği görülmektedir. Literatürde modelleme yeterliklerinin gelişimini desteklemek amacıyla iki temel yaklaşım öne çıkmaktadır: Bütüncül ve kısmi yaklaşımlar (Blomhøj ve Højgaard Jensen, 2003). Her iki yaklaşımın da modelleme sürecinde öğrencilerin gelişimine katkı sunduğu, farklı araştırmalarla ortaya konmuştur (Brand, 2014; Kaiser ve Brand, 2015). Ancak, bazı çalışmalarda bütüncül yaklaşımın daha etkili olduğu ifade edilmekle birlikte, bu yaklaşımın tek başına yeterli olmadığı ve her iki yaklaşım arasında bir denge kurulmasının daha yararlı olacağı belirtilmektedir (Blomhøj ve Jensen, 2003; Güç, 2015; Güç ve Baki, 2016).

Blomhøj ve Jensen (2003), Grünewald (2012), Brand (2014) ile Kaiser ve Brand (2015) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda, modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik olarak her iki yaklaşıma uygun ayrı öğrenme ortamları tasarlanmıştır. Söz konusu araştırmalarda bir grup öğrenciye bütüncül yaklaşıma uygun, diğer bir gruba ise kısmi yaklaşıma uygun öğretim uygulanmıştır. Elde edilen bulgular, her iki yaklaşımın da modelleme yeterliklerini geliştirdiğini; ancak bütüncül yaklaşımın daha yüksek etkililik düzeyine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte, bütüncül yaklaşımla oluşturulan öğrenme ortamlarının da bazı eksiklikler taşıdığı göz önüne alındığında (Brand, 2014), literatürde bu iki yaklaşımın birlikte kullanılmasının daha işlevsel olacağı önerilmektedir (Blomhøj ve Jensen, 2003). Genel olarak incelendiğinde (Grünewald, 2012; Brand, 2014; Güç, 2015; Kaiser ve Brand, 2015; Dede, 2017), çoğu çalışma yalnızca kısmi ya da bütüncül yaklaşıma dayalı öğrenme ortamları üzerine odaklanmış, her iki yaklaşımın aynı anda kullanıldığı bir öğrenme ortamına dair örneğe rastlanmamıştır.

Modelleme problemlerinin etkili bir şekilde çözülebilmesi için yalnızca yeterlik düzeyinde bilgi ve beceri yeterli olmamakta; aynı zamanda bireylerin üstbilişsel farkındalık ve stratejilere de sahip olmaları gerekmektedir (Vorhölter, 2018). Modelleme sürecinde başarılı olabilmek için bireylerin bu döngüsel süreci kavrayarak hangi adımları, neden ve nasıl gerçekleştirdiklerinin farkında olmaları beklenir. Bu bağlamda, matematiksel modelleme yeterlikleri; bireylerin modelleme sürecini başarıyla tamamlayabilmesi için gerekli olan duyuşsal, bilişsel ve üstbilişsel faktörlerin tamamını içeren çok boyutlu bir yapı olarak değerlendirilmektedir (Şahal ve Özdemir, 2023). Bu çerçevede, modelleme yeterliklerinin gelişimini desteklemek amacıyla modelleme temelli öğretim uygulamalarının yaygınlaştırılması önerilmektedir (Blomhøj ve Kjeldsen, 2006). Bu tür uygulamalar, öğrencilerin yalnızca problem çözme becerilerini değil, aynı zamanda süreci izleme, analiz etme ve bireysel bilişsel farkındalıklarını geliştirme kapasitelerini de desteklemeyi amaçlamaktadır.

Modelleme yeterliklerinin nasıl yapılandırılması gerektiğine ilişkin literatürde farklı bakış açıları geliştirilmiştir. Bu bağlamda araştırmacılar, modelleme sürecine ilişkin becerilerin değerlendirilmesinde iki temel yaklaşım olan kısmi ve bütüncül yaklaşımı ön plana çıkarmaktadır.

Bütüncül yaklaşıma göre, bir modelleme etkinliği boyunca sürecin tüm basamaklarının öğrenciler tarafından deneyimlenmesi ve bu süreçte modelleme yeterliklerinin tamamının devreye sokulması hedeflenmektedir (Güç, 2015). Başka bir ifadeyle, öğrenciler bir modelleme problemiyle karşılaştıklarında, önce gerçek yaşam durumunu anlamlandırmalı, uygun varsayımlar geliştirmeli, bu varsayımlara dayalı olarak bir matematiksel model oluşturmalı, bu modeli çözmeli, elde edilen sayısal çıktıları problem bağlamında yorumlamalı ve nihayetinde tüm süreci doğrulamalıdırlar.

Kısmi yaklaşımda modelleme sürecinin yalnızca belirli aşamalarına odaklanılması söz konusudur. Bu yaklaşımda öğrenciler, örneğin yalnızca matematiksel model kurma, elde edilen sonuçları yorumlama ya da yorumlama ve doğrulama, gibi sınırlı adımlarda aktif olarak yer alırlar. Böylece öğretim etkinliği, modelleme sürecinin tümünü değil, hedeflenen belirli becerileri geliştirmeyi amaçlamaktadır.

Alanyazın incelendiğinde, her iki yaklaşımın da modelleme yeterliklerinin geliştirilmesinde anlamlı katkılar sunduğu görülmektedir (Brand, 2014; Kaiser ve Brand, 2015). Ancak birçok çalışmada, bütüncül yaklaşımın daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bununla birlikte, bu yaklaşımın tek başına yeterli olmadığı ve etkin bir modelleme öğretimi için bütüncül ve kısmi yaklaşımların dengeli bir şekilde birlikte kullanılması gerektiği de vurgulanmaktadır (Blomhøj ve Jensen, 2003; Güç, 2015; Güç ve Baki, 2016).

Blomhøj ve Jensen (2003), Grünewald (2012), Brand (2014) ile Kaiser ve Brand (2015) tarafından gerçekleştirilen araştırmalarda, her iki yaklaşım esas alınarak iki ayrı öğrenme ortamı tasarlanmıştır. Bu çalışmalarda, öğrenci gruplarından biri bütüncül yaklaşım doğrultusunda yürütülen öğretim sürecine dâhil olurken, diğer gruplara kısmi yaklaşıma uygun öğretim uygulanmıştır. Bulgular, her iki yaklaşımın da modelleme yeterliklerini geliştirdiğini, ancak bütüncül yaklaşımın etkisinin daha belirgin olduğunu göstermiştir. Öte yandan, yalnızca bütüncül yaklaşıma dayalı öğrenme ortamlarının da çeşitli sınırlılıkları bulunduğu ve bu nedenle iki yaklaşımın birlikte yapılandırılması gerektiği alanyazında sıklıkla dile getirilmektedir (Blomhøj ve Jensen, 2003; Brand, 2014). Literatürde yapılan incelemeler (Grünewald, 2012; Brand, 2014; Güç, 2015; Kaiser ve Brand, 2015; Dede, 2017), ya bütüncül ya da kısmi yaklaşıma dayalı öğrenme ortamlarının tasarlandığını, fakat her iki yaklaşımın eş zamanlı olarak uygulandığı bir öğretim modeline rastlanmadığını ortaya koymaktadır. Her iki yaklaşımın da kendine özgü katkıları bulunmakla birlikte, modelleme yeterliklerinin etkili bir şekilde geliştirilmesi için bütüncül ve kısmi yaklaşımların birlikte ve dengeli biçimde kullanılması önerilmektedir.

Modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik yaklaşımlar değerlendirildiğinde hem bütüncül hem de kısmi yaklaşımın öğretim süreçlerinde işlevsel roller üstlendiği görülmektedir. Bütüncül yaklaşım, öğrencilerin modelleme sürecini baştan sona deneyimlemelerini sağlayarak sürece bütüncül bir bakış geliştirmelerine olanak tanırken; kısmi yaklaşım, öğrencilerin belirli becerilere odaklanarak derinleşmelerine fırsat sunmaktadır. Bu bağlamda, yalnızca bir yaklaşımı merkeze alan öğretim ortamlarının, öğrencilerin modelleme süreçlerindeki çeşitliliği ve bireysel farklılıkları yeterince karşılayamadığı söylenebilir. Nitekim alanyazında bu iki yaklaşımın birlikte ve dengeli biçimde kullanımının hem kuramsal hem de uygulamalı boyutta daha etkili sonuçlar doğurduğu yönünde güçlü bulgular yer almaktadır. Bu nedenle, gelecekteki öğretim uygulamalarında ve araştırmalarda, bütüncül ve kısmi yaklaşımların birbirini tamamlayacak biçimde harmanlandığı çok boyutlu öğretim modellerinin tasarlanması, modelleme yeterliklerinin gelişimini destekleme açısından önemli bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir.

2.5. Matematiksel Modelleme Oluşturma Etkinlikleri

Matematiksel modelleme etkinlikleri, öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini geliştirerek gerçek hayatla matematiksel bilgi arasında anlamlı ilişkiler kurmalarını sağlayan çok yönlü öğrenme ortamları sunar. Lesh ve Doerr (2003), "model" ve "modelleme" kavramlarını bir arada barındıran bu tür etkinlikleri "model ortaya çıkarma" (model-eliciting) etkinlikleri olarak tanımlarken, bu yaklaşımın yalnızca çözüm üretmeye değil, aynı zamanda matematiksel süreçlerin inşasına da hizmet ettiğini vurgular. MOEler, öğrencilere yalnızca belirli problemleri çözme fırsatı sunmakla kalmaz, aynı zamanda oluşturulan modellerin farklı bağlamlara aktarılmasına olanak tanıyan esnek bir yapıya sahiptir (Tekin-Dede ve Bukova-Güzel, 2014).

Bu etkinlikler, geleneksel problem çözme süreçlerinden farklı olarak açık uçlu, çok çözüm yolları içeren ve rutin olmayan yapılarıyla ön plana çıkar. Öğrencilerden yalnızca bir sonuca ulaşmaları değil, aynı zamanda çözüm sürecini matematiksel olarak betimlemeleri ve yapılandırmaları beklenir (Mousoulides, 2007; Lesh ve Zawojewsky, 2007). Kaiser ve Sriraman (2006), MOE etkinlikleri öğrencilerin kendi matematiksel yapılarını geliştirdikleri bir öğrenme süreci olarak tanımlar. Maaß (2006) ise MOElerin gerçek hayattan alınmış verilerle oluşturulması, bireysel ve grup çalışmalarını desteklemesi, öğrencilerin ilgisini çekecek şekilde yapılandırılması ve onların gelişim seviyelerine uygun biçimde sunulması gerektiğini vurgular.

MOEler kapsamında öğrenciler, küçük gruplar hâlinde çalışarak gerçek yaşamdan alınan durumları matematiksel olarak ele alır ve çözüm sürecinde etkin rol üstlenirler. Grup içi tartışmalar ve fikir alışverişleri sayesinde, olayları matematize eder ve ürettikleri modelleri başkalarına aktarabilecek iletişim becerilerini geliştirirler (Lesh ve diğerleri, 2000). Söz konusu modellerin, yalnızca çözüme ulaşma bakımından değil, aynı zamanda benzer durumlara uygulanabilirliği ve genellenebilirliği açısından da değerlendirilmesi gerekir.

Doruk ve Umay (2011), MOElerin sonunda öğrencilerin, oluşturdukları modelleri yazılı semboller, diyagramlar, sözlü raporlar veya çizimlerle ifade ederek sunduklarını belirtir. Bu durum, yalnızca matematiksel düşünceyi geliştirmekle kalmaz, aynı zamanda öğrencilerin modelleme sürecindeki akıl yürütmelerini daha görünür kılar. MOEler sayesinde öğrenciler, araştırmacı bir tutumla yaklaşarak karmaşık görünen durumları sadeleştirir ve çözüm yolları geliştirirler.

MOElerin temel hedefi, öğrencilerin matematiksel süreçleri kavramsallaştırmalarına yardımcı olmak ve öğretmenlere öğrencilerin düşünce yapılarını gözlemleme fırsatı sunmaktır.

Yapılan araştırmalar, bu tür etkinliklerin öğrencilerin matematiksel tanımlamalarını geliştirdiğini, varsayım üretme, gerekçelendirme, savunma ve tartışma becerilerini artırdığını ortaya koymaktadır (Lesh ve Doerr, 2003). Ayrıca MOEler, sosyal bir öğrenme ortamı sunarak öğrencilerin grup içi etkileşimlerini teşvik eder. Farklı görüşlerin karşılaştırıldığı bu ortamda öğrenciler, fikirlerini savunma ve eleştirel geri bildirimlere karşı tutum geliştirme konusunda deneyim kazanır (Zawojewski ve diğerleri, 2003).

Sonuç olarak MOEler, öğrencilerin yalnızca matematiksel bilgi edinmelerini değil, aynı zamanda bu bilgiyi gerçek hayat bağlamında anlamlandırmalarını, yorumlamalarını ve kullanmalarını sağlayan güçlü öğrenme araçları olarak öne çıkar. Öğrenciler bu süreçte hem bireysel hem de grup düzeyinde aktif bir şekilde yer alarak matematiksel kavramlarla ilgili derinlemesine öğrenme yaşantıları edinirler. MOElerin öğretim programlarında daha yaygın biçimde yer alması, öğrencilerin analitik düşünme, problem çözme ve yaratıcı üretkenlik becerilerinin gelişimine önemli katkılar sunar.

Son yıllarda matematik eğitiminde matematiksel modelleme etkinliklerine yönelik artan ilgi, bu etkinliklerin öğretim süreci açısından oldukça işlevsel araçlar olduğunu ortaya koymaktadır. Alanyazında yer alan birçok araştırma, modelleme uygulamalarının öğrencilerin matematiksel düşünmelerini desteklediğini ve matematiği gerçek yaşam bağlamlarında anlamlandırmalarını kolaylaştırdığını göstermektedir (Lesh ve Doerr, 2003; Lesh ve Lehrer, 2003; English ve Watters, 2004; Mousoulides ve diğerleri, 2006; Swan ve diğerleri, 2006; Mousoulides ve diğerleri, 2007). Geleneksel problem çözme yaklaşımlarının ötesine geçen modelleme etkinlikleri, dinamik ve çok boyutlu yapılarıyla dikkat çekmektedir (Lester ve Kehle, 2003). Bu etkinlikler, öğrencilerin matematiği soyut kavramlar düzeyinde değil, anlamlı ve yaşamsal bağlamlarla ilişkilendirerek öğrenmelerini mümkün kılmakta ve bu yönüyle son yıllarda matematiksel modellemenin eğitimdeki önemini artırmaktadır. Modelleme süreci, yalnızca matematiksel bilgi kazandırmakla kalmayıp, aynı zamanda öğrencilerin problem çözme, karar verme ve eleştirel düşünme gibi üst düzey becerilerini de geliştirmektedir.

Öğrenciler, günlük yaşamlarında doğrudan kullanma imkânı bulamadıkları ve geçmiş yaşantılarıyla ilişkilendiremedikleri matematiksel kavramları öğrenme konusunda isteksiz bir tutum sergileyebilmektedirler. Bu bağlamda, matematiksel modelleme etkinliklerinin gerçek hayattan alınmış durumları içermesi, öğrencilerin öğrenmeye yönelik tutumlarını olumlu yönde etkileyerek öğrenilen bilgilerin yaşantıya aktarılmasına katkı sunmaktadır. Matematiksel modelleme, öğrencileri yalnızca okul bağlamında değil, yaşamın diğer alanlarında da etkili

kılacak şekilde hazırlamakta; öğrenilen matematiksel yapıların işlevsel yönlerini görünür hâle getirmektedir (Lingefjard ve Holmquist, 2005). Bu tür etkinliklerle öğrenciler, tanıdık bağlamlardan yola çıkarak oluşturdukları modeller sayesinde, okul matematiği ile gündelik yaşam matematiği arasında anlamlı bağlar kurma fırsatı bulmaktadırlar. Matematik eğitimine modelleme temelli uygulamaların dahil edilmesi, öğrencilerin gerçek hayat problemlerini analiz etme, uygun çözüm yolları geliştirme ve analitik düşünme becerilerini güçlendirme açısından oldukça değerlidir. Ayrıca, özgün biçimde tasarlanmış modelleme etkinlikleri öğrencilerin farklı bakış açıları geliştirmesine, çeşitli çözüm yolları üretmesine ve öğrenmeye yönelik içsel motivasyonlarının artmasına yardımcı olmaktadır.

2.5.1. Matematiksel Model Oluşturma Etkinliklerinin Özellikleri

Model oluşturma etkinlikleri, öğrencilerin gerçek yaşamla ilişkili problemlere yönelik matematiksel modeller geliştirmelerini gerektiren problem çözme etkinlikleri olarak tanımlanmaktadır (Lesh ve Yoon, 2004). Bu etkinlikler, gerçek yaşam bağlamlarını anlamlı hale getirerek kendi matematiksel düşünme yapılarını ortaya koydukları, genişlettikleri, düzenledikleri ve geliştirdikleri ortak öğrenme süreçleri olarak da değerlendirilmektedir (Kaiser ve Sriraman, 2006).

MOEler, geleneksel okul matematiğinden farklı olarak hazır formüllerin kullanılmasını değil, öğrencilerin gerçek yaşamdan türetilmiş, yapılandırılmamış problemler karşısında kendi modellerini üretmelerini esas alır (Lesh ve Zawojewski, 2007; Chamberlin ve Moon, 2008). Öğrenciler tarafından geliştirilen bu modeller, yalnızca mevcut problem için değil, benzer bağlamlarda da uygulanabilir ve genellenebilir özellikler taşır (Lesh ve Harel, 2003). Bu süreçte öğrenciler, modellerini oluştururken düşüncelerini açıklamakta, bu düşünceleri test etmekte ve gerek duyduklarında gözden geçirerek yeniden yapılandırmaktadırlar (Lesh ve diğerleri, 2000; Lesh ve Caylor, 2007; Chamberlin ve Moon, 2008; Eric, 2008; Dominguez, 2010; Yoon ve diğerleri, 2010; Doerr ve O'Neill, 2011).

MOE uygulamalarında öğrenciler, gerçek yaşamla ilişkili bir problem bağlamında, danışılan bir kişinin karar vermesine yardımcı olacak çözümler üretmeye çalışırlar. Geliştirilen modeller, öğrencilerin duruma dair düşünme biçimlerini ve matematiksel yorumlama yetilerini yansıtır (Chamberlin ve Chamberlin, 2001). Bu nedenle MOEler, düşünceyi açığa çıkarma özelliği taşıyan etkinlikler (thought-revealingtasks) olarak da tanımlanmaktadır (Chamberlin ve Moon, 2005). Ayrıca, öğrencilerin MOEler üzerinde çalışırken geliştirdikleri tanımlamalar, açıklamalar ve yapılandırmalar; onların gerçek yaşam bağlamlarını nasıl yorumladıklarını ve

bunları nasıl matematiksel modellere dönüştürdüklerini de görünür kılmaktadır (Lesh ve diğerleri, 2000).

MOEler zaman zaman genel problem çözme etkinlikleri olarak görülse de Lesh ve Harel (2003), bunları geleneksel sözel problemlerden şu temel yönleriyle ayırmaktadır:

- Öğrenciler, gerçek yaşam bağlamlarından anlamlı ve işlevsel matematiksel modeller geliştirirler.
- Geliştirilecek modellerin kimin için ve hangi amaca hizmet edeceği açıktır.
- Bu modeller başkalarıyla paylaşılabilir, farklı durumlara uyarlanabilir ve yeniden kullanılabilir niteliktedir.

Dolayısıyla MOElerde model geliştirme süreci yalnızca bireysel değil, aynı zamanda sosyal bir öğrenme süreci olarak da değerlendirilmekte ve işbirliği temelli öğrenme ortamlarıyla bütünleşmektedir.

Fox (2006), MOElerin sahip olması gereken temel nitelikleri belirleyerek, bu etkinliklerin tasarımında dikkate alınması gereken eğitimsel ilkeleri vurgulamaktadır. Bu doğrultuda, matematiksel modelleme etkinliklerinin yalnızca içeriksel değil, aynı zamanda süreçsel olarak da öğrencilerin gelişimini destekleyici yapılar içermesi gerektiği ifade edilmektedir.

İlk olarak, MOElerin**,** öğrencilerin ilgi alanlarına hitap eden ya da onlar açısından anlamlı bulunan temalar etrafında kurgulanması önem taşımaktadır. Etkinliklerin, öğrencilerin problem durumlarını aktif biçimde araştırmalarını, analiz etmelerini ve kişisel yorumlarını ortaya koymalarını sağlayacak biçimde uyarlanması gerekmektedir. Bu durum, öğrenme sürecine öğrencinin duyuşsal katılımını artırmakta ve matematiğe karşı olumlu tutum geliştirmesine katkı sunmaktadır.

İkinci olarak, MOEler doğası gereği açık uçlu yapılar barındırmakta ve tek bir doğru yanıtın bulunmadığı senaryolara dayanmaktadır. Bu sayede, farklı seviyelerdeki öğrencilerin başarıyı deneyimlemeleri mümkün olmakta; ayrıca her grubun kendi önceliklerine göre oluşturduğu çözüm yolları, çeşitliliği ve özgünlüğü teşvik etmektedir. Böylece her öğrencinin sahip olduğu potansiyelin tanınması ve geliştirilmesi için uygun bir zemin oluşmaktadır.

Üçüncü olarak, MOEler kapsamında öğrencilerin oluşturdukları matematiksel modelleri ifade edebilmeleri için çeşitli dışsal gösterim sistemlerini kullanmaları

desteklenmektedir. Sözel açıklamalar, yazılı ifadeler, diyagramlar, çizimler ve semboller gibi farklı iletişim biçimleri, öğrencilerin kendi düşüncelerini en iyi yansıtabilecekleri yolları seçmelerine imkân tanımaktadır. Bu durum, bireysel öğrenme stillerinin dikkate alındığı esnek bir öğrenme ortamı sunmaktadır.

Dördüncü olarak, MOElerde öğretmenin rolü geleneksel bilgi aktarıcı pozisyonundan çıkarılarak, öğrenme sürecinde öğrencinin matematiksel gelişimini destekleyen bir kolaylaştırıcı olarak yeniden tanımlanmaktadır. Öğretmen, doğrudan çözüm sunmaktan ziyade, öğrencilerin sorgulama yapmalarına, model üretmelerine ve gerekçelendirmelerine rehberlik etmektedir.

Son olarak, matematiksel modelleme etkinlikleri, öğrencilerin birden fazla çözüm yaklaşımı geliştirebileceği anlamlı problem çözme bağlamları olarak değerlendirilmektedir. Bu çeşitlilik, öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini kullanmalarına imkân sağlamakta ve tek bir çözüm yoluna bağlı kalmaksızın farklı stratejiler üretmelerine olanak tanımaktadır.

Bu nitelikler göz önünde bulundurulduğunda, Fox'un önerdiği yapıdaki MOElerin, öğrencilerin hem matematiksel hem de bilişsel gelişimlerini destekleyen güçlü öğretim araçları olduğu anlaşılmaktadır (Fox, 2006). Alan yazında yapılan çeşitli araştırmalar (Lesh ve diğerleri, 2000; Chamberlin ve Moon, 2005, Mousoulides ve diğerleri, 2006; Chamberlin ve Moon, 2008; Lesh ve Caylor, 2007; Lesh ve Zawojewski, 2007; Mousoulides, 2007), MOElerin temel yapılarını ve işlevsel özelliklerini şekillendiren unsurları ayrıntılı biçimde açıklamaktadır. Bu kapsamda MOElerin öne çıkan özellikleri Şekil 2'de görsel olarak sunulmaktadır.

Şekil 2

Model oluşturma etkinliklerinin özellikleri (Tekin Dede ve Güzel, 2014)



Şekil 2, MOElerin hem yapısal özelliklerini hem de öğrenci kazanımları üzerindeki etkilerini kapsamlı biçimde göstermektedir. Bu etkinlikler, gerçek yaşam durumlarını temel alarak öğrencilerin kendi matematiksel modellerini oluşturmalarına olanak tanımaktadır. Ayrıca, öğrencilerin grup çalışmaları yoluyla işbirliği becerilerini geliştirmeleri, çözüm sürecini ayrıntılı biçimde matematiksel olarak ifade etmeleri ve verilen problem bağlamında bir danışana çözüm üretmeleri beklenmektedir. MOEler yalnızca bireysel çözümleme değil, aynı zamanda sosyal etkileşim ve paylaşımı da içeren süreçlerdir. Bununla birlikte, disiplinler arası bağlantıları içermesi, farklı çözüm yollarına açık olması ve açık uçlu problem yapısına sahip olması, MOElerin öğretim açısından zenginleştirici niteliğini ortaya koymaktadır. Öğrenciler bu süreçte, düşüncelerini ifade etme, gerçek yaşam durumlarını matematiksel olarak yorumlama, okuduğunu anlama, bilişsel ve üstbilişsel becerilerini kullanma gibi çeşitli alanlarda gelişim göstermektedirler.

Sonuç olarak, MOEler yalnızca öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerini geliştirmeyi hedefleyen teknik etkinlikler olmaktan öte, onların bilişsel, üstbilişsel, sosyal ve iletişimsel gelişimlerine bütüncül katkı sunan eğitimsel araçlardır. Gerek disiplinler arası yapısı gerekse gerçek yaşamla kurduğu güçlü bağ sayesinde MOEler, matematiği yalnızca kuramsal düzeyde değil, yaşamın içinde aktif biçimde kullanabilmelerine zemin hazırlar. Şekil 2'de de

özetlendiği üzere, bu etkinliklerin sunduğu zengin öğrenme ortamları, öğrenci merkezli, açık uçlu ve çok yönlü düşünmeyi teşvik eden bir yapıdadır. Dolayısıyla, matematik öğretiminde anlamlı ve derinlemesine öğrenmeyi gerçekleştirmek isteyen öğretmenler için çağdaş eğitim anlayışıyla uyumlu, etkili bir öğrenme-öğretme aracı olarak öne çıkmaktadır.

2.5.2. Matematiksel Modelleme Etkinliklerinde Temel Prensipler

Matematiksel modelleme etkinlikleri, öğrencilerin yaşantısal deneyimlerini matematiksel yapılarla ilişkilendirebilmelerine olanak tanıyan özgün öğretim ortamları sunmaktadır. Bu tür etkinlikler, öğrencilerin sahip oldukları bilgi düzeylerinden bağımsız olarak tüm öğrenenlerin katılımına açık olacak şekilde farklılaştırılabilmektedir. Lesh ve diğerleri (2000), matematiksel modelleme sürecine rehberlik eden altı temel prensip belirlemekte ve bu ilkeleri "model oluşturma prensibi", "gerçeklik prensibi", "öz değerlendirme prensibi", "yapı belgelendirme prensibi", "model genelleme prensibi" ve "etkili prototip prensibi" başlıkları altında açıklamaktadır.

1. Model Oluşturma Prensibi: Bu prensip kapsamında yapılandırılan etkinliklerin temel amacı, öğrencinin problemi çözmek için hazır bir yöntemi uygulamasından ziyade, kendi matematiksel modelini oluşturmasını teşvik etmektir. Öğrenci, çözüm sürecini kendi düşünsel üretimiyle yapılandırarak, özgün ve anlamlı bir model inşa etme sürecine aktif biçimde katılmaktadır.

2. Gerçeklik Prensibi: Etkinlikler, öğrencilerin kendi bilgi birikimleri ve yaşantılarından yola çıkarak anlamlandırabilecekleri biçimde düzenlenmektedir. Bu prensibe göre, öğrencinin gerçek yaşamla ilişki kurabileceği problem durumları seçilmekte ve böylece modelleme süreci daha işlevsel ve kalıcı hâle gelmektedir.

3. Öz Değerlendirme Prensibi: Bu prensibe dayalı etkinliklerde, öğrencilerin çözüm süreçlerini öğretmene bağımlı olmadan sürdürebilmeleri ve geliştirdikleri çözümlerin doğruluğunu değerlendirebilmeleri beklenmektedir. Öğrencinin kendi çözümünü kontrol edebilmesi, öğrenme sürecinde öz düzenleme becerisinin gelişmesine katkı sağlamaktadır.

4. Yapı Belgelendirme Prensibi: Bu ilkeye göre öğrenci, kendi düşünme süreçlerini açık biçimde ifade edebilmekte, çözüm stratejilerini ve düşünce yapılarını yazılı ya da görsel biçimde belgelerle destekleyebilmektedir. Böylece, bireyin "düşünme üzerine düşünme" (metabilişsel farkındalık) becerisi desteklenmektedir.

5. Model Genelleme Prensibi: Geliştirilen matematiksel modelin yalnızca o probleme özgü kalmaması, benzer durumlara da uyarlanabilir nitelikte olması bu prensibin temelini oluşturmaktadır. Öğrencilerin oluşturdukları modellerin farklı bağlamlarda tekrar kullanılabilir olması, soyutlama ve genelleme becerilerinin gelişimine hizmet etmektedir.

6. Etkili Prototip Prensibi: Bu prensip doğrultusunda, öğrencinin geliştirdiği çözüm modeli yalnızca mevcut problemde değil, gelecekte karşılaşabileceği benzer problemlerde de yol gösterici bir araç işlevi görebilmektedir. Böylece model, öğrencinin zihinsel araç kutusunda işlevsel bir prototip olarak yer edinmektedir.

Bu altı temel prensip, matematiksel modelleme etkinliklerinin yapılandırılmasında dikkate alındığında, öğrencilerin hem kavramsal anlamayı derinleştirmesi hem de problem çözme, eleştirel düşünme ve öz değerlendirme gibi üst düzey bilişsel beceriler geliştirmesi mümkün hâle gelmektedir.

Matematiksel modelleme etkinliklerinin tasarım sürecinde dikkate alınan ilkelerin uygulama sürecindeki yansımaları Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1

Model oluşturma etkinliklerinde tasarım ilkeleri ve çalışmadaki yansımaları

Tasarım İlkesi	İlkenin Açıklaması	Bu Araştırmadaki Uygulama Örneği
Model Oluşturma Prensibi	Öğrencilerin hazır yöntemleri uygulaması yerine kendi matematiksel modellerini geliştirmeleri hedeflenir.	MOElerde öğrenciler çözüm yöntemleri verilmeden kendi varsayımlarını oluşturmuş ve grup tartışmalarıyla modeller geliştirmiştir.
Gerçeklik Prensibi	Problemler öğrencilerin günlük yaşam deneyimleriyle ilişkilendirilebilir olmalıdır.	Aşure, Deterjan Tüketimi, Geri Dönüşüm Günü, Sensörlü Musluk, Damlama Sulama Sistemi ve Hurda etkinlikleri gerçek yaşam bağlamları üzerine kurulmuştur.
Öz Değerlendirme Prensibi	Öğrenciler çözümlerinin doğruluğunu kendileri sorgular ve değerlendirir.	Grup sunumları sırasında öğrenciler çözümlerini sunmuş ve diğer grupların sorularıyla modellerini yeniden gözden geçirmiştir.
Yapı Belgelendirme Prensibi	Öğrencilerin düşünme süreçlerini yazılı veya görsel olarak açıklamaları beklenir.	Grup çalışma kâğıtları, çözüm defterleri ve sunumları öğrencilerin modelleme süreçlerini belgelemelerini sağlamıştır.
Model Genelleme Prensibi	Oluşturulan model benzer problemlere uygulanabilir olmalıdır.	Öğrenciler geliştirdikleri çözüm stratejilerini farklı senaryolara uyarlayarak genelleme yapmaya çalışmıştır.

Tasarım İlkesi	İlkenin Açıklaması	Bu Araştırmadaki Uygulama Örneği
Etkili Prototip Prensibi	Model gelecekteki problemlerde kullanılabilecek zihinsel araç hâline gelir.	Süreç ilerledikçe öğrencilerin sonraki MOElerde önceki çözüm yaklaşımlarını yeniden kullandıkları gözlenmiştir.

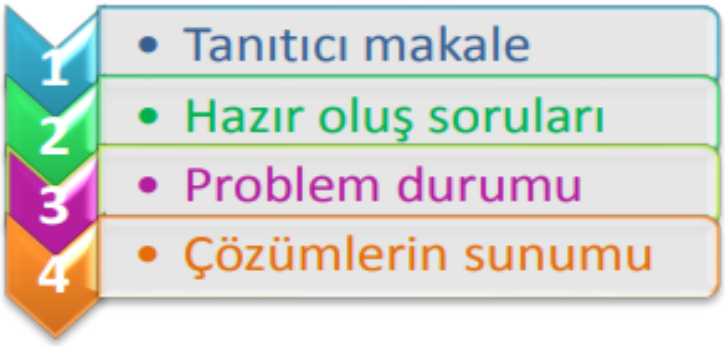
Tablo 1'de matematiksel modelleme etkinliklerinde temel alınan tasarım ilkelerinin araştırma kapsamında geliştirilen model oluşturma etkinliklerine nasıl yansıtıldığını bütüncül biçimde göstermektedir. Böylece modelleme etkinliklerinin kuramsal temelleri ile uygulama süreci arasındaki ilişki açık hâle getirilmiştir.

2.5.3. Modelleme Oluşturma Etkinliklerinin Temel Bileşenleri

MOE uygulamalarında gerçekleştirilmesi istenen iki temel amaç; matematik eğitimi araştırmacılarının öğrencilerin modelleri nasıl geliştirdiklerini araştırmalarını (Lesh ve diğerleri, 2000) ve değerlendirme sürecinde öğrencilerde fark edilemeyen matematiksel yetenekleri ortaya çıkarmayı sağlamaktır. Her bir MOE; tanıtıcı makale, hazır oluş soruları, problem durumu ve çözümlerin sunumu olmak üzere dört temel bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenler Şekil 3'te gösterildiği üzere yapılandırılmıştır.

Şekil 3

Model oluşturma etkinliklerinin dört temel bileşeni (Chamberlin ve Chamberlin, 2001; Chamberlin ve Moon, 2005; Chamberlin ve Moom, 2008; Yu ve Chang, 2009)



Tanıtıcı makale ve hazır oluş sorularının amacı, öğrencilere ardından gelecek problem durumunun bağlamını tanıtmak ve onları problem durumuna hazırlamaktır (Chamberlinve Chamberlin 2001, Yu ve Chang 2009). Bu iki bileşenin öğrencileri problem durumuna hazırlayan bir ısınma aşaması olduğu düşünülmektedir. Chamberlin ve Moon (2005), hazır oluş sorularını; makalenin içeriğinde neler olduğuna ilişkin bilgileri ortaya çıkaran kavrama soruları, makaledeki bilgileri kullanarak yeni bilgiler oluşturmayı amaçlayan çıkarım soruları ve verilen bilgilerin yorumlanarak öğrencilerin yeni fikirler üretmelerini sağlayan yorumlama soruları

olarak gruplamaktadırlar. Ayrıca okuduğunu anlama, okuma parçasını irdeleme, okuduğu metinden sonuç çıkarmayı gerektirmesi nedeniyle Matematik ve Türkçe dersleri arasındaki bağlantının kurulması sağlanabilir. MOEnin üçüncü bileşeni olan problem durumu MOEnin merkezi bölümüdür. Bu bileşende öğrencilerden oluşan çalışma grupları bir müşteri/ danışana yardımcı olmak amacıyla model/ler geliştirmeleri istenmekte ve öğrencilerden modellerini ayrıntılı bir şekilde mektup/e-posta ile müşteri/ danışana yazmaları beklenmektedir. Son olarak öğrencilerin grup arkadaşlarıyla yaptıkları çözümleri sınıf arkadaşlarına sundukları çözümlerin sunumu bileşeni gelmektedir (Chamberlin ve Chamberlin 2001).

2.6. Bütüncül Yaklaşım

Literatürde öğretim programlarının bütünleştirilmesinde izlenen yol ve bütünleşmenin derecesini tanımlamak için çok disiplinli (multidisciplinary), disiplinler arası (interdisciplinary) ve disiplinler üstü (transdisciplinary) olmak üzere üç yaklaşım ortaya çıkmaktadır (Drake ve Burns, 2004). Disiplinlerin bütünleşme düzeyi, ayrık disiplinlerden çok disiplinli, disiplinler arası ve disiplinler üstüne doğru artan bir biçimde tanımlandığında, disiplinler arasında daha fazla bağlantı ve etkileşim içeren bir süreklilik ortaya çıkmaktadır. Bu durum Şekil 4'te gösterilmiştir.

Şekil 4

Çok disiplinli, disiplinlerarası ve disiplinlerüstü yaklaşımlar (English, 2016)



Buna göre en alt düzeyde disiplin temelli öğretimde ayrık disiplinlere ait kavramlar ve beceriler her disiplinde ayrı olarak öğrenilir; ikinci düzeyde çok disiplinli öğretimde kavramlar ve beceriler her disiplinde ayrı olarak, ancak ortak bir tema içerisinde öğrenilir; üçüncü düzeyde disiplinler arası öğretimde derinlemesine bağlı kavramlar ve beceriler, iki veya daha fazla disiplinden derinleştirme amacıyla öğrenilir; dördüncü düzeyde disiplinler üstü öğretimde bilgi ve beceriler iki veya daha fazla disiplinden gerçek dünyadaki sorunlara ve projelere uygulanarak öğrenilir, böylece öğrenme deneyimini şekillendirmeye yardımcı olur (English, 2016).

Öğretim programlarının bütünleştirilmesinde çok disiplinli, disiplinlerarası ve disiplinlerüstü yaklaşımların benzer ve ayırt edici özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2

Multidisipliner, disiplinlerarası ve transdisipliner eğitimlerin farklılıkları (English, 2016).

	Multidisipliner	**Disiplinlerarası**	**Transdisipliner**
Entegrasyonun temeli	Konu	İki disiplin için ortak beceriler ve kavramlar	Gerçek hayattan gerçek sosyal/ekonomik/kültürel/ekolojik sorun
Bağlantılar	Her disiplinin konu ile ilgili ara bağlantıları var	Bir disiplinin süreç ve kavramları diğerini anlamaya yardımcı	Tüm disiplinlerin yaşam bağlamında belirli anlamları var
Amaç	Yeni bilgiyi daha kolay elde etmek	Belirli genel beceriler göstermek, kullanmak ve geliştirmek	İçerik bilgisi ve becerileri kullanarak bir sorunu çözmek
Odak	Belirli konu bilgisi ve beceriler üzerine Konu odaklı	Öğrencinin beceri gelişimi üzerine Öğrenci odaklı	Toplumun gerçek değerleri ve ihtiyaçlarını karşılayan karmaşık problem çözme üzerine Problem odaklı
Öğrenme çıktıları	Farklı disiplin bilgisi ve beceriler	Daha derin kavramsal seviyeler, tutarlılık, çeşitli akıl seviyesinde yürütme ve üst bilişsel stratejiler	Yaşam becerileri ve öğrenme duygusu anlayışı
İş birliği	Öğrenci-öğretmen Öğrenci-öğrenci	Öğrenci-öğretmen Öğrenci-öğrenci Öğretmen-öğretmen	Öğrenci-öğretmen Öğrenci-öğrenci Bütün öğretmenlerin karşılıklı işbirliği Okul-toplum

2.6.1. Çok Disiplinli Yaklaşım (Multidisciplinary)

Çok disiplinli (multidisciplinary) yaklaşım, bir konu ya da problemin ele alınmasında birden fazla disiplinin belirli bir düzeyde bir araya gelmesini ifade etmektedir (Ülgen, 2017). Başka bir ifadeyle, farklı disiplinlerde çalışan bireylerin kendi alan bilgilerini kullanarak ortak bir çalışma yürütmeleridir. Program entegrasyonu, proje ya da probleme dayalı yaklaşımlar aracılığıyla gerçekleştirilebilmekte olup, bu yöntemler bilim insanları ve mühendislerin gerçek yaşamda çalışma biçimleriyle de uyumludur (Krajcik ve Czerniak, 2014). Proje tabanlı çalışmalar, öğrencilerin kendi problemlerini seçmelerine, tanımlamalarına ve bağımsız biçimde

yönlendirdikleri aktif öğrenme süreçlerine katılmalarına olanak sağlamaktadır (Braskén, Hemmi ve Kurtén, 2020). Ayrıca, çok disiplinli işbirliği gerektiren projeler aracılığıyla öğrencilerin öğrenmeye ilişkin anlayışlarının geliştiği ve konulara daha geniş bir bakış açısıyla yaklaşabildikleri görülmektedir.

Okul ortamında multidisipliner yaklaşımın uygulanmasına çevre bilinci kazandırma çalışmaları örnek gösterilebilir. Öğrencilerin çevre bilinci kazanabilmeleri için farklı disiplinlerin katkısıyla ortak projeler yürütülebilir. Bu kapsamda, çeşitli disiplinlerden elde edilen kavramlar temel alınarak öğrenme ortamı tasarlanabilir. Örneğin, bazı öğrenciler fen bilimleri dersinde çevre dostu teknolojik araçlar geliştirebilirken; bu aracın tanıtılması ve çevreye duyarlılığın artırılması amacıyla görsel sanatlar dersinde afişler, bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde animasyonlar hazırlanabilir; müzik dersinde ise besteler yapılabilir. Böylelikle öğrencilere görevler dağıtılarak farklı derslerde kazanılan bilgi ve becerilerin bir araya getirilmesi sağlanabilir ve multidisipliner öğrenme modülleri oluşturulabilir. Bu süreç, öğrencilerin disiplinler arasındaki ilişkileri fark etmelerine ve bütüncül bir öğrenme deneyimi yaşamalarına katkı sunmaktadır (İnci ve diğerleri, 2022).

2.6.2. Disiplinlerarası Yaklaşım (Interdisciplinary)

Disiplinlerarası yaklaşım kavramına ilişkin ilk tanımlamalar 1930'lu yıllarda ortaya çıkmış, 1980'li yıllarda ise bu kavrama yönelik ilgi en yüksek düzeye ulaşmıştır (Lattuca, 2001). Literatürde, disiplinlerarası yaklaşıma dair farklı bakış açıları ve tanımlar bulunmaktadır. Jacobs (1989), bir problem veya konunun çözümünde birden fazla alan ve yöntemin birlikte kullanılması olarak açıklamaktadır. Yıldırım (1996) ise disiplinlerarası öğretimi, farklı derslerde yer alan bilgi ve becerilerin anlamlı bir biçimde harmanlanarak kullanılması şeklinde ifade etmektedir.

Disiplinlerarası öğretim, yalnızca bir ders süresince resim, matematik veya fen bilgisi gibi farklı derslere kısa süreli yer verilmesi anlamına gelmemektedir. Bu tür bir uygulama, geleneksel öğretim yöntemlerinin ötesine geçemez. Gerçek anlamda disiplinlerarası eğitim, işlenecek dersin tamamen belirli kavramlar veya sorular etrafında yapılandırılması ve bu kavramların ya da soruların ele alınmasında farklı disiplinlerden elde edilen bilgilerin güçlü bir şekilde bütünleştirilmesiyle mümkündür. Böyle bir öğretim yaklaşımı, bireylerin günlük yaşamda bilgi ve beceriyi nasıl kullandıkları ile doğrudan ilişkilidir (Yıldırım, 1996).

Bu yaklaşım sayesinde öğrenciler, belirli bir konuya dar bir perspektiften bakmaktan kurtularak farklı disiplinlerden edindikleri bilgileri hedeflerine ulaşmada kullanabilmektedir

(Aslan, 2019). Günümüz koşullarında başarıya ulaşabilmek için okulda edinilen bilgilerin günlük yaşama aktarılması gerekmektedir. Bu aktarım, farklı disiplinlerdeki bilgi ve beceriler arasında bağlantı kurulmasıyla mümkün olmaktadır. Zira gerçek yaşamda karşılaşılan sorunlar genellikle birbirinden bağımsız değildir ve çözüm süreçleri farklı disiplinlerin bilgi birikimini gerektirir. Bu nedenle, disiplinlerarası yaklaşımın temel alındığı öğretim programlarının geliştirilmesi önem arz etmektedir (Budak Coşkun ve Altun, 2012).

Birbiriyle yakından ilişkili derslerin başında matematik ve fen bilgisi gelmektedir (Keşan ve Kaya, 2008). Bu disiplinlerde öğretilen becerilerin gerçek yaşam problemlerindeki rolü dikkate alındığında, matematik ve fen bilgisi derslerinin disiplinlerarası yaklaşımla kurgulandığı öğretim ortamlarının önemi ortaya çıkmaktadır (Karakuş ve diğerleri, 2017). Disiplinlerarası yaklaşım ilkelerine dayalı olarak tasarlanan öğretim süreçlerinin öğrencilerin matematik başarısı, eleştirel düşünme becerileri, motivasyon ve derse katılım düzeyleri üzerinde olumlu etkiler yarattığı belirlenmiştir (Lawrance, 1993; White ve Carpenter, 2008). Ayrıca disiplinlerarası yaklaşımın öğretim sürecine entegre edilmesinin, öğrencilerin dersler arası ilişki kurabilmelerine ve sınıf ortamında kazandıkları bilgi ve becerileri günlük yaşam bağlamlarına aktarabilmelerine olanak sağladığı çeşitli araştırmalarda vurgulanmaktadır (Karakuş ve diğerleri, 2017; White ve Carpenter, 2008). Bu bulgular, çağdaş eğitim anlayışında disiplinlerarası yaklaşımın önemli bir eğitimsel araç olarak değerlendirildiğini göstermektedir.

Disiplinlerarası yaklaşımın eğitim sürecine entegrasyonu, yalnızca farklı alanlardaki bilgilerin yan yana getirilmesinden ibaret değildir; bu bilgilerin anlamlı bir bütünlük içerisinde harmanlanarak gerçek yaşam bağlamında kullanılmasını gerektirir. Özellikle günümüzün karmaşık toplumsal ve teknolojik sorunları, tek bir disiplinin sınırları içinde çözülemeyecek niteliktedir. Bu nedenle eğitim programlarının, öğrencilerin farklı disiplinler arasındaki ilişkileri kavrayabilmelerine ve edindikleri bilgi ve becerileri gerçek yaşam problemlerine uyarlayabilmelerine imkân tanıyacak şekilde tasarlanması kritik öneme sahiptir. Matematik ve fen bilimleri gibi problem çözme odaklı derslerde disiplinlerarası yaklaşımın uygulanması, öğrencilerin akademik başarılarının yanı sıra eleştirel düşünme, yaratıcılık ve problem çözme yetkinliklerini de geliştirecektir. Dolayısıyla bu yaklaşım, çağdaş eğitim sistemlerinin vazgeçilmez bir bileşeni olarak görülmelidir.

2.6.3. Disiplinlerüstü Yaklaşım (Transdisciplinary)

Disiplinlerüstü yaklaşım, bazı kaynaklarda disiplinlerötesi olarak da ifade edilmektedir (Drake, 1998) ve literatürde bu kavrama yönelik çeşitli tanımlar yer almaktadır. Gardner

(1995), “disiplinlerüstü” kavramını “sınırları aşma” olarak tanımlarken, UNESCO (2014) bu yaklaşımı, öğrenme sürecinde farklı konu alanları arasında geçiş yaparak disiplinlerin ötesine geçme şeklinde açıklamaktadır. Canter ve Brumar’a (2011) göre, disiplinlerüstü yaklaşım mevcut disiplinleri farklı bir biçimde bütünleştirerek daha geniş bir bakış açısıyla ele almayı amaçlar. Nicolescu (1996) ise bu yaklaşımın asıl hedefini “dünyayı anlamak” olarak belirtmiştir. Ertaş’a (2000) göre ise, disiplinlerüstü yaklaşımın temel amacı çocuklara bütüncül bir bakış açısı kazandırmak ve sorunlara bu perspektiften yaklaşmalarını sağlamaktır.

Brazee ve Capelluti’ye (1995) göre disiplinlerüstü yaklaşım, alanlar arası bağlantıyı teşvik eden bütünleşik programların en ileri basamağını temsil etmektedir. Bu yaklaşım, farklı disiplinleri bir araya getirerek daha gerçekçi ve anlamlı öğrenme deneyimleri sunar. Disiplinlerde yürütülen etkinlikler birbirini tamamlar niteliktedir; ancak bu etkinliklerdeki temalar disiplinlerin veya ünitelerin kendi içeriğinden değil, küresel düzeyde geçerliliği olan konulardan beslenir (Özer, 2010). Farklı disiplinler, ortak bir tema etrafında birleşerek belirli bir problemi ele alırlar. Bu problemler, sürdürülebilirlik gibi küresel ölçekli sorunlar olabileceği gibi, küresel etkiler doğuran herhangi bir konu da olabilir (McGregor, 2011). Dolayısıyla disiplinlerüstü yaklaşım, akademik hedeflerin ve disiplinlerin ötesinde, evrensel amaçlara hizmet eden bir öğrenme anlayışını temsil etmektedir (Vars, 2001).

Bu yaklaşımın belirgin bazı özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

- Disiplinler arasında belirgin sınırlar bulunmaz (Nicolescu, 2010). Bu sınırlar, kimi araştırmacılar tarafından okyanuslar, kıtalar ve ülkeler arasındaki net olmayan coğrafi sınırlara benzetilmektedir.
- Eleştirel düşünme becerisini geliştirir.
- Yaratıcı düşünmeyi teşvik eder.
- Proje tabanlı öğrenmeyi gerektirir; böylece öğrenciler ekonomik, sosyal ve çevresel problemlere somut çözümler üretir (Smyth, 2017).
- İş birliğine dayalı çalışma ortamlarını destekler (Rosenfield, 1992).
- Problem çözme becerilerini güçlendirir.
- Yoksulluk, ekonomik eşitsizlik, çevre sorunları ve sürdürülebilirlik gibi küresel sorunlara odaklanır (McGregor, 2011).

- Küresel sorunların doğası gereği, uzun süreli eğitim süreçlerini içerir.
- Tek bir bakış açısıyla çözülemeyecek karmaşık sorunları ele alır (Jahn ve diğerleri, 2012).
- Sorgulama temellidir; sorunlar belirli temalar altında planlı biçimde ele alınır ve bu temalardaki çalışmalar, ana fikrin keşfedilmesinde kritik rol oynar. Bu sayede öğrenciler zihinsel olarak anlamlı bütünler kurar ve kalıcı, tutarlı öğrenme gerçekleşir (Demirci, 2020).

Disiplinlerüstü yaklaşım, öğrencilere sürdürülebilir bir dünyada yaşayabilmek için gerekli olan eleştirel düşünme, problem çözme ve iletişim gibi temel becerilerin yanı sıra evrensel değerlere yönelik farkındalık kazandırır (Drake ve diğerleri, 2015). Araştırmalar, bu yaklaşımın, tek disiplinli yaklaşımlara kıyasla öğrencilerin gelişimine daha fazla katkı sağladığını ortaya koymaktadır (Tan ve Bibby, 2010; Guyette ve diğerleri, 2015). Disiplinlerüstü programların odak noktası, gerçek yaşam konularıdır (Alberta Education, 2007). Bu programlarda amaç, öğrencilerin yalnızca belirli alanlara yönelik bilgi ve beceriler kazanmaları değil, gerçek hayattaki konuların disiplinlerle ilişkisini kavrayabilmeleri ve ele alınan konuların bireylerin yaşamlarını nasıl etkilediğini anlayabilmeleridir (Drake ve Burns, 2004).

Disiplinlerüstü yaklaşım, eğitimde klasik disiplin sınırlarını ortadan kaldırarak öğrencilerin gerçek yaşam problemleri karşısında bütüncül, eleştirel ve yaratıcı düşünme becerileri geliştirmesini hedefleyen bütünleştirilmiş öğrenme modelidir. Bu yaklaşım, yalnızca bilgi aktarımını değil, aynı zamanda öğrencilerin bilgiyi anlamlı bağlamlarda kullanabilmesini, farklı disiplinlerden gelen bilgi ve becerileri harmanlayarak yeni çözüm yolları üretebilmesini teşvik eder. Özellikle sürdürülebilirlik, çevre sorunları, ekonomik eşitsizlik ve toplumsal adalet gibi karmaşık ve küresel boyutlu meselelerin çözümü, tek bir disiplinin dar perspektifinden değil, disiplinler arası etkileşim ve işbirliği ile mümkündür.

Literatürde yer alan bulgular (McGregor, 2011; Guyette ve diğerleri, 2015; Drake ve diğerleri, 2015) bu yaklaşımın, öğrencilerin bilişsel gelişimi, problem çözme yeterliği, işbirliği becerileri ve toplumsal sorumluluk bilinci üzerinde anlamlı düzeyde olumlu etkiler yarattığını ortaya koymaktadır. Ancak bu etkinin sağlanabilmesi, programların yalnızca içerik entegrasyonuna değil, aynı zamanda eğitimsel stratejilere, öğretmen-öğretmen ve okul-toplum iş birliklerine de sistematik biçimde yer vermesine bağlıdır. Sonuç olarak disiplinlerüstü yaklaşım, çağdaş eğitim sistemlerinde 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılması ve öğrencilerin küresel vatandaşlık bilinciyle yetiştirilmesi için stratejik bir araç niteliğindedir.

2.7. Disiplinlerüstü Yaklaşımın Türkiye Yüzyılı Maarif Modelindeki Yeri

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (TYMM), ortak metinde disiplinler arası ilişkiler birbirleriyle bağlantılı farklı disiplinlere ait bilgi ve becerilerin ilişkilendirilmesini ifade etmektedir (TYMM, 2023). Öğretim programlarının bütünleştirilmesinde gelişen hiyerarşi çok disiplinli, disiplinlerarası ve disiplinlerüstü yaklaşımlar olarak sınıflandırılmaktadır.

Disiplinlerüstü eğitim yaklaşımı, klasik disiplin sınırlarını aşarak öğrencilerin gerçek yaşam problemleri karşısında bütüncül, eleştirel ve yaratıcı düşünme becerileri geliştirmesini hedefleyen bir öğrenme modelidir. Bu yaklaşım, yalnızca bilgi aktarımını değil; öğrencilerin bilgiyi anlamlı bağlamlarda kullanabilmelerini, farklı disiplinlerden gelen bilgi ve becerileri harmanlayarak yeni çözüm yolları üretebilmelerini teşvik eder. Nitekim sürdürülebilirlik, çevre sorunları, ekonomik eşitsizlik ve toplumsal adalet gibi karmaşık meselelerin çözümünde disiplinlerüstü yaklaşımın önemi vurgulanmaktadır (Drake ve Burns, 2004; Guyette vd., 2015). Araştırmalar, disiplinlerüstü programların öğrencilerin bilişsel gelişim, problem çözme ve işbirliği becerilerini geliştirdiğini ortaya koymaktadır (McGregor, 2011).

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli, bu yaklaşımları ulusal bağlamda ele alarak eğitim programlarına bütüncül bir anlayış kazandırmayı hedeflemektedir. Modelde öğrenme, "disipline özgü bilgi", "disiplinler arası bilgi", "epistemik bilgi" ve "işlemsel bilgi" kümeleri üzerinden yapılandırılmıştır. Bu kümeler arasında kurulan ilişkiler aracılığıyla öğrencilerin bilgiyi farklı bağlamlarda transfer edebilmeleri ve öğrenmelerini günlük hayatla ilişkilendirebilmeleri hedeflenmektedir (TYMM, 2023: 42-43). Bu yönüyle TYMM, yalnızca disiplin içi öğrenmeyi değil, farklı disiplinler arasında köprü kurmayı ve bilgiyi gerçek yaşamda kullanılabilir hâle getirmeyi esas almaktadır. Ayrıca modelde disiplinler arası ilişkilerin yapay bir şekilde değil, anlamlı bir bütünlük içerisinde kurulması gerektiği özellikle vurgulanmaktadır (TYMM, 2023: 44).

Son dönemde yapılan çalışmalar da TYMM'nin bu yaklaşımını destekler niteliktedir. Benzer şekilde İlke Vakfı'nın hazırladığı TYMM İzleme Raporu'nda, modelin güçlü yanlarının yanında uygulamada disiplinler arası entegrasyonu güçlendirecek yeni adımların atılması gerektiği vurgulanmaktadır (İlke Vakfı, 2023). Öğretim programlarına ilişkin nitel değerlendirmelerde ise TYMM'nin bilgi kümeleri arasında kurduğu ilişkilerin öğrencilerin bilgiyi farklı bağlamlarda transfer etmelerini kolaylaştırdığı, ancak programların eğitimsel açıdan daha fazla desteklenmesi gerektiği ifade edilmektedir. Ayrıca sınıf öğretmenleriyle yapılan saha araştırmaları, öğretmenlerin TYMM'yi yenilikçi bulmakla birlikte uygulamada

disiplinler arası bağlantıların nasıl kurulacağı konusunda ek destek ve materyal talep ettiklerini göstermektedir (Baz, 2024).

TYMM'nin disiplinlerüstü yönelimi özellikle "köprü kurma" ilkesinde belirginleşmektedir. Öğrencilerin mevcut bilgi ve becerileri ile yeni öğrenecekleri bilgi ve beceriler arasında bağ kurmaları, öğrenmelerini günlük hayatla ilişkilendirmeleri ve bilgiyi yaşamlarına transfer etmeleri amaçlanmaktadır (TYMM, 2023). Bu yaklaşım, literatürde disiplinlerüstü eğitimin temel amaçlarıyla (Drake ve diğerleri, 2015; McGregor, 2011) örtüşmektedir. Bu bağlamda Tablo 2'de görüldüğü üzere disiplinlerarası yaklaşım kavramsal derinlik ve beceri gelişimine odaklanırken, disiplinlerüstü yaklaşım gerçek yaşam problemlerinin çözümü, okul-toplum iş birliği ve yaşam becerilerinin kazandırılmasını ön plana çıkarmaktadır.

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli, öğrencilerin yalnızca bilgi edinmelerini değil; bilgi, beceri, eğilim ve değerleri bütüncül bir yaklaşımla geliştirmelerini hedefleyen bir eğitim anlayışına dayanmaktadır. Modelde öğrencinin zihinsel, sosyal, duygusal ve ahlaki gelişiminin birlikte ele alındığı bütüncül bir eğitim yaklaşımı benimsenmiştir. Bu yaklaşım doğrultusunda öğretim programlarında disiplinler arası ilişkiler temel alınmakta, gerektiğinde disiplinlerüstü öğrenme deneyimlerinden de yararlanılması önerilmektedir.

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde öğrenme süreçleri; öğrencilerin aktif katılım sağladığı, gerçek yaşam bağlamlarıyla ilişki kurabildiği ve problem çözme süreçlerinde farklı bilgi alanlarından yararlanabildiği öğrenme yaşantıları etrafında yapılandırılmaktadır. Bu bağlamda öğrencilerin sorgulama, problem çözme, eleştirel düşünme ve iş birliği gibi üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeleri hedeflenmektedir. Matematik öğretiminde gerçek yaşam bağlamlarının kullanılması, farklı disiplinlerin bilgi ve yöntemlerinden yararlanılması ve öğrencilerin problem çözme süreçlerinde aktif rol almaları Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin öngördüğü öğrenme anlayışı ile örtüşmektedir. Özellikle matematiksel modelleme etkinlikleri, öğrencilerin gerçek yaşam problemlerini analiz etmelerine, farklı disiplinlerden yararlanarak çözüm üretmelerine ve elde ettikleri sonuçları yorumlamalarına imkân tanıması açısından disiplinlerüstü yaklaşımın sınıf içi uygulamalarına örnek oluşturabilecek niteliktedir.

Matematiksel modelleme etkinlikleri, öğrencilerin gerçek yaşam durumlarını analiz etmelerini, bu durumları matematiksel yapılarla ilişkilendirmelerini ve elde ettikleri sonuçları yorumlayarak yeniden gerçek yaşam bağlamına dönüştürmelerini sağlayan öğrenme ortamları sunmaktadır. Bu yönüyle modelleme etkinlikleri, farklı disiplinlerin bilgi ve bakış açılarından

yararlanmayı gerektirmesi nedeniyle disiplinlerüstü yaklaşımın sınıf içi uygulamalarına örnek oluşturabilecek niteliktedir. Matematiksel modelleme ve model oluşturma etkinlikleri; öğrencilerin yalnızca matematiksel bilgi üretmelerini değil, aynı zamanda farklı disiplinlerle ilişki kurarak gerçek yaşam problemlerine çözüm geliştirmelerini desteklemektedir. Dolayısıyla modelleme temelli öğrenme ortamlarının, TYMM'de vurgulanan bütüncül öğrenme anlayışı ve disiplinlerüstü yaklaşım ile uyumlu bir yapıya sahip olduğu söylenebilir.

2.8. İlgili Araştırmalar

Matematiksel modelleme ve model oluşturma etkinliklerine yönelik Türkiye'de gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde, araştırmaların farklı katılımcı grupları ve farklı amaçlar doğrultusunda yürütüldüğü görülmektedir. Öğretmen adayları ve öğretmenlerle gerçekleştirilen çalışmalarda, matematiksel modelleme ve model oluşturma etkinliklerine ilişkin algı, görüş ve yeterliklerin incelendiği; katılımcıların modelleme sürecini özellikle yorumlama ve doğrulama basamaklarında daha zorlayıcı buldukları belirlenmiştir (Korkmaz, 2010; Çiltaş, 2011; Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2013; Deniz ve Akgün, 2016; Özer ve Bukova Güzel, 2016). Bununla birlikte bu çalışmalar, modelleme sürecinin katılımcıların matematiğin günlük yaşamla ilişkisini fark etmelerine katkı sağladığını ve model oluşturma etkinliklerinin derslerde kullanılabilir bir öğretim aracı olarak değerlendirildiğini göstermektedir.

Matematiksel modelleme ve bilişsel modelleme yeterliklerine yönelik araştırmalar özellikle son yıllarda belirgin bir artış göstermektedir. Disiplinler arası modelleme yaklaşımı çerçevesinde yürütülen çalışmalar, öğrencilerin modelleme sürecinin çeşitli basamaklarında gelişim gösterebildiklerini ortaya koymaktadır (Çavuş Erdem ve diğerleri, 2021). Deneysel desenle gerçekleştirilen ve belirli bir uygulama sürecini kapsayan araştırmalarda, yapılandırılmış modelleme etkinliklerinin öğrencilerin modelleme yeterlik gelişimine katkı sağladığı belirlenmiştir (Kılıç ve Özgen, 2024). İlkokul ve ortaokul düzeyinde yapılan çalışmalar, öğrencilerin özellikle sadeleştirme ve doğrulama basamaklarında güçlük yaşadıklarını göstermekte (Canbazoğlu Albayrak ve Tarım, 2023), süreç temelli geri bildirimin modelleme yeterlik gelişimini desteklediğini ortaya koymaktadır (Canbazoğlu Albayrak ve Bukova Güzel, 2024). Ayrıca modelleme süreçlerinin ve problem çözme stratejilerinin incelendiği güncel çalışmalar da literatürde yer almaktadır (Bora, 2025).

İlkokul ve ortaokul öğrencileriyle gerçekleştirilen araştırmalarda ise öğrencilerin modelleme sürecinde özellikle problemi anlama, uygun varsayımlar geliştirme,

matematikselleştirme, yorumlama ve doğrulama basamaklarında çeşitli güçlükler yaşadıkları; buna karşın uygun öğrenme ortamları sağlandığında model geliştirme, modeli test etme, yeniden gözden geçirme ve gerçek yaşamla ilişki kurma becerilerinde gelişim gösterebildikleri ortaya konulmuştur (Hıdıroğlu vd., 2014; Şahin, 2014; Şahin ve Eraslan, 2016; Hıdıroğlu ve Özkan Hıdıroğlu, 2017; İnan Tutkun ve Didiş Kibar, 2018; Şahin, 2019; Kaygısız, 2021). Özellikle uzun süreli uygulamaların ve öğretim deneyi temelli çalışmaların, öğrencilerin modelleme yeterliklerinde gelişim sağladığı dikkat çekmektedir (Tekin Dede ve Yılmaz, 2016; Kaygısız, 2021).

Diğer yandan bazı çalışmalar, öğrencilerin ve öğretmen adaylarının modelleme sürecinde sergiledikleri bilişsel ve üst bilişsel eylemlere odaklanmıştır. Bu araştırmalarda modelleme sürecinin doğrusal olmayan, iç içe geçmiş ve çok boyutlu bir bilişsel yapı sergilediği; planlama, izleme ve değerlendirme gibi üst bilişsel eylemlerin modelleme sürecinin niteliği üzerinde belirleyici olduğu vurgulanmıştır (Hıdıroğlu ve Bukova Güzel, 2016). Ayrıca öğrencilerin modelleme sürecinde farklı çözüm yolları geliştirebildikleri, ancak özellikle sonuçları gerçek yaşama göre yorumlama ve doğrulama aşamalarında zorlandıkları görülmektedir (Çiltaş, 2011; Hıdıroğlu vd., 2014; İnan Tutkun ve Didiş Kibar, 2018).

Alan yazında ayrıca ders kitapları, öğrenme ortamları ve konu alanları bağlamında matematiksel modellemeye odaklanan çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin ders kitaplarında modelleme kavramının çoğunlukla matematiği somutlaştırma ve görselleştirme düzeyinde ele alındığı, matematiksel modelleme anlayışını yeterince yansıtmadığı belirtilmektedir (Çavuş Erdem vd., 2017). Bunun yanında matematiksel modelleme etkinliklerine dayalı öğrenme ortamlarının öğrencilerin alan ölçme, nicel muhakeme ve gerçek yaşamla ilişkilendirme becerilerini desteklediği ifade edilmektedir (Çavuş Erdem ve Gürbüz, 2018; Özaltun Çelik ve Bukova Güzel, 2018).

Bütün bu çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, matematiksel modelleme ve model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerin modelleme yeterliklerinin gelişimine katkı sağladığı; ancak özellikle yorumlama, doğrulama, genellenebilir model oluşturma ve bilişsel modelleme basamaklarında çeşitli güçlüklerin sürdüğü görülmektedir. Bununla birlikte mevcut araştırmaların önemli bir kısmının belirli uygulama örnekleri, tekil etkinlikler ya da genel yeterlik düzeyleri üzerinde yoğunlaştığı; modelleme yeterliklerinin bilişsel modelleme döngüsü temelinde ve disiplinlerüstü bir öğretim yaklaşımı bağlamında süreç boyunca ayrıntılı biçimde incelendiği çalışmaların sınırlı olduğu dikkat çekmektedir.

Uluslararası alan yazında matematiksel modelleme ve model oluşturma etkinliklerine yönelik çalışmaların özellikle ilkokul ve ortaokul düzeyinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu çalışmalar, modelleme temelli öğrenme ortamlarının öğrencilerin matematiksel düşünme, akıl yürütme, veri yorumlama, matematiksel dili kullanma, sosyal etkileşim ve grup içinde çalışma becerilerini desteklediğini ortaya koymaktadır (Watters, English ve Mahoney, 2004; English ve Watters, 2005; English, 2010; English, 2012). Özellikle uzun süreli uygulamalara dayalı araştırmalarda, öğrencilerin gerçek yaşam bağlamlı problemler üzerinde çalıştıklarında matematiksel fikir üretme, varsayımları sorgulama, farklı temsil biçimlerini kullanma ve veriler arasındaki ilişkileri anlamlandırma açısından gelişim gösterdikleri belirlenmiştir.

Bununla birlikte uluslararası çalışmalar, öğrencilerin modelleme sürecinin tüm basamaklarında aynı düzeyde başarı göstermediklerine de işaret etmektedir. Özellikle yorumlama ve doğrulama basamaklarının öğrenciler açısından daha zorlayıcı olduğu, öğrencilerin matematiksel olarak elde ettikleri sonuçları gerçek yaşam bağlamına geri dönüştürmede ve modellerinin geçerliliğini sınamada güçlük yaşadıkları vurgulanmaktadır (Lingefjärd ve Holmquist, 2005; Sekerak, 2010; Biccard ve Wessels, 2011; Greefrath ve Siller, 2017). Benzer biçimde bazı araştırmalar, öğrencilerin modelleme sürecine ilişkin başlangıç düzeylerinin düşük olmasına rağmen, süreç içerisinde özellikle anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma yeterliklerinde gelişim gösterebildiklerini ortaya koymaktadır (Biccard, 2010; Knott, 2014).

Alan yazında ayrıca modelleme sürecinin farklı bağlamlarda ve araçlarla desteklenmesine yönelik çalışmalar da bulunmaktadır. Farklı kültürel ve eğitsel bağlamlarda yürütülen araştırmalar, öğrencilerin benzer yaş düzeylerinde karmaşık gerçek yaşam problemleri üzerinde çalışabildiklerini ve model oluşturma sürecinde benzer yaklaşımlar sergileyebildiklerini göstermektedir (Mousoulides ve English, 2008). Bunun yanı sıra dijital araçlarla desteklenen modelleme ortamlarının da öğrencilerin modelleme sürecini desteklediği, ancak bu tür ortamlarda dahi yorumlama ve doğrulama basamaklarının sınırlı kalabildiği belirtilmektedir (Greefrath ve Siller, 2017).

Bu çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, matematiksel modelleme ve model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerin bilişsel ve üst bilişsel gelişimlerini desteklediği, gerçek yaşam problemleri ile matematik arasında bağ kurmalarını kolaylaştırdığı ve modelleme yeterliklerinin geliştirilebilir olduğunu gösterdiği söylenebilir. Bununla birlikte alan yazında, öğrencilerin modelleme sürecinin özellikle yorumlama ve doğrulama gibi üst düzey bilişsel

basamaklarında güçlük yaşamaya devam ettikleri görülmektedir. Ayrıca modelleme yeterliklerinin süreç boyunca ve bilişsel modelleme döngüsü temelinde ayrıntılı olarak incelendiği çalışmaların sınırlı olması, bu alandaki yeni araştırmaların gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Ulusal ve uluslararası alan yazında elde edilen sonuçlar, matematiksel modelleme ve model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerin modelleme yeterliklerinin gelişimini desteklediğini göstermektedir. Bununla birlikte, bu gelişimin özellikle disiplinlerüstü yaklaşım bağlamında ve bilişsel modelleme döngüsü temelinde süreç boyunca nasıl gerçekleştiğine ilişkin çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir.

Disiplinlerüstü (transdisipliner) yaklaşım bağlamında gerçekleştirilen araştırmalar incelendiğinde ise model oluşturma etkinliklerinin uygulanabilirliği ve öğrencilerin süreç deneyimlerine ilişkin betimleyici sonuçların sunulduğu görülmektedir (Memişoğlu ve Tapan-Broutin, 2025). Bununla birlikte mevcut çalışmaların önemli bir bölümünün belirli uygulama örneklerinin değerlendirilmesiyle sınırlı kaldığı; modelleme yeterliklerinin bilişsel basamaklar temelinde öğretim süreci boyunca nasıl geliştiğini ortaya koyan sistematik ve süreç odaklı analizlerin sınırlı olduğu dikkat çekmektedir. Ayrıca modelleme yeterlik gelişiminin çoğunlukla ön test–son test karşılaştırmaları üzerinden ele alındığı; modelleme döngüsünün her bir bilişsel boyutunda meydana gelen değişimin ayrıntılı ve bütüncül biçimde incelenmediği anlaşılmaktadır.

Alan yazın bütüncül olarak değerlendirildiğinde, disiplinlerüstü yaklaşım çerçevesinde tasarlanan model oluşturma etkinliklerinin öğretim deneyi bağlamında ve bilişsel modelleme döngüsü temelinde süreç boyunca analiz edildiği araştırmaların görece az olduğu görülmektedir. Özellikle 7. sınıf düzeyinde oran ve orantı ile yüzdeler konularına yönelik disiplinlerüstü MOE, öğrencilerin problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama yeterliklerindeki gelişime yansımalarının ayrıntılı biçimde incelendiği çalışmaların sınırlı olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum, disiplinlerüstü yaklaşımın modelleme yeterlik gelişimine etkisinin süreç temelli olarak ortaya konulmasına yönelik araştırmalara ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Bu bağlamda mevcut araştırma, disiplinlerüstü yaklaşım doğrultusunda tasarlanan MOE uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlik gelişimine yansımalarını, Borromeo-Ferri'nin bilişsel modelleme döngüsü temelinde ve öğretim deneyi

süreci boyunca incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışma, modelleme yeterliklerini yalnızca sonuç düzeyinde değil; her bir bilişsel basamakta ortaya çıkan değişim üzerinden analiz etmesi bakımından literatüre özgün katkı sunmaktadır. Bu yönüyle araştırmanın hem matematiksel modelleme literatürüne hem de disiplinlerüstü öğretim yaklaşımına kuramsal ve uygulamaya dönük katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

3. BÖLÜM
YÖNTEM

Bu bölümde, araştırmanın desenine, katılımcıların özelliklerine ve belirlenme sürecine ilişkin ayrıntılara yer verilmiştir. Araştırmanın amacı doğrultusunda benimsenen yöntemsel yaklaşım açıklanmış; veri toplama araçlarının niteliği, verilerin toplanma ve analiz edilme süreci detaylandırılmıştır. Ayrıca, araştırmada uygulanan disiplinlerüstü öğretim etkinliklerinin tasarımı, içerik geliştirme süreci ve uygulama aşamaları ayrıntılı biçimde sunulmuştur. Çalışmanın geçerlik ve güvenirliğini sağlamaya yönelik alınan önlemler de bu bölümde ele alınmıştır. Bu bağlamda, öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerine yönelik gelişimlerini değerlendirmek amacıyla yapılan uygulamaların yapısı, süresi ve ölçme-değerlendirme yaklaşımları bütüncül bir şekilde açıklanmıştır.

3.1. Araştırma Modeli

Bu araştırmada disiplinlerüstü yaklaşımda belirlenen tema çerçevesinde 7. sınıf düzeyinde oran ve orantı ile yüzdeler konusunda hazırlanan Model Oluşturma Etkinlikleri uygulamalarının, öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerinin **(Problemi Anlama, Sadeleştirme, Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma, Yorumlama ve Doğrulama)** gelişimine nasıl yansıdığı amaçlanmakta ve bu gelişimi sağlamak için nitel araştırma yöntemlerinden öğretim deneyi modelinden yararlanılmaktadır.

3.1.1. Öğretim Deneyi

Öğretim deneyi, öğrencilerin matematiksel kavramları nasıl yapılandırdığını ve bu süreçteki düşünme biçimlerini araştırmacının doğrudan etkileşimiyle ortaya çıkarmayı amaçlayan öğretim temelli bir araştırma desenidir (Steffe ve Thompson, 2000). Bu yöntemde araştırmacı-öğretmen, öğrencilerle sürekli etkileşim halinde olup onların düşüncelerini açığa çıkarmaya çalışır ve gerektiğinde öğretim sürecini anlık olarak yeniden düzenleyebilir (Engelhardt ve diğerleri, 2003). Öğretim deneyi, yapılandırmacı anlayışa dayandığı için öğrencinin bilişsel gelişimini doğrudan gözlemleme ve yorumlama fırsatı sunar (Uygan, 2019). Bu yönüyle, özellikle matematik eğitimi alanında öğrencilerin kavramsal gelişimlerini anlamaya yönelik çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Akın, 2016). Ayrıca öğretim deneyi, öğrencinin bireysel öğrenme sürecine odaklanırken öğretim sürecinin de araştırma bağlamına dönüştüğü dinamik bir yapıya sahiptir (Aşık ve Yılmaz, 2017). Çalışma grubu esas olarak araştırmacılardan oluşmakta, ancak sürecin gerekliliklerine ya da yürütülen öğretim deneyinin türüne bağlı olarak öğretmenlerle işbirliği yapılabilmektedir (Uygan, 2019).

Literatürde bu yöntemin tasarım tabanlı araştırmalardan en önemli farkı, araştırmacının süreç boyunca daha yoğun, birebir ve esnek bir etkileşim içerisinde olmasıdır (Aşık ve Yılmaz, 2017; Steffe ve Thompson, 2000). Dolayısıyla öğretim deneyi, yalnızca veri toplama aracı değil, aynı zamanda öğrenme süreçlerinin yeniden yapılandırılmasına katkı sunan bir araştırma yaklaşımı olarak değerlendirilmektedir.

Öğretim deneyi, aynı zamanda araştırmacıların öğrencilerin matematik bilgilerinin mevcut durumunu ve tasarlanan öğrenme ortamları içerisinde bu bilgilerin nasıl değişim gösterdiğini doğrudan deneyimledikleri bir süreçtir (Czarnocha ve Maj, 2008). Burada "deneyimleme" ifadesiyle kastedilen, öğrencilerin zihnindeki matematiksel gerçekliğin öğrenme sürecinde kullanılan dil, uygulanan işlemler ve yapılan hatalar üzerinden yorumlanması ve bu gerçekliğe ilişkin anlamların oluşturulmasıdır. "Öğretim" boyutu ise öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerinin gelişimini desteklemek amacıyla çeşitli öğrenme teorilerine dayanan öğrenme ortamlarının hazırlanmasını ve uygulanmasını içermektedir (Steffe ve Thompson, 2000). Bu deneyimsel süreçte, öğrencilerin matematik öğrenme biçimlerine yönelik hipotezler oluşturulmakta, bu hipotezler öğretim sürecinde test edilmekte ve öğrencideki matematik bilgisinin evrimsel gelişimine dair çıkarımlar yapılmaktadır (Simon, 1995).

Matematik öğrenim süreçlerinin incelenmesinde kullanılan öğretim deneyi deseninin paradigmasında radikal yapılandırmacılık ve sembolik etkileşimcilik kuramlarının sunduğu bakış açılarının bir arada değerlendirilmesi, literatürde "sınıf öğretim deneyi" olarak adlandırılan yeni bir öğretim deneyi türünün gelişimini sağlamıştır (Cobb, 2000).

Cobb (2000), bu yaklaşım doğrultusunda yapılandırmacı öğretim deneyinde bireysel öğrenme ortamına odaklanmaktan ziyade sınıf öğrenme ortamına yönelmiş ve sürece öğretmen rolünü üstlenerek ya da mevcut sınıf öğretmeniyle işbirliği yaparak katılmıştır. Böylece öğrenme sürecinde rol oynayan sınıf içi sosyal unsurlar da araştırma kapsamında ele alınmıştır. Sınıf öğretim deneyi, bu yönüyle yapılandırmacı öğretim deneyinden farklı olarak bireysel öğrenme süreçlerini açıklayan modeller inşa etmeyi amaçlamamakta; öğrenme sürecini bir sınıf mikrokültürü içerisindeki bireysel ve sosyal boyutlarla ilişkilendirerek çözümlemeyi ve sınıftaki matematiksel uygulamaları geliştiren uygun öğrenme ortamlarını tasarlamayı hedeflemektedir.

İlk öğretim deneyleri yapılandırmacı yaklaşıma dayalı olarak radikal yapılandırmacılık temelinde bireysel psikolojik süreçlere odaklanırken, günümüzde sosyal etkileşim boyutunu da

içeren ve sembolik etkileşimci yaklaşımdan beslenen sınıf öğretim deneyleri araştırmalarda yaygın biçimde kullanılmaktadır. Çalışma grubu esas olarak araştırmacılardan oluşmakta; ancak sürecin gerekliliklerine ya da yürütülen öğretim deneyinin türüne bağlı olarak öğretmenlerle işbirliği yapılabilmektedir (Uygan, 2019). Sınıf öğretim deneyi yönteminde öğretim süreci araştırmacı ya da sınıfı tanıyan öğretmen tarafından yürütülmekte olup, sınıfın kendi sosyal ve sosyomatematiksel normlarına sahip bir mikrokültür olması nedeniyle mevcut öğretmen bu normların şekillenmesinde doğal bir unsur olarak rol almaktadır. Araştırmacının daha önce ortaokul düzeyinde öğretmenlik deneyimine sahip olması da sürecin uygulanmasında kolaylaştırıcı bir etken olmuş ve uygulama boyunca mevcut sınıf öğretmeniyle işbirliği içerisinde hareket edilmiştir.

Sınıf öğretim deneyi, bireysel süreçlerin ya da sosyal bağlamın tek başına baskın biçimde ele alındığı öğretim deneylerinden ayrılmaktadır. Bu araştırma deseninde öğrenme sürecinin anlaşılması için hem bireysel öğrenme süreçlerinin hem de öğrenme ortamındaki sosyal etkileşimlerin ve sınıf mikrokültüründeki normların birlikte çözümlenmesi gerekmektedir. Bu yönüyle Cobb ve Bauersfeld (1995), sınıf öğretim deneyinin gelişmekte olan yeni bir yaklaşımı (emergent approach) temel aldığını vurgulamaktadır.

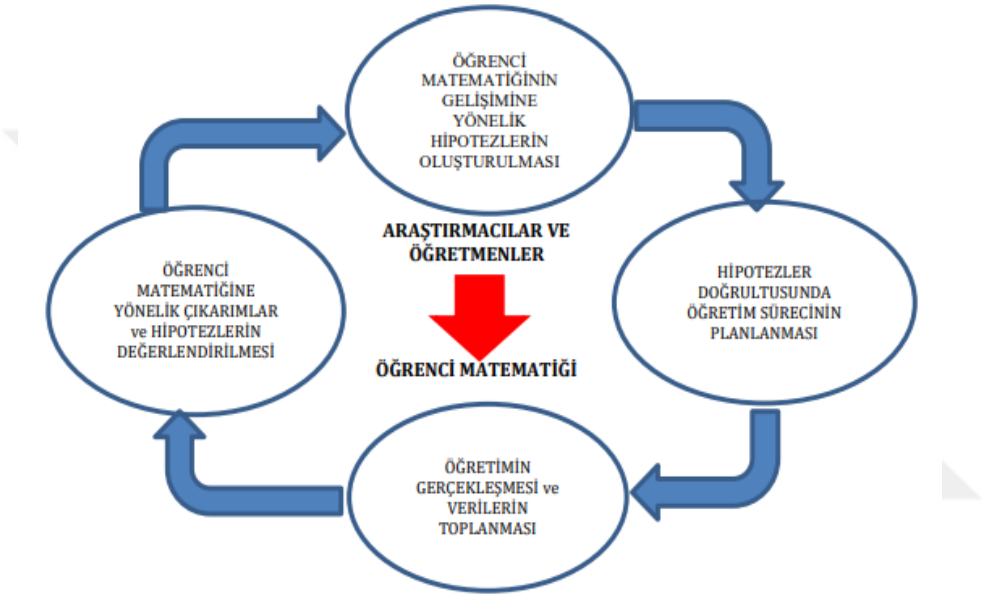
Sınıf öğretim deneyinin odaklandığı sosyal unsurlar, sınıfta yürütülen matematiksel etkinlikler ve sınıf normlarıdır. Sınıf mikrokültürü içerisindeki sosyal normlar, bireylerin kendi rollerine, öğretmen ve akranların rollerine ve matematik öğrenmenin doğasına yönelik inançları sonucu ortaya çıkmakta ve öğrencilerin sınıf içindeki davranışlarını biçimlendirmektedir (Cobb, Yackel ve Wood, 1989). Bunun yanında, öğrencilerin matematiğin öğrenimine yönelik yaygın inançlarıyla şekillenen sosyomatematiksel normlar; bir öğrencinin matematikte neyi öğrenmeyi ön plana aldığını, ne tür matematiksel açıklamaları doğru kabul ettiğini ve matematik yapmayı nasıl anlamlandırdığını derin biçimde etkilemektedir. Bu nedenle sınıf öğretim deneyinde matematik öğrenme süreçlerinin çözümlenmesi birincil amaç olsa da, öğrenme sürecinin tüm boyutlarıyla anlaşılmasında sınıf mikrokültürüne ait normların incelenmesi kritik bir öneme sahiptir. Bu normların anlaşılmasında ve gerektiğinde yeniden düzenlenmesinde sınıf içi işbirlikli çalışmalar, paylaşımlar ve tartışmalar önemli kaynaklar sağlamaktadır.

Öğretim deneyi ile eylem araştırması deseninin en temel ortak noktası, her ikisinin de sürece yönelik müdahaleler içermesidir. Eylem araştırmasında müdahaleler yerel bir sorunu çözmeye yönelik eylem planlarını kapsarken, öğretim deneyinde öğrencilerin matematiksel

gelişimine katkı sağlayacak öğrenme ortamları tasarlanmaktadır (Cobb, Jackson ve Dunlap, 2017). Her iki desenin diğer ortak yönleri ise faydacı (pragmatist) olmaları, sürece yayılan kavramsal analizleri içermeleri (Aşık ve Yılmaz, 2017) ve geriye dönük değerlendirmeler ile ileriye dönük yeni planlamaların yapıldığı döngüsel aşamalardan oluşmalarıdır (Mertler, 2012). Bu çerçevede öğretim deneyinin temel aşamaları Şekil 5'te sunulmuştur.

Şekil 5

Öğretim deneyinin temel aşamaları (Uygan, 2019)



Şekil 5'te görüldüğü üzere öğretim deneyinin merkezinde öğrenci matematiğini anlama amacı yer almaktadır. Araştırmacılar, ilk aşamada öğrencilerdeki öğrenme süreçlerine ilişkin önceki araştırmaların sonuçlarını ya da kendi öğretimsel deneyimlerini temel alarak öğrenci matematiğinin gelişimine yönelik öncül hipotezler oluşturmakta; bu hipotezler ışığında uygun öğrenme ortamını hazırlamakta, öğretimi gerçekleştirmekte ve elde edilen verileri analiz ederek hipotezleri değerlendirmektedir. Sonraki aşamada ise ileriye dönük yeni hipotezler oluşturulmakta ve süreç döngüsel biçimde devam etmektedir. Öğretim deneyinde hipotezlerin niteliği, nicel deneysel araştırmalardan farklıdır. Deneysel araştırmalarda hipotezler araştırma öncesinde oluşturulmakta ve süreç sonunda doğrulanmakta ya da reddedilmektedir. Öğretim deneyinde ise hipotezler süreç boyunca değerlendirilmektedir ve gerektiğinde ileriye dönük olarak yeniden düzenlenmektedir (Steffe ve Ulrich, 2014).

Bu çalışma, disiplinlerüstü yaklaşımla oluşturulan MOElerinin öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimine katkı sağlayacağı hipotezi üzerine temellendirilmiştir. Öğretim programının incelenmesi sonucunda disiplinlerüstü yaklaşım çerçevesinde ortaya çıkan "Geri Dönüşüm" teması altında toplanan ilgili disiplinlerin yıllık plana göre işleneceği zaman aralığında eş zamanlı olarak 7. sınıf matematik derslerinde Oran-Orantı ve Yüzdeler konularının işlendiği belirlenmiş ve bu doğrultuda sınıf seviyesi 7. sınıf olarak seçilmiştir. Uygulama süreci boyunca geri dönüşüm teması altında oluşturulan yedi etkinlik, her hafta 7. sınıf matematik dersi ve ilgili disiplinlerin öğretmenleriyle yapılan görüşmeler sonucunda yeniden düzenlenmiş ve hipotez süreç içinde sürekli olarak gözden geçirilmiştir.

3.1.2. Uygulama Süreci

Pilot ve uygulama okullarında yapılan görüşmelerde yöneticilere ve ilgili disiplinlerin ders öğretmenlerine çalışmanın içeriği hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Matematik öğretmenlerine MOE uygulamalarının nasıl yapılacağı ve grup çalışmaları sırasında öğrencilerle etkileşim süreçleri hakkında detaylı bilgi verilmiştir. Okul yöneticileriyle her iki okulun ders programları incelenerek çalışmada aksaklık yaşanmaması için uygulamanın yapılacağı günler, dersler ve ders saatleri belirlenmiştir.

Disiplinlerüstü yaklaşım çerçevesinde yapılan çalışmada global konular arasından seçilecek olan temanın belirlenmesi için 7. sınıf derslerinin tüm öğretim programı incelenmiştir. 2023-2024 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde; Fen Bilgisi, Teknoloji ve Tasarım, Sosyal Bilgiler, Ahlak ve Yurttaşlık Bilgisi derslerinde işlenen ünite ve alt konuların Geri Dönüşüm teması altında birleştirilebileceği tespit edilerek tema Geri Dönüşüm olarak belirlenmiştir.

Öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerinin gelişimini yansıtacak MOElerin uygulanış sırasının planlanmasında matematik ve ilgili disiplinlerin öğretmenleri ile işbirliği yapılmıştır. Disiplinlerüstü yaklaşımla geri dönüşüm teması çerçevesinde hazırlanan MOElerin sıralaması Fen Bilgisi, Teknoloji ve Tasarım, Sosyal Bilgiler ve Ahlak ve Yurttaşlık Bilgisi derslerine ait yıllık planlarda yer alan kazanımların verildiği zamanlamaya göre matematik dersinde sırayla Oran ve Orantı ile Yüzdeler konusunun müfredat ile eş zamanlı olarak aktarıldığı zaman dilimine göre planlanmıştır. Etkinliklerin her hafta hangi ders saatlerin yapılacağı ilgili disiplinlerin öğretmenleriyle görüşülerek kararlaştırılmıştır. Uygulamaların bir kısmı ilgili derslerin ders saatlerinde, bir kısmı ise seçmeli matematik derslerinde yapılmıştır.

Uygulama sürecinde araştırmacı ile birlikte çalışılan öğretmenler uygulama öncesinde araştırma kapsamında hazırlanan model oluşturma etkinlikleri hakkında bilgilendirilmiştir. Öğretmenlerle gerçekleştirilen görüşmelerde etkinliklerin amacı, uygulanma süreci ve öğrencilerden beklenen çalışma biçimi açıklanmış; öğretmenlerin sınıf ortamına ve öğrenci özelliklerine ilişkin deneyimlerinden yararlanılarak etkinliklerin uygulanabilirliği konusunda görüşleri alınmıştır. Ayrıca uygulama sürecinde kullanılan tanıtıcı makaleler, o hafta ders kapsamında ele alınan konuya uygun olacak şekilde öğretmenle iş birliği içinde belirlenmiştir. Tanıtıcı makaleler öğrencilerin etkinliğe hazırlanmasını ve problem durumuna ısınmalarını desteklemek amacıyla uygulama öncesinde öğrencilere sunulmuştur. Uygulama sürecinde öğretmenler sınıf yönetimi, öğrencilerin grup çalışmalarına yönlendirilmesi ve etkinlik sürecinin yürütülmesi konularında destek sağlamış; öğrencilerin etkinliklere aktif katılımını teşvik etmişlerdir. Ayrıca öğretmenler uygulama sürecine ilişkin geri bildirimlerde bulunmuş ve elde edilen bu geri bildirimler uygulamanın değerlendirilmesi ile etkinliklerin yorumlanması sürecinde dikkate alınmıştır.

Eğitim-öğretim dönemi içerisinde sınav haftası, ara tatil gibi nedenlerle yıllık planlarda belirtilen işleyiş sıralamasında yaşanabilecek aksaklıkların uygulamalara yansımasını engellemek amacıyla, tüm etkinliklerde problem durumunun kapsamı matematik dersinde işlenen konuların programdaki kazanım sıralaması dikkate alınarak sınıfın matematik dersi öğretmeniyle iş birliği içinde belirlenmiştir. Geri dönüşüm temasına entegre edilen öğrenme alanları ve kazanımlar Şekil 6'da gösterilmektedir.

Şekil 6

Geri dönüşüm temasına entegre edilen öğrenme alanları ve kazanımlar



Model oluşturma etkinliklerinin tanıtıcı makale bölümlerinin içeriğiyle ilgili problem durumu bağlamlarının oluşturulması için tema ile ilgili disiplinlerin öğretmenleriyle işbirliği yapılmıştır. Tema ile ilgili derslerin müfredat programlarındaki konu ve kazanımların yıllık planlarda işleneceği tarihler haftalık olarak belirlenmiştir. Belirlenen tarihlere göre Geri Dönüşüm temasıyla ilgili MOE bileşenlerini oluşturan tanıtıcı makale içerikleri, hazır oluş soruları ve modelleme problemleri oluşturulmuştur. MOElerin uygulanma sırası, ilgili derslerin temayla ilgili öğretim programlarında belirlenen konu ve kazanımların yıllık planlarda işlenen tarihlere göre belirlenmiştir. İlgili derslerin yıllık planlarda belirtilen tarihlerde temayla ilişkili konu ve kazanımlarının işlendiği zaman dilimi olan şubat, mart ve nisan aylarında matematik derslerinde Oran- Orantı ve Yüzdeler konuları işlenmiştir. Şubat ve mart aylarında uygulanan 7 MOEden 5'i Oran-Orantı ve 2'si Yüzdeler konusu içeriğine göre hazırlanmıştır.

7. sınıf matematik dersinde Oran ve Orantı ile Yüzdeler konusunun işlendiği süreçte tema ile ilişkili diğer derslerle eş zamanlı işlenen konu ve kazanım içeriği ile ilgili oluşturulan MOEleri okullardaki 7. sınıf öğretim programını aksatmaması için belirlenen tema çerçevesindeki konuların yıllık planlarda işlendiği tarih aralığında uygulanmıştır.

Modelleme etkinlikleri, disiplinlerüstü yaklaşımla hazırlanan belirlenen tema ile ilgili derslerin yıllık planları ile entegre olarak hazırlanması sebebiyle uygulamaların yapıldığı okullarda 7. sınıf müfredatını aksatmadan Tablo 3'de belirtilen tarihlerde uygulanmıştır. Uygulama planı ara tatil, resmî tatiller ve sınav haftası dikkate alınarak yapılmıştır.

Tablo 3

MOE uygulama süreci takvimi

HAFTA	TARİH	İmam Hatip Ortaokulu (Pilot Uygulama)	Devlet Ortaokulu (Asıl Uygulama)
1. Hafta	27 Ocak-31 Ocak	Öğretmen Ön Görüşme	Öğretmen Ön Görüşme
2. Hafta	05 Şubat-09 Şubat	MOE1: Kuruyemişçi	-
3. Hafta	12 Şubat-16 Şubat	MOE2: Deterjan Tüketimi	MOE1: Aşure
4. Hafta	19 Şubat- 23 Şubat	MOE3: Geri Dönüşüm Günü	MOE2: Deterjan Tüketimi
5. Hafta	26 Şubat- 01 Mart	MOE4: Da Vinci Köprüsü	MOE3: Geri Dönüşüm Günü
6. Hafta	05 Mart - 09 Mart	MOE5: Sensörlü Musluk	MOE4: Da Vinci Köprüsü
7. Hafta	11 Mart-15 Mart	MOE6: Damla Sulama Sistemi	MOE5: Sensörlü Musluk
8. Hafta	18 Mart- 22 Mart	MOE7: Hurda	MOE6: Damla Sulama Sistemi
9. Hafta	25 Mart- 29 Mart	**SINAV HAFTASI**	MOE7: Hurda
10. Hafta	01 Nisan- 05 Nisan	-	Öğretmen Son Görüşme-Öğrenci Görüşme

Ders kapsamında yürütülen modelleme etkinlikleri sınıfın sarı, turuncu, mavi ve yeşil olmak üzere dört gruba ayrılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Bulguların sıralaması, MOE sırasında grupların tahtaya çıkarak yaptıkları sunum sırasına göre düzenlenmiştir. Bu yaklaşım, öğrencilerin çözüm yollarını ve düşünme süreçlerini uygulama akışına uygun biçimde yansıtmayı amaçlamaktadır.

Etkinlik uygulamasından bir gün önce, öğrencilerin çalışacakları modelleme problemine yönelik ön bilgi edinmelerini ve konuya dair farkındalık geliştirmelerini sağlamak amacıyla, ilgili derse ait tanıtıcı bir makale dağıtılmıştır. Uygulama günü, makalede yer alan sorular her gruptan öğrencilere söz hakkı verilerek sınıf ortamında yanıtlatılmıştır. Ardından öğrencilere bireysel etkinlik kâğıtları dağıtılmış ve problemi bireysel olarak çözmeleri için belirli bir süre tanınmıştır. Bu sürenin tamamlanmasının ardından grup çalışmalarına geçilmiştir.

Etkinlik öncesinde, süreci sistemli biçimde yürütmek amacıyla, öğrencilere grup renklerine göre (sarı, turuncu, mavi, yeşil) düzenlenmiş bireysel ve grup defterleri dağıtılmıştır.

Bu defterler, öğrencilerin hem bireysel çözüm süreçlerindeki yanıtlarını hem de grup içinde geliştirilen ortak çözüm yollarını kayıt altına almalarına imkân tanımıştır. Öğrencilerden süreç boyunca çalışma kâğıtlarına aldıkları notları ve gerçekleştirdikleri işlemleri silmemeleri için tükenmez kalem kullanmaları, ayrıca düşündüklerini grup içinde tartışmaları ve oluşturdukları modeller ile uyguladıkları tüm işlemleri kayıt altına almaları istenmiştir. Bu sayede, çalışma kâğıtları öğrencilerin modelleme sürecinde sergiledikleri bilişsel becerilerin daha net görülmesine olanak sağlayarak bulguların ilgili literatürle tutarlılığı dikkate alınarak ayrıntılı olarak açıklanmış ve yorumlanmıştır.

Sınıf ortamında tanıtıcı makaledeki soruların, her gruptan öğrencilere söz hakkı verilerek yanıtlanmasının ardından, problem durumu ve çözüm kâğıdı dağıtılmış; problemi okuyarak verilen ve istenen bilgileri belirlemeleri, ardından yönlendirici soruları yanıtlamaları istenmiştir. Her modelleme etkinliğine ait çözüm kâğıdında, problemi yapılandırma, matematiksel model oluşturma ve çözüm geliştirme süreçlerine rehberlik eden altı soru yer almıştır. Bu bireysel çalışma, problemi bağımsız biçimde analiz etmeleri ve kendi düşünme yollarını geliştirmeleri amacıyla yapılandırılmıştır.

Çözüm kâğıdındaki altı soruda; sırasıyla problemde ne istendiği, problemi çözmek için verilmeyen bilgilere ihtiyaç duyulup duyulmadığını, gerçek yaşama uygun olarak belirlenen varsayımları, problemin gerekli işlemleri yapılarak çözümünü, problemin yanıtını ve yanıtın yeterli olup olmadığını, işlemlerini kontrol ederek çözümlerinin doğru olup olmadığını yorumlanmaları istenmiştir.

Bireysel çalışmanın ardından gruplara grup çözüm kâğıtları dağıtılmış ve öğrenciler grup arkadaşlarıyla ortak bir çözüm geliştirmiştir. Grup çalışmalarının tamamlanmasının ardından sınıf sunumlarına geçilmiş ve her grup çözüm sürecini sınıfla tahtada açıklayarak paylaşmıştır. Bu aşamada, çözümlerinde revize edilmesi gereken noktaları belirleyip gerekli düzenlemeleri yapmışlardır.

Grup sunumlarının ardından öğrencilere etkinlik sonu soruları dağıtılmıştır. Her modelleme etkinliğinde, uygulanan yedi maddeden oluşan etkinlik sonu soruları öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerini sürecine dair değerlendirmeye yönelik olarak yapılandırılmıştır.

3.1.2.1. Aşure Model Oluşturma Etkinliği

Aşure etkinliği uygulama sürecinde matematik dersinde işlenen Oran ve Orantı konusu ile ilgili problem oluşturulmuştur. Uygulama tarihinden bir gün önce öğrencilere, MOE tanıtıcı makale bileşeni olan "Aşure" makalesi dağıtılarak altlarındaki soruları uygulamadan önce yanıtlamaları istenmiştir.

Öğrencilerin ilk kez MOE ile karşılaşmaları nedeniyle Aşure MOEnin uygulanma amacı; modelleme uygulamalarına alışmalarını ve oluşan zorlukların tespit edilerek asıl uygulamadan önce giderilmesini sağlamaktır. Araştırma sürecinde uygulamaların önce pilot çalışması yapılmıştır. Pilot uygulamada karşılaşılan aksaklıklar tespit edilerek asıl uygulama gerçekleştirilmiştir. Aşure MOEnin pilot uygulaması sonucunda; varsayım kavramı ve modellemenin bilişsel basamaklarının asıl uygulamadan önce öğrencilere açıklanmasına karar verilmiştir. Pilot çalışmasında varsayım kavramının tam olarak kavranmamasından kaynaklanan aksaklıklar; gerçek yaşam bağlamında örneklendirilmiş ve kavram üzerinde durularak ilgili eksikliklerinin giderilmesi sağlanmıştır. Tüm uygulamalarda öğrencilerin etkinlik çözüm kağıdında ve sunum sonrası soruların yanıtlanması sürecindeki verilerin daha anlaşılır ve net gerçekleştirilmesi için asıl uygulama öncesinde bilişsel modelleme basakları hakkında bilgilendirme yapılarak soruların bu çerçevede yanıtlanması sağlanmıştır.

Aşure model oluşturma etkinliğinin tanıtıcı makale bölümünde yer alan sorular her gruptan öğrencilere söz hakkı verilerek yanıtlanmıştır. Ardından tüm öğrecilere Şekil 8'problem durumu ve bireysel etkinlik kâğıtları dağıtılarak problem üzerinde bireysel olarak problemin altındaki soruların yanıtlanması istenmiştir. Öğrenciler kendilerine bireysel olarak incelemeleri için verilen sürede problemi okumuştur. Aşure MOEye ait tanıtıcı makale Şekil 7'de, problem durumu ise Şekil 8'de sunulmuştur.

Şekil 7

Aşure MOE tanıtıcı makale

TANITICI MAKALE

AŞURE



Aşure, haşlanmış buğday tanelerinden yapılan bir tatlıdır. Aşurenin kökeni tarıma başlanan ilk döneme kadar iner. Aşure, buğday kültürü ile Mezopotamya'dan yayılmıştır. Bu yüzden Çin'den İngiltere'ye kadar dünyanın birçok ülkesinde aşure benzeri, bayram veya yeni yıl yemeklerine rastlanır.

Türkiye'de Aşure, buğdaydan başka çeşitli tahıl, bakliyat ve kuruyemişlerle yapılır. Genellikle tatlı olarak yapılsa da bazı yörelerde etli veya tuzlu türlerine de rastlanır. Her evde farklı malzemeler ve farklı yöntemlerle yapılan aşurenin insanları bir araya getiren bir özelliği olduğunu söylemek mümkün. Eldeki malzemelerle yapılan, bereket getirdiğine inanılan ve kase kase paylaşılan aşure; farklı coğrafyalarda farklı kültürlerde günümüze kadar ulaşan bir lezzettir.

Aşure, Hicri takvime göre Muharrem ayının onuncu günü yapılan tatlıdır. İslami inanca göre Muharrem ayının onuncu günü, Nuh peygamber Büyük Tufan'dan sonra karaya ayak bastığında, elinde kalan son malzemelerle bu tatlıyı yapmıştır. Temel olarak su, buğday, nohut, toz şeker, fasulye, pirinç kullanılarak yapılır. Süsleme amacı ile ceviz, fındık, çam fıstığı, badem, nar, susam ve tarçın gibi kuruyemiş, meyve ve baharatlar kullanılır.

Aşure, Arapça ''aşara'' kelimesinden türeyen aşure kelimesinin Sami diller arasında ortak olduğu düşünülür. Ermeni ve Rum kültüründe de vardır. Ermeniler, 6 Ocak'ta ''anuş-abur'' yaparken; Rumlar, buğday, kuru üzüm ve bal ile ''koliva'' yapmaktadırlar.

Peki ''aşure'' ne anlama gelir?

''Aşure, (Aşara) Arapça' da 10 manasına gelen ''aşara'' kelimesinden türemiştir. Sözcüğün Sâmî diller arasında ortak bir sözcük olduğu düşünülmektedir.

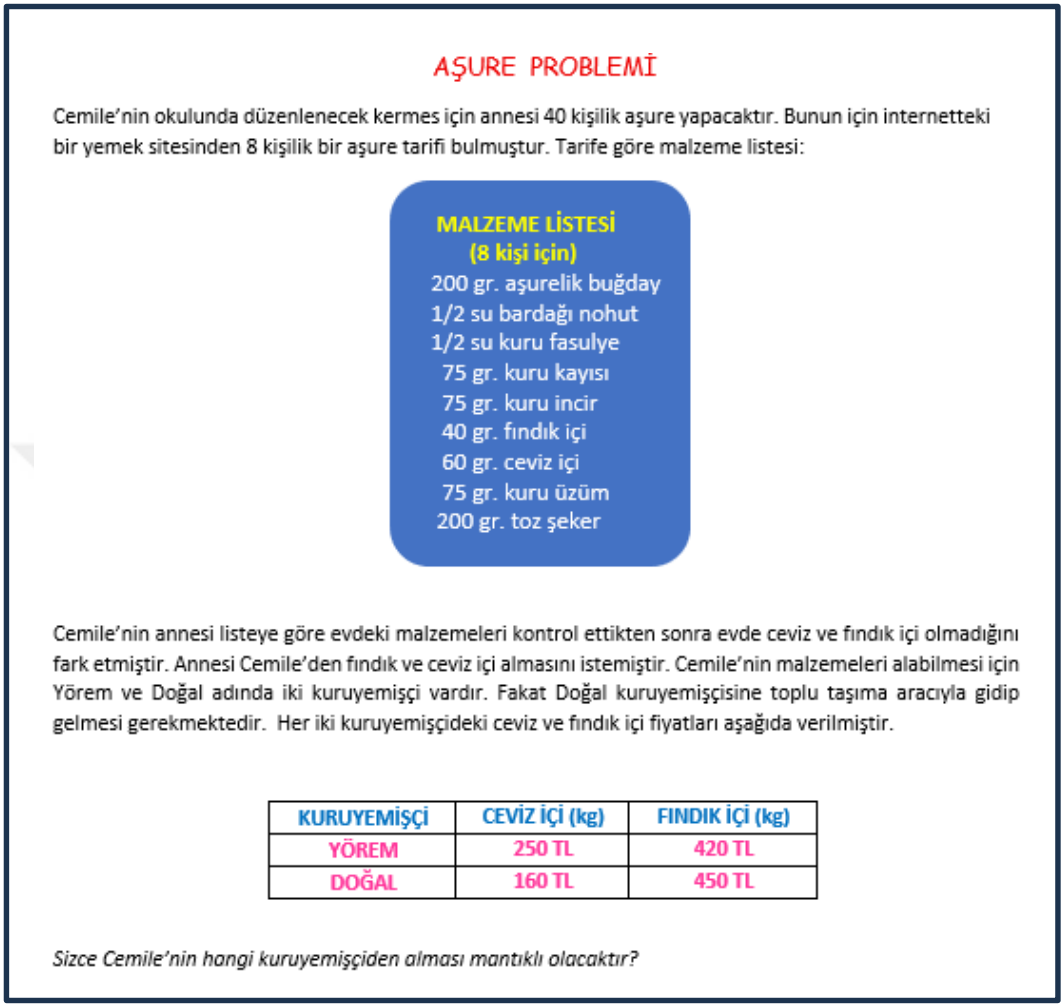
Aşure dağıtmak ise toplumumuzda önemli bir gelenektir. Anadolu'nun hemen her yerinde bilinen ve hâlâ uygulanan aşure geleneği, günümüzde köy derneklerinin düzenlediği çeşitli organizasyonlar yoluyla bir şenliğe de dönüştürülmüştür. Aşure pişerse dağıtılır, dağıtıldıkça lezzetlenir ve paylaştıkça daha da tatlanır.

Yukarıdaki bilgilere göre lütfen aşağıdaki soruları yanıtlayınız:

1. Aşureyi süsleme amacı ile üzerine hangi ürünler eklenmektedir?
2. "Aşara" kelimesi ne anlama gelmektedir?
3. Hicri takvime göre aşure hangi ay yapılmaktadır?
4. Aşure dağıtma ve benzeri geleneklerimize devam edilmesi toplumumuzda sosyal yaşama ne gibi katkılar sağlamaktadır? Düşüncelerinizi açıklayınız.

Şekil 8

Aşure MOE problem durumu



AŞURE PROBLEMİ

Cemile'nin okulunda düzenlenecek kermes için annesi 40 kişilik aşure yapacaktır. Bunun için internetteki bir yemek sitesinden 8 kişilik bir aşure tarifi bulmuştur. Tarife göre malzeme listesi:

MALZEME LİSTESİ
(8 kişi için)
200 gr. aşurelik buğday
1/2 su bardağı nohut
1/2 su kuru fasulye
75 gr. kuru kayısı
75 gr. kuru incir
40 gr. fındık içi
60 gr. ceviz içi
75 gr. kuru üzüm
200 gr. toz şeker

Cemile'nin annesi listeye göre evdeki malzemeleri kontrol ettikten sonra evde ceviz ve fındık içi olmadığını fark etmiştir. Annesi Cemile'den fındık ve ceviz içi almasını istemiştir. Cemile'nin malzemeleri alabilmesi için Yörem ve Doğal adında iki kuruyemişçi vardır. Fakat Doğal kuruyemişçisine toplu taşıma aracıyla gidip gelmesi gerekmektedir. Her iki kuruyemişçideki ceviz ve fındık içi fiyatları aşağıda verilmiştir.

KURUYEMİŞÇİ	CEVİZ İÇİ (kg)	FINDIK İÇİ (kg)
YÖREM	250 TL	420 TL
DOĞAL	160 TL	450 TL

Sizce Cemile'nin hangi kuruyemişçiden alması mantıklı olacaktır?

3.1.2.2. Deterjan Tüketimi Model Oluşturma Etkinliği

Uygulama tarihinden bir gün önce öğrencilere, MOEnin tanıtıcı makale bileşeni olan "Suyun Önemi ve Tasarruf" etkinlik kağıdı dağıtılarak altlarındaki soruları uygulamadan önce yanıtlamaları istenmiştir.

Uygulama sürecinde eş zamanlı olarak Fen Bilgisi derslerinde işlenen Evsel Atıklar ve Geri Dönüşüm konusunda yer alan kazanımlardan biri *"F.7.4.5.3. Geri dönüşümü, kaynakların etkili kullanımı açısından sorgular."* (MEB, 2018) şeklindedir. Bu kazanım doğrultusunda hazırlanan tanıtıcı makale sınıfta yüksek sesle okunmuştur. Tanıtıcı makalede yer alan soruların her gruptan öğrencilere söz hakkı verilerek yanıtlaması sağlanmıştır. Ardından

öğrecilere bireysel etkinlik kâğıtları dağıtılarak problem üzerinde bireysel olarak çalışmaları için süre verilmiştir. Verilen süre tamamlandıktan sonra grup çalışmalarına geçilmiştir.

Deterjan tüketimi MOE tanıtıcı makalesi Şekil 9'da problem durumu ise Şekil 10'da sunulmuştur.

Şekil 9

Deterjan tüketimi MOE tanıtıcı makale

Grup Rengi: 20 / 02 / 2024

Ad Soyad :

SUYUN ÖNEMİ ve TASARRUF

Doğal kaynakların bilinçsiz kullanımı çağımızın en büyük sorunu olarak canlı organizmaların topluluğu ve içinde yaşadıkları çevrenin doğal kaynakları olan ekosistemi tüketiyor; atıkların havada, toprakta ve suda birikmesine yol açıyor. Gelinen noktada kaynaklarımız tükenirken doğal yaşam büyük tehlikeye giriyor.

En küçük canlı organizmadan, en büyük canlı varlığa kadar, bütün biyolojik hayatı ve bütün insan faaliyetlerini ayakta tutan sudur. Dünyamızın 3/4 'ünü su kaplamaktadır. İnsan vücudunun önemli bir kısmı su molekülünden oluşmaktadır. Vücudumuzun 2/3'ünün su moleküllerinden oluştuğunu öğrendiğimizde, suyun ne kadar önemli olduğunu anlayabiliriz.

Dünyada kişi başına su tüketimi yılda ortalama 800 m^3 civarındadır. Dünya nüfusunun yaklaşık %20'sine karşılık gelen 1,4 milyar insan yeterli içme suyundan mahrum olup, 2,3 milyar kişi sağlıklı suya hasrettir.

Su tasarrufu, suya olan talebi azaltmak için ekonomik ve çevreci bir yoldur. Su tasarrufu, içme suyu temininde kullanılan malzemelerin ömrünü uzatır ve gölleri, barajları, akarsuları ve yeraltı suları gibi kaynakları korur.



ÇAMAŞIR MAKİNADA TAM DOLU KULLANARAK SU TASARRUFU YAPABİLİRSİNİZ

Evlerimizdeki çamaşır, bulaşık makinesini kullanırken kaynakların etkili kullanımı bakımından enerji ve su tasarrufuna dikkat etmeliyiz. Evde harcanan suyun ortalama olarak %15'i çamaşır yıkamak için kullanılır. Çamaşır için sadece su değil, enerji ve deterjan da harcanır. Çamaşır makineleri tamamen dolduğunda çalıştırıldığında enerji, deterjan ve sudan tasarruf edilebilir.

Nüfusun hızla artması, buna karşılık su kaynaklarının sabit kalması sebebiyle su ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Geleceğe bırakabileceğimiz başka bir dünyamız olmadığı için kaynaklarımızı sınırsızca kullanamayız.

Yukarıdaki bilgilere göre lütfen aşağıdaki soruları yanıtlayınız:

1. Doğal kaynakların bilinçsiz kullanımının zararları nelerdir?
2. Ekonomik ve çevreci bir yöntem olan su tasarrufunun sağladığı yararlar nelerdir?
3. Su ihtiyacının her geçen gün artmasının en önemli sebepleri arasında neler yer almaktadır?
4. Daha fazla su tasarruf edebilmek için evlerimizde neler yapılabilir?

Şekil 10

Deterjan tüketimi MOE problem durumu

DETERJAN TÜKETİMİ PROBLEMİ

Bir çamaşırhanede çamaşır alma kapasitelerine göre A, B ve C türünde üç farklı model çamaşır makinesi vardır. Görselde verilen deterjanın, arkasındaki açıklamada bu makinelerin çamaşır yıkama kapasitelerine göre her yıkamada kullanılan sıvı deterjan miktarları verilmiştir.



A B C

Çamaşır alma kapasitesine göre üç farklı makine bulunan bir çamaşırhanenin günlük çamaşır yıkama kapasitesi 50 kilogramdır. Makinede unutulabilecek renkli bir çamaşırın beyazların rengini bozmaması için beyaz çamaşırlar en fazla 12 kg çamaşır yıkayabilen en büyük kapasiteli C türü çamaşır makinesinde yıkanmaktadır. Renkli çamaşırlar ise A ve B türü çamaşır makinelerinde yıkanmaktadır.

Günlük yıkama kapasitesini doldurulduğu ve renkli çamaşırların beyaz çamaşırlara oranının 2/3 olduğu bir günde en az sıvı deterjanı kullanmak için hangi makineler kaç defa çalıştırılmış olmalıdır?

(Görselde belirtilen miktarlar kullanılmıştır.)

En az deterjanın kullanılabilmesi için hangi makinelerin kaç defa çalıştırılması gerektiğine karar verilirken Tablo 4'de verilen beş durumun göz önünde bulundurulması ve sonuçların karşılaştırılması gerekmektedir.

Tablo 4

Deterjan tüketimi MOE problem durumu olası çözüm sonuçları

Durum	A (195 ml)	B (295 ml)	C (390 ml)	Toplam (ml)
I	2	2	3	2150 ml
II	3	1	3	2050 ml
III	-	3	3	2055 ml
IV	1	2	3	1955 ml
V	4	-	3	1950 ml

Grubun problem durumuyla birlikte dağıtılan; modelleme yeterlikleri bilişsel basamaklarının belirlenmesine yönelik sorulardan oluşan çözüm kağıdında bulunan altı soru ile geliştirdikleri çözümlerin incelenmesi amaçlanmıştır. Sunumlardan önce çözüm kağıdındaki sorular yanıtlanmıştır. Çözüm kağıdındaki sorularda sırasıyla; problemde ne istenildiği, gerçek yaşama uygun olarak belirlenen varsayımları, problemin çözümü, problemin yanıtı ve yanıtın yeterli olup olmadığı, işlemlerini kontrol ederek çözümlerinin doğru olup olmadığının yorumlanması istenmiştir.

3.1.2.3. Geri Dönüşüm Günü Model Oluşturma Etkinliği

Geri dönüşüm günü etkinliği uygulaması öncesinde, tema ile ilgili derslerin sınıf öğretmenleriyle yapılan görüşmede, fen bilgisi öğretmeni sınav yapıldığı için ders kaybı olması nedeniyle geri dönüşüm konusunun işlendiğini, matematik dersi öğretmeni ise doğru orantı konusunu bitirdiklerini ifade etmiştir. Matematik derslerinde, M.7.1.4. Oran ve Orantı konusunun öğretimi sürecinde eş zamanlı olarak Fen Bilgisi derslerinde işlenen; F.7.4.5. Evsel Atıklar ve Geri Dönüşüm ünitesinde *"F.7.4.5.1. Evsel atıklarda geri dönüştürülebilen ve dönüştürülemeyen maddeleri ayırt eder."* ve *"F.7.4.5.2. Evsel katı ve sıvı atıkların geri dönüşümüne ilişkin proje tasarlar."* kazanımları doğrultusunda hazırlanan "Kağıt Atık Ürünler" tanıtıcı makalesi uygulamadan bir gün önce öğrencilere verilmiştir. Tanıtıcı makalede yer alan soruların uygulamadan önce yanıtlanması istenmiştir. Uygulama sırasında tanıtıcı makalede yer alan sorular her gruptan öğrencilere söz hakkı verilerek yanıtlar alınmıştır. Ardından öğrecilere Oran ve Orantı konusunda hazırlanan problemin yer aldığı etkinlik kağıtları dağıtılarak geri dönüşüm günü problemi üzerinde bireysel olarak çalışmaları için süre verilmiştir. Verilen süre tamamlandıktan sonra grup çalışmalarına geçilmiştir.

Geri dönüşüm günü MOEye ait tanıtıcı makale Şekil 11'de, problem durumu ise Şekil 12'de sunulmuştur.

Şekil 11

Geri dönüşüm günü MOE tanıtıcı makale

TANITICI MAKALE

KÂĞIT ATIK ÜRÜNLER



1 Ton kâğıt ne kazandırır?

- 177 kg sera gazı
- 4100 kWh enerji
- %40 enerji tasarrufu
- 17 adet kurtarılan ağaç
- 800 kg ham madde tasarrufu

Kâğıt, hammadde miktarında önemli oranda tasarruf sağlaması ve ekonomik değerinin yüksek olması nedeniyle önemli geri dönüşüm ürünüdür. Atık kağıtların toplanıp ayrıştırılması çevre kirliliğini azaltmaya katkıda bulunur. Okunmuş gazete, dergileri kullanılmış defterler, kitaplar, not kağıtları, atık kartonlar, plastik içermeyen bisküvi, sakız vb. kağıtları, kâğıt torbalar kâğıt atık ürünleri arasında yer alır.

Geri dönüşümün yazılı kaynaklara dayandırılan en eski tarih 1031 yılına kadar uzanır. Kaynakların kısıtlı olması ve üretim süreçlerinin uzun olması insanları geri dönüşüme yönlendirmiştir. Japonya'da 1031 yılında kullanılan kağıtlar geri dönüşüme dahil edilmiş ve yeniden kâğıt olarak kullanılmıştır. Daha sonraki kaynak ise 1960 yılında kurulan Rittenhouse değirmenini gösterir. Bu değirmen geri dönüşüm kaynaklı kâğıt üretimi için kurulmuştur.

Atıkları uygun şekilde geri dönüştürerek ve yeniden kullanarak; çöplüklere karışan, okyanuslarda yaşayan ve ekosistemlere zarar veren çevreye zararlı atıkların sayısını azaltmak mümkün. Örneğin kullanılmış kâğıt ürünlerin geri dönüştürülmesi hava kirliliğini %73, su kirliliğini %35 oranlarında azaltır. Geri dönüşüm doğa ve canlılar için pek çok fayda sağlasa da bu, her şeyi geri dönüşüm kutularına atabileceğimiz anlamına gelmez. Yönergeler ülkelere farklılık gösterse de bazı malzemeler genel olarak geri dönüştürülemez grubundadır. Geri dönüşüme dahil edilemeyen malzemelerin yaşam döngüsü sona ermiş demektir.

HAZIR OLUŞ SORULARI

1 Atık kağıtların toplanıp ayrıştırılması amacıyla çevremizde yer alan kâğıt atık ürünlerine örnekler veriniz.

2. Bir yerleşim bölgesinde 50 ton kâğıt tüketimi azaltılsa ortalama kaç adet ağaç kurtarılmış olur?

3. Tarihte 1960 yılında kurulan Rittenhouse değirmeninin kuruluş amacı nedir?

4. Çevrenizde atık kâğıt ürünlerinin geri dönüşüme kazandırılması için neler yapılabilir?

Şekil 12

Geri dönüşüm günü MOE problem durumu



GERİ DÖNÜŞÜM GÜNÜ PROBLEMİ

17 MAYIS
ULUSLARARASI GERİ DÖNÜŞÜM GÜNÜ

Bir sınıfta, öğrencilerin mart ve nisan aylarında kâğıt hurda toplayacakları bir yarışma düzenlenmiştir. Yarışma sonucu 17 Mayıs Uluslararası Geri Dönüşüm Günü'nde açıklanacaktır. Yarışmaya katılan 7/A sınıfı öğrencileri A, B, C ve D olmak üzere dört gruba ayrılmıştır. Her bir grup farklı türde kâğıt hurda toplamaya karar vermiştir. Grupların toplayacakları kâğıt türleri ve geri dönüşüm alım fiyatları tabloda verilmiştir.

Tablo: Kağıt Hurda Türleri ve Alım Fiyatları

GRUP	KAĞIT HURDA TÜRÜ	KAĞIT HURDA FİYATI (kg)
A	Kullanılmış gazete	3 TL
B	Karışık renkli kâğıt	4 TL
C	A-4 fotokopi kâğıdı	4,5 TL
D	Hurda karton kâğıdı	2 TL

Yarışmayı iki ay boyunca topladıkları kâğıt hurdaların alım ücreti en fazla olan grup kazanacaktır. Kazananı belirlemek amacıyla bir komisyon kurulmuş ve gruplardan mart ve nisan ayı sonunda toplanan kâğıt hurda miktarlarını kg cinsinden yazmaları istenmiştir.

	GRUPLAR			
AYLAR	A	B	C	D
MART	24 kg	32 kg	18 kg	27 kg
NİSAN	-	24 kg	-	-

Tabloya tüm verilerin yazılmadığını fark eden komisyon üyeleri öğrencilerden aşağıdaki bilgileri öğrenmiştir.

- A ve B grubu ile C ve D gruplarının topladıkları kâğıt hurda miktarları her ay orantılıdır.
- Nisan ayında A ve B grubunun alacağı toplam kâğıt hurda alım ücreti ile C ve D grubunun alacağı toplam alım ücreti birbirine eşittir.

Öğrenilen bilgilerle yarışmayı kazanan grubun belirlenmesinde komisyon üyelerine yardımcı olunuz. Sizce yarışmayı hangi grup kazanmıştır?

3.1.2.4. Da Vinci Köprüsü Model Oluşturma Etkinliği

Da Vinci Köprüsü etkinliği uygulaması öncesinde tema ile ilgili Fen Bilgisi ile Teknoloji ve Tasarım dersleri öğretmenleriyle görüşülmüştür. Fen bilgisi öğretmeni son derslerinde Geri Dönüşüm ünitesinde *"F.7.4.5.3. Geri dönüşümü, kaynakların etkili kullanımı açısından sorgular."* kazanımının verildiğini Teknoloji ve Tasarım derslerinde ise Ürün Geliştirme ünitesinde olduklarını da vinci köprüsü model oluşturma etkinliğinin uygulama haftasında programlarındaki *"2.7. Bir tasarım için gerekli yapısal özellikleri açıklar."* ve *"2.8. Yapısal özellikleri dikkate alarak bir tasarım yapar."* kazanımları doğrultusunda basit bir

nesne kullanılarak yapısal bir tasarım (kule, köprü vb.) oluşturulacağı belirtmiştir. Problem durumunda Da Vinci köprüsü olması nedeniyle köprü tasarımının yapılması kararlaştırılmıştır. Tema ile ilişkili iki dersin aktarılma aşamasında matematik dersi öğretmeni eş zamanlı olarak ters orantı konusunu bitirdiklerini ifade etmiştir.

Uygulamanın yapılacağı gün Teknoloji ve Tasarım dersinde atık malzemelerle köprünün yapılacağı 3. dersten sonra 4. ve 5. ders saati olarak belirlenmiştir. 3. ders Teknoloji ve Tasarım dersi öğretmenleri öğrencilere Şekil 13'de gösterilen köprü yapımı videosu izleterek öğrenci grupları ile Şekil 14'deki uygulamalar yapılmıştır.

Şekil 13

Da Vinci köprü yapımı video uygulaması



Şekil 14

Da Vinci köprü yapımı



Geri Dönüşüm teması çerçevesinde Teknoloji ve Tasarım dersinin kazanım içeriği ile ilgili hazırlanarak uygulamadan önce öğrencilere ulaştırılan "Da Vinci köprüsü" makalesinde

yer alan soruların uygulamadan önce yanıtlanması istenmiştir. Uygulama sırasında tanıtıcı makalede yer alan sorular her gruptan öğrencilere söz hakkı verilerek yanıtlar alınmıştır.

Ardından öğrencilere Oran ve Orantı konusunda hazırlanan Da Vinci köprüsü model oluşturma etkinliği dağıtılarak Da Vinci köprüsü problemi üzerinde bireysel olarak çalışmaları için süre verilmiştir. Verilen süre tamamlandıktan sonra grup çalışmalarına geçilmiştir. Da Vinci köprüsü MOEye ait tanıtıcı makale Şekil 15'de, problem durumu ise Şekil 16'da sunulmuştur.

Şekil 15

Da Vinci Köprüsü MOE tanıtıcı makale

TANITICI MAKALE

DA VİNCİ KÖPRÜSÜ



1481-1512 yılları arasında Osmanlı İmparatorluğu'nun hükümdarı olan Sultan II. Bayezid, Haliç boyunca uzanabilecek köprü tasarımları için talepte bulunduğunda Da Vinci, yenilikçi bir köprü taslağı sundu. Bu bölgede aslında 6. yüzyılda Büyük Justinianus tarafından yapılmış olan bir köprü vardı. Ancak Sultan bu köprüyü merkeze daha yakın bir yere almak istiyordu. Bu köprü için padişah öneriler aldı. Da Vinci, padişaha mektup gönderenler arasındaydı.

Leonardo Da Vinci çalışmalarını ve çizimlerini deftere kaydederdi. Bu çizimler ve defter sayfalarının bir kısmı günümüzde Paris'teki Fransa Enstitüsünde bulunuyor. Herhangi bir sabitleyici, çekiç ya da çiviye ihtiyaç duymadan inşa edilen bu köprünün, çalışma prensibi, köprünün üzerine binen ağırlığın, çubukların daha fazla kenetlenmesini sağlıyor olmasıdır. Ağırlık sayesinde, çubuklara binen yük eşit şekilde tüm ayaklara dağılır, çubuklar kaymadan daha sıkı şekilde birbirine kenetlenir ve köprü bu sayede çökmez. Da Vinci köprü tasarımı geniş bir tek bir kemere sahipti. Ayrıca gemilerinin altından geçmesine izin verecek kadar uzun olacaktı.

Leonardo da Vinci 'nin görünüşe göre bölgenin depreme eğilimli olduğunu tespit ettiği ve ekstra stabilite sağlayacak geniş temeller gibi özellikleri dahil ettiği anlaşıldı. Bir grup araştırmacının yaptığı köprünün modelinde, yapının direncini test etmek için köprüyü iki hareketli platform üzerine inşa ettiler ve ardından zayıf topraktan kaymaklanabilecek temel hareketlerini simüle etmek için birini diğerinden uzaklaştırdılar. Köprü yatay harekete direnç gösterdi, tamamen çökme noktasına kadar gerilene kadar sadece hafifçe deforme oldu. Araştırmacılar hazırladıkları blokları bir iskele kullanarak bir araya getirdiler. Son olarak "kilit taşı" kemerin üstüne konuldu ve iskele çıkartıldı. Sonuçta köprü ayakta kaldı. Köprüde kullanılan bloklar, sadece sıkıştırma ile bir arada kalmıştır. Bu da aslında geometrinin gücünün bir kanıtıdır.

Yukarıdaki bilgilere göre lütfen aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

1) Da Vinci, yenilikçi bir köprü taslağına ait çizimler ve defter sayfalarının bir kısmı günümüzde nerede bulunmaktadır?

2) Köprünün çalışma prensibi nedir?

3) Da Vinci köprü tasarımında geniş tek bir kemer oluşturulma sebebi nedir?

4) Ülkemizde geçmişte yapılan tarihi yapılarda hangi disiplinlerin iş birliği ile ergonomi, dayanıklılık ve estetik eserlerin oluşumu sağlanmıştır? Araştırarak bilgilerinizi paylaşınız.

Şekil 16

Da Vinci Köprüsü MOE problem durumu

DA VİNCİ KÖPRÜSÜ PROBLEMİ



Teknoloji ve Tasarım dersi öğretmeni Ebru Öğretmen, öğrencilerine bir hafta sonraki derslerinde okulların bahçesinde bulunan 75 cm uzunluğunda ince ve 1 m uzunluğunda kalın kereste parçalarından oluşan Da Vinci Köprüsü'nün 1/10 oranında küçültülmüş modelinin tasarımını eşit sayıda parça kullanarak herbir öğrencinin yapacağını söylemiştir.

Ebru Öğretmen, kullanabilecekleri malzeme listesini vermiş ve sınıfa birer örnek getirmiştir.

	MALZEMELER	UZUNLUKLAR (cm)
	Pipet	10
	Ahşap çöp şiş çubuğu	20
	Kurdan	6,5
	Dondurma çubuğu	9
	Kibrit çöpü	4,5
	Kulak çubuğu	7,5
	Ahşap tahta karıştırıcı	11

20 kişilik sınıfta malzeme toplamak için gönüllü olan öğrenciler, bir hafta boyunca tüm sınıf için malzemeleri toplayabileceklerini söylemişler ve gereken iki farklı malzemeyi listeden seçmişlerdir.

Bir tablo oluşturan gönüllü öğrenciler ilk günden itibaren toplanan kısa ve uzun malzeme adetini tabloya yazmaya başlamışlardır.

GÜN	KISA MALZEME	UZUN MALZEME
1	5	8
2	10	16
3	15	24
4	.	.
5	.	.
6	.	.
7	.	.

Bir hafta boyunca birleriyle doğru orantılı olarak topladıkları kısa ve uzun malzemelerin ilk üç gün toplanan miktarları tabloda verilmiştir.

Sizce gönüllülerin hangi malzemeleri seçmeleri gerekmektedir ?

Bir hafta sonunda yeterli sayıda malzemeyi toplayabilecekler mi? Eksik kalan malzemeleri öğretmen tamamlayacağı için Ebru Öğretmene varsa eksik malzeme adedini belirleyerek yardımcı olunuz?

3.1.2.5. Sensörlü Musluk Model Oluşturma Etkinliği

Sensörlü musluk etkinliği uygulaması öncesinde yıllık planlarda tema ile ilgili konuların yer aldığı Fen Bilgisi ile Ahlak ve Yurttaşlık Bilgisi dersine giren öğretmenlerle görüşülmüştür. Seçmeli ders olan Ahlak ve Yurttaşlık Bilgisi dersine Sosyal Bilgiler öğretmeni girmektedir. Fen bilgisi öğretmeni uygulamamnın yapılacağı hafta derslerinde yıllık planlarına göre okullarında yapılan sınav uygulamasının fen bilgisi ders satleri ile birden fazla çakışması nedeniyle yıllık planlarında gelinmesi gerektikleri yerden geride olduklarını bu nedenle etkinliğin uygulanacağı hafta Geri Dönüşüm ünitesinde *"F.7.4.5.4.Yakın çevresinde atık kontrolüne özen gösterir."* ve *"F.7.4.5.5. Yeniden kullanılabilecek eşyalarını, ihtiyacı olanlara iletmeye yönelik proje geliştirir."* kazanımların verildiği konuları işlediklerini ifade etmiştir. Ahlak ve Yurttaşlık Bilgisi dersine giren öğretmen Evrensel Ahlak ünitesinde yer alan kaynakların tüketimi konusu işlenirken, dersin yıllık planında yer alan kazanımın *"AYE.1.4.4. Kaynakların tüketiminde ahlaki davranışlar sergiler) Araç gereç ve zaman kullanımında aşırıya kaçmamak gerektiği vurgulanır. b) Günlük yaşamda kaynak (su, gıda, para, enerji vb.) kullanımında israfın ahlaka uygun olmadığı üzerinde durulur.*" biçiminde olduğunu ifade etmiştir.

Tema ile ilişkili iki dersin aktarılma aşamasında matematik dersi öğretmeni eş zamanlı olarak Oran ve Orantı konusuyla ilgili tüm kazanımların aktarıldığını, uygulama haftasında konuyla ilgili problem çözümlerine devam edileceğini ifade etmiştir. Bu nedenle sensörlü musluk problemi Oran ve Orantı konusu ile ilgili hazırlanarak pilot uygulaması yapıldıktan sonra uygulanmıştır.

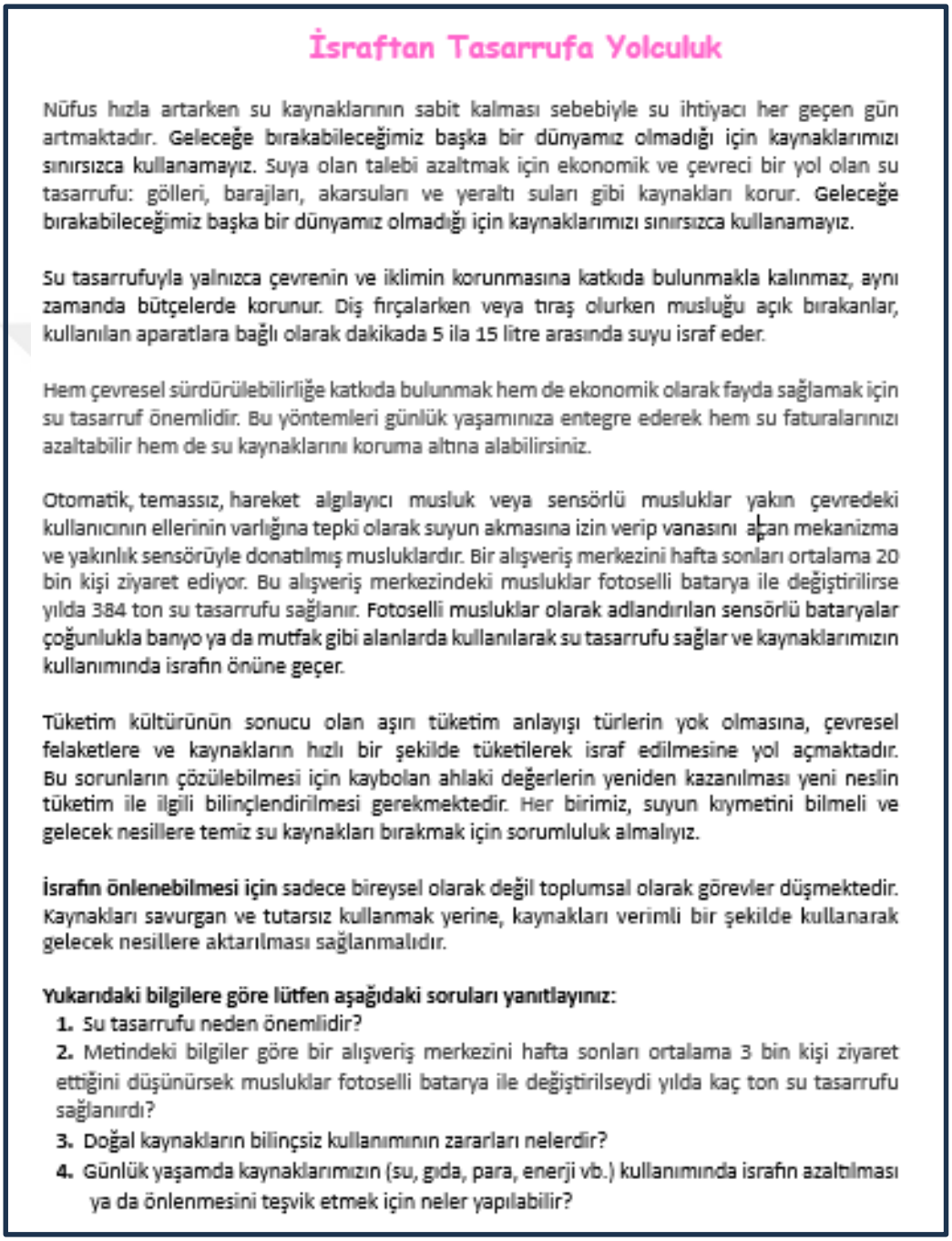
Öğrenciler Geri Dönüşüm teması çerçevesinde; Fen Bilgisi dersinde yakın çevresinde atık kontrolüne özen gösterilmesine, Ahlak ve Yurttaşlık Bilgisi derslerinde kaynakların tüketilmesinde ahlaki davranışların sergilenmesi kazanımı içeriğinde günlük yaşamda kaynak (su, gıda, para, enerji vb.) kullanımında israfın ahlaka uygun olmadığına değinildiğinden, MOE tanıtıcı makalesi, her iki dersin aktarım içeriği ile ilgili oluşturulmuştur. Etkinlikten bir gün önce matematik dersi öğretmenine iletilerek öğrencilere ulaştırılması sağlanan *"İsraftan Tasarrufa Yolculuk"* makalesinde yer alan soruların uygulamadan önce yanıtlanması istenmiştir. Uygulama sırasında sorular her gruptan öğrencilere söz hakkı verilerek yanıtlar alınmıştır.

Ardından öğrecilere Oran ve Orantı konusunda hazırlanan sensörlü musluk model oluşturma etkinliği dağıtılarak problem üzerinde bireysel olarak çalışmaları için süre

verilmiştir. Verilen süre tamamlandıktan sonra grup çalışmalarına geçilmiştir. Sensörlü musluk MOEye ait tanıtıcı makale Şekil 17'de, problem durumu ise Şekil 18'de sunulmuştur.

Şekil 17

Sensörlü musluk MOE tanıtıcı makale



İsraftan Tasarrufa Yolculuk

Nüfus hızla artarken su kaynaklarının sabit kalması sebebiyle su ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Geleceğe bırakabileceğimiz başka bir dünyamız olmadığı için kaynaklarımızı sınırsızca kullanamayız. Suya olan talebi azaltmak için ekonomik ve çevreci bir yol olan su tasarrufu: gölleri, barajları, akarsuları ve yeraltı suları gibi kaynakları korur. Geleceğe bırakabileceğimiz başka bir dünyamız olmadığı için kaynaklarımızı sınırsızca kullanamayız.

Su tasarrufuyla yalnızca çevrenin ve iklimin korunmasına katkıda bulunmakla kalınmaz, aynı zamanda bütçelerde korunur. Diş fırçalarken veya tıraş olurken musluğu açık bırakanlar, kullanılan aparatlara bağlı olarak dakikada 5 ila 15 litre arasında suyu israf eder.

Hem çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunmak hem de ekonomik olarak fayda sağlamak için su tasarruf önemlidir. Bu yöntemleri günlük yaşamınıza entegre ederek hem su faturalarınızı azaltabilir hem de su kaynaklarını koruma altına alabilirsiniz.

Otomatik, temassız, hareket algılayıcı musluk veya sensörlü musluklar yakın çevredeki kullanıcının ellerinin varlığına tepki olarak suyun akmasına izin verip vanasını açan mekanizma ve yakınlık sensörüyle donatılmış musluklardır. Bir alışveriş merkezini hafta sonları ortalama 20 bin kişi ziyaret ediyor. Bu alışveriş merkezindeki musluklar fotoselli batarya ile değiştirilirse yılda 384 ton su tasarrufu sağlanır. Fotoselli musluklar olarak adlandırılan sensörlü bataryalar çoğunlukla banyo ya da mutfak gibi alanlarda kullanılarak su tasarrufu sağlar ve kaynaklarımızın kullanımında israfın önüne geçer.

Tüketim kültürünün sonucu olan aşırı tüketim anlayışı türlerin yok olmasına, çevresel felaketlere ve kaynakların hızlı bir şekilde tüketilerek israf edilmesine yol açmaktadır. Bu sorunların çözülebilmesi için kaybolan ahlaki değerlerin yeniden kazanılması yeni neslin tüketim ile ilgili bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Her birimiz, suyun kıymetini bilmeli ve gelecek nesillere temiz su kaynakları bırakmak için sorumluluk almalıyız.

İsrafın önlenebilmesi için sadece bireysel olarak değil toplumsal olarak görevler düşmektedir. Kaynakları savurgan ve tutarsız kullanmak yerine, kaynakları verimli bir şekilde kullanarak gelecek nesillere aktarılması sağlanmalıdır.

Yukarıdaki bilgilere göre lütfen aşağıdaki soruları yanıtlayınız:

1. Su tasarrufu neden önemlidir?
2. Metindeki bilgiler göre bir alışveriş merkezini hafta sonları ortalama 3 bin kişi ziyaret ettiğini düşünürsek musluklar fotoselli batarya ile değiştirilseydi yılda kaç ton su tasarrufu sağlanırdı?
3. Doğal kaynakların bilinçsiz kullanımının zararları nelerdir?
4. Günlük yaşamda kaynaklarımızın (su, gıda, para, enerji vb.) kullanımında israfın azaltılması ya da önlenmesini teşvik etmek için neler yapılabilir?

Şekil 18

Sensörlü musluk MOE problem durumu



SENSÖRLÜ MUSLUK PROBLEMİ

Her bir apartmanda 5'er dairenin bulunduğu 6 apartmanlı Kepsutlu Sitesi'nde su tüketimine ait aylık su faturaları toplu olarak site yönetimi tarafından ödenmektedir. Daire başına düşen ödeme ise gelen toplu fatura tutarının daire sayısına bölünerek bulunmaktadır. Aralık ayında daire başına düşen su tüketim ücreti 400 TL olarak hesaplanmıştır.

Sitenin yönetim kurulu toplantıları Aralık ve Temmuz aylarında yapılmaktadır. Aralık ayı toplantısında yönetim kurulunca, boşa akıtılan suların azaltılması ve faturaların düşmesi için bir öneri sunulmuştur. Her ay bir apartmandaki dairelerin değişimi tamamlanmak şartıyla haziran ayı dahil olmak üzere tüm dairelerin banyo ve mutfak musluklarının yerine sensörle çalışan muslukların takılması önerilmiştir.

Site yönetiminin konuyla ilgili görüştükleri firma yetkilileri bu değişimin aylık faturalarda 4/10 oranında tasarruf sağladığı, bir daire için banyo ve mutfak sensörlü musluk değişim bedelinin 3600 TL olduğunu iletmişlerdir. Yetkililer ocak ayından itibaren faturalara yansıtılacak şekilde haziran ayına kadar her ay bir apartmandaki değişimlerin tamamlanması şartıyla tüm sitedeki banyo ve mutfak musluklarını bu fiyata değiştirilebileceklerini iletmiştir.

Site sakinlerinin çoğunluğu, günümüz fiyatlarıyla (6 ay boyunca su fiyatının ve tüketim miktarının sabit kaldığını düşünerek) mayıs ayında oluşan sitenin toplam fatura bedeli üzerindeki tasarruf miktarının bir daireye takılacak sensörlü musluklar için verilen değişim bedelini karşılarsa önerinin kabul edilebileceği kararlaştırılmıştır.

Sizce site yönetim kurulunun kararı verebilmesi için aşağıdaki varsayımlardan hangisi ya da hangilerini kullanmalıdır? Aşağıdaki varsayımlar dışında gerekli olduğunu düşündüğünüz başka varsayımlar varsa ekleyiniz.

( ) Dairede yaşayan kişi sayısı ( ) Sensörlü musluk maliyeti ( ) Apartmandaki daire sayısı

( ) aralık ayına ait daire başına düşen su tüketim ücreti ( ) Firma yetkililerinin çalıştıracağı işçi sayısı

( ) Apartman sayısı ( ) Faturalardaki indirim oranı

Grup arkadaşlarınızla tartışarak süreçteki tasarruf miktarıyla ilgili öyle bir model geliştiriniz ki modeliniz site yönetimine karar vermede yardımcı olsun.

Yönetim kurulu üyelerine karar vermelerinde yardımcı olmak için Ocak-Haziran ayı sürecinde sitenin aylık toplam fatura tutarının aylara göre değişimini gösteren grafiği çizerek yardımcı olunuz.

3.1.2.6. Damla Sulama Sistemi Model Oluşturma Etkinliği

Damla Sulama Sistemi MOE uygulaması öncesinde tema ile ilgili Sosyal Bilgiler ile Ahlak ve Yurttaşlık Eğitimi derslerine giren öğretmenle görüşülmüştür.

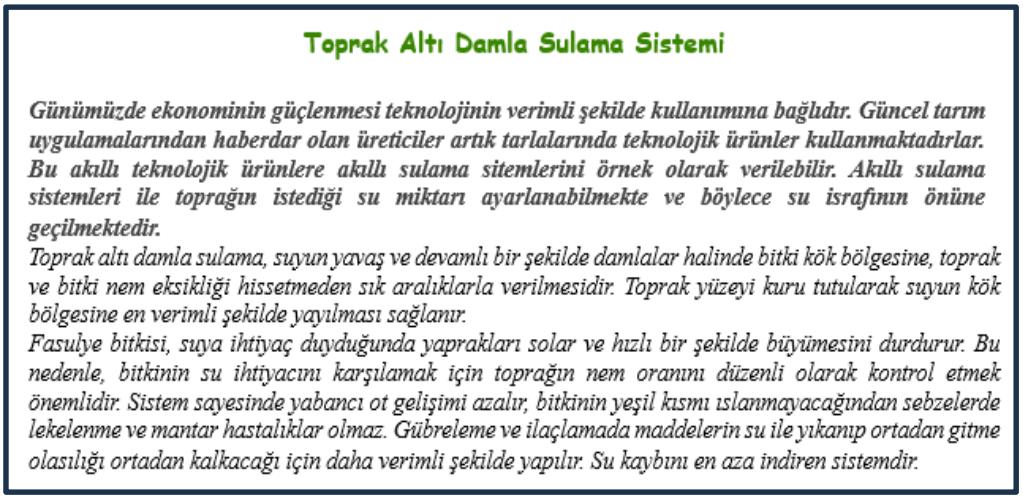
Öğrencilerin seçmeli dersleri olan Ahlak ve Yurttaşlık Eğitimi dersinde yıllık planda yer alan *Evrensel Ahlak* ünitesi kapsamında iki haftalık süreçte *"AYE.1.4.4. Kaynakların tüketiminde ahlaki davranışlar sergiler."* kazanımı işlenmektedir. Bu kazanım kapsamında araç gereç ve zaman kullanımında aşırıya kaçmamak gerektiği vurgulanmakta; günlük yaşamda su, gıda, para ve enerji gibi kaynakların kullanımında israfın ahlaki açıdan uygun olmadığı üzerinde durulmakta ve doğal kaynakların sınırsız olmadığına, bilinçli kullanılmaları gerektiğine değinilmektedir.

MOE uygulama sürecinde bu kazanımın içeriğine yönelik etkinlikler devam etmektedir. Öğrenciler Sosyal Bilgiler dersinde ise *Üretim, Dağıtım ve Tüketim* öğrenme alanında yer alan *"SB.7.5.1. Üretimde ve yönetimde toprağın önemini geçmişten ve günümüzden örneklerle açıklar."* kazanımını işlemektedirler. Tema ile ilişkili olarak bu derslerin yürütüldüğü süreçte matematik dersinde *Yüzdeler* konusuna geçilmiştir. Bu doğrultuda *Damla Sulama Sistemi* problemi yüzdeler konusu ile ilişkilendirilerek hazırlanmış, pilot uygulaması gerçekleştirildikten sonra uygulama sürecine dâhil edilmiştir.

Damla sulama sistemi MOE uygulaması; kaynakların etkili kullanımı, günlük yaşamda kaynak (su, gıda, para, enerji vb.) kullanımında israfın ahlaka uygun olmadığı konusu ile üretim ve yönetimde toprağın öneminin geçmişten ve günümüze örneklendirilmesini kapsamaktadır. Problemin bağlamını, günümüz teknolojileriyle yenilenmiş sitemlerle oluşturulan damla sulama sitemi ile toprakların sulanmasında doğal kaynaklarımızın bilinçli kullanımı oluşturmaktadır. Damla Sulama Sistemi MOEne başlarken öğrencilere damla sulama sistemini hakkında bilgi verilerek günümüz teknolojilerinden yararlanılarak yapılan sistemin işleyişini tanıtan video izletilmiştir. Ardından öğrencilere bireysel etkinlik kâğıtları dağıtılarak problem üzerinde çalışmaları için süre verilmiştir. Verilen süre tamamlandıktan sonra grup çalışmalarına geçilmiştir. Damla suluma sistemi MOEye ait tanıtıcı makale Şekil 19'da, problem durumu ise Şekil 20'de sunulmuştur.

Şekil 19

Damla sulama sistemi tanıtıcı makale



Toprak Altı Damla Sulama Sistemi

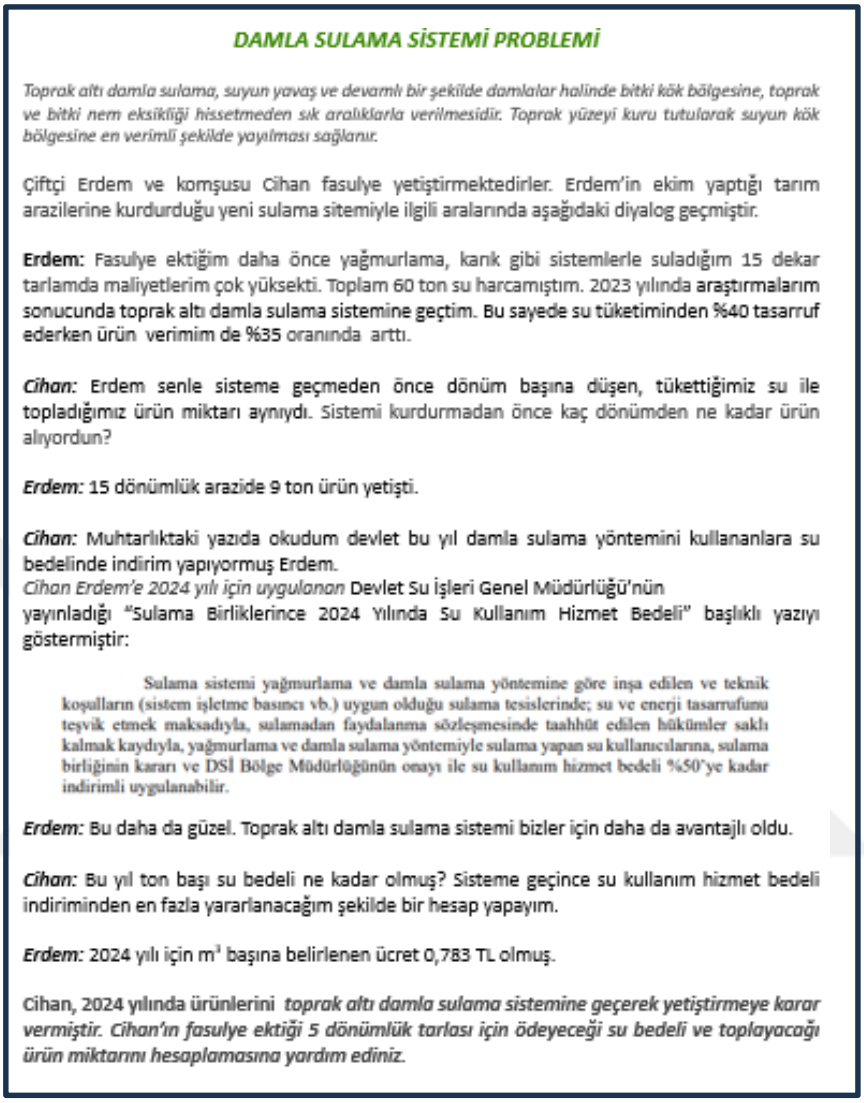
Günümüzde ekonominin güçlenmesi teknolojinin verimli şekilde kullanımına bağlıdır. Güncel tarım uygulamalarından haberdar olan üreticiler artık tarlalarında teknolojik ürünler kullanmaktadırlar. Bu akıllı teknolojik ürünlere akıllı sulama sitemlerini örnek olarak verilebilir. Akıllı sulama sistemleri ile toprağın istediği su miktarı ayarlanabilmekte ve böylece su israfının önüne geçilmektedir.

Toprak altı damla sulama, suyun yavaş ve devamlı bir şekilde damlalar halinde bitki kök bölgesine, toprak ve bitki nem eksikliği hissetmeden sık aralıklarla verilmesidir. Toprak yüzeyi kuru tutularak suyun kök bölgesine en verimli şekilde yayılması sağlanır.

Fasulye bitkisi, suya ihtiyaç duyduğunda yaprakları solar ve hızlı bir şekilde büyümesini durdurur. Bu nedenle, bitkinin su ihtiyacını karşılamak için toprağın nem oranını düzenli olarak kontrol etmek önemlidir. Sistem sayesinde yabancı ot gelişimi azalır, bitkinin yeşil kısmı ıslanmayacağından sebzelerde lekelenme ve mantar hastalıklar olmaz. Gübreleme ve ilaçlamada maddelerin su ile yıkanıp ortadan gitme olasılığı ortadan kalkacağı için daha verimli şekilde yapılır. Su kaybını en aza indiren sistemdir.

Şekil 20

Damla sulama sistemi problem durumu



DAMLA SULAMA SİSTEMİ PROBLEMİ

Toprak altı damla sulama, suyun yavaş ve devamlı bir şekilde damlalar halinde bitki kök bölgesine, toprak ve bitki nem eksikliği hissetmeden sık aralıklarla verilmesidir. Toprak yüzeyi kuru tutularak suyun kök bölgesine en verimli şekilde yayılması sağlanır.

Çiftçi Erdem ve komşusu Cihan fasulye yetiştirmektedirler. Erdem'in ekim yaptığı tarım arazilerine kurdurduğu yeni sulama sitemiyle ilgili aralarında aşağıdaki diyalog geçmiştir.

Erdem: Fasulye ektiğim daha önce yağmurlama, karık gibi sistemlerle suladığım 15 dekar tarlamda maliyetlerim çok yüksekti. Toplam 60 ton su harcamıştım. 2023 yılında araştırmalarım sonucunda toprak altı damla sulama sistemine geçtim. Bu sayede su tüketiminden %40 tasarruf ederken ürün verimim de %35 oranında arttı.

Cihan: Erdem senle sisteme geçmeden önce dönüm başına düşen, tükettiğimiz su ile topladığımız ürün miktarı aynıydı. Sistemi kurdurmadan önce kaç dönümden ne kadar ürün alıyordun?

Erdem: 15 dönümlük arazide 9 ton ürün yetişti.

Cihan: Muhtarlıktaki yazıda okudum devlet bu yıl damla sulama yöntemini kullananlara su bedelinde indirim yapıyormuş Erdem.
Cihan Erdem'e 2024 yılı için uygulanan Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün yayınladığı "Sulama Birliklerince 2024 Yılında Su Kullanım Hizmet Bedeli" başlıklı yazıyı göstermiştir:

> Sulama sistemi yağmurlama ve damla sulama yöntemine göre inşa edilen ve teknik koşulların (sistem işletme basıncı vb.) uygun olduğu sulama tesislerinde; su ve enerji tasarrufunu teşvik etmek maksadıyla, sulamadan faydalanma sözleşmesinde taahhüt edilen hükümler saklı kalmak kaydıyla, yağmurlama ve damla sulama yöntemiyle sulama yapan su kullanıcılarına, sulama birliğinin kararı ve DSİ Bölge Müdürlüğünün onayı ile su kullanım hizmet bedeli %50'ye kadar indirimli uygulanabilir.

Erdem: Bu daha da güzel. Toprak altı damla sulama sistemi bizler için daha da avantajlı oldu.

Cihan: Bu yıl ton başı su bedeli ne kadar olmuş? Sisteme geçince su kullanım hizmet bedeli indiriminden en fazla yararlanacağım şekilde bir hesap yapayım.

Erdem: 2024 yılı için m^3 başına belirlenen ücret 0,783 TL olmuş.

Cihan, 2024 yılında ürünlerini *toprak altı damla sulama sistemine geçerek yetiştirmeye karar vermiştir. Cihan'ın fasulye ektiği 5 dönümlük tarlası için ödeyeceği su bedeli ve toplayacağı ürün miktarını hesaplamasına yardım ediniz.*

3.1.2.7. Hurda Model Oluşturma Etkinliği

Hurda MOE uygulaması öncesinde geri dönüşüm teması ile ilgili Sosyal Bilgiler ile Ahlak ve Yurttaşlık Eğitimi derslerine giren öğretmenle görüşülmüştür. Öğrenciler Sosyal Bilgiler dersinde ise Üretim, Dağıtım ve Tüketim öğrenim alanında yer alan Üretim ve Yönetimin Temeli Toprak konusunda *"SB.7.5.2. Üretim teknolojisindeki gelişmelerin sosyal ve ekonomik hayata etkilerini değerlendirir."* kazanımını işlemektedirler. Tema ile ilgili dersin aktarılma aşamasında eş zamanlı olarak matematik dersinde yüzdeler konusuna devam edilmektedir. Bu nedenle hurda problemi Yüzdeler konusu ile ilgili hazırlanarak pilot uygulaması yapıldıktan sonra uygulanmıştır. Öğrenciler Geri Dönüşüm teması çerçevesinde; Sosyal Bilgiler dersinde üretim teknolojisindeki gelişmelerin sosyal ve ekonomik hayata etkilerine değinildiğinden, MOE tanıtıcı makalesi dersin aktarım içeriği ile ilgili

oluşturulmuştur. Etkinlikten bir gün önce öğretmenlerine iletilerek öğrencilere ulaştırılması sağlanan "Üretim Teknolojisindeki Gelişimle Değişen Geri Dönüşüm" makalesinde yer alan soruların uygulamadan önce yanıtlanması istenmiştir. Uygulama sırasında tanıtıcı makalede yer alan sorular her gruptan öğrencilere söz hakkı verilerek yanıtlar alınmıştır. Ardından öğrecilere Yüzdeler konusunda hazırlanan hurda model oluşturma etkinliği dağıtılarak problem üzerinde bireysel olarak çalışmaları için süre verilmiştir. Verilen süre tamamlandıktan sonra grup çalışmalarına geçilmiştir. Hurda MOEye ait tanıtıcı makale Şekil 21'de, problem durumu ise Şekil 22'de sunulmuştur.

Şekil 21

Hurda tanıtıcı makale



Üretim Teknolojisindeki Gelişimle Değişen Geri Dönüşüm

Dünyanın hızla değişmesi, ürünlerin üretim şekil ve yöntemleri, tüketim ve dağıtım geri dönüşüm planlamalarını da değiştirmektedir. Teknolojinin gelişmesi ile elektronik ürünler hem evlerde hem de işyerlerinde kullanılarak hayatı kolaylaştırmaktadır. Kullanım ömrü dolmuş elektronik ürünlere ise elektronik atık adı verilir. Elektronik atıklar yapılarında bulunan ağır metaller nedeniyle çevre ve insan sağlığının korunması için büyük bir tehdit unsuru oluşturmaktadır. Atık fabrikalarında elektronik atıklara ön işlem uygulanarak geri kazanımı sağlanmaktadır. Atık elektrikli ve elektronik eşyalar ön işlem tesislerinde elle veya kırıcı makineler ile kırılarak metal, plastik, cam vb. parçalar ayrıştırılır. Ayrıştırılan bu parçalar geri kazanım tesislerine gönderilerek her bir malzemenin geri kazanımı sağlanır.

Hurda, genellikle tekrar kullanılabilirliklerini kaybeden, fonksiyonel değeri olmayan ve süresi dolmuş tüm madde ve malzemelerin adıdır. Endüstriyel ve ekonomik olarak gelişmiş ülkelerde, atıklar yeni ürünler kadar değerlidir. Bunun nedeni, geri dönüşüm sürecinde kullanılmalarıdır. Aşırı endüstriyel atık, farklı ürünlere dönüştürülebilen ve farklı alanlarda kullanılabilen hurda haline gelir.

"Hurda" adı verilenler dışında, hurda olarak tanımlanan tüm malzeme ve malzemelerin tek ortak özelliği, asla eskisi gibi kullanılamamasıdır. Ek olarak, tüm atık malzemeler bir şekilde geri dönüştürülebilir ve faydalı ara malzemelere veya hammadde girdilerine dönüştürülebilir. Bu da hurda fiyatları konusunda değişikliklere neden olmaktadır. Makinelerin durumuna ve de malzeme özelliklerine göre, hurda fiyatları açısından farklı ücretlendirmeler oluşabilmektedir. Bunun nedenlerinden biri hem hurdaların temizliği hem de materyalinin yeniden kullanılabilir hale getirilirken yapılacak olan işlemlerin sıralamasına ve de yoğunluğuna göre belirlenmesidir.

Metal hurda, otomobil hurda, elektronik alet hurda, plastik hurda, kağıt hurda ve bilgisayar hurda gibi çeşitler bulunmaktadır. Bununla birlikte, bu atık maddeler arasında, özellikle kağıt ve metal hurdaları, eski zamanlardan beri en çok ihtiyaç duyulan maddeler arasında yer almaktadır. Aynı zamanda, son yıllarda, elektronik hurda ve bilgisayar hurdası da bu pazarda hurda fiyatları belirlenmekte ve kendi kategorilerini yaratmaktadırlar.

Yukarıdaki bilgilere göre aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

1. Hurda nedir?
2. Endüstriyel ve ekonomik olarak gelişmiş ülkelerde, atıkların yeni ürünler kadar değerli olmasının sebebi nedir?
3. Hurda türleri arasında en çok ihtiyaç duyulan maddeler nelerdir?
4. Genel olarak, toplanan hurdaların geri dönüşüme sağladığı katkılar nelerdir? Düşüncelinizi açıklayınız.

Şekil 22

Hurda problem durumu

HURDA PROBLEMİ



Ülkemizde ticari araçların ağırlık sınırlarını aşıp aşmadıklarını belirlemek için yollarda araç denetim istasyonları bulunmaktadır. Azami yüklü ağırlık, aracın güvenle taşıyabileceği azami yükle birlikte ağırlığıdır.

Denetim istasyonunda kantara çıkan araçta; aracın azami yüklü ağırlığı ile tartı toleransının toplamı esas alınır. Kantarda bu toplamdan daha fazla bir ağırlık çıkarsa araca ceza uygulanır.

Tartı toleransı ise aracın azami yüklü ağırlığı kullanılarak hesaplanmaktadır. Tartı toleransı en çok;

[(aracın azami yüklü ağırlığı x % 3,75) + 500] kg *olmaktadır.*

Denetim istasyonunda kantarda aracın azami yüklü ağırlığı ile tartı toleransının toplamından daha fazla bir değer çıkarsa araca ceza uygulanır.



Murat, çevre ilçelerde üretim yapan işletmelerden çıkan hurda toplama demir ve hurda teneke ürünlerini alarak geri dönüşüm tesisine satmaktadır. Aldığı ürünleri satacağı, Bursa organize sanayi bölgesinde bulunan geri dönüşüm tesisinin firma yetkilileriyle güncel fiyatları almak için görüşmüştür.

Yetkililer, demirin kilosunu 10,80 TL, tenekelerin kilosunu 5 TL'den almaktadır. İki gün önceden haber verilirse 1600 kilograma kadar hurdaları şirket aracı göndererek aldırabileceklerini söylemişlerdir.

%40'ını tenekelerin oluşturduğu teneke ve demirden oluşan hurdaların toplam ağırlığı 2 tondur. Murat'ın azami yüklü ağırlığı 4 ton olan kamyonetinin boş ağırlığı ise 2240 kg'dır.

Murat denetim istasyonlarında ceza alma riski yoksa hurdaları kendi kamyonetiyle götürmek istemekte fakat yol masrafı da olacağından şirket yetkililerine haber verme konusunda kararsız kalmıştır.

Murat'ın karar verebilmesi için aşağıdaki soruları yanıtlayarak yardımcı olunuz.

- Sizce, Murat hurdaları işyerinden kendi götürürse denetleme istasyonlarında ceza ödeme riski var mı?
- Hurdaları işyerinden kamyonetiyle götürdüğünde karlı çıkabilmesi için yol masrafı en fazla ne kadar olmalıdır?

3.2. Araştırmanın Katılımcıları

Bu araştırma, 2023–2024 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde, Balıkesir ilinin Altıeylül ilçesinde bulunan ve biri pilot, diğeri asıl uygulamanın gerçekleştirildiği iki devlet okulunda yürütülmüştür. Araştırmanın katılımcılarını, uygulama sürecine dâhil edilen 7. sınıf öğrencileri ile bu sınıflarda görev yapan öğretmenler oluşturmaktadır.

3.2.1. Öğrenci Katılımcılar

Araştırmanın öğrenci katılımcılarını, pilot uygulamanın yapıldığı okulda, 7'i kız, 10'u erkek 17 öğrenci ve asıl uygulamanın gerçekleştirildiği okulda öğrenim gören toplam 18 öğrenci oluşturmaktadır. Bu öğrencilerin 8'i kız, 10'u erkektir. Pilot uygulama süreci, asıl uygulama öncesinde gerekli düzenlemelerin yapılabilmesi amacıyla yürütülmüş; pilot uygulamadan elde edilen bulgular doğrultusunda etkinliklerde gerekli düzenlemeler yapılarak asıl uygulamaya geçilmiştir.

Okulların belirlenme sürecinde; çalışmanın yürütülmesine katkı sunacak öğretmenlerin gönüllü olması, okul yöneticilerinin araştırmaya destek vermesi, sınıf mevcutlarının gerçekleştirilecek grup çalışmalarına uygun olması ve okulların merkeze olan uzaklığı gibi ölçütler dikkate alınmıştır. Katılımcıların belirlenmesinde amaçlı örnekleme yöntemlerinden kolay ulaşılabilir durum örneklemesi tercih edilmiştir. Bu örnekleme yöntemi, araştırmaya hız ve pratiklik kazandırması nedeniyle seçilmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Ancak bu yöntemle elde edilen bulguların, yalnızca araştırmaya dâhil edilen okul ve öğrenci grupları bağlamında değerlendirilmesi gerektiği; sonuçların farklı okul türleri ya da daha geniş örneklemler için doğrudan genellenemeyeceği göz önünde bulundurulmalıdır.

3.2.2. Öğretmen Katılımcılar

Araştırmanın öğretmen katılımcılarını, pilot uygulamanın gerçekleştirildiği İmam Hatip Ortaokulunda (İ.H.O.) görev yapan iki öğretmen ile asıl uygulamanın gerçekleştirildiği devlet ortaokulunda görev yapan dört öğretmen oluşturmaktadır. Pilot uygulama sürecinde öğretmenlerle yalnızca ön görüşmeler, asıl uygulama sürecinde ise ön ve son görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Katılımcı öğretmenlerin kimlik bilgileri, etik ilkeler doğrultusunda gizlenmiş ve öğretmenler branş temelli kodlarla (M1, F2 vb.) ifade edilmiştir. Katılımcılara ilişkin ayrıntılı bilgiler Tablo 5'de sunulmuştur. Öğretmenler, pilot ve asıl uygulama süreçlerinin yürütüldüğü

sınıflarda derslere giren öğretmenler olmaları nedeniyle görüşme katılımcısı olarak araştırma sürecine dâhil edilmiştir.

Tablo 5

Katılımcı öğretmenlere ilişkin bilgiler

Katılımcı Kodu	Okul Türü	Uygulama Süreci	Branş	Cinsiyet	Mesleki Kıdem (Yıl)	Görüşme Durumu
F2	İ.H.O	Pilot Uygulama	Fen Bilgisi	Kadın	16	Ön Görüşme
M2	İ.H.O	Pilot Uygulama	Matematik	Kadın	4	Ön Görüşme
M1	Devlet Ortaokulu	Asıl Uygulama	Matematik	Kadın	8	Ön ve Son Görüşme
F1	Devlet Ortaokulu	Asıl Uygulama	Fen Bilgisi	Kadın	12	Ön ve Son Görüşme
TT1	Devlet Ortaokulu	Asıl Uygulama	Teknoloji ve Tasarım	Kadın	9	Ön ve Son Görüşme
SB1	Devlet Ortaokulu	Asıl Uygulama	Sosyal Bilgiler	Erkek	14	Ön ve Son Görüşme

M = Matematik, F = Fen Bilgisi, TT = Teknoloji ve Tasarım, SB = Sosyal Bilgiler.
Etik ilkeler doğrultusunda katılımcıların kimlikleri gizlenmiş, öğretmenler branş temelli kodlarla (M1, F2 vb.) ifade edilmiştir. Kodlamada sonu "1" olanlar asıl uygulama okulundaki, sonu "2" olanlar pilot uygulama okulundaki öğretmenleri göstermektedir.

3.3. Veri Toplama Araçları ve Süreci

Araştırmada kullanılan problemler araştırmacı tarafından hazırlanmış, alanında uzman üç matematik öğretmeni ve alanında uzman bir öğretim üyesinin görüşleri doğrultusunda değerlendirilmiştir. Uzmanlardan alınan geri bildirimler doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapılarak problemler pilot uygulamada denenmiş ve pilot uygulama sonrasında nihai hâlini almıştır.

Grup çalışmaları sırasında her bir gruptan ve tüm sınıfa yönelik gerçekleştirilen etkinlikler ya da konuşmalar sırasında alınan ses kayıtları, öğrenci çözüm kâğıtları, sunum sonu etkinlik kâğıtları ile araştırmacının gözlem notları, yarı yapılandırılmış görüşmeler bu çalışmanın veri grubunu oluşturmaktadır. Gözlem ve görüşme verilerinin yanı sıra, öğrencilerin bireysel ve grup çalışma defterleri de bu araştırmanın önemli veri kaynakları arasında yer almaktadır.

3.3.1. Görüşme

De Marrais (2004), görüşmeyi görüşmeci ve katılımcının birlikte yer aldığı, araştırma yapılan alana yönelik hazırlanan sorulara odaklanarak gerçekleştirilen bir konuşma süreci olarak tanımlamaktadır (aktaran Merriam, 2013). Görüşme, insanların belirli bir konu hakkında neyi ve neden düşündüklerini anlamak amacıyla sözlü iletişim yoluyla yürütülen, soru sorma ve yanıtlama tarzına dayalı karşılıklı etkileşimli bir süreç olarak ifade edilmektedir (Çepni, 2009). Patton (1987) ise görüşmelerin amacını, bireyin iç dünyasına girerek bakış açısını anlamak şeklinde açıklamaktadır (aktaran Yıldırım ve Şimşek, 2008). Görüşmeler, yapılandırılma düzeylerine göre tam yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (Çepni, 2009; Güler ve diğerleri, 2013).

Bu araştırmada ilgili disiplinlerin öğretmenleri ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme, araştırmacı tarafından önceden belirlenen soruların yanı sıra görüşme sırasında ortaya çıkan konulara göre yeni soruların da sorulabildiği bir görüşme türüdür (Güler ve diğerleri, 2013). Araştırmanın başlangıcında yapılan görüşmelerde, çalışmaya gönüllü olarak katılan öğretmenlerin derslerde modelleme etkinliklerinin uygulanması, disiplinlerüstü öğretim ve araştırmaya yönelik beklentileri belirlenmiştir. Bu kapsamda öğretmenlere, ders işleyiş biçimleri, disiplinlerüstü yaklaşıma ilişkin düşünceleri ve araştırmadan beklentilerini ortaya çıkaracak sorular yöneltilmiştir.

Bu araştırmada pilot ve uygulama okulunda disiplinlerüstü yaklaşımla oluşturulan MOElerin uygulanmasına ilişkin görüşleri belirlemek amacıyla ilgili disiplinlerin öğretmenleriyle ön görüşmeler yapılmıştır. Araştırma sonunda uygulama okulunda sürece ilişkin algı değerlendirmeleri ortaya koymak amacıyla derslerin öğretmenleriyle ve çalışmaya katılan öğrencilerle son görüşmeler yapılmıştır. Pilot uygulama araştırma sürecinde etkinliklerin işlevliğini test etmeye yönelik olduğundan bu okuldan elde edilen veriler yalnızca uygulama öncesi görüşlerle sınırlandırılmıştır. Öğretmenler ile sürecin başında ve sonunda, öğrenciler ile süreç sonunda yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmeler de ses kayıt cihazı ile kaydedilmiş, kullanılan sorular Ek 4'te verilmiştir.

3.3.2. Gözlem

Nitel araştırmalarda kullanılan gözlem yönteminin; katılımcılara ilk elden ulaşma deneyimi, bilginin oluştuğu sırada kaydedilebilme fırsatı ve olağan dışı durumların tespit edilebilmesi gibi önemli avantajları bulunmaktadır (Creswell, 2013). Bu araştırmada öğretim deneyi deseni benimsendiğinden, araştırmacı süreçte katılımcı gözlemci rolünü üstlenmiştir.

Araştırmacının gözlemci olarak katılımı, hem sürecin akışını yakından takip etmesine hem de uygulamaların öğrenciler ve öğretmenler üzerindeki etkilerini ayrıntılı biçimde değerlendirmesine imkân tanımıştır. Katılımcı gözlemin en önemli getirisi, araştırma ortamının, katılımcıların ve davranışların daha derinlemesine anlaşılmasına olanak sağlamasıdır (Glesne, 2013).

Araştırmacı her uygulamada yanında bir defter bulundurmuş ve gerekli gördüğü noktalarda hatırlatıcı kısa alan notları almıştır. Bununla birlikte sürecin tamamı ses kaydı ile kayıt altına alınmıştır. Yıldırım ve Şimşek'in (2008) de belirttiği gibi, ses kaydının kullanıldığı ortamlarda araştırmacı hızlı ve kısa not alma baskısı yaşamamakta, gözlem sürecini doğal akışında izleyebilmekte ve daha sonra kayıtları ayrıntılı biçimde çözümleyerek kapsamlı gözlem notları oluşturabilmektedir. Bu araştırmada da ses kayıtları, gözlem verilerinin daha güvenilir ve kapsamlı biçimde elde edilmesine katkı sağlamıştır.

Her uygulamanın ardından araştırmacı, aldığı alan notlarını düzenlemiş ve ses kayıtları ile destekleyerek daha ayrıntılı hâle getirmiştir. Ayrıca öğretmenlerle yapılan ön ve son görüşmelerden elde edilen veriler, gözlemlerle karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş; böylece hem öğretim deneyinin sürecine hem de katılımcıların algı ve deneyimlerine ilişkin çok yönlü veriler toplanmıştır.

3.3.3. Doküman İncelemesi

Araştırmalarda görüşme yapılan ya da iletişim kurulan kişiler tarafından araştırma konusunu ilgilendiren yazılı, görsel veya işitsel materyaller destekleyici unsur olarak değerlendirilebilmektedir (Güler ve diğerleri, 2013). Nitel araştırmalarda doğrudan gözlem ve görüşmenin mümkün olmadığı durumlarda veya araştırmanın geçerliliğini artırmak amacıyla, görüşme ve gözlem yöntemlerinin yanı sıra çalışılan problemle ilişkili dokümanların da incelenmesi önerilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2008).

Bu araştırmada veri toplama yöntemlerinden biri olarak doküman incelemesi kullanılmıştır. İlk olarak, disiplinlerüstü modelleme etkinliklerinin her bir aşamasında öğrencilerin yaklaşımlarını ayrıntılı biçimde analiz edebilmek amacıyla alınan video ve ses kayıtlarının transkriptleri incelenmiştir. Bu transkriptler, öğrencilerin problem çözme sürecinde sergiledikleri bilişsel adımları ve grup tartışmalarını ayrıntılı olarak ortaya koymuştur.

İkinci olarak, uygulamalarda öğrencilere dağıtılan bilişsel modelleme yeterliği basamaklarına göre hazırlanmış altı sorudan oluşan etkinlik kâğıtları araştırmanın bir diğer veri

kaynağını oluşturmuştur. Bu kâğıtlarda yer alan sorular; öğrencilerin problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama basamaklarına ilişkin düşünme süreçlerini açığa çıkarmayı hedeflemiştir. Böylece yalnızca ulaştıkları sonuçlar değil, aynı zamanda çözüm süreçlerinde izledikleri adımlar, varsayımları, strateji tercihleri ve doğrulama yöntemleri de değerlendirilmiştir. Ayrıca, her bir modelleme etkinliği tamamlandıktan ve grup sunumları yapıldıktan sonra öğrencilere yedi sorudan oluşan sunum sonu soruları yöneltilmiştir. Bu sorular aracılığıyla öğrencilerin kendi çözümlerini ve grup arkadaşlarının çözümlerini nasıl değerlendirdikleri, problemden hoşlanma durumları, çözüm sürecinde zorlandıkları noktalar ve varsa önerdikleri düzeltmeler belirlenmiştir. Bu şekilde modelleme sürecine ilişkin verilerin değerlendirilmesi araştırmaya yansıtılmıştır.

Son olarak, araştırma sürecinde öğrencilerin tuttukları bireysel defterler ve grup defterleri de doküman incelemesine dâhil edilmiştir. Bireysel defterler aracılığıyla öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerine ilişkin düşünceleri, çözüm yaklaşımları, etkinlik sırasında karşılaştıkları güçlükler ve bu güçlükleri aşarken izledikleri yollar incelenmiştir. Grup defterleri ise öğrencilerin ortak çalışma süreçlerini, grup içi tartışmalarını ve birlikte geliştirdikleri çözüm yollarını yansıtan önemli bir veri kaynağı olarak değerlendirilmiştir.

Tüm bu dokümanlar, araştırmanın geçerlilik ve güvenirliğini artırmak amacıyla MYDR çerçevesinde ve bilişsel süreç basamakları (problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama, doğrulama) dikkate alınarak analiz edilmiştir.

3.3.4. Uygulama Ortamı

Uygulamanın gerçekleştirildiği ortamın ayrıntılı biçimde tasvir edilmesi önemli görülmektedir. Öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerini geliştirmek amacıyla, 7. sınıf seçmeli Matematik derslerinde oluşturulan MOEnin ilgili disiplin dersleriyle hangi sırada ve hangi ders saatlerinde uygulanacağı öğretmenlerle işbirliği yapılarak planlanmıştır. Grupların çalışmalarının yarım kalmaması için süre kısıtlamasına gidilmemiştir. Bununla birlikte, tüm gruplar etkinliklerin sonunda sunum da gerçekleştirdiğinden bazı etkinlikler iki, bazı etkinlikler ise üç ders saati süresince yürütülmüştür.

Modelleme uygulamalarında öğrencilerin grup çalışması ile daha zengin çözüm yaklaşımları sergiledikleri belirtilmektedir (Maaß, 2006; Galbraith ve Clatworthy, 1990; aktaran Maaß ve Gurlitt, 2011; Maaß ve Mischo, 2011; Biccard ve Wessels, 2011). Bu doğrultuda, 18 kişilik sınıfta iki adet 4 kişilik ve iki adet 5 kişilik olmak üzere toplam dört

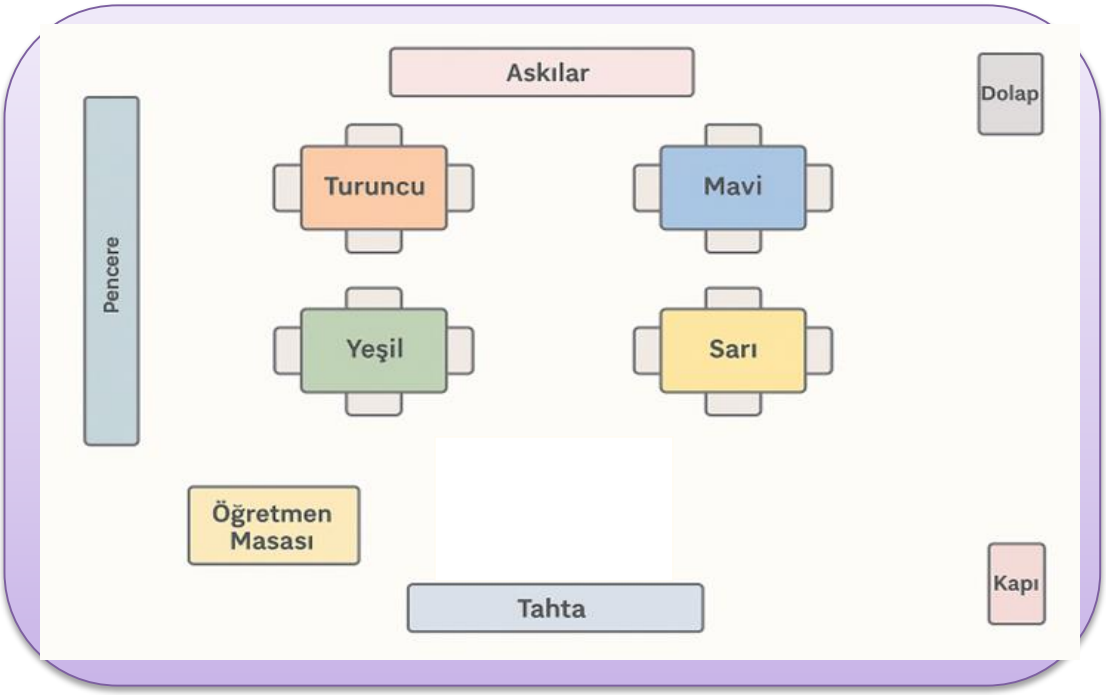
çalışma grubu oluşturulmuştur. Öğrencilerin işbirliğini kolaylaştırmak amacıyla her ders öncesinde sıralar küme düzeninde yerleştirilmiş; araştırmacı ve öğretmenin gruplar arasında rahat dolaşabilmesi ve grupların birbirlerinden gelen seslerden etkilenmemeleri için gruplar arasında uygun boşluklar bırakılmıştır.

Her uygulamanın başlangıcında, etkinliklerin tanıtıcı makale bölümünde yer alan sorular gruplara yöneltilmiş ve her gruptan öğrencilere söz hakkı verilmiştir. Öğrenciler, problem çözme, çözüm kâğıdı alt sorularını doldurma, sunum yapma ve sunum sonrası soruları yanıtlama gibi görevleri yerine getirmiştir. Bazı grupların ise teneffüslerde dahi çalışmalarını sürdürdükleri gözlemlenmiştir. Daha sonra öğrencilere bireysel etkinlik kâğıtları dağıtılmış ve bireysel çalışmalar için süre tanınmıştır. Bu süreçte öğrenciler, problemi okuyarak anlamlandırmaya, verilen ve istenenleri belirlemeye çalışmışlardır. Bireysel süre tamamlandıktan sonra grup çözüm kâğıtları dağıtılmış ve grup çalışması sırasında bu kâğıtlarda yer alan altı sorunun yanıtlanması sağlanmıştır.

Uygulamanın son 20 dakikasında, her gruba çözümlerini sunmaları için yaklaşık beş dakika süre verilmiş; bu sürede öğrenciler çözüm önerilerini paylaşmış ve sınıf arkadaşlarının sorularını yanıtlamışlardır. Sunumların ardından, yedi sorudan oluşan sunum sonu değerlendirme formu uygulanmıştır. Şekil 23'de, uygulamanın gerçekleştirildiği sınıfın kuşbakışı görünümü yer almaktadır.

Şekil 23

Uygulamanın gerçekleştirildiği sınıfın kuş bakışı görünümünün çizimi



3.3.5. Araştırmacı ve Öğretmenin Rolü

Modelleme temelli öğretim süreçlerinde öğrencilerin, matematiksel düşünme becerilerini ve modelleme yeterliklerini geliştirebilmeleri için öğretmenlerin, öğrencilerin süreç boyunca kullandıkları matematiksel araçları, stratejileri ve dayandıkları fikirleri yakından izlemeleri, bu tercihlerin ardındaki nedenleri sorgulamaları ve gerektiğinde yönlendirici müdahalelerde bulunmaları gerekmektedir (Tan ve Ang, 2015). Öğretmen, yalnızca bilgi aktarıcısı rolünde değil, aynı zamanda öğrencinin düşünme süreçlerini destekleyen, rehberlik eden bir bilişsel koç olarak konumlandırılmaktadır.

Bu çerçevede, öğretim deneyiminde araştırmacı ve öğretmen, öğrencilerin modelleme sürecindeki bilişsel gelişimlerini desteklemek amacıyla birlikte çalışmışlardır. Uygulamalar sırasında öğretmen ve araştırmacı, öğrencilerin problem çözme sürecine aktif olarak dâhil olurken, araştırmacı ise sınıf içi etkileşimleri sistematik bir şekilde gözlemlemiş ve sürece ilişkin verileri toplamıştır. Her iki aktör de öğrencilerin düşünme biçimlerini anlamaya yönelik açık uçlu sorular yönelterek, öğrencilerin fikirlerini gerekçelendirmelerini teşvik etmişlerdir.

Araştırmacı ve öğretmenin bu işbirliği, öğretim sürecinde hem anlık müdahalelerin hem de uzun vadeli gelişimlerin izlenmesini sağlamış; öğrencilerin modelleme sürecinde karşılaştıkları bilişsel zorlukların tanımlanması ve giderilmesine yönelik stratejik adımların atılmasına olanak tanımıştır. Böylece süreç, yalnızca içerik aktarımından ibaret olmayan, öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini destekleyen, yapılandırılmış ve dinamik bir öğrenme ortamı haline gelmiştir.

3.4. Veri Çözümleme Teknikleri

Sagor (2000), veri analizini verilerin sistematik bir biçimde düzenlenmesi ve benzer kategoriler altında toplanması süreci olarak tanımlamaktadır. Bu araştırmada verilerin düzenlenmesi ve çözümlenmesine geçilmeden önce, öğretmenlerle gerçekleştirilen ön ve son görüşmelerin ses kayıtları ile uygulamalar süresince öğrencilerin modelleme problemlerini çözerken ve grup sunumlarını yaparken kaydedilen ses kayıtları birebir yazıya aktarılmıştır. Yazıya aktarımlar sırasında ilk sütuna ifadeyi dile getiren kişinin ismi, ikinci sütuna ise ifadenin içeriği yazılmış; sözel bir ifade bulunmadığında o anda yaşanan durum köşeli parantez ([ ]) içinde açıklanmıştır. Anlaşılmayan veya eksik duyulan bölümler ise üç nokta ... ile gösterilmiştir.

Araştırmada, uygulamalar süresince grup çalışmalarının bilişsel modelleme yeterliklerini belirlemek amacıyla Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği (MYDR**)** kullanılmıştır (Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2014). Böylece öğrencilerin bilişsel modelleme süreçlerindeki gelişim düzeyleri, önceden belirlenmiş ölçütler doğrultusunda değerlendirilmiştir.

Bunun yanı sıra, uygulamalara ilişkin daha ayrıntılı bilgi elde edebilmek amacıyla betimsel analiz tekniğinden yararlanılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bu kapsamda öncelikle öğrenci gruplarının problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama modelleme bilişsel yeterliklerini anlamlandırmak için çözüm kağıtlarında yer alan altı temel soruya verdikleri yanıtlar incelenmiş, ardından grupların sınıf ortamında gerçekleştirdikleri sunumlar değerlendirilmiştir. Sunumların ardından öğrencilere yöneltilen yedi adet değerlendirme sorusu, öğrencilerin hem kendi çözümlerini hem de arkadaşlarının çözümlerini nasıl değerlendirdiklerini açıklamalarına olanak sağlamıştır. Bu süreçte öğrenciler, zaman zaman yaptıkları hataları fark ederek çözümlerini yeniden gözden geçirmiş ve gerekli düzeltmeleri yapmışlardır.

Öğrencilerin bireysel defterleri ve grup defterleri ise sürece ilişkin algılarını, karşılaştıkları güçlükleri ve çözüm yaklaşımlarını yansıtan önemli veri kaynakları olarak incelenmiştir. Böylece hem uygulama sürecinde öğrencilerin problem çözme ve modelleme yeterlikleri hakkında doğrudan bilgi edinilmiş hem de sürecin bütüncül bir şekilde değerlendirilmesi sağlanmıştır.

Araştırmanın birinci alt problemi kapsamında, öğrenci gruplarının model oluşturma etkinlikleri sürecinde sergiledikleri bilişsel modelleme yeterlikleri, Borromeo-Ferri'nin (2006) bilişsel modelleme döngüsüne dayalı olarak geliştirilen değerlendirme rubriği aracılığıyla analiz edilmiş; elde edilen veriler betimsel analiz yaklaşımıyla yorumlanmıştır. İkinci alt problem doğrultusunda öğretmenlerle gerçekleştirilen ön ve son görüşmelerden elde edilen veriler ile üçüncü alt problem kapsamında öğrencilerle yapılan görüşmelerden elde edilen veriler tematik analiz yöntemiyle incelenmiş; veriler kodlama süreci sonunda oluşturulan temalar çerçevesinde yorumlanmıştır (Creswell, 2013; Glesne, 2013).

Araştırmada araştırma soruları ile veri kaynakları ve analiz yaklaşımları arasındaki ilişki aşağıdaki Tablo 6'da özetlenmiştir.

Tablo 6

Araştırmanın alt problemleri, veri kaynakları ve analiz yöntemlerinin eşleştirilmesi

Alt Problem	Veri	Analiz
1	MOE Performansları	Rubrik+ Betimsel Analiz
2	Öğretmen Görüşleri	Tematik Analiz
3	Öğrenci Görüşleri	Tematik Analiz

3.4.1. Rubrik Kullanımı ve Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği

Rubrik, belirli bir öğretim sürecinin sonunda öğrenciden beklenen performansın çeşitli boyutlar ve düzeyler çerçevesinde yapılandırılarak değerlendirilmesini sağlayan bir ölçme aracıdır (Sezer, 2005). Başka bir ifadeyle rubrik, yapılandırılmış performans görevlerine ilişkin farklı düzeylerdeki öğrenci performansını; bu düzeylere ait karakteristik özellikleri ve değerlendirme kriterlerini tanımlayan, bu doğrultuda performansa veya ürüne yönelik yargıya ulaşmayı mümkün kılan puanlama rehberi olarak tanımlanmaktadır (Kan, 2007). Bu doktora tezinde verilerin önemli bir bölümü nitel yollarla analiz edilmekle birlikte, öğrenci gruplarının bilişsel modelleme yeterliklerindeki gelişimin daha sistematik biçimde ortaya konulabilmesi amacıyla, nitel analizlerin yanında rubrik değerlendirmesine de yer verilmiş; bazı verilerin sayısallaştırılması yoluna gidilmiştir. Bu doğrultuda, hem araştırma başlangıcında öğrencilerin bireysel düzeylerinin ve grup dağılımlarının belirlenmesinde hem de süreç boyunca öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerindeki gelişimin izlenmesinde MYDR kullanılmıştır (Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2014).

MYDR, modelleme problemleri üzerinde bireysel veya grup hâlinde çalışan öğrencilerin geliştirdikleri çözüm yaklaşımlarını inceleyerek, bilişsel modelleme yeterliklerini değerlendirmek amacıyla geliştirilmiş bir analitik puanlama aracıdır. Bu rubriğin boyutları, araştırmanın kuramsal çerçevesiyle uyumlu biçimde; problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama yeterliklerinden oluşmaktadır. Boyutlara ilişkin düzeyler ise şu şekilde yapılandırılmıştır (Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2014).

- **Problemi Anlama**: 5 düzey
- **Sadeleştirme:** 4 düzey
- **Matematikselleştirme:** 5 düzey
- **Matematiksel Olarak Çalışma**: 5 düzey

- **Yorumlama:** 5 düzey
- **Doğrulama**: 7 düzey

Değerlendirme sürecinde, Düzey 1 için 0 puan, sonraki düzeyler için sırasıyla 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 puan verilmiştir. Böylece MYDR üzerinden bir öğrencinin alabileceği toplam puan en az 0, en fazla 25 olacak şekilde belirlenmiştir.

Bu puanlar doğrultusunda öğrenci yeterlik düzeyleri aşağıdaki biçimde kategorize edilmiştir:

- **0–6 puan:** Modelleme yeterliğine sahip değil
- **7–12 puan:** Bir ölçüde modelleme yeterliğine sahip
- **13–21 puan:** Kabul edilebilir düzeyde modelleme yeterliğine sahip
- **22–25 puan:** Üst düzey modelleme yeterliğine sahip

Tablo 7'de rubriğin her bir boyut ve düzeyine ilişkin ayrıntılı açıklamalara yer verilmiştir.

Tablo 7

Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği (MYDR) (Tekin Dede, 2012)

Boyut	Düzey	Puan	Tanımlama
Problemi Anlama	Düzey 1	0	Problemi anlamadığını gösteren ifadelere yer verme, verilenleri ve istenenleri belirleyememe ve aralarında ilişki kurmama/yanlış ilişki kurma.
	Düzey 2	1	Problemi bir ölçüde anladığını gösteren ifadelere yer verme, verilenleri ve istenenleri belirleme ancak aralarında ilişki kurmama/yanlış ilişki kurma.
	Düzey 3	2	Problemin tam olarak anlaşıldığını gösteren ifadelere yer verme, verilenleri ve istenenleri belirleme ancak aralarında ilişki kurmama/yanlış ilişki kurma.
	Düzey 4	3	Problemin tam olarak anlaşıldığını gösteren ifadelere yer verme, ancak verilenleri ve istenenleri belirlerken önemsiz hatalar yapma; buna rağmen aralarında ilişki kurma.
	Düzey 5	4	Problemin tam olarak anlaşıldığını gösteren ifadelere yer verme, verilenleri ve istenenleri belirleme ve aralarında doğru ilişki kurma.
Sadeleştirme	Düzey 1	0	Problemi sadeleştirmeme, gerekli/gereksiz değişkenleri belirlememe ve yanlış varsayımlarda bulunma.
	Düzey 2	1	Problemi bir ölçüde sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri bir ölçüde belirleme ancak yanlış varsayımlarda bulunma.
	Düzey 3	2	Problemi bir ölçüde sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri bir ölçüde belirleme ancak yanlış varsayımlarda bulunma.
	Düzey 4	3	Problemi sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri belirleme ve bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlarda bulunma.

Matematikselleştirme	Düzey 1	0	Matematiksel model oluşturmama veya yanlış model/ler oluşturma.
	Düzey 2	1	Bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlar doğrultusunda eksik/hatalı matematiksel model/ler oluşturma
	Düzey 3	2	Bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlara dayalı doğru matematiksel model/ler oluşturma.
	Düzey 4	3	Gerçekçi varsayımlar doğrultusunda eksik/hatalı matematiksel model/ler oluşturma ve birbiriyle ilişkilendirme.
	Düzey 5	4	Gerçekçi varsayımlara göre gerekli matematiksel model/leri doğru bir şekilde oluşturma, model/modelleri açıklama ve birbiriyle ilişkilendirme.
Matematiksel Olarak Çalışma	Düzey 1	0	Matematiksel çözüm sunmama, oluşturulan matematiksel modelleri yanlış çözme veya yanlış matematiksel modeli çözmeye çalışma.
	Düzey 2	1	Eksik/hatalı oluşturulan matematiksel modellerin çözümünde hatalar/eksiklikler içerme.
	Düzey 3	2	Eksik/hatalı oluşturulan matematiksel modelleri doğru çözme.
	Düzey 4	3	Doğru oluşturulan matematiksel modellerin çözümünde hatalar/eksiklikler içerme.
	Düzey 5	4	Doğru oluşturulan matematiksel model/leri kullanarak doğru matematiksel çözüme ulaşma.
Yorumlama	Düzey 1	0	Elde edilen matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında yanlış yorumlama veya hiç yorumlamama.
	Düzey 2	1	Hatalar içeren/eksik matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik yorumlama.
	Düzey 3	2	Hatalar içeren/eksik matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlama.
	Düzey 4	3	Elde edilen doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik bir şekilde yorumlama.
	Düzey 5	4	Elde edilen doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlama.
Doğrulama	Düzey 1	0	Doğrulama yaklaşımında bulunmama veya yanlış doğrulama yapma.
	Düzey 2	1	Kısmen/Bir ölçüde doğrulama yaklaşımında bulunma, hatalar belirlenmesine rağmen bu hataları düzeltmeme.
	Düzey 3	2	Kısmen/Bir ölçüde doğrulama yaklaşımında bulunma, belirlenen hataları bir ölçüde düzeltme.
	Düzey 4	3	Kısmen/Bir ölçüde doğrulama yaklaşımında bulunma, belirlenen hataları düzeltme.
	Düzey 5	4	Doğrulama yaklaşımında bulunma, hatalar belirlenmesine rağmen bu hataları düzeltmeme.
	Düzey 6	5	Doğrulama yaklaşımında bulunma, belirlenen hataları bir ölçüde düzeltme.
	Düzey 7	6	Doğrulama yaklaşımında bulunma, belirlenen hataları düzeltme.

MYDR ile gerçekleştirilen analiz sürecinde, öğrenci gruplarının problem çözüm süreçlerine ve sınıf sunumlarına ilişkin transkriptler ile çözüm kâğıtları detaylı biçimde incelenmiştir. Bu incelemeler sırasında, her bir bilişsel boyutun varlığı sorgulanarak ilgili boyuta ilişkin düzey belirlenmiş MYDR formu üzerine kısa notlar düşülmüştür. Tüm boyutlar için benzer bir değerlendirme süreci uygulandıktan sonra, her grup için ilgili modelleme problemine ilişkin toplam bilişsel modelleme yeterlik puanı hesaplanmıştır.

3.4.2. Betimsel Analiz

Betimsel analizde elde edilen veriler, daha önceden belirlenen temalara göre özetlenmekte ve yorumlanmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bu tez çalışmasında, öğretim deneyi sürecinde gerçekleştirilen uygulamalara ilişkin veriler üzerinde betimsel analiz yapılmış, ayrıca öğrencilerin çözüm kağıtları, sunum sonu sorularına verdikleri yanıtlar ile bireysel ve grup defterlerinden de ek veri kaynakları olarak yararlanılmıştır**.**

Verilerin betimsel analizi gerçekleştirilirken, Yıldırım ve Şimşek'in (2008) belirttiği aşamalar izlenmiştir:

1. Betimsel analiz için bir çerçeve oluşturma: Araştırmanın alt problemleri ve kuramsal çerçevesi dikkate alınarak, verilerin hangi temalar altında sunulacağına karar verilmiştir. Öğretim deneyi sürecinde elde edilen veriler; amaç, uygulama sürecinin işleyişi ve süreç sonunda belirlenen güçlükler olmak üzere üç temel tema altında toplanmıştır. Ayrıca grup ve bireysel defterler ile çözüm kağıtlarında ortaya çıkan bulgular, öğrencilerin problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama yeterlikleri doğrultusunda incelenmiştir. Bu tematik yapı uzman görüşü alınarak onaylanmıştır.

2. Tematik çerçeveye göre verilerin işlenmesi: Bu aşamada, belirlenen temalar doğrultusunda veriler okunmuş, sınıflandırılmış ve anlamlı bütünler oluşturulmuştur.

3. Bulguların tanımlanması: Veriler, belirlenen temalar doğrultusunda tanımlanmış; öğrencilerin defterlerinden, çözüm kağıtlarından ve sunum sonu sorularından doğrudan alıntılarla desteklenmiştir.

4. Bulguların yorumlanması: Son aşamada tanımlanan bulgular açıklanmış, ilişkilendirilmiş ve öğretim deneyi bağlamında anlamlandırılmıştır. Böylece öğrencilerin bilişsel modelleme yeterlikleri ve süreçte yaşadıkları güçlükler daha bütüncül bir şekilde değerlendirilmiştir.

3.4.3. Tematik Kodlama

Creswell (2013), nitel verilerin kodlamasının üç türde olabileceğini ifade etmekte ve bunları (a) sadece katılımcılardan toplanan bilgiyi temel alarak kod geliştirme, (b) önceden belirlenmiş kodları kullanma ve (c) ortaya çıkan ve önceden belirlenmiş kodların bir kombinasyonunu kullanma olarak sıralamaktadır. Benzer şekilde Strauss ve Corbin (1990) da daha önceden belirlenmiş kavramlara göre yapılan kodlama, verilerden çıkarılan kavramlara

göre yapılan kodlama ve genel bir çerçeve içinde yapılan kodlama olmak üzere üç kodlama türünden bahsetmektedirler (aktaran Yıldırım ve Şimşek, 2008).

Bu tez çalışmasında ise öğretim deneyi sürecinde gerçekleştirilen MOElerine ilişkin veriler çözümlenirken, öğrencilerin grup çalışmaları sırasında ortaya koydukları çözüm kağıtları, bireysel ve grup defterleri ile sunumlara yönelik ses kayıtlarının yazıya aktarılmış halleri analiz edilmiştir. Veriler, öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerini ve sürece ilişkin algılarını ortaya çıkarmak amacıyla tematik kodlama yoluyla çözümlenmiş, gerektiğinde doğrudan alıntılar ve öğrenci ürünlerinden örnekler ile desteklenmiştir.

3.5. Geçerlilik ve Güvenilirlik

Nitel araştırmalarda geçerlik ve güvenirlik; inandırıcılık (credibility), aktarılabilirlik (transferability), tutarlılık (dependability) ve doğrulanabilirlik (confirmability) ölçütleri çerçevesinde ele alınmaktadır (Lincoln ve Guba, 1985). Bu araştırmada söz konusu ölçütleri sağlamak amacıyla çeşitli stratejilerden yararlanılmıştır.

Bu araştırmada, geçerlilik ve güvenirliğin sağlanmasına yönelik gerekli koşullar titizlikle yerine getirilmiştir. Nitel araştırmalarda, farklı veri kaynaklarından elde edilen bir kod veya kategorinin belgelenmesine yönelik kanıt sunulması, veri çeşitliliği (üçgenleme) yoluyla gerçekleştirilmekte ve bu durum bulguların geçerliliğini artırmaktadır (Creswell, 2013). Bu kapsamda yürütülen öğretim sürecinde; görüşme**,** doküman incelemesi ve gözlem olmak üzere üç farklı veri toplama yöntemi kullanılmış; çeşitli veri kaynakları ve analiz tekniklerinden yararlanılarak elde edilen bulguların inandırıcılığı güçlendirilmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2008).

Veri toplama aracı olarak; çalışma yaprakları**,** bireysel defterler ve grup defterleri kullanılmıştır. Araştırmacı, öğrencilerin süreç boyunca çalışma kâğıtlarına aldıkları notları ve gerçekleştirdikleri işlemleri silmemeleri amacıyla tükenmez kalem kullanmalarını istemiştir. Ayrıca öğrencilerden, düşüncelerini grup içinde tartışmaları, oluşturdukları modelleri ve uyguladıkları işlemleri ayrıntılı biçimde kayıt altına almaları talep edilmiştir. Bu uygulama, öğrencilerin modelleme sürecinde sergiledikleri bilişsel becerilerin daha açık biçimde izlenmesine olanak tanımıştır.

Kullanılan veri toplama araçlarının kapsam geçerliğini sağlamak amacıyla, alanında uzman üç ortaokul matematik öğretmeni ile bir öğretim üyesinin görüşlerine başvurulmuş; alınan geri bildirimler doğrultusunda gerekli düzenlemeler sonrasında problemler pilot uygulamada denenmiş; pilot uygulamadan elde edilen geri bildirimler doğrultusunda gerekli

revizyonlar yapılarak araçların güvenirliği desteklenmiştir. Görüşmeler ses kayıt cihazı ile kaydedilerek güvenilirlik artırılmış; etik ilkeler doğrultusunda, katılımcıların gerçek isimleri kullanılmayarak farklı kimliklerle kodlanmıştır.

Verilerin analizinde güvenirliği sağlamak amacıyla birden fazla araştırmacının analizleri arasındaki uyuşum yüzdesinin (Miles ve Huberman, 1994) belirlenmesi önerilmektedir. Uyuşum yüzdesini, gözlemcilerin veya değerlendiricilerin uyuştukları madde sayısının toplam değerlendirme veya gözlem sayısına oranı belirler. Elde edilen değerin güvenilir kabul edilebilmesi için uyuşum yüzdesinin %70 üzerinde olması gerekmektedir (Şencan, 2005).

Farklı bir yöntem olarak kabul edilen kararlılık (stability) yöntemine göre, verilerin analizinin güvenirliğini sağlamak için verilerin ilk analizinde belli bir zaman geçtikten sonra aynı kişi tarafından ikinci bir analizin gerçekleştirilmesi gerektiği belirtilmektedir (Krippendorff, 1980; Weber, 1985). Bu amaçla araştırmacı MOEleri problemlerinin çözümleri ve çözümlerin sunumuna ilişkin gerçekleştirdiği analizde güvenirliği sağlamak için aynı veri setini ilkinden yaklaşık 6 ay sonra tekrar analiz etmiştir. Aynı verilerin yaklaşık 6 ay sonra tekrar analiz edilerek çalışmanın güvenirliğini arttırmak hedeflemiştir. Analizlerdeki uyuşumu ortaya çıkarmak amacıyla Miles ve Huberman'ın (1994) uyuşum yüzdesi hesaplamalarından yararlanılmıştır. Uyuşum hesaplanırken her bir MOEnde uygulanan problemlere göre tüm grupların MYDR değerlendirmesi gerçekleştirilmiş ilk ve son sonuçlar karşılaştırılmıştır. MYDR değerlendirmesi sonucunda, ilk ve son değerlendirmelerde ortak olan değerlendirme sayısı toplam değerlendirme sayısına bölünerek uyuşum yüzdesi hesaplanmıştır. Herhangi bir MOE problemine ait ilk ve son değerlendirmelere göre tüm grupların ortak değerlendirme sayısı olan 20, toplam değerlendirme sayısı olan 24'e bölünerek uyuşum yüzdesi %83,3 olarak belirlenmiştir. Uyuşum yüzdesinin hesaplanmasına ilişkin örnek Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8

MYDR ile ilk ve son değerlendirmeye ilişkin örnek uyuşum yüzdesi hesaplama tablosu

	İlk Değerlendirme				**Son Değerlendirme**			
Yeterlikler/Gruplar	**M**	**S**	**Y**	**T**	**M**	**S**	**Y**	**T**
Problemi Anlama	Düzey 5	Düzey 5	Düzey 4	Düzey 5	Düzey 5	Düzey 5	Düzey 5	Düzey 5
Sadeleştirme	Düzey 4	Düzey 4	Düzey 3	Düzey 4	Düzey 4	Düzey 4	Düzey 3	Düzey 4
Mtematikselleştirme	Düzey 5	Düzey 5	Düzey 3	Düzey 4	Düzey 5	Düzey 5	Düzey 2	Düzey 4
Matematiksel Olarak Çalışma	Düzey 5	Düzey 4	Düzey 3	Düzey 2	Düzey 5	Düzey 4	Düzey 3	Düzey 2
Yorumlama	Düzey 5	Düzey 3	Düzey 3	Düzey 3	Düzey 5	Düzey 3	Düzey 4	Düzey 3
Doğrulama	Düzey 7	Düzey 6	Düzey 4	Düzey 2	Düzey 7	Düzey 6	Düzey 3	Düzey 2
Değerlendirmeler Arası Uyuşum Oranı					6/6	6/6	2/6	6/6
Toplam Uyuşum Oranı				**20/24=%83,3**				

İlk ve son değerlendirme arasındaki uyuşum yüzdesinin %83,3 çıkması sebebiyle, MYDR ile gerçekleştirilen analizlerin güvenilir olduğuna karar verilmiştir. Tüm MOEne ilişkin uyuşum yüzdeleri, Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9

Tüm MOE uygulamalarına ilişkin uyuşum yüzdeleri

Etkinlikler	**Uygulanan Problemler**	**Değerlendirmeler Arası Uyuşum Yüzdesi**
1. MOE	Aşure	100
2. MOE	Deterjan Tüketimi	95,8
3. MOE	Geri Dönüşüm Günü	100
4. MOE	Da Vinci Köprüsü	100
5. MOE	Sensörlü Musluk	100
6. MOE	Damla Sulama Sistemi	95,8
7. MOE	Hurda	83,3

4. BÖLÜM
BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde, verilerin analizinden elde edilen bulgular çalışmanın alt problemlerine paralel olarak sunulmaktadır. Sırasıyla, disiplinlerüstü yaklaşımla oluşturulan MOElerin uygulama sürecinde her bir grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin nasıl bir gelişim gösterdiğine ilişkin bulgulara, bu uygulama süreçlerine yönelik farklı branş öğretmenlerinin görüşlerine ilişkin bulgulara ve son olarak da disiplinler üstü yaklaşımla oluşturulan MOElerin öğretim sürecine yönelik öğrenci görüşlerine ilişkin bulgulara yer verilmektedir.

4.1. Disiplinlerüstü Yaklaşımla Oluşturulan MOElerin Uygulama Sürecinde Her Bir Grubun Bilişsel Modelleme Yeterlikleri

Bu bölüm, MOE uygulamalarında grupların bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeylerine ilişkindir. Grupların bilişsel modelleme yeterliklerinin durumunu ortaya koymak amacıyla, çözüm süreci ve sunum sürecinde elde edilen çözüm yaklaşımları incelenmiştir. Öğrenciler, tüm bilişsel modelleme yeterliklerinin değerlendirilebilmesi amacıyla, geliştirilmiş olan MOE çözümlerini gerçekleştirmişlerdir.

Öğrenciler çözüm kâğıtlarında yer alan soruları yanıtladıktan sonra, gönüllü olan gruplar çözümlerini sınıf arkadaşlarına sunmuştur. Sunumların ardından araştırmacı, yapılan çözümlerle ilgili olarak diğer grupların görüşlerini alarak çözümler üzerinde tartışma ortamı oluşturmuştur. Tartışma sürecinin ardından kesin bir doğru cevap belirlenmemiş; öğrencilerden, çözümlerinde değiştirilmesi ya da geliştirilmesi gereken noktalar olup olmadığına karar vermeleri istenmiştir. Bu doğrultuda, yedi sorudan oluşan etkinlik sonu soruları yanıtlanmış; bazı grupların bu aşamada çözümlerini revize ettikleri gözlenmiştir. Etkinlikler bu süreç sonunda sonlandırılmıştır.

Araştırma sürecinde, tüm MOE elde edilen bulgular ve yorumlar; öğrencilerin grup çalışmalarındaki çözüm süreçleri, çözüm kâğıtları ve sunum süreçlerinden elde edilen veriler temel alınarak sunulmuştur. Bireysel çalışmalarda yalnızca çözüm kâğıtları değerlendirildiğinden, öğrencilerin süreç içerisinde geri dönerek hatalarını fark edip düzeltip düzeltmediklerine ilişkin yeterli veri elde edilememiştir. Bu nedenle bireysel çalışmalarda doğrulama yeterliği doğrudan gözlemlenememektedir. Buna karşılık, öğrencilerin grup hâlinde çalıştıkları MOElerinde daha zengin çözüm yaklaşımları sergiledikleri; tartışma ve sunum süreçleri aracılığıyla doğrulama ve yorumlama aşamalarını daha belirgin biçimde ortaya koydukları görülmüştür. Bu doğrultuda, araştırma kapsamında elde edilen tüm bulgular,

öğrencilerin grup çalışmalarına dayalı çözüm süreçleri üzerinden değerlendirilmiştir. MOEnin uygulanması sürecinde, öğrenci gruplarının bilişsel modelleme yeterliklerinin nasıl şekillendiği aşağıdaki alt başlıklarda etkinlik bazında ayrıntılı olarak incelenmiştir.

4.1.1. Aşure Model Oluşturma Etkinliğine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Öğrencilerin etkinliğe ısınmalarını sağlamak amacıyla, MOE kapsamında bir gün önceden dağıtılan tanıtıcı makale bileşeni olan "Aşure" makalesinin altındaki sorular uygulama öncesinde ele alınmıştır. Bu süreçte her gruptaki öğrencilere söz hakkı verilerek soruları yanıtlamaları sağlanmıştır. Ardından öğrencilere bireysel etkinlik kâğıtları dağıtılmış ve problem üzerinde bireysel olarak çalışmaları için belirli bir süre tanınmıştır. Verilen sürenin tamamlanmasının ardından ise grup çalışmalarına geçilmiştir.

Araştırmacı: *Aşure parçasını okumayan var mı? Okumayan yok değil mi aşureyi? Tamam. Ooo, bayağı kişi parmak kaldırdı. Aşureyi süslemek için hangi ürünler ilave edildi? [Öğretmen okuma metninin ilk sorusunu okur, öğrenciler parmak kaldırır]. Yeşil gruptan ismini söyle.*

Sude: *Süsleme amacıyla ceviz, fındık, çam fıstığı, badem, nar, susam ve tarçın gibi kuru yemişler, meyve ve baharatlar kullanılır.*

Araştırmacı: *Aynı fikirde misiniz? [Tüm sınıfa sorar, "evet" sesleri gelir]. Süper. "Aşure" kelimesi ne anlama geliyor? [Öğretmen 2. soruyu sınıfa sorar].*

Asya: *10 anlamına gelir.*

Araştırmacı: *Hem fikir miyiz? [Sınıf onaylar]. Hicri takvime göre aşure hangi ayda yapılmaktadır? (Öğretmen 3. soruyu sorar.) Turuncu gruba söz hakkı vermedik. Evet, buyur.*

Turan: *Muharrem ayının 10. günü.*

Araştırmacı: *Evet, doğrudur. O zaman 4. soruda: Aşure dağıtımı ve benzeri geleneklerimize devam edilmesi, toplumumuzda sosyal yaşama ne gibi katkılar sağlar? Ne düşünüyorsunuz? Sarı gruba söz hakkı vermedik. [Öğrenciler parmak kaldırır]. Evet, Esra'yı dinleyelim bakalım ne düşünüyor?*

Esra: *Birlikteliği ve dayanışmayı artırır.*

Araştırmacı: *Birliktelik ve dayanışmayı artırıyor, değil mi? Gerçekten, aşure dışında yapılan ortak düğün yemekleri ve farklı gelenekler de bu şekilde işliyor. Bu soruyla ilgili söz almak isteyen başka grup var mı? İsmini de söyle. [Öğrenciler parmak kaldırır].*

Sude: *Sosyal bağları güçlendirir.*

Araştırmacı: *Aynı fikirdeyiz; evet, sosyal bağlarımızı güçlendiriyor. Devam edebiliriz bireysele.*

4.1.1.1. Aşure Model Oluşturma Etkinliğinde Mavi Grubun Çözüm Sürecine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Bireysel çalışmada grup üyelerinden düşüncelerini sesli olarak ifade edenler olmuştur. Bu süreçte Asya, her iki kuru yemişçiden alınacak ürünlerin bir kilogram üzerinden hesaplanması gerektiğini düşünerek yanlış bir varsayım oluşturmuştur **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)**. Naz, toplu taşıma ücretinin ne kadar olduğunu bilmediğini söylemiştir. Problemi çözebilmesi için verilmeyen bilgiye ihtiyaç duyduğunu ifade ederek varsayım oluşturmuş olsa da bireysel çözüm kağıdındaki "Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir?" sorusunda yer alan varsayımın ne anlama geldiğini **(Sadeleştirme)** araştırmacıya sormuştur. Bireysel çalışma sürecinde tüm öğrenciler problemi anlamlandırarak, gerekli ve gereksiz değişkenleri belirledikleri ifadelere yer vermişlerdir **(Problemi Anlama, Sadeleştirme).**

Araştırmacı: *Devam edebiliriz bireysele. Aşureleri toplayayım ben sonra [Verilen tanıtıcı makaleler toplanır].*

Öğretmen: *Adınızı yazmayı unutmayın. [Bireysel çalışma kâğıtları dağıtılır].*

Asya: *Siz neyin işlemini yapıyorsunuz ya? Önce 450 ile 160 toplayacaksınız, sonra 250 ile 420'yi toplayacaksınız.*

İmer: *Ben hepsini tek tek buldum bunların.*

Öğretmen: *Yapmışsın.*

İmer: *Lazım olur diye ama lazım olmadı, o ayrı.*

Naz: *Yol parası ne kadar ki?*

Naz: *Hocam bir gelir misiniz? Burada toplu taşımaya gidiyor ama taşımanın ne kadar olduğunu bilmiyoruz.*

Araştırmacı: *Şimdi sen ne düşünüyorsan onu kağıda belirt. Bana söylediğini kağıda belirt. Bireysel düşünüyorsun ve bireysel düşüncelerini paylaşma önce.*

Naz: *Aaa. Tamam.*

İmer: *Ben de öyle düşünüyorum.*

...

Araştırmacı: *Çözümünüzü doğrularken sadece işlem hatalarını değil, baştan sona varsayımınızı da kontrol edin. Yani sadece "işlemi doğru yapmış mıyım, yapmamış mıyım" diye değil, "doğru mu düşünmüşüm" şeklinde. [Tüm sınıfa açıklama yapar].*

Naz: *Hocam, arkada "varsayım" demiş ya hani. Varsayım ne?*

Araştırmacı: *Sen sorunun çözümü için "şu şöyle olsa" diye söylüyorsun, ona göre tahmin yürütüyorsun. Yanlışsa revize edip tekrar başa dönüyorsun. Doğrulama demek o, çözümleme değil.*

Naz: *Ha tamam.*

...

İmer: *Anladım.*

İmer: *40 kişilik burada kaç kilo olduğunu, kaç gram olduğunu bilmiyoruz ki.*

Naz: *1 kilosu 250 TL. [Yörem kuruyemişçisindeki cevizin fiyatını söyler].*

Ada: *Siz yarım saattir onla uğraşıyorsunuz. Ben bunu yaptım bile.*

İmer: *60 gram, [8 kişilik tarifte yer alan ceviz içi miktarını söyler]. 300 gr. ceviz içi lazım.*

Araştırmacı: *Peki öyle bir şeye ihtiyaç duydun mu? Matematiksel sonucun nerede, problemin çözümü? [Öğrenci gösterir]. Doğru, gerekli işlemleri buraya yazacaksın.*

İmer: *Arka sayfa komple yanlış.*

Araştırmacı: *Bu çözümü yapmak için sen biraz önce verdiğimiz örnekteki gibi varsayım oluşturduysan, onları buraya yazacaksın. Sonra yanıtını buraya yaz. Bu sonuç senin için yeterli mi?*

İmer: *Yeterli.*

Araştırmacı: *Burada ne anlıyorsan, onları buraya yaz.*

Asya: *8'in 40'a ulaşması için ne kadar? [Kaç ile çarpılması gerektiğini ifade eder].*

İmer: *Asya, kendin yap.*

Naz: *5.*

Araştırmacı: *Herkes bireysel.*

Problem durumunda ceviz ve fındık içinin kilogram fiyatları verilmiştir. Bireysel çalışma sürecinde,1 kilogramın 100 gr. olduğunu sesli olarak ifade eden Ada'ya İmer, 1000 gr. olduğunu söyleyerek Yörem kuruyemişçisinden alınacak cevizin gram fiyatını hesaplamıştır **(Doğrulama, Matematikselleştirme)**. Naz ve İmer verilen miktarların grama çevrilerek cevizin 300 gramını bulmaları gerektiğini düşünmektedir **(Sadeleştirme)**. Ceviz içi fiyatını hesaplamak isteyen İmer önce 100 gramının fiyatını bulunması gerektiğini **(Matematikselleştirme)**. Araştırmacıya onaylatmak istemiştir.

İmer: *Ada, gramajın fiyatının kaç lira olduğunu buldun mu?*

Ada: *100 gram, 1 kilo. Ona göre yapıyorum ben.*

İmer: *Ama 100 gram bir kilo değil ki.*

Naz: *Evet, 100 gram bir kilo.*

İmer: *Hayır, 1000 gram bir kilo. Naz, bizim bunu 1000'e bölmemiz lazım.*

…

İmer: *250'yi 1000'e bölersek… [Sesli düşünür]. Yani 0,250.*

Naz: *Ne diyorsun İmer?*

İmer: *Biz kilogram almayacağız ki, gram alacağız.*

Naz: *Grama çevireceğiz ya bunları.*

İmer: *Tamam, zaten bunları grama çevireceğiz. Ama burada fiyatı bize 1 kilosu diyor.*

…

İmer: *Öğretmenim, gelebilir misiniz?*

Araştırmacı: *Evet, İmer.*

İmer: *Şimdi ben burayı buldum. 40 kişilik yapması için buraya 300 gram ceviz içi lazım.*

Araştırmacı: *Bana söyle sadece İmer, evet.*

İmer: *Siz dinlemeyin. [Grup arkadaşlarına söyler]. Bu kadar lazım. [Yaptıklarını Araştırmacıya gösterir]. Daha sonra bunun şeyini 1000'e bölerek… bunu nasıl şey yapacağız? Bulmak için ne yapacağız?*

Naz: *Bir yere kadar gidiyoruz, ondan sonrası yok bende.*

Araştırmacı: *Sen nereye gitmek istedin buradan, 300'ü bulduktan sonra?*

İmer: *Ben önce… mesela burası 300 gram ya. Ceviz içinin bir kilosu 250 TL'ymiş bu Yörem'de. Şimdi bizim 100 gramının fiyatını bulmamız gerekmiyor mu? Yani bunu kaça böleceğiz? 10'a böleceğiz… aaa [Farkına varır.]*

Araştırmacı: *İşte bunları yazacaksınız.*

İmer: *Ben bunların hepsini yazarsam bir sayfa olur.*

Araştırmacı: *Olsun.*

Asya Yörem kuruyemişçisinden alınan ceviz ve fındık içine ödenmesi gereken ücreti belirlenmesi için 250 ile 420'nin toplanması gerektiğini **(Matematikselleştirme)** ifade ederek yanlış bir matematiksel model oluşturmuştur. Ada'nın bireysel defterinde yaptığı hesaplamalar sonucunda bir kuruyemişçiye ödenmesi gereken ücreti 176 TL **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)** bulmasının ardından bireysel çalışma süreci tamamlanmış ve Araştırmacı grup çalışması hakkında açıklamalar yapmıştır.

Ada: *Fındık içi kolay, ceviz içi zor.*

İmer: *Arkadaşlar, şurayı değiştirin bence.*

Asya: *250 ile 420'yi toplayacağız.*

İmer: *40'ı […] ile çarpsana.*

Araştırmacı: *Arkadaşlar, sonucu bulamıyorsanız üzülmeyin. Grupça çalışacağız. O yüzden her şeyi bitirelim.*

…

Öğretmen: *Ada'nın pratik işlemi iyi.*

İmer: *Ama 100 grama 1 kilo demiş.*

Öğretmen: *Düzeltmiştir.*

Asya: *Olabilir, insanın hataları vardır. Ama yapamaz.*

İmer: *176 TL. [Ada'nın bulduğu sonucu okur].*

Ada: *Buldum bile.*

…

Naz: *Hocam, başlayabilir miyiz isterseniz? [Grup çalışmasına geçmek istediğini söyler].*

Araştırmacı: *Arkasında doldurmak istediğiniz bir şey olursa, bu kâğıtlara kurşun kalemle yazdıklarınızı sonra kendi çözümünüzle ilgili yorumlara dönüştürürsünüz. Bu bireysel. Grupla çözümlerinizin yorumu ayrı. Şimdi dağıtacağım grup kâğıtlarının başına dördünüzün ismini yazın. Grupça çözümlerinizi yapıyorsunuz. Fikirlerinizi birbirinize söylüyorsunuz. Kim ne söyledi, anlayalım. Çözümü grup defterlerinize yapabilirsiniz.*

Bireysel çalışma aşamasında tüm grup üyeleri problemi okuyup anlamlandırmıştır. Gerekli ve gereksiz değişkenleri belirleyerek, matematiksel modeller oluşturmuştur. Bu nedenle grup çalışmasına geçtikleri aşamada problemi yüksek sesle okuma ihtiyacı duymadan problem durumunun altında yer alan soruları yanıtlamaya başlamışlardır. Grup çalışmasını tamamladıklarını düşünen Mavi grup sunumlardan önce çözüm kağıdında bulunan soruları yanıtlamıştır.

Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir? Sorusuna İmer gerçekçi bir varsayımda bulunarak ulaşım ücretinin 15 TL alınabileceğini önermiş ve grup arkadaşları kabul etmiştir **(Sadeleştirme)**. Bu sırada Ada, bireysel kağıdında ceviz içine ödenecek ücret ile ilgili 100 gr. üzerinden yaptığı hesaplamayı değiştirmiş ve 300 gr. ceviz içine ödenecek miktarı hesaplamıştır **(Doğrulama, Matematikselleştirme)**. Ada, grup elemanlarından bağımsız olarak yaptığı hesaplamaları arkadaşlarıyla paylaşmaya karar vermiş ve doğru oluşturmuş olduğu matematiksel modeli arkadaşlarına aktarmıştır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)** Ulaşım ücreti için önerilen varsayımı kabul etmeden önce kurduğu matematiksel modelde çözümü tamamlamayan Ada ürünlerin Doğal Kuruyemişçisinden alınması durumunda ödenmesi gereken ücreti hesaplamış fakat otobüse binme durumunda yapılacak masrafı göz önünde bulundurmayarak bir ölçüde kabul edilebilir bir varsayımla

matematik dünyasına geçiş yapmıştır. Ada'nın çözümü aktarma aşamasında kilosu 160 TL olan ceviz içi miktarının önce yarısını alarak 500 gram için ödenen miktarı 80 TL, sonra 500 gramın 1/10'unu hesaplayarak ödenmesi gereken miktarı 8 TL hesapladıktan sonra 8x6= 48 TL **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)** olarak 300 gram ceviz içi fiyatının bulunması için uzun bir yol tercih edilmiştir. Naz, 160'ın nereden bulunduğunu sorduğunda Doğal kuru yemişçisinde 1 kg ceviz içinin fiyatı olduğunu belirten Ada yapılan işlemleri tekrar ederek; 300 gramının 48 TL olduğunu 50 gramının fiyatı olan 8 TL'nin 6 katı alınarak 8x6 =48 TL. olarak özetlemiştir **(Doğrulama)**.

Ada: *300 gr. ceviz içi lazım… kaç lira? [Ceviz içi fiyatını hesaplamaya çalışır]*.

Naz: *Hadi Ada, yap artık ya. Bir şey söyleyeceğim, ben buraya otobüs fiyatını yazayım mı peki?*

İmer: *Otobüs fiyatını bence tahmin ettiğimiz bir fiyatı yazalım.*

Naz: *Hayır, bilmiyoruz ki.*

İmer: *Tamam, mesela 15 lira yaz.*

Ada: *Kaç lira?*

Naz: *Hayır. "Problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyaç var mı?" diyor.*

İmer: *Evet. Var.*

Naz: *Evet, var yazıyorum. Var. [Yazar] Şey lazım... Ne lazım?*

Ada: *Ceviz içini buldular mı?*

Araştırmacı: *Çözümü yaparken grup tartışarak karar veriyorsunuz arkadaşlar.*

İmer: *Tartışıyoruz.*

Araştırmacı: *Mavi grup çözerken ne düşündünüz? Arkadaşlar, tükenmez kalemle çözümünüzü istiyoruz. Karalamalarınızı da o şekilde yapacaksınız. Yani yanlışı yapsan da buraya geçeceğiz.*

Asya: *Tamam hocam.*

Ada: *Aklıma gelen şeyleri yazalım mı? Artık buldum da.*

İmer: *Tamam, olur.*

Naz: *500 gramı 80 TL. [Çözümü kağıda yazıyorlar].*

Ada: *500 gramı 80 TL.*

Naz: *Tamam.*

Araştırmacı: *Ne düşünüyorsa herkes isim isim söylesin.*

Naz: *Sonra 50 gramı 8 TL yazdık. [İşlemleri çözüm kağıdına yazar].*

Ada: *Evet. 50 gramı 8 TL, yani 10'a böleceğiz… ne yapıyor... ben buraya yazıyorum.*

Naz: *Ben yazayım mı... sonra 50 ile 6'yı eşittir… [Yazar.]*

İmer: *İyi de neden 500 gramı 80 TL?*

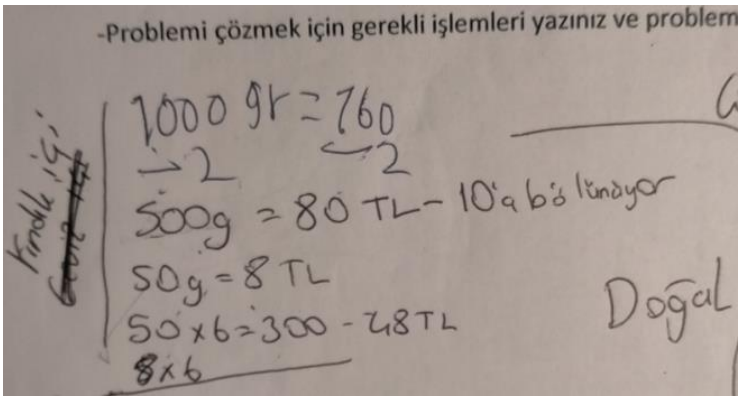
Naz: *Bir şey söyleyeceğim, 160'ı nereden bulduk?*

Ada: *1000 gramı 160 TL, yani bir kilo.*

Naz: *1000 gramı 160 TL. [Yazar]*

Ada: *Öyle buldum ben. Orası şey... 300 gramı 48 TL. Yani bura çarpım yeri**:** 50 x 6, 8 x 6 = 48 TL. [300 gramı 48 TL].*

Ekran Alıntısı:



Grup üyeleri; doğal kuru yemişçisinden alınacak ceviz içi ücretinin hesaplanmasından sonra fındık içi ücretini hesaplamaya çalışmışlardır. Naz, ceviz içine verilecek ücret için yapılan hesaplamayı onaylayarak **(Doğrulama)**. 200 gram fındık içi için ödenecek ücretin hesaplanabilmesi için problem durumunda verilen 1000 gramın 5'e bölünmesi gerektiğini belirtmiştir **(Matematikselleştirme).** Ardından, Ada 200 gram için ödenecek ücreti 450:5=90

TL olduğunu **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)** ifade etmiş ve ulaşım ücretinin göz önünde bulundurmayarak hesaplanan Doğal kuru yemişçisine ödenecek ücretin daha ucuz olduğunu belirtmiştir **(Doğrulama, Yorumlama)**.

Naz: *Haa. tamam [onaylar]. Şimdi 5'e böleceğiz.*

…

Ada: *Evet, o fındık içi.*

Naz: *160 TL'yi şeyden buluyoruz, değil mi? Cevizin.*

Ada: *160'ı… bak, 1000 gramı burada 450 lira, değil mi? 1000 gramı 450.*

İmer: *Hayır, ben öyle yapmadım.*

Naz: *Bir dakika, onları şuna yazayım… ondan sonra şey yaparız.*

İmer: *Tamam.*

Ada: *Sonra hepsini ben burada 5'e böldüm.*

Naz: *Neyi 5'e böleceğiz?*

Ada: *1000 gramı 450 TL'ye.*

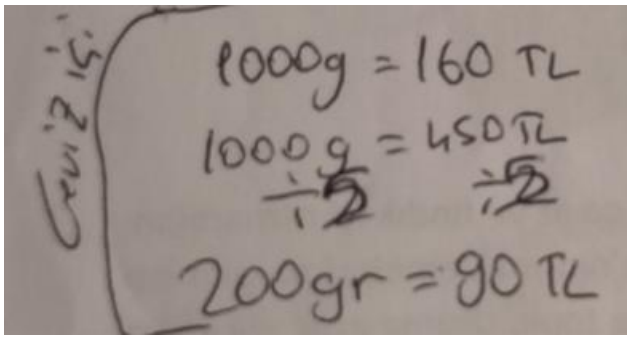
İmer: *5'e böldük… 200 gramı.*

Ada: *90 TL… sonra.*

Ada: *Bu fındık içinin toplamı […] 300 gramı bulduk, 48 TL. Ben burada Doğal'ı buldum. Doğal'da bunların toplamı daha ucuz oluyor gibi geldi ama istersek Yörem'i de bulabiliriz.*

Naz: *Bulalım. Bu şimdi Doğal'ın.*

Ekran Alıntısı:



Doğal kuru yemişçisinden alınacak ürünler için verilen ve istenilenleri doğru bir şekilde belirleyerek ödenmesi gereken ücreti soran Naz'a, Ada toplama işlemi yapmadığını belirtmiştir. Ceviz ve fındık içine ödenecek ücretini toplamını 138 TL olarak ifade eden Naz'ı Ada onaylamıştır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma ve Doğrulama)**. Ulaşım aracına binme durumunda yapılacak masrafı göz önünde bulundurmadıkları ifade eden Naz bu konuda hem fikir olduklarını grup üyelerine onaylatmıştır. Yol masrafı için gidiş ve geliş ücretini 30 TL olarak kabul ettiklerini grup üyelerine onaylattıktan sonra çözüm kağıdına; problemde verilmeyen bilgiler ihtiyaçlarının olup olmadığı ve gerçek yaşama uygun olarak oluşturdukları varsayımlarını belirtilmesini isteyen soruyu yanıtlamışlardır **(Sadeleştirme, Doğrulama).** Ardından grup defterlerinde yapılan Doğal kuru yemişçisi için hesaplamaları çözüm kağıdına geçirmeye başlamışlardır. Bu sırada Yörem kuru yemişçisine ödenecek ücret üzerinde çalışan Ada'ya beraber yapmaları için beklemesini söylemişlerdir.

Naz: *Tamam. Şimdi Yörem'inkini bulacağız. Cevabı ne bunun? [Doğal kuru yemişçisi için buldukları sonucu sorar].*

Ada: *Onu ben yapmadım. Toplamı mı?*

Naz: *Hıhım [onaylar]. 48'le [ceviz için 200 gr fiyatını gösterir] topluyoruz değil mi?*

Ada: *Evet. 138 TL.*

İmer: *Tamam.*

Naz: *Ya şimdi biz burada ücretini bilmiyoruz ya, buna ihtiyaç var dedik. Herkes okey değil mi?*

Ada: *Okey, ben okeyim.*

Naz: *Tamam. Şunu şey yapalım. [Kâğıdın arkasını çevirir].*

Ada: *Bu neydi [seslice işlem yapar] grama çevirebilirsin.*

İmer: *Şuraya yazayım.*

Ada: *Tamam.*

Naz: *Hocam, bir şey soracağım. Biz buraya tükenmez kalemle yazıyoruz, değil mi şeyi? Buraya biz şey yaptık karalamamızı. [Grup defterini gösterir].*

Araştırmacı: *Karalasan da tükenmez. Sen hiç karaladığını göstermemişsin. Dosdoğru çözdün mü böyle? Çıktı mı sonuç? Karalamalar nerede?*

Naz: *Haa aynı burada yaptık. [Grup defterlerindeki çözümü gösterir].*

Araştırmacı: *Hatalı da olsa çöz.*

Naz: *Buraya doğruyu yazacağız. [Grup kâğıdını gösterir]. Bir dakika, önce ben yazayım.*

Naz: *Ada, bekle.*

Ada: *Tamam, çözmüyorum.*

Mavi grup üyeleri bir Doğal kuruyemişçisi için oluşturulan doğru bir şekilde çözdükleri matematiksel modelin çözümünü bu aşamaya kadar grup defterlerine yapmıştır. Grup defterlerinde yapılanları çözüm kağıdına geçirme aşamasında araştırmacıya danışmak istenmiştir. Araştırmacı grup üyelerinden çözüm kağıdında yer alan; problemin tam olarak anlamlandırıldığının belirlenmesine yönelik olan "Problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız." sorusunu detaylı bir şekilde yanıtlamaları için mavi grubu yönlendirmiştir. Yapılanları anlatan İmer, 40 kişilik aşurenin yapılabilmesi için listede verilen 8 kişilik Aşure tarifinden yararlanarak eksik olan ceviz ve fındık içinin ne kadar alınacağını nasıl hesapladıklarını açıklamış ve grup arkadaşları tarafından onaylanmıştır **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma ve Doğrulama)**. Belirlenen miktarlara göre ödenmesi gereken ücreti Naz'ın anlattığı sırada ceviz içine 50 gramı için buldukları ücreti yanlış söylediğinde Ada düzeltmiştir **(Doğrulama)**.Ardından Naz her iki ürün için gereken ücreti nasıl belirlediklerini açıklamıştır **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma).** Diğer sorulara geçen grup üyeleri varsayımlarını gidiş geliş yol ücretinin 30 TL olduğunu ifade etmiş ve arkadaşları onaylamıştır **(Sadeleştirme, Doğrulama)**. Yol ücreti varsayım olarak belirtilse de toplam ücret 138 TL olarak yol ücreti eklenmeden çözüm kağıdına yazılmıştır **(Matematiksel Olarak Çalışma)**. Grup üyeleri eksik olan ürünlerin Yörem kuru yemişçisinden alınması durumunda ne kadar ödenmesi gerektiğini hesaplamaya başlamıştır.

İmer: *Öğretmenim, bir bakar mısınız?*

Araştırmacı: *1 saniye. Ama siz ne söylediniz? Sen ne katkıda bulundun? Bu şekilde nasıl çözdünüz, bu adımları nasıl yaptınız?*

Asya: *Sırayla.*

Araştırmacı: *Neden böldünüz, teker teker açıklayın. Bunu kim yaptı? Bir kişi mi yaptı, topluca mı yaptınız?*

İmer, Naz, Ada: *Hayır, topluca yaptık hocam.*

Araştırmacı: *O zaman hep beraber açıklayın.*

İmer, Naz: *Tamam.*

Naz: *Önce açıklayalım, ona göre… Hadi açıkla [İmer'e söyler].*

İmer: *İlk baş 8 kişilik bize listeyi vermişti. Onları 40 kişi olarak tamamladık. Ceviz içi ve fındık içinin toplam fiyatı… İlk baş burada ceviz içini 5'le çarptık, 300 gram oluyor. Bize 300 gram ceviz içi lazım. Daha sonra…*

İmer: *Daha sonra fındık için de 5'le çarptık, 200 gram oluyor [Naz ve Asya onaylar].*

Naz: *Sonra burada 1000 gramı 160 TL olarak bulduk. Sonra bunları 2'ye böldük, 500 gramı 80 TL'ye eşit. Sonra bunları tekrar 10'a bölüyoruz. 10 gramı 8 TL'ye eşit.*

Ada: *50 gram ya.*

Naz: *Ha, 50 gram 8 TL'ye eşitmiş. Sonra biz bunları 50 ile 6'yı çarpıyoruz, 300 gram elde ediliyor. Ee, 8 ile de 6'yı çarpıyoruz, 48 TL elde ediliyor. Bu fındık içi. Sonra ceviz için bulmak için yine 1000 gramın 160 TL'ye eşit olduğunu biliyoruz. 1000 gram 450 TL'ye… 450 TL'yi 2'ye bölüyoruz [5 yerine yanlışlıkla 2'ye bölerek gösterdiler fakat 5'e bölünme sonucunu yazdılar]. 200 gramı 90 TL'ye eşit oluyormuş. Yani ceviz için de 200 gramı 90 TL. Bu Doğal kuru yemişçisinin şeyi. Şimdi Yörem'inkini bulacağız.*

Naz: *Varsayımımız?*

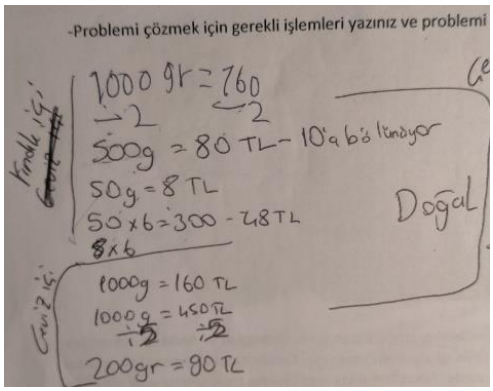
Ada: *Yani kendi düşüncemizi yazacağız?*

İmer: *Bence biz burada yolun fiyatının gidiş geliş ücreti toplam 30 TL varsayabiliriz.*

İmer: *Gidiş 15 TL.*

Naz: *Gidiş geliş ücretini toplam 30 TL olarak varsayıyoruz [yazar]. Burada 138 TL idi [ön sayfayı çevirerek tabloda Doğal'ın yanına "138 TL" yazar]. Şimdi Yörem'i de bulmamız lazım.*

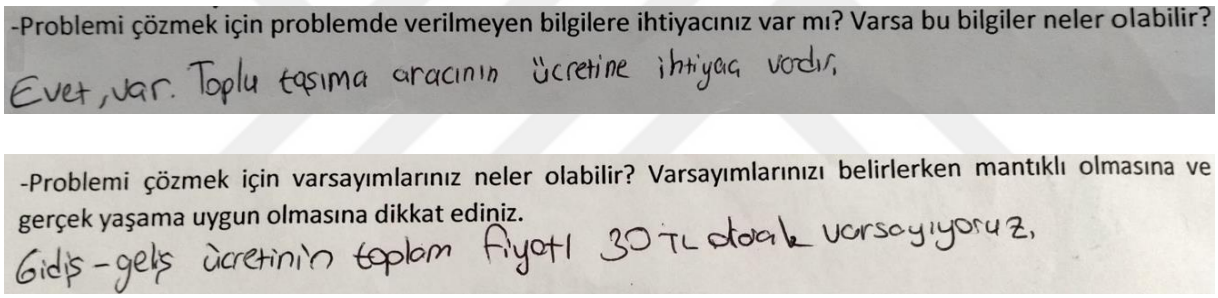
Çözüm Kağıdı:



Grubun çözüm kâğıdında yer alan sadeleştirme bilişsel basamağına yönelik sorulara verilen yanıtlardan bir kesit Şekil 24'te sunulmuştur.

Şekil 24

Sadeleştirme bilişsel basamağı kapsamında verilen öğrenci yanıtlarından örnek



Doğal kuru yemişçisine verilecek ücrete yol ücretini eklemeden buldukları değerden sonra ceviz ve fındık içinin nereden alınmasının mantıklı olduğunu kararlaştırabilmek için Yörem kuru yemişçisi belirledikleri gerçekçi varsayım doğrultusunda matematiksel model oluşturmuşlardır. Kurdukları modelde sırasıyla fındık ve ceviz içine ödenmesi gereken ücretini belirlemeye çalışmışlardır. İmer, 420:10 =42 ve 42x2 = 84 TL olarak fındık içine ücretini bulmuştur **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma).** Naz, buldukları sonucu onaylatmak istemiştir bu sırada Doğal için yapılan işlemleri kontrol ettiğinden Yörem için sorulan fındık ücretini karıştırdığı için onaylamamıştır (**Doğrulama).** Ardından Yörem için toplam miktarın 5'e bölünmesiyle gereken 200 gr. için ücreti 50 TL olarak bulduğunu ifade etmiştir **(Sadeleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**. Yöremden alınan ceviz içi belirlenen 50 TL'yi arkadaşları onaylamış ve Doğal Kuru yemişçisi için yaptıkları çözümü tekrar etmişlerdir **(Doğrulama, Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma).** Tekrardan sonra yapılanların doğru olduğunu ifade eden gurup üyeleri aynı matematiksel modeli Yörem kuru yemişçisi için oluşturmaları gerektiğini belirtmiştir **(Doğrulama, Yorumlama).** Ada,

Yöremden alınan ceviz içi ücretinin 75 TL olduğunu ifade ettiğinde Naz onaylamıştır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma ve Doğrulama)**.

İmer: *Yörem'i de şöyle bulacağız. 420 TL ise kilogram, 100 gramı 42 TL. Biz burada fındık içinin gramını 200 bulmuştuk, 84 TL yapıyor.*

Naz: *Tamam... Bekle, bir* ***Ada*** *yapsın.*

İmer: *Niye? Yaptık işte biz de.*

Naz: *Hayır hayır, tamam, o da yapsın. 84 mü buldun? [Ada'ya sorar]*

Ada: *Yok, çözüyorum da. Zaten burada [nasıl 84?]*

Naz: *1000 gramı 160 TL mi?*

Ada: *Ya bu ceviz ya. Şimdi burada kilosu bunun 160 TL. 1 kilo 1000 gram olduğu için...*

Naz: *Hayır ya, biz burada sadece fındık içini ve ceviz içini bulmadık mı ayrı ayrı?*

Naz: *Hayır değil, bir dur. Ya yanlış olabilirmiş. [Hocam, yanlış yapabiliriz değil mi?]*

Naz: *Şimdi bu ne?*

Ada: *Ceviz içinin toplamı, ben bunları 5'e böldüğümde...*

İmer: *Doğru Naz.*

Ada: *100 gramı 50 TL oluyor.*

İmer: *Tamam, bir dakika.*

Ada: *Şimdi bu ceviz içi.*

İmer: *100 gramı 16 TL diye hesaplayacağız burada. Burada 100 gramı 16 TL yaptık., 1000 gram 160 TL dedik. Bunun 500 gramı 84 TL'ye eşit… Aa, aynı mantık. Burası doğru, tamam.*

Naz: *Yani cevap bu. Tamam. Şimdi Yörem'i bulalım.*

İmer: *Şimdi 100 gramı 42 TL bulduk. Biz burada 200 gram olduğu için 42 ile 2'yi çarptık: 84 TL. Yani Yörem fındık içi için toplam 84 TL veriyor.*

Ada: *Ceviz içini buldum. 300 gramı 75 TL.*

Naz: *Evet.*

Ada: *Bak, 300 gramı 75 TL oluyor. Fındık içinkini bulacağım ben zaten.*

Naz: *Bu cevizin ki.*

Ada: *Evet, cevizin ki.*

Yörem kuru yemişçisinden alınacak fındık içine verilmesi gereken ücret miktarını belirlemeye çalışmışlardır. Bu aşamada Ada 1000 gramı 8'e, Naz ise tam bölünemeyeceğinden 2'ye bölünmesi gerektiğini ifade etmiştir **(Matematikselleştirme, Doğrulama)**. Ada modeldeki hatayı fark ederek 500 gramın fiyatını bulduktan sonra sonucu 10'a bölerek 50 gramın fiyatını 21 olarak belirlemiş 21x4 =84 işlemini ifade etmiş ve Naz 200 gr fındık içi fiyatını çözüm kağıdına yazmıştır **(Doğrulama, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)**. İmer'in aynı sonucu bulduğunu onayladıktan sonra ceviz içinin ücretini bulmaya çalışmışlardır **(Doğrulama)**. 300 gram olan ceviz içi ücreti hesaplanırken; 1000 gramı önce 5'e ardından 2 'ye bölerek 100 gramının 25 TL olduğu ifade edilmiş ve 3 ile çarpılarak 75 TL sonucu elde edilmiştir **(Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)**.

Ada: *8'e bölsek*

Naz: *8'e bölünmez, 2'ye böl.*

Ada: *O zaman 2'ye bölsek 500 gram. Şuradan yapalım 2'ye bölelim. Böl 2'ye. = 210 TL oluyor. 10'a bölünüyor yani… 50 gramı 21 TL. Çarp 4'le*

Naz: *21'i 4'le çarparız. 84 yapıyor.*

Ada: *Eşittir 84. [Fındık içi ücreti]*

İmer: *Evet ben de 84 buldum. Ada çok uzun yoldan yapıyor ya.*

Naz: *Tamam o zaman şimdi 1 dakika. Ben şunu şuraya bir geçireyim.*

Ada: *İstersen aklımdan yapayım diyeceğim, o uzun sürer.*

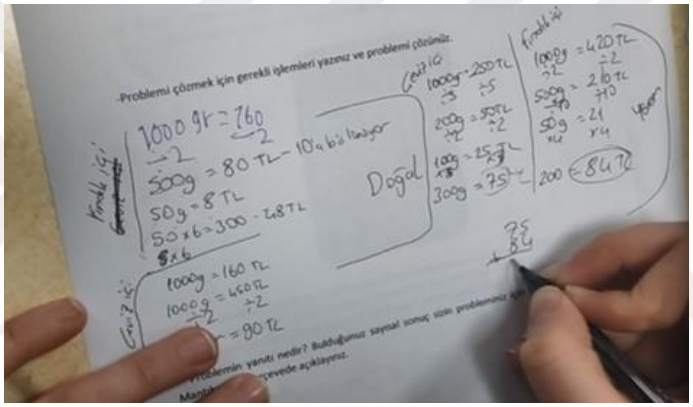
Naz: *Ceviz içinin 1000 gramı 250 TL değil mi?*

İmer: *Evet.*

Naz: *Bunları 5'e bölüyoruz. 200 gramı 50 TL. Bunları da 2'ye bölüyoruz, 100 gramı 25 TL. 300 gramı 75 TL. 5'le çarpıyoruz. Aman, 3'le çarpıyoruz. [Düzeltir] Bu ceviz içi... Bu da fındık içini yazıyoruz. [Buldukları değerleri yazar]*.

Naz Yörem kuru yemişçisindeki fındık içi için yapılan işlemleri kontrol ederek yazmıştır **(Doğrulama)**. Yörem'den alınan fındık ve ceviz içi fiyatını toplamış ve 159 olarak yazmıştır **(Matematikselleştirme)**. İki kuru yemişçiden alınacak ürünlerin fiyatlarını kıyasladıklarında Doğal kuru yemişçisi olarak ifade etmişlerdir **(Yorumlama)**. İmer, Doğal kuru yemişçisinden ürün alınabilmesi için çalışma başlangıcında oluşturdukları varsayımı hatırlatarak 30 TL eklenmesi gerektiği ifade ettiğinde soruda verilmesi gerektiğinden eklenmemesi gerektiğini ifade etmiştir **(Matematikselleştirme, Yorumlama)**. Eksik olan ürünlerin alınması için Doğal'dan taşıma ücretinin eklenmesiyle bulunan ücret olan 168 TL ile Yörem'e ödenmesi gereken 159 TL'yi kıyaslayarak Yörem'in daha uygun olduğunu ifade etmişlerdir **(Yorumlama)**.

Ekran Alıntısı:



Naz: *1000 gramı 420 TL. 2'ye bölüyoruz bunları. 500 gramı eşittir 210 TL. Bunları 10'a bölüyoruz. 50 gramı 21 TL. Sonra bunları 200 gram yapmak için 4'le çarpıyoruz. 200 gramı eşittir 84 TL. Bu da Yörem kuruyemişçide. Şöyle yapalım. Şunu şuraya geçirelim. Burası 138 TL yapıyordu. Ceviz içini 75 TL bulmuştuk. 84'le 75'i toplayalım. 159 TL imiş. Hangisinin daha ucuz olduğunun cevabı.*

İmer: *Doğal.*

Naz: *Doğal kuruyemişçide.*

İmer: *Ama bizim burada Doğal kuruyemişe gitmek için toplu taşıma şeyimiz de var ya. Ona da arkada 30 TL dedik. Onu da ekleyelim. Şimdi Doğal'a 30 TL daha ekleyeceğiz.*

Naz: *Ama bir şey söyleyeceğim. Varsayım şeklinde 30 TL eklemek. Doğru olur mu öyle?*

İmer: *Ama gidiyor ya oraya da.*

Naz: *Ama eksik o. Yani vermesi lazımdı.*

İmer: *Bence ekleyelim. Bence eklememiz gerekiyor. Zaten biz Yörem'e...*

Naz: *Şurada ekleyelim mi?*

İmer: *Olur.*

Naz: *Şimdi 138 Doğal'dı. Yol parası ekleyelim, 168 TL ediyor.*

İmer: *Tamam. Yörem kaçtı?*

Naz: *O da 159 TL.*

İmer: *Tamam. Yörem daha uygundur.*

Grup üyeleri, geliş gidiş ücretini toplam 30 TL olarak belirlenmesini varsayım olarak kabul etseler de bu değerin eklenip eklenmemesi konusunda düştükleri fikir ayrığını araştırmacıya danışarak netleştirmek istemiştir. Naz kararsız kalma sebebinin ücretin eklenmesinden değil kabul ettikleri yol ücreti nedeniyle olduğunu ifade etmiştir **(Yorumlama)**. Ardından İmer'in daha önce öğretmenin sorunun varsayımlarına göre yapılması gerektiğini hatırlatması üzerine yol ücretinin 30 TL olarak eklenmesini onaylayarak daha önce belirttikleri gibi Yörem'in daha uygun olduğunu ifade etmiştir **(Doğrulama, Yorumlama)**.

Afra: *Ama olmuyor, o varsayım oluyor.*

Naz: *Hocam bir şey sorabilir miyim?*

İmer: *Ya varsayımı eklememiz gerekiyor zaten, bu bizim varsayımımız.*

Naz: *Hocam bir gelir misiniz? Şimdi biz burada varsayıyoruz dedik.*

Araştırmacı: *Siz burada ne yaptınız?*

Naz: *Biz şimdi mesela bir tane varsayım ortaya koyduk. Hani gidiş geliş ücreti vardı ya... Gidiş gelişi 30 TL dedik toplam olarak.*

Araştırmacı: *Siz 15 TL mi kabul ettiniz?*

İmer: *Evet, eklememiz gerekiyor ya.*

Araştırmacı: *Farklı şey söyleyen var mı, grupça mı hepiniz mi?*

İmer: *Evet, grupça.*

Asya: *Evet, 30 TL kabul ettik işte.*

İmer: *Şimdi Doğal'a eklememiz gerekiyor değil mi?*

Araştırmacı: *Grup "eklensin" diyorsa eklenecek.*

İmer: *Bence eklenecek.*

Naz - Asya: *Bence de eklenmeyecek ama.*

Araştırmacı: *Tamam, o zaman isimlerini yaz mesela şuraya**:** "eklensin" diyenler, "eklenmesin" diyenler belirtilecek. Tamam mı?*

Naz: *Herkesin kendi fikri. Ada, eklensin mi eklenmesin mi?*

Ada: *Ben de eklenecek diyorum.*

Asya: *Ee 2–2 oluyor o zaman.*

Naz: *Hayır ama bak şunu diyor. Şimdi eklenecek tamam ama 30 TL değil, belki 10 TL'ye gitmiş. 20 TL yapıyor… Ee 158 lira yapıyor. Şimdi ne olacak?*

İmer: *Ama hani dedi ya hoca ya, hani bizim varsayımımıza göre yapmamız gerekiyor ya soruyu.*

Naz: *Eklensin o zaman ya. [Grup "eklensin" kararı alır].*

İmer: *O zaman Yörem daha uygun.*

Mavi grup üyeleri, çözüm kağıdında bulunan 1.,5 ve 6. soruları da yanıtlayarak sunumlardan önce tüm soruları tamamlamışlardır. Bu aşamada; problemde ne istenildiğinin açıklanması istenen 1. soruya; verilen ve istenenleri tam olarak ifade ederek problemi tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelerle açıklamışlardır **(Problemi Anlama).** Problemin yanıtının ve bulunan sonucun yeterli bir yanıt oluşturup oluşturmadığını mantıksal bir çerçevede açıklanması istenen 5. soruya; Yörem kuru yemişçisinin daha uygun olduğu fakat yol ücretini bilmemeleri sebebiyle yeterli bir yanıt oluşturmadığı ifade edilmiştir. Öğrencilerin Doğrulama yeterliğine ilişkin; elde edilen çözümün doğruluğunu sorgulayan 6. soruya yaptıklarının kendi açılarından çözümlerini kontrol ettikleri için doğru olduğu fakat yol ücretini bilmediklerinden kendi varsayımlarından yola çıktıklarını ifade etmişlerdir **(Doğrulama).**

Naz: *Tamam şimdi şu soruyu yapacağız. "Yukarıdaki problemde ne istendiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız."*

İmer: *Diyeceksin ki. Bak. Burada bize verilen 8 kişilik malzeme listesini 40 kişilik olarak ayarlayacağız. Daha sonra bu bulduğumuz gramajlara göre Yörem ve Doğal kuruyemişçilerindeki ceviz içi ve fındık içi gram başına fiyatlarını bulacağız. Buna göre Yörem mi daha uygun, Doğal mı daha uygun onu bulacağız işte.*

Naz: *Cemile'nin annesi 40 kişilik aşure yapacaktır. Bunun için 8 kişilik aşure tarifi bulmuştur. Evet.*

İmer: *Onu çok uzattık biz.*

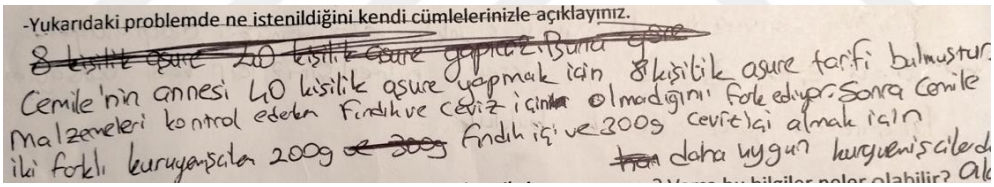
Naz: *Ya bir şey olmaz, aynı şey. Sürekli bölüp bölüp duruyorsunuz ya. Sonra malzemeleri kontrol ederken […]*

Naz: *Olmadığını fark ediyor. Sonra Cemile iki farklı […]*

Araştırmacı: *[5 dakikanız var. Sunumlara geçeceğiz].*

Naz: *Farklı kuruyemişçilerden 200 gr ve 300 gr. 200 gram ne alacaktı? 200 gr fındık içi ve 300 gram ceviz içi almak için daha uygun kuruyemişçilerden alacaktır. Tamam.*

Çözüm Kağıdı:



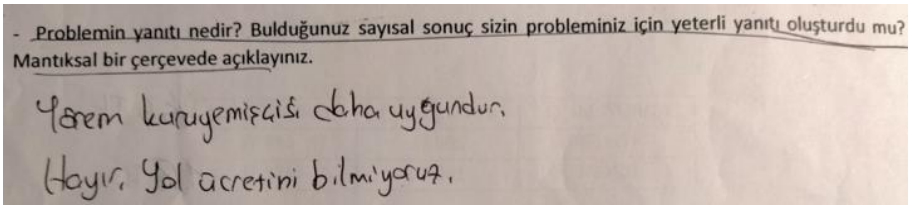
Naz: *"Problemin yanıtı nedir?" Arda biraz sen de katılır mısın? Yanıtı ne…? [Sorusunu yanıtlarlar] Ee şey şu değil mi? "Sayısal sonuç yeterli yanıtı oluşturdu mu?"*

İmer ve Naz: *Oluşturmadı.*

Naz: *Bir dakika, yanıtımız ne? "Yörem kuruyemişçisi daha uygundur." Sonuç yeterli oldu mu? Hayır, şeyin ücretini bilmiyoruz.*

İmer: *Hayır, yeterli olmadı çünkü yol ücretini bilmiyoruz.*

Çözüm Kağıdı:



Naz: *"Çözümümüz doğru mu?" Bizim açımızdan doğru.*

İmer: *Doğru. "Evetse nedenini açıklayınız." diyor.*

Naz: *"Hayır ise çözümünüzü düzeltiniz. Nedenini açıklayınız."*

Naz ve İmer: *Evet çünkü çözümümüzü kontrol ettik.*

İmer: *Doğrulamasını yaptık. Neydi onun ismi? Bir isim veriliyordu onun ismine?*

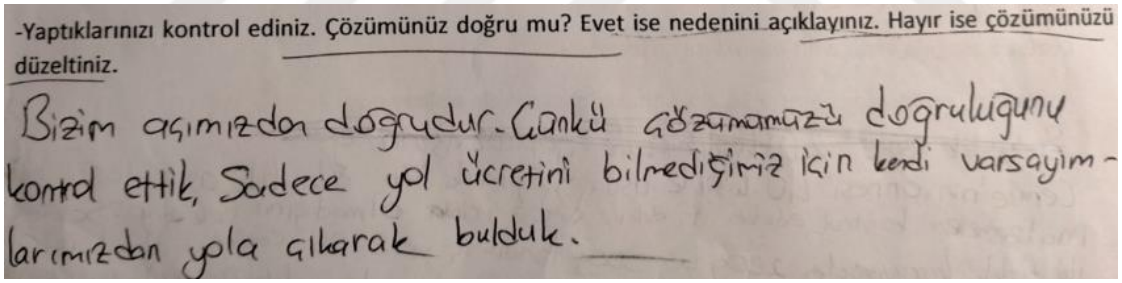
Naz: *Doğrulamak. Kontrol etmek.*

İmer: *Ayy eveet.*

Naz: *İşlemimizi kontrol ettik… ama mesela belirtelim. Sadece yol ücretinin sorunu… Bak ne diyelim biliyor musun? "Çünkü çözümümüzün doğruluğunu kontrol ettik" diyelim. "Sadece ücret yolunu bilmediğimiz için kendi varsayımlarımızdan yola çıkarak…" biz diyelim. Evet, öyle diyelim. Bak çok güzel cümle kurdum.*

İmer: *Bitti.*

Çözüm Kağıdı:


-Yaptıklarınızı kontrol ediniz. Çözümünüz doğru mu? Evet ise nedenini açıklayınız. Hayır ise çözümünüzü düzeltiniz.

Bizim açımızdan doğrudur. Çünkü çözümümüzü doğruluğunu kontrol ettik, Sadece yol ücretini bilmediğimiz için kendi varsayımlarımızdan yola çıkarak bulduk.

İmer: *Bizim bu kadardı.*

Naz, Afra: *Evet.*

İmer: *Öğretmenim, bizim bitti.*

Araştırmacı: *Siz bitirdiniz mi?*

Naz: *Evet.*

Sunumu Mavi gruptan gönüllü olan iki öğrenci yapmak istemiştir. Yaptıkları çözümü sınıf arkadaşlarıyla paylaşırken; Doğal Kuruyemişçisi'nden alınan ceviz ve fındık içiyle ilgili çözümü doğru yapmışlar, ancak ürünlerin isimlerini birbirine karıştırmışlardır. Tahtaya fındık içinin fiyatı 90 TL olması gerekirken 48 TL, ceviz içinin fiyatı 48 TL olması gerekirken 90 TL

yazmışlardır. Toplam ödenmesi gereken ücret, iki değerin toplanarak bulunması sebebiyle bu karışıklık sonucu etkilememiştir. Mavi grup sunumlarını gerçekleştirdikten sonra, diğer tüm gruplara araştırmacı tarafından "Çözümleri ile ilgili adım adım işlemler ya da Yörem'i seçmeleriyle ilgili bir sorunuz var mı?" sorusu yöneltilmiştir. Yeşil gruptan Sude, mavi grubun varsayım olarak aldığı ulaşım ücretiyle ilgili olarak "Şimdi siz bunların uzaklıklarını da mı aldınız?" sorusunu yöneltmiştir. İmer önce kısaca onaylamış, fakat ardından Naz detaylı bir açıklamada bulunmuştur. Doğal Kuruyemişçisi'ne toplu taşıma aracıyla gidip gelinmesi gerektiğinden, gidiş ve dönüş toplamını 30 TL olarak aldıklarını ifade etmiştir. Araştırmacının yönelttiği bu soru ile Yeşil grubun yol ücretini göz önünde bulundurmadıkları anlaşılmış ve diğer gruplardan herhangi bir soru veya eleştiri gelmemesi nedeniyle bir sonraki grubun sunumuna geçilmiştir.

Araştırmacı: *Arkadaşlarınızla sunumunuzu yapacaksınız. Şimdi 2-3 dakikalık sunum yapılacak. Sunumun sonunda arkadaşlarınıza sorular soracaksınız ama cevabı hiç söylemeyeceğiz, doğru ya da yanlış demeyeceğiz. Tamam mı? Sonra 2. sunuma geçilecek. Onlar da sunacaklar. Yine sizler anlamadığınız yerleri sorarsınız. Grupların sunumları bittikten sonra gençler, size şu kâğıtları dağıtacağım. Bunu da grupça dolduracaksınız. Tamam mı?*

Naz: *Hocam, şimdi biz sunumlarımızı yaparken bu kâğıtları yanımıza alabilir miyiz?*

Araştırmacı: *Alabilirsiniz. Çözümünüzü Mavi gruptan kim anlatıyor?*

Mavi Grup: *Naz ile İmer.*

İmer: *Biz bu 8 kişilik listeyi 40 kişi olarak hesapladık.*

Naz: *[Tahtaya yazar]. Fındık içi ve ceviz içi gramajlarını bulduk. Daha sonra biz buradaki... isimleri neydi [çözüm kağıdına bakar] Doğal ve [Yörem].*

Naz: *Önce biz bunu [tahtaya yazdığı Doğal Kuruyemişçisi başlığını gösterir]* bulduk. *Yörem'inkini bulacağız. [500 gram ve 80 TL'yi ikiye böler] 50 gramı 8 TL. 10'a böleceğiz pardon. Biz bunları 50 ile 6'yı çarptık. 300 gram. 8 ile de 6'yı çarptık.*

İmer: *300 gramı 48 TL.*

Naz: *48 TL'ye geliyor. Burası fındık içi. Nokta. Şimdi ceviz için bulacağız. 1000 gramını 160 TL olarak aldık. Sonra 1000 gr. 450 TL. Sonra bunları*

İrem: *10'a böleceğiz.*

Naz: *[Tahtada ikiye böler].*

İmer: *1000 gramı 450 yapmışız, 2'ye bölmüşüz [çözüm kağıdına bakar] 550-225 [Miktar ve fiyatını söyler].*

Naz: *200 gram ve 90 TL [yazar, sayıları 5'e bölmüştür]. Burası ceviz içinin şeyi. Ceviz içini buluruz [tahtaya "1000 gr = 250 TL" yazar]. Bunları biz 5'e böldük. 200 gramı 50 TL, 100 gramı 25 TL. Sonra biz bunları 3 ile çarptık. Çünkü başta hesaplanan ceviz içini 5 ile çarpmıştık. 300 gram çıkmıştı [300 gram = 75 TL yazar].*

Naz: *Fındık için 1000 gramı 420 TL aldık. Bunları ikiye bölüyoruz. 500 gram 210 TL. Bunları ona bölüyoruz. 50 gram 21 TL. Fındık içi 200 gram. Bunu da 4 ile çarpıyoruz. 200 gramı 84 TL.*

İmer: *5'e bölelim. [Naz'a söyler].*

Naz: *Ondan sonra biz Yörem'i böyle toplayacağız. Doğal 48 TL + 90 TL, Yörem 75 + 84 = 159 TL [tahtaya yazar]. Normalde bu şekildeymiş. Ama biz bir de Doğal'ın gidiş geliş şeyi vardı. Ücreti vardı. Biz ona 30 TL dedik. Hem gidiş hem geliş. Buraya 30 TL daha ekliyoruz [138 + 30 = 168 yazar]. Bu yüzden Yörem daha ucuz.*

Araştırmacı: *Yörem yakında mıydı?*

İrem, Naz: *Evet. Yörem yakındaydı. Doğal'a gitmek için belli bir yol gitmesi gerekiyordu.*

Araştırmacı: *Evet, şimdi cevabınızın şu an doğru ya da yanlış olduğunu demiyoruz. Ama grupça arkadaşlarınıza sormak istediğiniz soru var mı? Çözümleri ile ilgili, adım adım işlemlerle ilgili, Yörem'i seçmeleri ile ilgili bir sorunuz var mı?*

Sarı Grup- Esra: *Yok hocam şu anda.*

Araştırmacı: *Kendi çözümünüzle kıyaslayın. Tamam mı bu arada? Evet şimdi Yeşil Grup, sizin arkadaşlarınıza sorunuz var mı? Sırayla sorun. Hadi bakalım.*

Yeşil Grup- Berat: *Yok.*

Araştırmacı: *Siz kendi çözümünüzle kıyaslayın arkadaşlar. Herkes kendi kafasında grup çözümleriyle kıyaslasın.*

Yeşil Grup- Sude: *Şimdi siz bunların uzaklıklarını da mı aldınız?*

İmer: *Hıhı [Onaylar].*

Naz: *Hayır, uzaklıkları almadık. Gidiş gelişte Doğal'da bir şey olacak galiba. Fakat Doğal Kuruyemişçisine toplu taşıma aracıyla gidip gelmesi gerekiyor dedik. Gidişi 15 TL, gelişi de 15 TL dedik.*

Araştırmacı: *Yeşil Grup, gidiş gelişin farkında değil miydi?*

Yeşil Grup- Sude: *Hıhı, değildi.*

Araştırmacı: *Turuncu Grup, sorunuz var mı?*

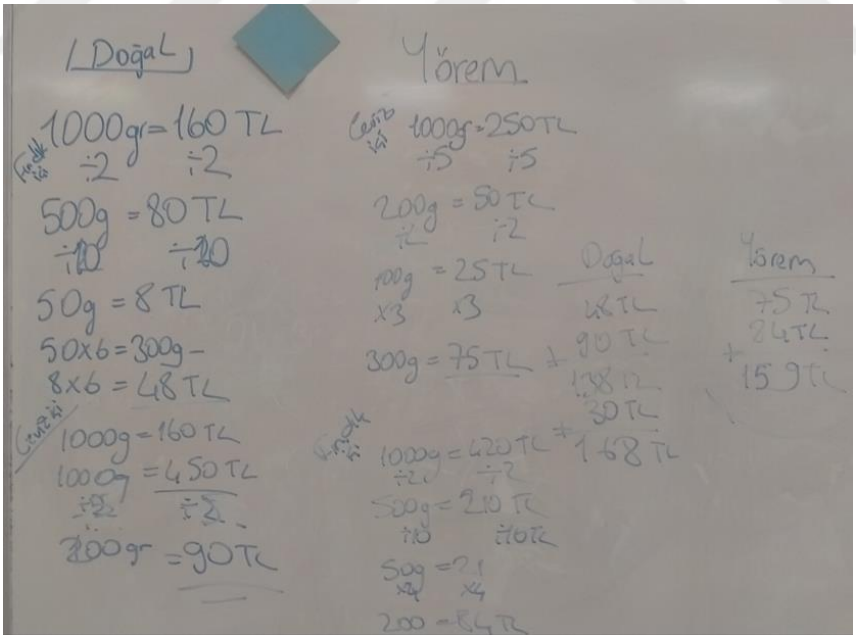
Turuncu Grup: *Yok hocam.*

Araştırmacı: *Başka fikrini almadığımız kalmadı. Evet, teşekkür ediyoruz arkadaşlarımıza. Diğer grubumuzdan arkadaşlarımız sunuma geliyor. İsmin ne?*

Mavi grup aşure MOE sunumu Şekil 25'de verilmiştir.

Şekil 25

Mavi grup aşure MOE sunum

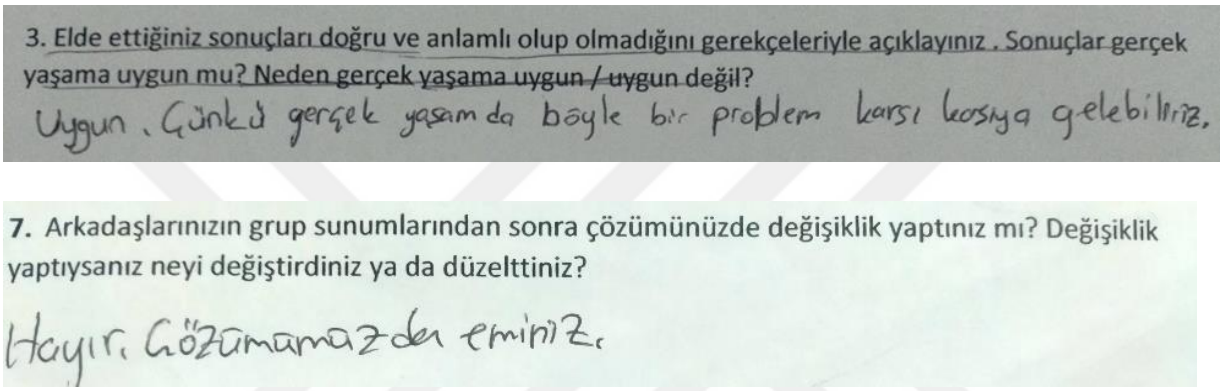


Tüm sunumların tamamlanmasının ardından etkinlik sonu dağıtılan soruları tamamlamaları istenmiştir. Etkinlik sonu verilen yorumlama ve doğrulama yeterliği kapsamında sorulan sorulara verilen yanıtlarda; problemin çözümünde gerçek yaşamda böyle bir problemle karşı karşıya gelebileceklerinden dolayı elde ettikleri sonuçların gerçek yaşama uygun olduğunu ve "Sunumlardan sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı?" değişiklik

yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzeltiniz?" sorusuna çözümlerinden emin oldukları için değişiklik veya düzenleme yapmadıklarını ifade etmişlerdir **(Yorumlama, Doğrulama)**. Çözüm sürecindeki yaklaşımları ve grup sonu sorulara yazdıkları ifadeler göz önüne alındığında doğrulamayı gerçek yaşamdaki bilgileri göz önünde bulundurma ve gerçekçi olma olarak ele aldıkları düşünülmüştür. Sunum sonu etkinlik kağıdında yer alan öğrenci yanıtlarına ilişkin örnek Şekil 26'da sunulmuştur.

Şekil 26

Sunum sonu etkinlik kağıdı (Mavi Grup – Aşure)


3. Elde ettiğiniz sonuçları doğru ve anlamlı olup olmadığını gerekçeleriyle açıklayınız. Sonuçlar gerçek yaşama uygun mu? Neden gerçek yaşama uygun / uygun değil?
Uygun. Çünkü gerçek yaşamda böyle bir problem karşı karşıya gelebiliriz.

7. Arkadaşlarınızın grup sunumlarından sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı? Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzelttiniz?
Hayır. Çözümümüzden eminiz.

Grubun çözüm yaklaşımları incelendiğinde, oluşturdukları matematiksel modelde yol ücreti için belirledikleri gerçekçi varsayıma göre 30 TL'yi önce problemde verilmediği için ekleyip eklememe konusunda önce kararsız kalmalarına rağmen fikir birliğine vararak eklenmiş ve matematiksel model doğru bir şekilde oluşturularak birbiriyle ilişkilendirilmiştir. Doğal kuru yemişçinden alınan ürünlere yol masrafı eklenmesiyle, Yörem kuru yemişçisinden alınan ürünlere ödenecek ücreti karşılaştırmışlar ve kuru yemişlerin Yörem'den alınmasının mantıklı olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Yol ücreti için belirlenen gerçekçi varsayıma göre her iki seçenek için doğru matematiksel modeller oluşturulduğu ve bu modelleri doğru bir şekilde çözerek gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlama yapıldığı belirlenmiştir. Öğrenciler çözüm boyunca varsayımlarını, modellerini ve çözümlerinin Doğrulamasını yaparak belirledikleri tüm hataları düzeltmişlerdir. Söz konusu değerlendirmeler sonucunda Mavi grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10

Aşure MOE uygulamasında mavi grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri

MAVİ Grup	**AŞURE MOE**
Problemi Anlama	4
Sadeleştirme	3
Matematikselleştirme	4
Matematiksel Olarak Çalışma	4
Yorumlama	4
Doğrulama	6
Toplam	**25**

4.1.1.2. Aşure Model Oluşturma Etkinliğinde Sarı Grubun Çözüm Sürecine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Aşure model oluşturma etkinliğinin tanıtıcı makale bölümünde yer alan sorular her gruptan öğrencilere söz hakkı verilerek yanıtlanmıştır. Ardından tüm öğrencilere bireysel etkinlik kâğıtları dağıtılarak problem üzerinde bireysel olarak problemin altındaki soruların yanıtlanması istenmiştir. Öğrenciler kendilerine bireysel olarak incelemeleri için verilen sürede problemi okumuştur. Kendilerine verilen bireysel çalışma sürecinde problem durumunu okuyarak anlamlandırmaya, verilen ve istenenleri belirlemeye çalışmışlardır. Grup üyelerinin bireysel çalışma sürecinde çözüm kâğıtlarındaki ifadeler incelendiğinde; problemi anlayarak bir ölçüde sadeleştirdikleri görülse de oluşturmaya çalıştıkları modellerde çözüme ulaşamadıkları tespit edilmiştir. Dört öğrenciden oluşan sarı grupta etkinliğe katılamayan İlkan'ın bireysel çalışması ertesi gün tamamlanmıştır.Bireysel etkinlik çözüm kâğıtlarında; problemi çözmek için verilmeyen bilgilere ihtiyacınız var mı? Varsa bu bilgilerin neler olabilir? sorusuna Sare ve Nisan olmadığını, Esra ise otobüs fiyatının olası gerektiğini çünkü maliyeti ona göre belirleyeceğini ifade etmiştir. Sarı grup üyelerinden Sare ve Esra, bireysel çalışma sürecinde öğretmen ve araştırmacıya problemi anlamlandırarak verilen ve istenenleri belirlemeye yönelik düşüncelerini onaylatmaya yönelik sorular yöneltmiştir **(Problemi Anlama**, **Sadeleştirme).** Çözüm kağıdındaki varsayımlarını sorgulayan soruya geldiklerinde sorulan sorulara araştırmacı tarafından etkinlik öncesi yapılan açıklamalar hatırlatılmıştır.

Öğretmen: *Adınızı yazmayı unutmayın. Hocam, arka tarafı da yazıyorlar değil mi?*

Araştırmacı: *Tabi, tabi.*

Esra: *Ben anlamadım burayı. Hocam şimdi bunu buna çevireceğiz mi? Yani 40 kişi, ondan sonra mı buraya yazacağız?*

Öğretmen: *Tam da denk gelmişti. Evet.*

Sare: *Hocam bir şey diyeceğim, şimdi burada ben nedenini de yazdım. Buraya da mı nedenini yazmamız lazımdı?*

Araştırmacı: *Sare, buraya nedenini mi yazdın?*

Sare: *Hıhı. [Onaylar].*

Araştırmacı: *Onu ok yap, buraya böyle gösterebilirsin.*

[…]

Araştırmacı: *Biraz önce anlattık ya. Tahmin ediyorsun [Sınıfa açıklama yapılır]. Yapıyorsun çözerken ama bakıyorsun ki sonucun yanlış, demek ki varsayımını değiştirmen gerekiyor. Hani hava sıcaklığı ile ilgili bir örnek vermiştik biraz önce. Evet, bu bireysel.*

Grup üyeleri problemi okuyup anlamlandırdıktan sonra bireysel çözüm kâğıtlarında yer alan problemden istenilenleri kendi cümleleriyle ifade etmeleri ve problemi çözmek için verilmeyen bilgilere ihtiyaçlarının olup olmadığını sorgulayan soruları yanıtlarken araştırmacı ve öğretmene danışmışlardır. Bireysel çözüm kâğıtlarında Esra, problemden istenilenleri kendi cümleleriyle ifade ederek problemi çözmek için otobüs fiyatının olması gerektiğini ona göre ucuzuna gideceğini yazmıştır. Problem durumunda ise yol ücretinin verilmemesinden problemde eksik bilgi olduğunu ifade etmiştir **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)**. Değişkenleri belirlerken bir kilogramına göre ve Doğal kuru yemişçisine göre hesapladığını ifade ederek yanlış varsayım kurduğunu fark etmiştir **(Doğrulama)**. Bireysel çalışmada problemin çözümü için gerekli işlemlerin yapılacağı bölüme gelen Sare'nin araştırmacıya yönelttiği sorudan ve çözüm kağıdındaki verilerden; problemi sözel ifadelerle yanıtlanacağını düşündüğü için oluşturduğu hatalı matematiksel modelle ilgili çözüm yapmadığı görülmüştür.

Esra: *Hocam buradan bir şey eksik vermeleri gerekir.*

Öğretmen: *Eğer bu problemde eksik kalan bir şey varsa fark ettiysen önce onu yaz. Yoksa yoktur, varsa vardır.*

Esra: *Bizden istenen problemi yazmamızı istiyor değil mi?*

Öğretmen: *Aynen. Burada ne istiyor? Bak mesela burada evet var demişsin ya. Ne varsa onu yaz işte, onu da açıkla.*

Esra: *Buraya ne yazacağım?*

Sare: *Oraya hangisinin daha uygun olduğunu?*

Öğretmen: *İşte Yörem mi daha uygun, Doğal mı daha uygun. Bunu şey diye belirtebilirsin mesela, bu eksik bir şey var ondan dolayı diyorsan onu da yazabilirsin. Yani o an bu soruyu okuduğunda ne geldiyse aklına onu yaz.*

Sare: *Ben hep yanlış yere yazmışım, bakar mısınız? Neyse ben şunu şuraya geçireyim. Esra benden kopya çekme.*

Esra: *Hocam ben buraya ne yazabilirim ki? Ön sayfaya yazdım ben problemimi. Ben bunu yazdım, ön sayfaya "en ucuzuna gider."*

Öğretmen: *Varsayımdan bahsedildi ya biraz önce, onunla ilgili bir şey olabilir.*

Esra: *Ha, otobüs olana giderdim hiç kendimi yormazdım. Ama bunun annesi ucuza mı gidiyor, pahalıya mı gidiyor?*

Sare: *Esra bilmiyorum.*

[…]

Esra: *Hocam bir gelir misiniz? Burada diyor ki varsayımınız ne olabilir? diyor. Ben buraya şimdi "ucuz olana giderim" yazacağım. Başka ne yazabilirim?*

Araştırmacı: *Olur, olabilir. Aklına ne geliyorsa yazabilirsin. Bu sorunun çözümü için gerekli olan, başta kabul ettiğin şeyler senin varsayımın.*

[…]

Esra: *Aha burada fındıkla ceviz varmış. Ben şimdi bunların hepsini tekrar tekrar mı yapacağım? Ben hepsini sadece bununla bunu topladım, 1 kilogramına göre yazdım. Ben hepsini... Şimdi tekrardan mı yapacağım aynısını?*

Nisan: *Niye öyle bir şey yaptın ki?*

Esra: *Hocam ben şimdi bu diğer soruları okudum. Eee diğer soruların o zaman hepsini şimdi değiştirmek mi zorundayım ben? Şimdi yanlış yazdım.*

Araştırmacı: *Yanlış mı yapmışsın?*

Esra: *Hıhı. Burada 40-40 hepsini veriyormuş. Hepsini birer kilogramına göre hesaplamışım. Ama bütün soruları böyle buna göre, Doğal'a göre cevaplamışım.*

Araştırmacı: *Ona göre değiştir. Çok uzamaz, merak etme.*

Sare: *Hocam bir şey diyeceğim. Şey diyor, [problemin yanıtı nedir] diyor. Bunu nasıl bulacağız?*

Araştırmacı: *Efendim. Sen buldun mu yanıtını? İşlemlerin nerede?*

Nisan: *Dedim.*

Sare: *Matematik işlemi.*

Araştırmacı: *Tabii, problemi çözebilmek için, buna yanıt alabilmen için matematiksel işlem yapman gerekmiyor mu? Sen ne anlıyorsan onu yap bu kâğıda tamam mı? Sonra grupça çözümlerde birbirinize doğru yolu bulup doğru çözümü yapacağız. Tamam mı?*

Sare: *Yani kalsın mı hocam?*

Nisan: *Ben demedim mi? Dedim.*

Esra: *En baştan dedi.*

Sare: *Tamam ya.*

Araştırmacı: *Tabii, yapabildiğini yapacaksın. Arkadaşlar, sonucu bulamıyorsanız üzülmeyin. Grupça çalışacağız. O yüzden bence bitirelim.*

Araştırmacı: *Bireyselleri topluyorum arkadaşlar [Sınıfa söyler].*

Grup çalışmasına başlayan Sarı grup üyelerinin; matematiksel modellerini her iki kuru yemişçiye ödenecek ücretinin belirlenmesi üzerine oluşturmaktansa, ürünlerin fiyatına göre iki ayrı kuru yemişçiden alınması gerektiğini ifade etmişlerdir. Problemi tam olarak anlamlandıramadıkları ve verilenlerle istenilenleri belirlerken aralarında yanlış ilişkiler kurulduğu belirlenmiştir **(Problemi Anlama, Sadeleştirme).** Nisan, bireysel kağıdında yaptığı çalışmada ceviz ve fındık içi dışındaki ürünlerin de 5 katını aldığından sözel olarak problem durumunda verilen 8 kişilik malzeme listesindeki tüm ürünlerin, 40 kişilik yapılacak aşure için 5'le çarpılması gerektiğini ifade ederek 40x5=200 gr. fındık ile 1 kg aşurelik buğday gerektiğini belirtmiştir **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme)**. Grup arkadaşları, yanlış varsayımda bulunan Nisan'a sadece fındık ve cevizin gerektiğini söylemiştir. Grup arkadaşlarının bireysel kâğıtlarında neden daha fazla ürün için hesaplama yaptıklarını sorduğunda Sare bireysel çalışma sürecinde anlamadığını ifade etmiştir **(Doğrulama).** Esra niye 5'le çarpıldığını sorduğunda Nisan 8'i 40'la çarpınca şeklinde yanlış söylese de Esra 8x5= 40 olduğunu algılayarak onaylamıştır **(Doğrulama)**. Ürünlerin fiyatına göre farklı kuru yemişçilerden alınması gerektiği konusunda hem fikir olan grup üyeleri ceviz içinin Doğal'dan, fındık içinin Yörem'den alınmasını kararlaştırmıştır **(Yorumlama).** Problemi bir ölçüde sadeleştirerek gerekli ve gereksiz değişkenleri belirlerken gerçekçi varsayımda bulunamayan grup üyelerinin verilenlerle istenilenler arasında yanlış ilişki kurulduğu yargısına ulaşılmıştır.

Nisan: *Ne yapacağız şimdi. [Çözüm Kâğıdı**:** Grup çözüm kağıdına isimlerini yazarlar]. Tükenmezle mi yapacağız?*

Esra: *Hıhım. [Onaylar].*

Nisan: *Silmek yok mu yani?*

Esra: *Bence Cemile'nin arkadaşlar Doğal Kuruyemişçi'de…*

Nisan: *Bence de.*

Esra: *Hayır… Cemile'nin ceviz içini.*

Sare: *Bence en pahalı olana gitmeli.*

Esra: *Hayır.*

Nisan: *Niye en pahalı olana gidiyor?*

Esra: *E belki başka buna şeyler…?*

Nisan: *Bunu matematiksel olarak hesaplamamız gerekmiyor mu?*

Sare: *Arkadaşlar bir dakika, bence Cemile'nin fındık içini Yörem'den, ceviz içini ise Doğal'dan alır değil mi?*

Nisan: *Yani evet. Ama bunu matematiksel olarak hesaplamamız gerekmiyor mu? Mesela 200… ne diyor, 40 gram fındık içi diyor, yani 5 ile çarpacağız 200.*

Sare: *Bence Cemile'nin bakış açısının içinde […]*

Araştırmacı: *Çözümünüzü grup defterlerine yapabilirsiniz. Grup defterinin ilk sayfasına "Aşure" deyin arkadaşlar, bu aşure etkinliği.*

Nisan: *200 gram aşurelik buğday 1 kilogram aşurelik buğday ediyor.*

Esra: *Ya kızım bunlarla alakası yok. Bunları sen ne yapacaksın?*

Sare: *Evet, onlara hiç gerek yok.*

Esra: *Fındıkla cevizi soruyor.*

Nisan: *Ya o zaman siz niye diğer sayfaya takır takır yazdınız?*

Sare: *O zaman bir şey anlamamıştım.*

Esra: *Dur. Niye 5 ile çarpıyoruz bunları?*

Nisan: *Çünkü 8'i 40'la çarpınca…*

Esra: *Haa evet tamam.*

Araştırmacı: *8'i mi 40'la çarpıyorsunuz?*

Nisan: *8 kişilik 40 olması için. Şimdi 40…O zaman diyorum 40 TL şey…*

[…]

Sare: *Ne yapacağız şimdi?*

Nisan: *Şimdi o zaman buraya yazıyorum, üçümüz de hemfikiriz… [Ne yazılacağını düşünür]. Ceviz için Doğal, fındık için de Yörem.*

Esra: *Yörem kuruyemişçisine gidiyor, evet.*

Nisan: *Fındık için… [Sesli olarak heceleyerek yazar]. Burada hangisini tercih etsin? Yörem'i. Çünkü üçümüzün hemfikir olduğu cevap o.*

Grup çözüm kağıdında ilk alt başlık olarak problemde ne istenildiğinin açıklanması istendiğinden problem yüksek sesle okunmaya başlanmıştır. Okuma aşamasında Sare, problemde 8 kişilik tarifteki malzemelerden 40 kişilik yapılması için arkadaşlarına "40'ı 8'e bölüyoruz yani 5'le çarpımı 40 oluyor" demiştir (**Sadeleştirme**, **Matematikselleştirme**). Problemin okunmasının tamamlanmasıyla grup çalışması başlangıcında ortak yargıya vardıkları ifade tekrar edilmiştir. Çözüm kağıdındaki ilk alt başlığa; Problemde ne istenildiğini, Cemile'nin annesinin fındık ve ceviz içi için hangi markayı seçmesinin daha uygun olacağını soruyor şeklinde ifade ederek onaylamışlardır **(Problemi Anlama**, **Doğrulama)**.

Nisan: *Tamam. Soruları da okuyacağım. Çözümü aşağıda verilen alt başlıklara göre yapınız. Yukarıdaki problemle ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız. [Çözüm kağıdındaki ilk soruyu okur]. Ne isteniliyor? Açıklasanıza. [Arkadaşlarına söyler].*

Nisan: *Şey şey yazalım mı buraya? … o zaman ben buraya yazıyorum ki…*

Sare: *Cemile. [Zeynep'e heceleyerek söyler].*

Araştırmacı: *Ama kim ne söyledi ismen söylesin. Mesela şimdi hangi basamaktasınız [öğrenciler gösterir]. Anladınız mı bu problemi?*

Esra: *Hıhım. [Onaylar].*

Araştırmacı: *Açıklayın o zaman. Nasıl açıklayacaksınız? Evet.*

Nisan: *[Kâğıdı çevirir]. Burada diyor.*

Sare: *[Problemi okumaya başlar]. Cemile'nin okulunda düzenlenecek kermes için annesi 40 kişilik aşure yapacaktır. Bunun için internetteki bir yemek listesinden 8 kişilik bir aşure tarifi bulmuştur. Tarife göre malzeme listesini bize vermiş. Bu, 40 kişilik olacağı için 40'ı 8'e bölüyoruz, yani 5'le çarpımı 40 oluyor. [Problemi okumaya devam eder]. Cemile'nin annesi… Sizce Cemile'nin hangi kuruyemişçiden alması mantıklı olacaktır? diyor. Ceviz için Doğal, fındık için Yörem'i tercih etmeli. Yani burada ceviz içini Doğal'dan almalı, fındık içini ise Yörem'den almalı.*

Esra: *Bence de öyle.*

Sare: *Yukarıdaki problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayın diyor.*

Nisan: *Buraya diyorum ki şunu yazalım: Cemile'nin annesinin fındık ve ceviz içi için hangi markayı tercih etmesi daha yararlı olur?*

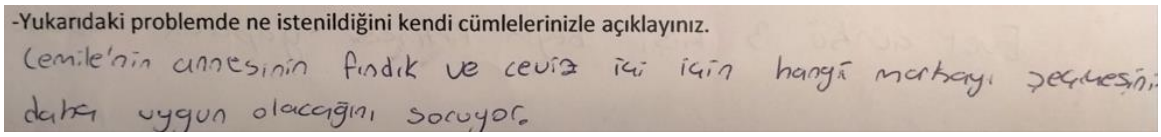
Esra: *Ceviz için Doğal, fındık…*

Nisan: *Hayır, ceviz için Doğal, virgül var burada. Ceviz için Doğal, fındık için Yörem'i tercih etmeli.*

Esra: *Evet, bence de bu.*

Nisan: *Buraya yazıyorum o zaman: Cemile'nin annesinin fındık ve ceviz içi için hangisini tercih etmenin daha mantıklı olduğunu.*

Çözüm Kağıdı:


-Yukarıdaki problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız.
Cemile'nin annesinin fındık ve ceviz içi için hangi markayı seçmesinin daha uygun olacağını soruyor.

Esra: *Annesinin yapacağı aşure için yaz.*

Nisan: *Tamam, yazdım.*

Sare ve Nisan problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyaçlarının olmadığını, Esra ise yol ücretine ihtiyaç olacağına ilişkin bir ölçüde kabul edilebilir bir varsayımda bulunarak tam olarak matematiksel modeli oluşturmadan çözüm hakkında düşüncesini sözel olarak ifade etmiştir **(Sadeleştirme)**. Problemi çözmek için varsayımların belirlenmesiyle ilgili alt başlığa; varsayımı tam olarak anlamlandıramayarak her iki kuru

yemişçi seçeneği için fiyatların belirlenmesi ile ilgili yorumlarını ifade etmişlerdir. Ardından Esra arkadaşlarına, fiyatların verilmiş olduğundan yazılmayacağını belirtmiştir **(Sadeleştirme)**.

Sare: *[İkinci alt programı okur]. Şimdi diyor ki problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyacınız var mı? Varsa bu bilgiler neler olabilir? İhtiyacımız yok yaz. Yok [**Nisan**'a yazmasını söyler].*

Esra: *Vaaar. Ona göre parayla gidecek.*

Nisan: *Yaa Esraaa. Yok bulamadık ikiye bir [grup üyeleri arasındaki oylama- grup üyelerinden iki kişinin yok, Esra'nın var dediğini ifade etmek ister]. Yok arkaya geçiyoruz.*

Esra: *Fındık içine kadardı?*

Sare: *Şimdi diyor ki problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir? [Üçüncü alt başlığı okur]. Varsayımlarınızı belirlerken mantıklı olmasına ve gerçek yaşama uygun olmasına dikkate alınız diyor [okumaya devam eder]. Varsayımlarımız neler olabilir?*

Esra: *İlk baş Doğal'a ya da Yörem'e gidip… Ne yazacağız buna? Sonra diğer kuruyemişçiye gidip aynısını vermesi.*

Sare: *Hayır.*

Nisan: *Varsayımın şey yazabilir miyiz mesela buraya…*

Sare: *O zaman şey yapmalı. İlk Yörem'e gidip fiyatları öğrenmeli sonra Doğal'a gidip fiyatları öğrenmeli.*

Esra: *Fiyatları belli ya.*

Nisan: *A evet o zaman buraya şey yazalım mı?*

Sare: *Ama öğrenmiş.*

Nisan: *Cemile'nin annesinin şey… biz grup olarak Cemile'nin annesinin uığ [sessizlik] Daha […] neyse ya.*

Sare: *Bence sen söylediğimizi yaz.*

Esra: *İlk baş Yörem'e gidip oradaki fiyatları öğrenmek, daha sonra Doğal'a gidip …*

Nisan: *Ama burada varsayımlarımız dediği için Doğal'a gidip fiyatları öğrenmiştir yazalım.*

Sare: *Yaz.*

Esra: *Hayır fiyatları zaten biliyor.*

Nisan: *Ya hayır.*

Esra, çalışmanın başında problemi çözmek için problemde verilmeyen yol ücretine ihtiyaç olacağını ifade etse de problemin çözüm aşamasında ulaşım ücretini göz önünde bulundurmamaları sebebiyle grup üyeleri bir ölçüde kabul edilebilir varsayıma dayalı olarak oluşturulan hatalı matematiksel model ile Yörem kuru yemişçisinden fındık içi, Doğal'dan ise ceviz içi alınması gerektiğini ifade etmişlerdir **(Sadeleştirme).** Nisan'ın 8 kişilik listede verilen ceviz ve fındık içi miktarını belirttiğinde Esra40 kişilik aşure için bu miktarların 5'le çarpılarak bulunması gerektiğini belirtmiştir **(Doğrulama, Matematikselleştirme).** Sare'nin de 8 kişilik listedeki tüm ürünlerin 5 katının alınmasına yönelik 75 ile 5'in çarpılmasını istediğinde sadece fındık ve ceviz içi miktarlarının çarpılması gerektiğini belirtmiştir **(Doğrulama, Sadeleştirme, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)**. Varsayımını değiştiren Sare 40'la 5'i çarparak hatalı işlem yaparak 90 bulduğunda Nisan 200 olması gerektiğini belirtmesinin ardından fındık ve ceviz içi miktarlarını 200 ve 300gr olarak hesaplayarak çözüm kağıdına yazmışlardır **(Doğrulama**, **Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma**). Nisan'ın diğer alt problemi okumaya başlaması üzerine Esra bulunan miktarların fiyatlar ile çarpılarak ücretin bulunması gerektiğini ifade etmiştir **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma).** Çözüm kağıdına yazmadan önce grup defterlerindeki yapılan çalışmada 60x5 yerine 80x5 değerini hesaplayarak 400 bulan Esra yapılanları kontrol ederek yanlış yaptığını ifade etmiştir **(Doğrulama)**. Ürünlerin fiyatına göre farklı kuru yemişçilerden alınmasına ilişkin hatalı matematiksel model oluşturarak ceviz içinin Doğal'dan, fındık içinin Yörem'den alınmasını kararlaştıran grup üyeleri problemde Doğal'dan alınacak 300gr ceviz içinin fiyatını bulmak için 1000'i 300'e bölerek yanlış varsayımları doğrultusunda devirli bir ondalık sonuca ulaşılarak yanlış yaptıkları ifade edilmiştir **(Matematikselleştirme, Doğrulama)**.

Sare: *Esra 2'ye 1. Şimdi diyor ki problemi çözmek için gerekli işlemleri yazınız ve problemi çözünüz diyor? [Dördüncü alt başlığı okur]. Esra problemi çöz.*

Sare: *Tamam biz yapalım bu ders. Problemi çözmek için bir dakika şöyle yapmalı: Yörem'e gidip Yörem'den fındık içi almalı, Doğal'a gidip Doğal'dan ceviz içi almalı.*

Nisan: *Matematiksel işlem yazacağız… Ya Esra bak çok ciddi diyorum, düşününce o Yörem ve Doğal'a gidip nasıl gitmeden öğrenecek fiyatları, in mi bu cin mi?*

Esra: *İnternetten.*

Nisan: *İnternette baktığı yazmıyor ama… Mesela gerekli işlemlerden biri şu olabilir. Ya ama bunu sözel olarak söylüyorum ben. Neyse mesela atıyorum 40 gram fındık içine ve 60 gram ceviz içini…*

Esra: *Hayır. Burada 40 kişilik şey burada kaç kişilik? [Listede verilen tarifi gösterir]. Burada 8 kişilik. O zaman bunları ilk baş 5'le çarpacağız ki matematiksel işlemi ne kadar alacağımızı bulmamız lazım.*

Sare, Nisan: *Tamam oraya yaz.*

Sare: *[İşlem yapıyor]. 75'le şeyi çarpsana.*

Nisan: *75'le kaçı?*

Sare: *75 ile 5'i çarpar mısın?*

Esra: *Niye bunları yazıyorsunuz ki? Bunlar bize zaten lazım değil. Bunlara gerek yok, sadece bununla bunu bulmamız yeterli [Fındık ve ceviz içi miktarlarını gösterir].*

Nisan: *O tarafa okumadım.*

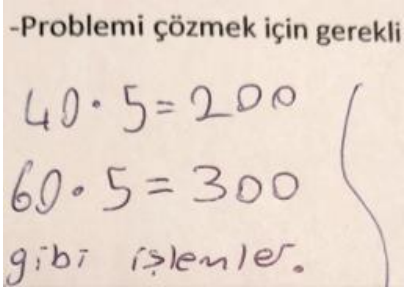
Sare: *40'la 5'i çarparsan 90 olur.*

Nisan: *Hayır dur bekle. 40'la 5'i çarpınca 200.*

Sare: *Tamam düzelt, bir şey olmaz. Tamamdır. Bu böyle.*

Nisan: *Arkaya da mesela şunu yazabiliriz bence. O zaman yazıyorum**:** Örneğin 40 x 5 = 200, ondan sonra başka… ceviz içi 60 kere 5 = 300 [yazar].*

Çözüm Kağıdı:



Araştırmacı: *Ortak karar veriyorsunuz değil mi? [Grup onaylar].*

Nisan: *[Soruyu okur]. Problemin yanıtı nedir? Bulduğunuz sayısal sonuç sizin probleminiz için yeterli yanıtı oluşturdu mu? Mantıksal bir çerçevede açıklayınız.*

Esra: *Bunun daha işlemin devamı var ki. Bunu Yörem'le çarpacağız, sonra Doğal'la çarpacağız fiyatlarına göre.*

Sare: *Bu yanlış mı? Bir dakika bu yanlış mı?*

Esra: *Hayır o doğru da bir dakika. Kızım bu 400 olacak, 80 ya bu.*

Nisan: *Şunu şey yapalım o zaman, 60'la 5'i çarpalım.*

Esra: *60'mış tamam. Ben 80 ile çarpmıştım. Tamam şimdi Yörem kaçtı? Şimdi ceviz içi için nereye gidiyordu? Doğal'a gidiyordu. Ceviz içi için Doğal'a gidiyordu… 160.*

Sare: *Hayır, ne kadar da orada kilosu cevizin? 160. O zaman 1000'i 300'e bölsek…*

Esra: *Olmuyor ki [işlem yapıyorlar]. Virgüllü çıkıyor ki.*

Nisan: *Virgüllü mü?*

Esra: *Hayır, devirli devirli.*

Nisan: *Ha, devirli çıkıyor.*

Esra: *Yanlış yaptık.*

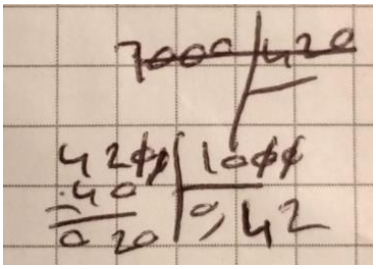
Nisan: *O zaman buraya şey yazalım**:** 3/2. Ama tabi devirli haliyle… Sonucumuzun doğru olduğunu düşünmesek de bunu bulduk, olur mu?*

Problemin çözüm aşamalarını grup defterlerinde yaptıktan sonra çözüm kağıdına geçiren grup üyeleri; doğrulama yaklaşımında bulunarak düzeltmeye gitmiş ve kilogram fiyatı 160 TL olan ceviz içi 1000'e bölünerek gram fiyatı hesaplamıştır **(Doğrulama, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)** Ürünlerin farklı yerlerden alınması üzerine kurulan eksik oluşturulan matematiksel modelde; bulunan değer 300 ile çarpılarak ceviz içi ücreti 48 TL olarak hesaplanıştır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**.

Esra: *Bir dakika 300 yazıyoruz… Eee bunu 1000 olacak şey yap direkt bir dakika. İlk baş bunu 1000'e bölsek ha tamlı […] çıkıyor. Yok, ilk baş işte pardon 0,16'ymış. Şimdi cevizin tanesi [Gram ücretini belirtir]. Şimdi ne kadar alacaktık biz? 300 gram. [İşlem yapıyor]. 48*

TL tutuyor ceviz içi, şimdi şeyi bulsak… Yörem'e gidiyordu 420. Aaa ters yazdım. [420'yi 1000'e böleceğine 1000:42 yazar ve 200 ile çarpar]. 84 lira tutuyor şey fındıklar. O zaman bunları toplar, böyle yazalım şimdi şuraya.

Grup Defteri:



Nisan: *Ne yazalım?*

Esra: *Bak şimdi mesela…*

Sare: *Bunu çarpıyor muyuz?*

Esra: *Hayır, şimdi şey yazalım: 160 yaz. Ama biraz boşluk bırak, sonra göremiyorum. Sonra buraya 1000 yaz, buraya 0 yazıp buraya bir 0 ekle. Sonrasında buraya 16 yaz. Ama şurada sıfırlar önemsiz ya, bu ikisini atmıyoruz. Sonra onu 16'ya böleceğiz, buraya 1 yazacağız.*

Nisan: *Buraya virgülün üstüne 1 yazıyorum bak. Dur kızım, virgül 16 yazacağız.*

Esra: *Hıhım. İşte burası 16 olacak herhalde. Dur, 16'yı daha yazma. 1 yaz. Sonra buradan 10 çıkart, ondan sonra 6'yı yaz. Yanına 0 ekleyeceksin. Buradan da 6 koy. 16 ceviz yaz, onun altına bununla [0,16'yı gösteriyor] bunu [0,16 x 300 işlemini yapar]. Bununla bunu çarptığımızda kaç ediyormuş?*

Sare: *48,00 yaz.*

Nisan: *Ama 48'i nerenin hizasına yazayım? 48,00 virgüllü mü yazayım?*

Esra: *Ihıh [itiraz eder]. Burada iki tane olduğu için buraya virgül koy. Tamam, bu cevizin fiyatı. Şimdi buraya eee kaç yazacağız?*

Nisan: *Buraya 48,00'a cevizin fiyatı mı yazacağız? Bu neyin fiyatı?*

Araştırmacı: *İki soru kaldı, hızlanalım.*

Nisan: *Eşittir ceviz [Yazar].*

Araştırmacı: *5 dakikanız var, sunumlara geçeceğiz [Sınıfa duyurulur].*

Eksik oluşturulan matematiksel modelde grup üyeleri Doğal'dan alınan ceviz içi ücretinin hesaplanmasından sonra, benzer model ile Yörem'den alınacak 200 gr fındık içi ücretini hesaplamaya başlamışlardır. Kilosu 420 TL olan fındık içi fiyatı 1000'e bölünerek fındık içinin gram fiyatı bulunmuş ve gram ücreti 200 ile çarpılarak fındık içi 84 TL olarak bulunmuştur **(Matematiksel Olarak Çalışma).** Nisan, farklı yerlerden alınacak iki ürün için bulunan değerleri toplayarak 48+84 = 132 TL olarak yazmıştır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma).** Çözüm kağıdında yer alan; problemin yanıtı nedir? Bulduğunuz sayısal sonucun yeterli yanıtın oluşturdu mu? Sorusuna Nisan'ın bulunan 132 değerini yazılacağını ifade etmesi üzerine bu duruma itiraz eden Esra, problemde nereye gideceğinin sorduğunu hatırlatması üzerine; çözüm kağıdındaki 5. alt başlığa yanıt olarak ceviz içini Doğal' dan, fındık içini Yörem'den alınması gerektiği ve bulunan sonucun yeterli olduğunu ifade etmişlerdir. Grup üyeleri çalışma sürecinde bir ölçüde kabul edilebilir varsayım doğrultusunda oluşturulan modellerde süreç boyunca **(Doğrulama)** yaklaşımında bulunmuşlar fakat 5. alt başlığa yanıt olarak nereye gidileceğinin sorulduğunu ifade edilmesine rağmen yol ücretinin de göz önünde bulundurularak iki seçenekten birinin seçilmesi gerektiği fark edilmemiştir**.**

Esra: *Şimdi buraya da şeyi yapalım. Şimdi buraya bir dakika, ne kadardı bu? 420'yi 1000'e böleceğiz. Bunun aynısını yapacağız. Şimdi buraya sıfır ekle, sıfır virgül [0,42 yazar]. Tamam. Buradaki sıfırı buraya geçireceğiz.*

Nisan: *42'yi 10'a bölüyoruz şu an [bölme işlemindeki böleni virgülden kurtararak işlemi yapar].*

Nisan: *Nereye?*

Esra: *Şuraya. Sonra 10'la 4'ü çarpınca 40 ediyor. 40 yazacağız.*

Nisan: *Sonra sıfır falan indiriyor muyuz?*

Esra: *Evet. Buraya 0 koyuyoruz. Sonra buraya da 2 yazıyoruz. Bu fındığın fiyatı.*

Nisan: *O zaman 0,42 = Fındığın fiyatı.*

Esra: *Evet. Şimdi bu ikisini de toplayacağız. Şimdi şöyle bir şey yapacağız:* Bizim *fındığımız 200 taneydi, 200 gr yani. Bunun gramı bu kadar olduğu için 0, … Sonra iki kere iki dört, 4 x 2 = 8. Sıfır sıfır, 2 virgülü kaydırıyoruz. Buraya iki, bu fındığın fiyatı olacak eee 84.*

Nisan: *Ama 84'ün önünde 0 var. Çarpı atıver [Arkadaşından üstünü çizmesini ister].*

Esra: *Sonra cevizin fiyatı ile fındığın fiyatını topluyoruz.*

Sare: *Arkadaşlar 3 dakikamız kaldı sunuma.*

Nisan: *O zaman ben buraya şey yazıyorum.*

Grup üyeleri: *[Yapılan işlemleri sesli olarak yazmasına söyler].*

Esra: *Çözüm kağıdında "Problemin yanıtı nedir?" ... [Sorusunu okur].*

Nisan: *Problemin yanıtına 132 TL yazıyorum.*

Esra: *Ihıhı [İtiraz eder]. Problemin yanıtı nedir? Bize nereye gideceğini soruyordu ya. Şey yazacağız buraya: Ceviz içini Doğal'dan, fındık içini Yörem'den almalı [Yazmasına söyler].*

Sare: *Onu yazdık ya.*

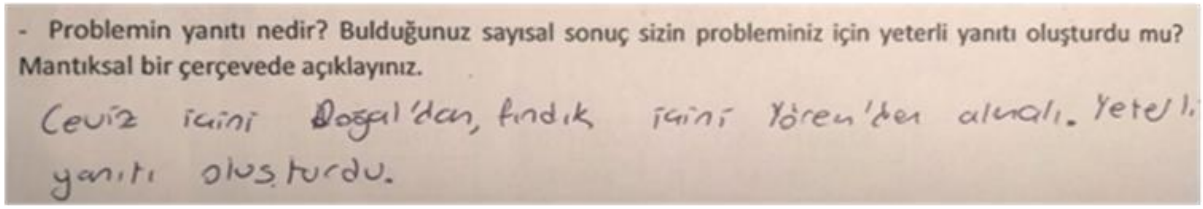
Esra: *Hayır tamam işte. Problemin yanıtı nedir bu.*

Nisan: *Yörem, di mi?*

Esra: *Sonra nasıl yazacağız? Yeterli yanıtı oluşturduk.*

Nisan: *[Yazar].*

Çözüm Kağıdı:

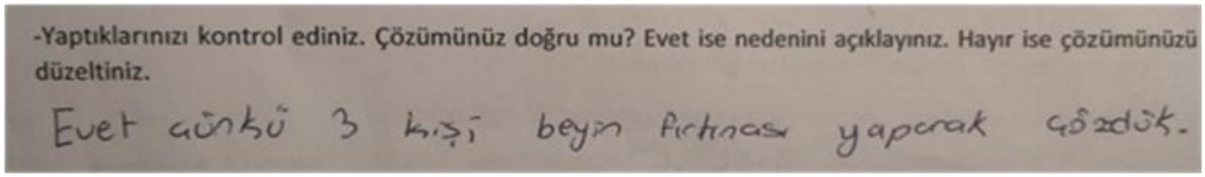

- Problemin yanıtı nedir? Bulduğunuz sayısal sonuç sizin probleminiz için yeterli yanıtı oluşturdu mu? Mantıksal bir çerçevede açıklayınız.

Ceviz içini Doğal'dan, fındık içini Yörem'den almalı. Yeterli yanıtı oluşturdu.

Esra: *Yaptıklarınızı kontrol ediniz. Çözümünüz doğru mu? [6. alt başlığı okur].*

Sare: *Evet, çünkü 3 kişi düşünerek yaptık diyelim.*

Çözüm Kağıdı:


-Yaptıklarınızı kontrol ediniz. Çözümünüz doğru mu? Evet ise nedenini açıklayınız. Hayır ise çözümünüzü düzeltiniz.

Evet çünkü 3 kişi beyin fırtınası yaparak çözdük.

Esra: *Evet.*

Araştırmacı: *Evet arkadaşlar, sunum için 3'er dakika vereceğiz size [sınıfa duyurur].*

Esra: *Tamam.*

Sare: *Bitti.*

Sunum aşamasında sarı gruptan gönüllü olarak grup sözcüsü olarak belirlenen Esra yol ücretinin bilinmez olduğu için önemsemediklerini ifade etmiştir **(Yorumlama).** Farklı kuru yemişçilerden alınabileceği üzerine kurulan modele göre fındık ve ceviz içine toplam ödenen ücreti nasıl bulduklarını çözüm kağıdında bulunan işlem ve hesaplamaları tahtaya açıklayarak yazmıştır. Sunum sonunda araştırmacı tarafından sınıfa, sarı grubun çözümü hakkında sorularının olup olmadığı sorulduğunda mavi gruptan İmer, farklı kuru yemişçilerden alınan farklı ürünlerin fiyatlarını neden topladıklarını sormuştur. Arkadaşının da doğru söylediğini belirten Esra, yol ücretinin problemde belirtilmemesinden dolayı fiyatı önemsemedikleri için fiyat uygunluğuna göre ceviz içinin Doğal, fındık içinin de Yörem kuru yemişçisinde alındığını ifade etmiştir **(Doğrulama, Yorumlama)**. Araştırmacı tarafından gruba; bir ölçüde kabul edilebilir varsayım doğrultusunda oluşturdukları modeldeki hatalarını sorgulamaları amacıyla "Ayrı yerden alın mı demiş soruda?" sorusu yöneltilerek değerlendirmeleri istenmiş ve diğer grubun sunumuna geçilmiştir.

Esra: *Ben Esra sarı grubun sözcüsüyüm.*

Araştırmacı: *Tamam Esra. Seni dinliyoruz*

Öğretmen: *Dinliyoruz [Sınıfa seslenir].*

Esra: *Biz işlemleri yol ücretini önemsemeden yaptık. Çünkü o bizim için bir bilinmezdi. Biz ilk baş şöyle düşündük**:** Soruya baktık, ceviz hangi kuruyemişçide daha ucuzsa ona karar verdik. Ceviz en çok… eee Doğal'da ucuzdu. Biz de cevizi Doğal'a göre yaptık [tahtada başlar]. İlk baş biz Doğal'da 1 gramın ne kadar olduğunu bulduk, o yüzden… biz 1000'e böldük [16'yı tahtada 1000'e böler]. 1 gramı 0,16 kuruş burada. Eee ne kadar… Biz ceviz için ceviz 300 TL, fındık 200 TL olarak bulduk [gramları TL ile karıştırarak söylemiştir], yani gram olarak bulduk.*

Araştırmacı: *200 gram ve 300 gram olarak demek istiyorsun, değil mi?*

Esra: *Hıhı, öyle.*

Araştırmacı: *Tamam.*

Esra: *Biz cevizi bulduk burada [tahtada 0,16 x 300 = 48 yazar]. Bunları çarptığımızda 48 TL fiyatımız. Sonra fındık içi için biz Yörem'i tercih ettik. Çünkü Yörem daha ucuzdu. Bunun bir gramını bulmak için 1000'e böldük [420'yi 1000'e böler]. Bunun gramı bu kadarmış. Sonra biz de fındığın gramı 200'dü, sonra biz de 200 ile 0,42'yi çarptık. 84 [Burada iki sıfır gider]. Burası 84 oluyor [tahtada gösterir]. Sonra biz bu ikisini topladık [48 + 84 = 132 tahtaya yazar]. 132 TL bulduk.*

Araştırmacı: *Şimdi mavi grup biraz önce çözüm yaptı. Sarı grubun çözümü hakkında mavi grup, sormak istediğiniz bir şey var mı?*

Mavi grup – İmer: *Orada Doğal'la, Yörem'i ayrı ayrı bulup neden topladık? Neden 48 ile 84'ü topladık? 2 ayrı kuruyemişçide mi?*

Esra: *Evet, toplam ne kadar ödeyecek, hepsini aldıktan sonra. Sonra onu yaptık.*

Mavi grup – İmer: *Ama ilk başta onun alacakları fiyatları bulup, bu ikisini toplayıp…*

Esra: *Sen de doğru söylüyorsun. Biz ilk baş baktık, ceviz için hangisinde daha ucuz kilosu, ona göre yaptık. En ucuzu Doğal'daydı. Biz Doğal'a gittik. Çünkü fiyat yazmıyordu. Biz de fiyatı önemsemedik [toplu taşıma ücretini kasteder]. Sonra fındığa baktık. Fındık da en ucuz Yörem'de olduğu için biz de Yörem'e baktık.*

Araştırmacı: *Yani ayrı ayrı yerden mi aldınız?*

Esra: *Hıhım [Onaylar].*

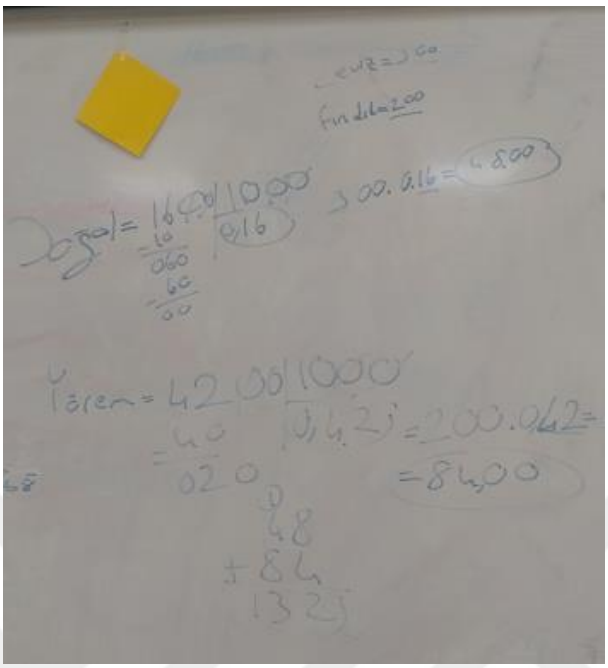
Araştırmacı: *Ayrı ayrı yerden alın mı demiş soruda? Siz onu değerlendirirsiniz. Başka grup var mı, soru soracak? Sorunuz var mı?*

Araştırmacı: *Evet, başka sunum yapacak var mı gruplardan?*

Sarı grup aşure MOE sunumu Şekil 27'de verilmiştir.

Şekil 27

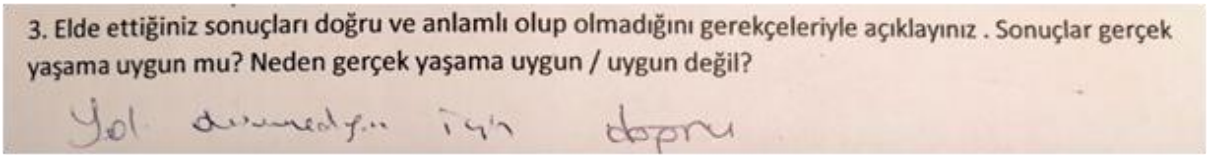
Sarı grup aşure MOE sunum

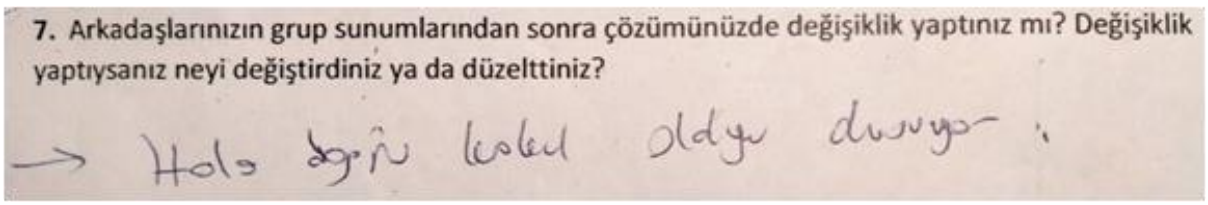


Tüm sunumların tamamlanmasının ardından etkinlik sonu sorularına verilen yanıtlarda; yorumlama yeterliğine ilişkin bulgular çerçevesinde elde ettikleri sonucun doğru ve gerçek yaşama uygun olmasının sebebini problem durumunda yol ücretinin verilmemesinden oluşturmadıkları biçiminde açıklanmıştır **(Yorumlama)**. "Sunumlardan sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı?" Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzeltiniz?" sorusuna ise hala doğru olduğunu düşündüklerini belirtilerek herhangi bir düzeltme yaklaşımında bulunulmamıştır **(Doğrulama)**. Sunum sonu etkinlik kağıdında yer alan öğrenci yanıtlarına ilişkin örnek Şekil 28'de sunulmuştur.

Şekil 28

Sunum sonu etkinlik kağıdı (Sarı Grup – Aşure)


3. Elde ettiğiniz sonuçları doğru ve anlamlı olup olmadığını gerekçeleriyle açıklayınız . Sonuçlar gerçek yaşama uygun mu? Neden gerçek yaşama uygun / uygun değil?


7. Arkadaşlarınızın grup sunumlarından sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı? Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzelttiniz?

Grup üyeleri ulaşım için yapılacak masrafı göz önünde bulundurmayarak bir ölçüde kabul edilebilir varsayımda bulunulmuştur. Bir ölçüde kabul edilebilir varsayımdan hareketle matematik dünyasına geçiş yapılmış ve ürünlerin alınması için bir kuru yemişçinin seçilmesi yerine fiyatın uygunluğuna göre ürünlerin ayrı kuru yemişçilerden alınması üzerine hesaplamalar yapılarak eksik matematiksel modeller kurulmuştur. Eksik oluşturulan matematiksel modellerin çözümü doğru bir şekilde yapılmıştır. Çözüm eksik olsa da gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlanmıştır. Çözüm sürecinde eksik matematiksel modelin çözüm sürecinde yol ücreti dışında Doğrulama yaklaşımında bulunularak belirlenen hatalar düzeltilmiştir. Aşure Model Oluşturma Etkinliğinde söz konusu değerlendirmeler sonucunda elde edilen Sarı grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11

Aşure MOE uygulamasında sarı grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri

SARI Grup	**AŞURE MOE**
Problemi Anlama	2
Sadeleştirme	2
Matematikselleştirme	1
Matematiksel Olarak Çalışma	2
Yorumlama	2
Doğrulama	3
Toplam	**12**

4.1.1.3. Aşure Model Oluşturma Etkinliğinde Yeşil Grubun Çözüm Sürecine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Yeşil grup üyelerine bireysel etkinlik kâğıtları dağıtılarak problem üzerinde bireysel olarak problemin altındaki soruların yanıtlanması istenmiştir. Öğrenciler kendilerine bireysel olarak incelemeleri için verilen sürede problemi okumuştur. Kendilerine verilen bireysel çalışma sürecinde problem durumunu okuyarak anlamlandırmaya, verilen ve istenenleri belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmaya kartılan dört grup üyesinin bireysel çalışma sürecinde çözüm kâğıtlarındaki ifadeler incelendiğinde; tüm grubun verilen istenilenleri belirledikleri kurulan yanlış varsayım üzerine oluşturdukları matematiksel modelde ürünlerin fiyatlarını 1'er kilogram üzerinden hesapladıkları ve yol ücretinin göz önünde bulundurulmadığı ve

verilmeyen bilgilere ihtiyaçlarının olmadığını belirtmişlerdir **(Problemi Anlama, Sadeleştirme).** Grup üyelerinden okula gelmediği için katılamayan Ümit'in uygulaması ertesi gün gerçekleştirildikten sonra bireysel kağıdında grup arkadaşlarından farklı olarak verilmeyen bilgiye ihtiyacı olduğunu belirtelerek toplu taşıma ücretinin tahmin etmek zorunda olduğunu ifade etmiştir.Yeşil grup üyelerinden Berat bireysel kağıdındaki "Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir?" sorusunda yer alan varsayımın ne anlama geldiğini **(Sadeleştirme)** sorduğunda araştırmacı tarafından etkinlik öncesi yapılan açıklamalar hatırlatılmıştır. Banu, Berat ve Sude, bireysel çalışma sürecinde öğretmen ve araştırmacıya problemi anlamlandırarak verilen ve istenenleri belirlemeye yönelik düşüncelerini onaylatmaya yönelik sorular yöneltmiştir **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)**.

Berat: *Varsayım ne? Hocam varsayım ne?*

Araştırmacı: *Biraz önce anlattık ya. Tahmin ediyorsun soruda çözerken ama bakıyorsun ki sonuç yanlış. Demek ki varsayımını değiştirmen gerekiyor. Hani hava sıcaklığıyla ilgili örnek vermiştim biraz önce*

Sude: *Hipotez.*

Banu: *Hocam bu soru şöyle değil mi? Tablodaki sorduğu şey değil mi?*

Araştırmacı: *[…] onlara benziyor. Bitirdin mi, çözümünü doğruladın mı Berat?*

Berat: *Hıhım. Şu var [Onaylar].*

Araştırmacı: *Arkadaşlar bitiren bireyseli varsa parmak kaldırsın. Biz ona gelip bakacağız. Bitiremezseniz sıkıntı yapmayın grupça çözeceksiniz zaten. Aklınızdan ne geçiyorsa düşüncelerinizi açık açık yazın birbirinizden bağımsız [Tüm sınıfa açıklar].*

Sude: *Kaç buldun Berat?*

Banu: *Problemi çözdün mü orada? Ben çözümü buldum […]*

Berat: *610-1 kilo*

Berat: *Banu şu varsayım. Sayfayı çevir. Varsayımı soruyordun ya.*

Banu: *Hıhım.*

Araştırmacı: *Kim buldu?*

Berat: *Ben. Hocam bir şey soracağım. Mesela toplam alması gereken miktarı buluyoruz ya 1 kilosunu bulmak yeterli mi?*

Öğretmen: *1 kilosuyla alması gerektiği bununla bu aynı aslında […]*

Banu: *Burası 250 TL ya bunu da bulmak için şey 40 kişilik olması için 5'le çarptık. 200 bulduk. Bununla şimdi 200'le mi çarpacağız? Sonra bunların ikisini de çarptıktan sonra tekrar toplayacak mıyız hocam?*

Öğretmen: *Hayır bu gram. Bu kilogram fiyatı.*

Sude: *Burada ne yapacağız? Öğretmenin bununla bu aynı şey değil mi?*

Öğretmen: *Buraya nasıl çözeceğini yazacaksın. Buraya da işlemini. 1 kilogramı bu fiyatsa sen 200 gramını bulmak için nasıl yaparsın? Yardım etmeyelim dimi hocam [Araştırmacıya sora]..*

Araştırmacı: *Grupça çözümde birbirinize yardım edeceksiniz ya arkadaşlarınla tartışırsın.*

Berat: *Hocam benim bitti.*

Araştırmacı: *Tamam [Öğrencinin yanına gelir. Alt başlıklara verdiği yanıtlar kontrol edilir]. Süper, tamam.*

Öğretmen: *Birazcık hızlanın arka tarafı da yetiştirmeniz lazım ya. Söylediğinizi dikkatli yapın. Söylediğinizi yanlış dönüştürmeyin.*

Araştırmacı: *Arkadaşlar sonucu bulamıyorsanız üzülmeyin. Grupça çalışacağız o yüzden. Bence bitirelim [Tüm sınıfa söylenir]. Bireyselleri topluyorum arkadaşlar. Arkadaşlar arkasında doldurmak istediğiniz bir şey olursa, bu kâğıda kurşun kalemle yazdıklarınıza sonra kendi çözümünüzle ilgili yorumları yaparsınız. Grupla çözümlerinizi. Tükenmez kaleminiz var mı? [Grupça evet derler].*

Bireysel çalışmalarının ardından grup çalışmasına başlayan grup üyeleri malzeme miktarlarını nasıl hesaplayacaklarını tartışmaya başlamışlardır **(Problemi Anlama).** Sude ve Banu sadece eksik olan malzemelerin miktarını bulmak yerine problem durumunda 8 kişilik malzeme listesinde verilen tüm ürünlerin gerekli olduğunu düşünerek 40 kişilik yapılacak malzeme miktarını belirlemeye çalışmıştır. Bu nedenle problemi tam olarak anlamlandıramadıkları ve verilenlerle istenilenleri belirlerken aralarında yanlış ilişkiler

kurulduğu belirlenmiştir **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)**. Oluşturulan yanlış ilişkiler doğrultusunda listedeki tüm ürünleri 5 ile çarpmaları gerektiğine ilişkin yanlış bir varsayımda bulunmuştur **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme)**. İşlem yapılırken hata yapıldığını fark eden Banu uyarıda bulunmuştur. Bu uyarının üzerine doğrulama yaklaşımında bulunularak düzeltilmiştir **(Doğrulama).** Berat ise listedeki tüm malzemeler üzerinden hesaplama yapan arkadaşlarına sadece gereken ceviz ve fındık içinin bulunması gerektiğini belirtmiştir **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme ve Doğrulama)**.

Araştırmacı: *Çözümünüzü grup defterlerinize yapabilirsiniz [Grup çözüm kâğıtları dağıtılır. Grup isimlerini yazarlar]. Grup defterlerinin ilk sayfasına Aşure yazın arkadaşlar.*

Banu: *Haydi başlayalım. Şimdi bu 40 kişiyse… Sude 5'le çarpacağız bunların hepsini. 1000 olacak buraya yaz 1000 diye.*

Sude: *Bunların hepsini buraya tek tek çarpıyoruz [Malzeme listesindeki tüm ürünleri 5 ile çarpmaya başlar].*

Banu: *Evet.*

Sude: *200 gramı 5'le çarpıyoruz 1000 olur.*

Banu: *Çarpayım mı hemen? Çözümlerini burada yapacakmışız. Yapayım mı ben?*

Sude: *Ben yazıyorum. 1/2'yi 5 ile çarpıyoruz 5'te 1.*

Banu: *Beşte iki olur [Grup defterine yazar].*

Sude: *Buraya yazıyorum 2/5. Sonra kuru fasulye yaz.*

Berat: *Hayır cevizle fındığı yapacağız sadece. 250 ile 420'yi toplayacağız işte.*

Sude: *Sadece onu mu soruyor? O zaman niye tarifi verdi?*

Berat: *Ya ona göre şey yapacağız işte eksik ya.*

Banu: *Neresi eksik?*

Berat: *Ceviz ile fındık eksikmiş ya öyle diyordu ya onları bulacağız sadece.*

Banu: *Ama burada malzemeleri diyor ya zaten hepsini toplayacağız.*

Berat: *Bak bu internetten gördüğü malzeme listesi ama eksik çıkmış o yüzden şey hangisinden alması lazım?*

Sude: *Tamam işte bunların hepsini toplayacağız. Sonra buradan bulduğumuz cevizle fındığı da toplayacağız en sonunda aşure olacak.*

Berat: *Tamam da ama biz cevizle fındığı bulacağız sadece. Yani diğerlerini toplamayacağız ki.*

Sude: *Öyle mi? Diğerlerini toplamayacağız.*

Berat: *Ya ama çünkü bu internetten buldu fiyat listesi [Malzeme listesi demek ister]. Yani eksik olan ceviz.*

Banu: *Çarpacağız ya. Berkan çarpmazsak 40 kişilik malzemelerin alındığını nasıl bulacağız?*

Grup üyelerine verilen ve istenilenler ile gereksiz değişkenleri belirlemek için sadece fındık ve ceviz içinin gerektiğini yineleyen Berat, 200 gr. fındık içi ve 300 gr. ceviz içinin fiyatının hesaplanması yerine yol ücretini göz ardı ederek eksik matematiksel model kurmuştur. Oluşturduğu modelde, 1'er kilogramlık fiyatlarının karşılaştırılarak 420 ile 250'nin toplanması gerektiğini belirtmiştir **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)**. Bunun üzerine her iki kuru yemişçideki ürünlerin 1'er kg. lık fiyatları toplanarak 670 ve 610 değerleri hesaplanmıştır **(Matematiksel Olarak Çalışma).** Araştırmacı, gereken ürünlerin belirlenmesinde ortak bir karara varamayan grup üyelerine tüm ürünleri mi buluyorsunuz sorusunu yönelterek problemi tam olarak anlamlandırmalarına ve gerekli ve gereksiz değişkenleri belirleyebilmeleri için problemi tekrar baştan okumalarını önermiştir.

Berat: *420 ile 250'yi toplayın. Topla.*

Banu: *670.*

Berat: *Soruda ne soruyor okusana. Sizce Cemile'nin hangi kuru yemişçiden alması mantıklı olacaktır diyor.*

Banu: *Hayır bak şimdi Berat, ilk baş bunların 40 kişilik ne kadar malzeme yaptığını bulmamız lazım [Sude yazar]. Yanlarına yazı var, öyle yazma Sude çok vakit kaybedeceğiz ya.*

Sude: *670.*

Banu: *610.*

Sude: *Hangisi daha ucuza gelir?*

Araştırmacı: *Tükenmezle yazıyorsunuz. Siz hepsini mi buluyorsunuz?*

Berat: *Sadece ceviz ve fındık içini.*

Araştırmacı: *O zaman senin söylediğini buraya not alalım, sadece ceviz ve fındık içini bulmamız gerekiyor. Kim söyledi bunu?*

Sude, Banu: *Berat.*

Araştırmacı: *Buraya notları alabilirsiniz böyle. Sadece ceviz ve fındık içini bulmamız lazım. Sen ne düşünüyorsun bu konuda?*

Sude: *Ben bunların hepsi olacağını düşünüyorum [Listedeki tüm ürünler kasteder].*

Araştırmacı: *Sen ne düşünüyorsun? [Banu'ya soru yöneltilir].*

Banu: *Ben 40 kişilik şeyleri bulmamız için bütün malzemeleri 5 ile çarpmamız gerektiğini düşünüyorum.*

Sude: *Ben de öyle düşünüyorum.*

Araştırmacı: *Evet, arkadaşın diyor ki sadece ceviz içiyle fındık içini bulmamız gerekiyor, arkadaşlarınız da hepsini bulmamız gerekiyor diyor. Ümit, sen ne diyorsun bu konuda?*

Ümit: *Bence de hepsini bulmaya çalışmalıyız.*

Araştırmacı: *Hepsini mi bulmaya çalışacaksın? Yoksa sadece fındıkla ceviz içini mi? Doğrusuna karar verin.*

Berat: *Soruda sadece hangisinin mantıklı olacağı diyor, bir de sadece ceviz ve fındık için eksik olduğunu söylüyor.*

Banu: *40 kişilik aşure yapacak diyor.*

Berat: *Ama diğer malzemeler 40 kişilik yeteri kadar varsay.*

Sude: *Yok.*

Berat: *Var. Hayır, ceviz ve fındık içi.*

Banu: *Ama 8 kişilik malzemelere bakıyor internetten.*

Berat: *Ya hocam şimdi, burada soruda sadece ceviz ve fındık içi eksik olduğu için onları bulmamız lazım. Bu sadece tarif, elinde 40 kişilik malzeme var bence.*

Banu: *Hayır ama ne kadar eksik olduğunu tamamıyla bilmiyoruz.*

Araştırmacı: *Lazım mı gerisinin ne kadar eksik olduğu diyor arkadaşınız da. Ama baştan okuyun bence, soruda bir anlaşılmayan yer var ki siz çelişiyorsunuz.*

Berat: *Tekrar şey yapalım hocam [Yüksek sesle problem okunur].*

Grup üyeleri problemi tekrar okuduktan sonra; öğrenciler doğrulama yaklaşımında bulunup varsayımlarını tekrar gözden geçirmişler sadece eksik olan malzemelerle ilgili hesaplama yapacaklarına ilişkin ortak karara varmışlardır **(Doğrulama, Sadeleştirme)**. Varsayımlarındaki hata fark edildikten sonra gereken fındık ve ceviz içi miktarları 200 ve 300 gr. olarak hesaplanmıştır **(Problemi Anlama, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)**. Gereken toplam malzeme miktarını 500 gr. olarak doğru hesaplayan **(Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)** grup üyeleri Yörem ve Doğal kuru yemişçisindeki 1'er kg. ceviz içi ve fındık içi fiyatlarının toplanarak bulunan 670 ve 610 değerlerinin 2'şer kg. için olduğu göz ardı etmiştir. Grup üyeleri oluşturulan hatalı matematiksel model sonucu bulunan 670 ve 610 değerlerinden ucuz olanı seçilerek 610 TL üzerinden çözüme davam edilmiştir **(Yorumlama).** Yanlış kurulan varsayım sonucunda 500gr. için ödenmesi gereken ücreti; Berat 500'ün 610'la çarpılması gerektiğini ifade ederek probleme uygun olmayan model oluşturmuştur **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**. Banu'nun durumu fark ederek uyarması üzerine **Doğrulama** yaklaşımında bulunulmuş 610'un 2'ye bölünerek, ödenmesi gereken ücret 305 TL olarak hesaplanmıştır (**Doğrulama, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)**. Sude'nin bölmenin yanlış yapıldığını düşünmesi üzerine işlem baştan yapılarak doğruluğu grup üyelerince onaylanmıştır **(Doğrulama)**.

Berat: *Ama işte bak şimdi burada sadece eksiktir diyor. Şey 40 kişilik evde diğer malzemeler olmasaydı onları da isterdi.*

Banu: *Biraz Berkan'ınki de mantıklı geliyor bana.*

Sude: *Berat şunu demek istiyor, cevizle fındığı 40 kişilik olması için 8 ile 5'i çarpacağız. Pardon bunda 5'le çarpacağız.*

Banu: *Evet.*

Sude: *Tamam.*

Araştırmacı: *Kabul ettiniz mi arkadaşınızın dediğini?*

Sude, Banu: *Evet.*

Araştırmacı: *O zaman o doğrultuda ne yapmanız gerekiyorsa devam ediyorsunuz.*

Sude: *Şimdi bak bunu grama çeviriyoruz, bu ucuz [Doğalı gösterdi]. Bunu grama çeviriyoruz, 0 ekliyoruz 610.000 bir şeyler ediyor. Anladınız.*

Berat: *610 TL [Düzeltiyor]. Ha sonra…*

Sude: *Tamam, şimdi 40'ı 5 ile çarpacağız [40 kişilik yapılacak aşure miktarı için gereken fındık içi miktarını bulunmasını ifade eder].*

Banu: *Evet.*

Sude: *40'ı 5 ile çarptık [İşlemi yapar]. 200 oluyor. 60'ı da 5 ile çarpıyoruz. Bu da ne oluyor? Ceviz. Değil mi, 5 ile çarpacağız?*

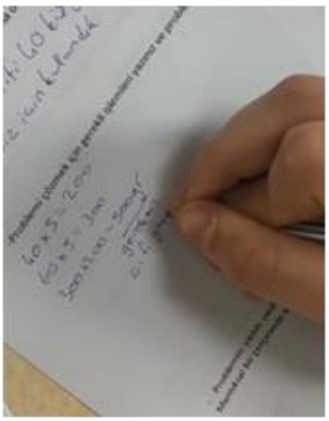
Berat: *O zaman ikisini toplayalım.*

Sude: *500 gr.*

Berat: *500 gram yapıyor değil mi?*

Sude: *Evet.*

Ekran Alıntısı:



Berat: *O zaman şimdi fiyatları toplayalım ucuz olanı [Ucuz olanın seçilmesi gerektiğini ifade eder].*

Berat: *Hangisini almak daha mantıklı diye soruyor. Yani hangisi ucuzdur diyor. İşlemini yap, 160 ile 450'ye 610.*

Berat: *Fiyatla çarpacağız şimdi. 610'la çarpacağız 500'ü.*

Sude: *Neydi? 500 gr.*

Banu: *Kilogram diyor ya burada. Kilogramı □250 imiş. Gramı demiyor ki.*

Berat: *O zaman 610'u 2'ye böleceğiz. 305.*

Sude: *Tamam bu gr. olmuyor zaten [Hesaplamaların üstünü çizer].*

Berat: *Şimdi bir kilosu 610 olduğu için 610'u 2'ye böleceğiz, 500 gramı yarısı yani yarım kilo 500 gram olduğu için fiyatını bulacağız hangisi…*

Sude: *610'u 2'ye mi böleceğiz?*

Berat: *305.*

Sude: *Niye ikiye bölüyoruz?*

Berat: *1 kilo olduğu için bunu, 1 kg fiyatı 610 olduğu için.*

Sude: *610'u 2'ye böleriz.*

Berat: *Evet.*

Banu: *305.*

Sude: *Hayır yanlış yaptık Berat.*

Berat: *10'un içinde ne kadar var 2? 5 kere.*

Sude: *Şimdi bu 1 kilosu.*

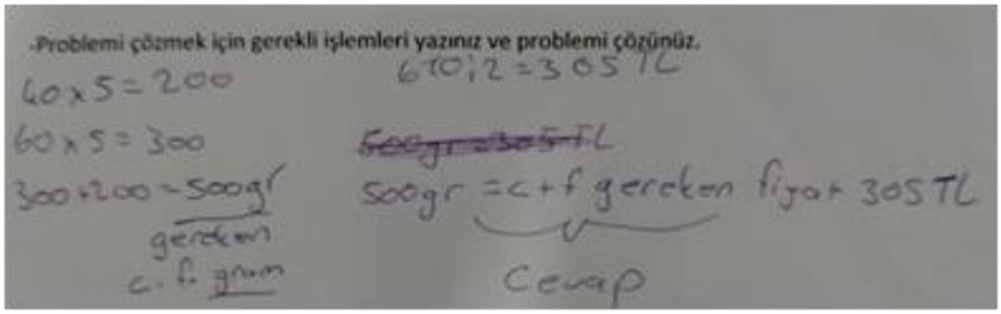
Berat: *Evet, 500 gram lazım buraya.*

Sude: *500 gram lazım.*

Berat: *Böleceğiz 2'ye işte.*

Banu: *Evet, 305 çıkıyor zaten.*

Çözüm Kağıdı:



Grup çözüm kağıdında ilk alt başlık olarak problemin tam olarak anlamlandırıldığının belirlenmesine yönelik olan "Problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız." Sorusunu grup olarak hangi kuru yemişçinin uyguna geldiğini bulmalarını istediğini ifade etmişlerdir **(Problemi Anlama)**.

Sude: *Yukarıdaki problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız [1. alt başlığı okur]. Buraya yazayım, ortak olacak ya [Grupça yazacaklarını söyler].*

Berat: *Hangisinin daha ucuz olup [Yazılması için heceler].*

Sude: *Hangisinin [Yazmaya başlar]. Hayır ya, şimdi uzun uzun yazamam, kısaltarak yazalım.*

Berat: *Hangisinin daha kârlı olduğunu bulmak için [Sude'ye grup çözüm kağıdına yazması için söyler].*

Sude: *Hayır, bak şöyle yazalım. Cemile [Heceler.]*

Berat: *Bak, doğal olan ucuz olduğu için mantıklı oluyor, yani bizi buna ucuz olması için hangisinin daha kârlı olduğunu bulmak için.*

Sude: *Hayır bak beni dinle, okuldaki kermes için aşure görevi seçmiştir, uygun görmüştür, okul için annesine söylemiştir. Annesi internette bulduğu tarif 8 kişiliktir. Fakat o 40 kişilik…*

Berat: *Benim dediğimi yazalım ya. Hangisinin daha kârlı, nasıl daha az maliyetli yaptığını bulmak için.*

Sude: *Hangi kuru [Heceleyerek yazar].*

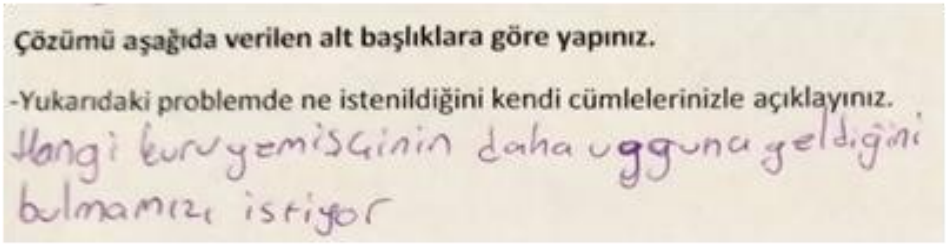
Berat: *[Yazar]. Yemiş markası daha ucuza.*

Sude: *Uygun.*

Berat: *Ha. Daha uyguna geldiğini bulmak*

Sude: *Bulmamızı istiyor.*

Çözüm Kağıdı:


Çözümü aşağıda verilen alt başlıklara göre yapınız.

-Yukarıdaki problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız.

Hangi kuruyemişçinin daha uygunu geldiğini bulmamızı istiyor

Çözüm kağıdında ikinci alt başlığa problemi çözmek için verilmeyen bilgilere ihtiyaçlarının olmadığını belirtmişlerdir **(Sadeleştirme).** Grup çözüm kağıdında bulunan alt başlıkları yanıtlamaya devam eden Yeşil grup üyeleri bilişsel modelleme yeterliklerinden **(Sadeleştirme)** basamağını sorgulayan varsayım ile ilgili "Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir?" 3. alt başlığa geldiklerinde varsayım kavramını tam olarak anlamlandıramayan Berat bireysel çalışma sürecinde araştırmacıya soruduğu soruyu tekrar sormuştur. Açıklamalardan sonra grupça 8 kişilik tarifi 40 kişiye uyarladıklarını fakat sadece fındık ve ceviz için kullandıklarını ifade etmişlerdir **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)**.

Sude: *Tamam. Burada ne diyor?*

Araştırmacı: *Problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyacınız var mı? Grupça soruyorum [Çözüm kağıdında 2. alt başlığı okur].*

Banu: *Bence yok.*

Berat, Ümit: *Bence de yok.*

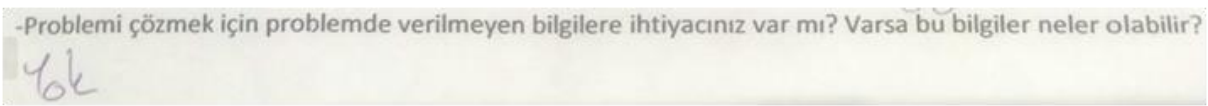
Berat: *Çünkü problemi çözdük.*

Araştırmacı: *Tamam, yok deyin o zaman.*

Banu: *Ya varsa?*

Berat: *Yoktur.*

Çözüm Kağıdı:


-Problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyacınız var mı? Varsa bu bilgiler neler olabilir?

Yok

Sude: *[Geri dönerler.] Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir [3. alt başlığı okur].*

Berat: *Varsayım ne?*

Araştırmacı: *Baştan kullandığınız tahmin var mı yani? Şuna göre çözdüyseniz, buna göre çözdüyseniz.*

Sude: *Berat'ın dediğini yazacağız yani.*

Araştırmacı: *Ne dedi Berat?*

Sude: *Şurada yazıyordu. Sadece ceviz ve fındıkların ama […]*

Banu: *Berat ne dedin sen? Sen mantıklı bir cümle bul şuraya.*

Sude: *Şey yazalım. 40… tarif 8 kişiliktir. 40 kişilik yapmak için 5 ile çarpıyoruz.*

Sude: *Bir aşure tarifi yapmak için internetteki tarif 8 kişiliktir.*

Berat: *Tamam bu. Yaz.*

Araştırmacı: *Neredesiniz?*

Sude: *Şuradayız. Bir aşure tarifi yapmak için internetteki… [Düşünür].*

Araştırmacı: *Siz 8 kişilik tarifi alarak uyarladınız değil mi? Onu mu yazmaya çalışıyorsunuz?*

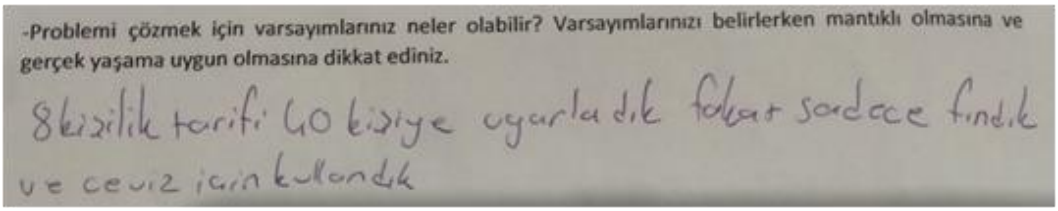
Sude: *Evet.*

Berat: *8 kişilik tarife uyarladık.*

Sude: *40 kişiye.*

Sude, Berat: *Sadece ceviz ve fındık için kullandık [Berat'ın söylediğini grup onaylar ve Sude yazar].*

Çözüm Kağıdı:


-Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir? Varsayımlarınızı belirlerken mantıklı olmasına ve gerçek yaşama uygun olmasına dikkat ediniz.

8 kişilik tarifi 40 kişiye uyarladık fakat sadece fındık ve ceviz için kullandık

Yeşil grup üyeleri, çözüm kağıdında bulunan 4.,5 ve 6. alt başlıkları da da yanıtlayarak sunumlardan önce tüm soruları tamamlamışlardır. Bu aşamada; çözüm sürecinde yapılan işlemleri "Problemi çözmek için gerekli işlemleri yazınız ve problemi çözünüz" alt başlığının

altına tekraryazmışlardır.Yapılanları tekrar etmelerine rağmen ulaşım ücretini göz ardı ederek oluşturulan hatalı matematiksel modeli değiştirmeyerek modellerindeki hatayı fark etmemişlerdir **(Doğrulama).** Ön sayfada yapılan işlemleri sorgulayan Sude, "Kaç gram alacağınısormuyor mu?" sorusunu yöneltiğinde, Berat onları daha önce hesapladıklarını belirterek daha önce kıyasladıkları 1'er kg için hesaplanan fındık ve ceviz içi ücretlerinden 610 TL'nin 500 gram ile çarpılması gerektiğini söylemiştir. Oluşturduğu hatalı modelde ifade ettiği 500 gr. ile çarpılma işlemi ile iücretin yarım kg için hesaplanması gerektiğini bu nedenle 2'ye bölünmesi gerektiğini ifade ettiği daha önce yapılan işlemlerden anlaşılmıştır. **(Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)**. Grup üyeleri de onaylayarak oluşturulan hatalı matematiksel model sonucu bulunan 610'un 2'ye bölünerek, ödenmesi gereken ücretin 305 TL olduğu belirtilerek çözümün tamamlandığı düşünülmüştür. Tüm hesaplamaları tamamladığını ve ürünlerin fiyatına göre uygun kuru yemişçilerden alınması gerektiği konusunda hem fikir olan öğrenciler yol ücreti göz ardı edilerek yapılan karşılaştırmada Doğal kuru yemişçisini seçerek yorumlama yaklaşımında bulunmuşlardır **(Yorumlama)**.

Berat: *İşlemleri yap burada. 250 ile 420'yi topla. Arkadaki işlemleri yazacağız. Tamam, yaz. Buradaki işlemlerin aynısını yaz işte [Sude yazar].*

Sude: *[Problemin altına yapılan işlemleri, çözüm kağıdına yazar]. İyi de bu bizim ne işimize yarayacak.*

Sude: *Kaç gram alacağını sormuyor mu bize?*

Berat: *Evet. O işlemi yaptık zaten. Şimdi kaç para tuttuğunu bulmak için onları toplayıp karşılaştıracağız. Şimdi bak, 250 ile 420'yi topla. Sonra 160 ile 450'yi topla. Hangisi ucuzsa 500 gramı onunla çarp [Yanlış ifade eder].*

Sude: *Tamam işte.*

Berat: *Şimdi 500 gramı ne kadar ceviz ve fındık içine ihtiyacı olduğunu bulmak için 500 gram işte.*

Sude: *Haa pardon, 305 zaten.*

Berat: *Evet işte, fiyatını bulmak için de fiyatla gramı çarpacağız. Çarp. 305 [Önceki yaptıkları işlemin sonucunu söyler].*

Sude: *Tamam işte bulduk. 305. Cevap 305.*

Berat: *610'u 2'ye böl.*

Sude: *Tamam, altına yazalım ki gereken…*

Sude, Berat: *Ceviz ve fındık gram yazalım. Tamam şimdi buraya ne yazalım?*

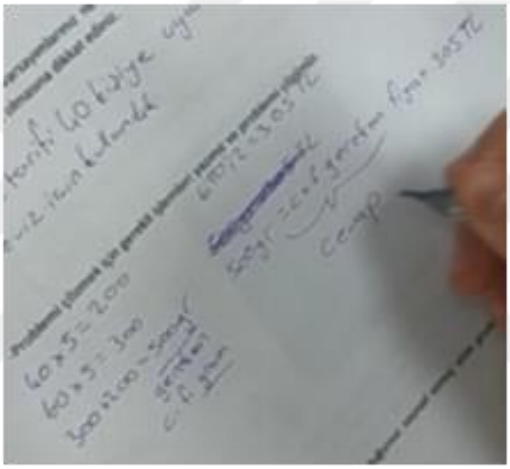
Berat: *610'u 2'ye böl. 305 işte.*

Sude: *Tamam, 305 TL.*

Berat: *500 gram eşittir 305 yaz. Tamam işte bu kadar.*

Sude: *500 gr. ceviz + fındık.*

Ekran Alıntısı:



Sude: *Ceviz artı fındık için gereken 305 TL.*

Araştırmacı: *Banu, aynı fikirde misiniz? Şimdi hangi kısımdalar arkadaşların?*

Banu: *Hıhım [Onaylar].*

Berat: *Tamam, alt tarafa geçtik.*

Banu: *305 yazdılar 500'e eşit olduğu için.*

Bulunan sonucun yeterli bir yanıt oluşturup oluşturmadığını isteyen 5. alt başlıkta; grup üyeleri emin olma konusunda ikiye ayrılmıştır. Çözümlerinden Berat ve Ümit emin olduklarını Sude ve Banu ise emin olmadığını belirtilmiştir. Öğrencilerin doğrulama yeterliğine ilişkin; elde edilen çözümün doğruluğunu sorgulayan 6. alt başlığa doğru olduğunu ifade etmişlerdir **(Doğrulama)**.

Sude: *"Problemin yanıtı nedir, bulduğunuz sayısal sonuç sizin probleminiz için yeterli yanıtı oluşturdu mu?" [Alt başlığını okur].*

Banu: *Doğru işte.*

Sude: *Emin değiliz yazalım.*

Araştırmacı: *Öyle de yazabilirsiniz, ne düşünüyorsanız. Emin değil misiniz çözümden?*

Sude: *Evet.*

Araştırmacı: *Tamam.*

Berat: *Nasıl emin değiliz ya?*

Araştırmacı: *Sen "Emin değiliz" diye fikrini belirt, arkadaşın da "Eminiz" diyor de.*

Berat: *Ya doğruyuz. Doğru bulduk ki hepsini işte.*

Sude: *Siz ne diyorsunuz? Emin misiniz? [Diğer grup üyelerine sorar].*

Ümit: *Eminiz.*

Banu: *Şahsen ben değilim.*

Sude: *Tamam.*

Berat: *Sude artı Banu yaz [Çözüm kağıdına, bulunan sonucun yeterli yanıtı oluşturup oluşturmadığı konusunda emin olan ve olmayan üyeleri gruplandırarak yazarlar].*

Araştırmacı: *Peki, sonuçtan emin değilseniz…*

Berat: *Eminim.*

Araştırmacı: *Niye kontrol etmiyorsunuz çözümünüzü tekrar?*

Sude: *Edeceğiz, edeceğiz.*

Berat: *Berat + Ümit [5. alt başlığa Sude yazar]. Alttaki soru…*

Sude: *Yaptıklarınızı kontrol ediniz [6. alt başlığı okur]. Ha, şimdi bunu geri mi kontrol edeceğiz?*

Berat: *Doğru yaz.*

Yeşil gruptan Sude ve Berat grup çözümlerini sınıfa anlatmıştır. Araştırmacı yapılan çözümdeki hatalarını belirleyebilmeleri için tahtaya yazdıklarıyla ilgili sorular yöneltmiştir.

Grup çözüm aşamasında yapılanları değiştirmeden aktarmıştır **(Doğrulama).** Sunumlarını 3. sırada tamamlayan Yeşil gruba Sarı ve Mavi gruptaki öğrenciler kendi yaptıkları çözümle karşılaştırarak sorular yöneltmiştir. Mavi gruptan İmer, ceviz ve fındık içinin fiyatlarının farklı olmasına rağmen neden toplanarak hesaplamaları yaptıklarını sormuştur. Yeşil grup, doğrulama yaklaşımında bulunmayarak çözümlerindeki hatayı bu aşamada fark etmedikleri için tahtada yapılanı göstererek toplam fiyat olduğunu ifade etmiştir **(Doğrulama).** Mavi gruptan Naz ise yol ücreti olduğunu hatırlattığında Berat ve Sude onu hesaba atmadıklarını ifade etmiştir **(Yorumlama).** Sunum aşamasında düzeltme adına herhangi bir yaklaşım sergilenmemiştir.

Araştırmacı: *Evet, sunumlara geçiyoruz. Sunumun sonunda arkadaşlarınıza sorular soracaksınız. Ama cevabı söylemeyeceğiz ya da yanlış demeyeceğiz. Sonra diğer sunuma geçilecek, onlar da sunacaklar. Yine sizler anlamadığınız yerlere sorarsanız. Grupların sunumları bittikten sonra gençler, size şu kâğıtları dağıtacağım, grupça dolduracaksınız [Tüm sınıfa duyurulur].*

Araştırmacı: *Evet, yeşil gruptaki arkadaşlarımız isimlerimiz?*

Öğretmen: *Sude ve Berat [Tahtaya sunumlarını yapmak için çıkar].*

Araştırmacı: *Şimdi grupların soruları alalım. ["Hangisi mantıklı" dediniz, ona bir yıldız at nokta] [Berat eliyle üsttekini gösterir ve Sude yıldız işareti yapar]. Şimdi diğer grupların soruları var mı? Sarı gruptan başlayalım. Sarı grup, arkadaşlarınıza sorunuz var mı? Sizin hesabınızdan farklı çözdüler çünkü onlar. Evet, söyleyin. Sorunuz yok mu? İkiniz de farklı sonuç buldunuz ama.*

Sarı Grup-Esra: *Hocam biz dikkatli bakınca zaten neyi şey yaptığımızı anladık. Ondan yani çok sorumuz yok [Kendi grup çözümlerinde nerede yanlış yaptıklarını anladıklarını ifade eder].*

Mavi Grup-İmer: *Neden ikisini toplayıp toplam fiyatını buldu? İkisinin de ceviz içi ve fındık içinin fiyatları farklıydı, gram fiyatları.*

Sude: *Biz öyle düşünmedik […] Kuruyemişin tek bir yerden alınacağını düşündük.*

Mavi Grup-İmer: *Ama hayır, tek alacağız yine ama evet ama.*

Araştırmacı: *Tek bir yerden alma konusunda hemfikirsiniz.*

Mavi Grup-İmer: *Fındık içi ve ceviz içi ayrı ayrı gram fiyatları vermiş ya hani.*

Berat: *Toplam fiyat işte [Tahtada yapılanı gösterir].*

Mavi Grup-İmer: *Ya hayır. Hani siz bunları, hani 200 gram fındık bulup 300 gram buldunuz ya.*

Berat: *Evet.*

Mavi Grup-İmer: *Bunların ikisini topladınız. Buna göre tek bir fiyat üzerinden.*

Sude, Berat: *Evet.*

Araştırmacı: *Şöyle söylesek, yöremde 250 ve 420'yi toplamışlar. İkisinden birer kilonun fiyatlarını toplamışlar, o 2 kilo etmez mi? Bir de o var.*

Sude: *Evet.*

Araştırmacı: *Şimdi arkadaşlar, sorunuz varsa… [Mavi gruptan Naz parmak kaldırır]. Tabi alalım.*

Mavi Grup-Naz: *Bir şey söyleyeceğim. Şimdi siz Doğal'ı buldunuz ya uygun olarak, hani bir de yol vardı.*

Berat, Sude: *Onu hesaba katmadık.*

Sude: *Bir de ben şöyle bir teori yürütmüştüm; şimdi 65 yaşın ileri yaş üstü olabilir.*

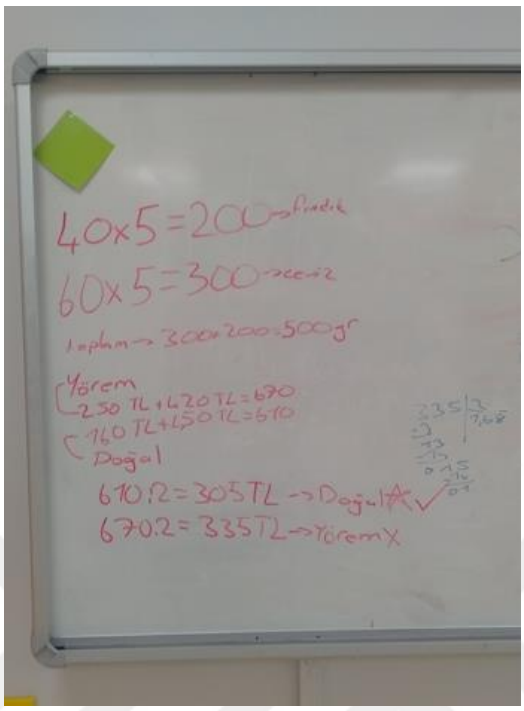
Mavi Grup-Naz: *İlkokula gidiyor ya.*

Araştırmacı: *Şimdi anladık. Herkes hangi grup nerede yanlış yaptığını… Tahtada 3 farklı çözüm var. Çözüm yapmak ister misiniz, sunum yapmak ister misiniz Turuncu grup? [Turuncu grup sunum yapmadığı için sorar]. Buna göre dağıtacağım kâğıda düzeltmenizi tükenmez kalem ile yapacaksınız.*

Yeşil grup çözümünün sunum sonunda yapılan düzeltmeler Şekil 29'da verilmiştir.

Şekil 29

Yeşil grup aşure MOE sunum



Tüm sunumların tamamlanmasının ardından Yeşil grubun etkinlik sonu sorulara verilen yanıtlarda; yorumlama yeterliğine ilişkin bulgular çerçevesinde elde ettikleri sonucun gerçek yaşamdaki koşullara uyduğu için uygun olduğunu düşündüklerini ifade etmişlerdir **(Yorumlama)**.

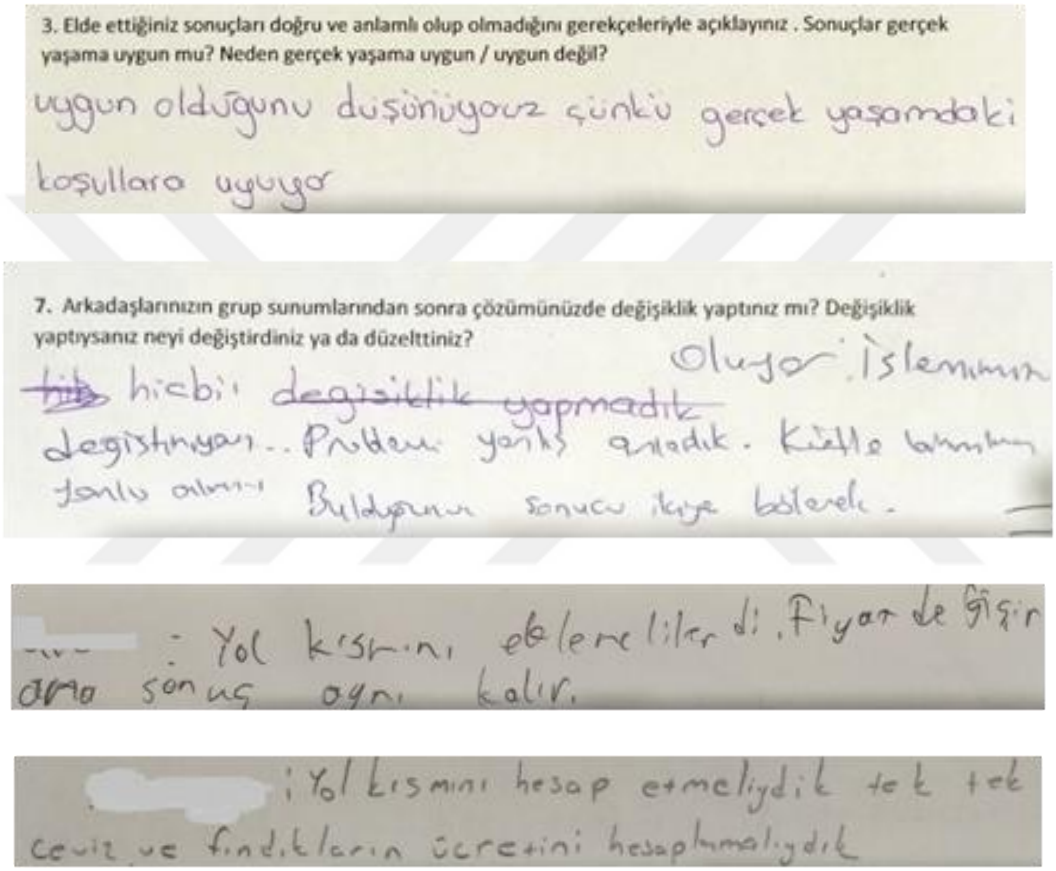
Yeşil grup üyeleri etkinlik sonu verilen sorularını tamamlarken son soru olan "Sunumlardan sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı?" Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzeltiniz?" sorusunda yol ücretinin eklenerek ürünlerin ayrı hesaplamaları gerektiğinin farkında olmalarına rağmen diğer grupların bu aşamayı tamamlamaları ve diğer soruları detaylı yanıtlamaları sebebiyle yaşadıkları zaman yetersizliğinden dolayı kısaca hiçbir değişiklik yapmadık biçiminde ifade ederek düzeltme yaklaşımında bulunulmamıştır. Grup çalışmasına okula gelmediği için katılamayan Tuna'nın bireysel uygulaması ertesi gün grup arkadaşlarından ayrı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Çalışması tamamlandıktan sonra Tuna'ya grup arkadaşlarının çözümleri anlatılmıştır. Tuna, yol ücreti kısmını eklemeleri gerektiğini bu durumda fiyatların değişeceğini fakat sonucun aynı olacağını ifade etmiştir. Grup çalışmasında sunum sonrası zaman sıkıntısı yaşayan Yeşil grup üyelerinden 7. soruyu tekrar değerlendirmeleri istendiğinde problemde kütle birimlerini yanlış anladıkları için değiştirilmesi

gerektiğini ifade ederek yol ücretini eklemediklerini ve cevizle fındık içi ücretlerinin ayrı hesap etmeleri gerektiğini ifade etmişlerdir **(Doğrulama)**.

Sunum sonu etkinlik kağıdında yer alan öğrenci yanıtlarına ilişkin örnek Şekil 30'da sunulmuştur.

Şekil 30

Sunum sonu etkinlik kağıdı (Yeşil Grup – Aşure)



Grubun çözüm yaklaşımları incelendiğinde, 200 gr. fındık içi ve 300 gr. ceviz içine verilecek ücretler ayrı ayrı hesaplanmadan toplam 500 gr. fındık ve ceviz içinin iki kuru yemişçideki 1'er kg. ürünlerin fiyatları toplanarak 670 ve 610 değerleri bulunmuş ve 2'ye bölünerek 305 TL değerine ulaşılmıştır. Oluşturulan hatalı matematiksel modelde Doğal kuru yemişçisine verilecek yol ücreti göz ardı edilmiştir. Bu nedenlerle hatalı matematiksel model kurulmuştur. Hatalı oluşturulan matematiksel modelin çözümü doğru bir şekilde gerçekleştirilerek karşılaştırma yapılmıştır. Yeşil grubun çözüm kağıdında ve sunumlarında yol masrafını hesaba katmadıklarını ifade edilmiştir. Toplu taşımaya binme durumunda yapılacak masrafı göz önünde bulundurulmayarak bir ölçüde kabul edilebilir varsayımda bulunulmuştur. Bir ölçüde kabul edilebilir varsayımdan hareketle yapılan çözüm eksik de olsa gerçek yaşam

bağlamında doğru bir şekilde yorumlayan grup elemanları çözüm sürecin boyunca yalnızca varsayımlarının doğrulamasını gerçekleştirdikleri için bir ölçüde doğrulama yaklaşımında bulunmuşlardır. Varsayımlarına ilişkin belirlenen tüm hataları düzeltmişlerdir. Sunum sonunda kutuları hatalı model ile ilgili gelen uyarılara rağmen hataları fark ederek düzeltememişlerdir. Söz konusu değerlendirmeler sonucunda Yeşil grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12

Aşure MOE uygulamasında yeşil grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri

YEŞİL Grup	**AŞURE MOE**
Problemi Anlama	2
Sadeleştirme	2
Matematikselleştirme	1
Matematiksel Olarak Çalışma	2
Yorumlama	2
Doğrulama	3
Toplam	**12**

4.1.1.4. Aşure Model Oluşturma Etkinliğinde Turuncu Grubun Çözüm Sürecine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Tanıtıcı makale bölümünde yer alan soruların öğrencilere söz hakkı verilerek yanıtlanmasının ardından öğrecilere bireysel etkinlik kâğıtları dağıtılarak problem üzerinde bireysel olarak problem durumunun altındaki soruların yanıtlanması soruların öğrencilere verilen bireysel çalışma sürecinde problem durumunu okuyarak anlamlandırmaya, verilen ve istenenleri belirlemeye çalışmışlardır. Çözüm kağıdındaki varsayımlarını sorgulayan soruya geldiklerinde sorulan sorulara araştırmacı tarafından etkinlik öncesi yapılan açıklamalar hatırlatılmıştır. Beş kişiden oluşan turuncu grup üyelerinin bireysel çalışma sürecinde çözüm kâğıtlarındaki ifadeler incelendiğinde; Utkan'ın bir açıklamada bulunmadığı diğer grup üyelerinin ise bir ölçüde problemi anladığını gösteren ifadelere yer verdiği görülmüştür. Problemi çözmek için verilmeyen bilgilere ihiyaçlarının sorgulandığı alt başlığa ise sadece Eymen olmadığını ifade etmiş, diğer üyeler bir açıklamada bulunmamıştır. İbrahim, Adin ve Turan'ın gerçek yaşam durumundan matematiksel modele geçiş yapabilse de hatalı matematiksel modellerden bir çözüme ulaşamadıkları belirlenmiştir.

Öğretmen: *Önce soruyu bir okuyun bakalım.*

Araştırmacı: *Devam edebiliriz bireysele. Arkadaşlar, teneffüse çıkmasak çünkü grupça çalışmasına geçeceğiz zil çaldığında. Adınızı yazmayı unutmayın.*

Necati: *Yazdık. Hocam ben hiçbir şey anlamadım.*

Araştırmacı: *Hava sıcaklığı ile ilgili örnek vermiştim az önce, sorunun başında anlattık ya. Bir tahmin yapıyorsunuz, çözerken bakıyorsunuz sonuç yanlış; demek ki varsayımınızı değiştirmeniz gerekiyor [Sınıfa varsayımla ilgili açıklama ve hatırlatma yapılır].*

Utkan: *Hocam biz ne yapacağız burada?*

Öğretmen: *Yukarıda bir tane örnek vermiş bak. Zaten biraz önce de yapmıştık. Aşure yapmak için 8 kişilik ürün vermiş sana ama 40 kişilik yapmak isteniyormuş. Buradan problemi çözmen lazım.*

Utkan: *Ooo hocam biz bunu nasıl çözelim?*

Öğretmen: *Günlük hayatta da kullanıyorsun bu işlemleri, bir şeyler yapabilirsin. Mesela evde kişi sayısı artınca ekmeği de arttırman gerekiyor, değil mi? Günlük hayattan düşün.*

Adin: *Hocam bir gelsenize [Öğretmenini çağırır]. Hocam, burada ne problemi yazıyor? Buradaki şey mi yazıyor yoksa?*

Öğretmen: *Senin şimdi problemin bu.*

Adin: *Evet.*

Araştırmacı: *Bununla ilgili cevaplıyorsun bu soruları. Yani buraya yazacağın cevap, arkadaki aşureli soru ile ilgili bir şey olmalı.*

Araştırmacı: *Arkadaşlar, bitiren varsa bireyseli parmak kaldırsın. Biz ona gelip bakacağız. Bitiremezseniz sıkıntı yapmayın, grupça çözeceksiniz zaten [Tüm sınıfa söyler].*

Adin: *Hocam, en son mu çarpacağız burasını?*

Araştırmacı: *Yaptıklarını kontrol et. Ettin mi? Bitirdin mi sen?*

Adin: *Yoo, daha bitirmedim. Varsayımı ben bulamıyorum.*

Öğretmen: *Şimdi bak, kimin ne yazdığını, nasıl yazdığı değil de herkes bireysel yazsın oraya. Bekliyoruz. Sizin bitirmenizi bekliyoruz.*

Adin: *Sadece şu şeyi [Geldiği yeri öğretmene gösterir].*

Öğretmen: *Varsayım ile ilgili biraz önce öğretmeniniz dedi ya.*

Adin: *Biliyorum, o şey olacak. Ne yazsam diye düşünüyorum.*

Öğretmen: *Aa ben cevap vermeyeyim ona.*

Araştırmacı: *Arkadaşlar, sonucu bulamıyorsanız üzülmeyin; grupça çalışacaksınız [Tüm sınıfa açıklama yapar]. O yüzden bence bitirelim. Bireyselleri toplayalım. Adınızı yazdığınız, değil mi?*

Grup çalışmasına başlayan turuncu gurup problemde kilogram fiyatları verilen iki ayrı kuru yemişçideki fındık ve ceviz içi fiyatlarının toplanarak ürünlerin uygun olduğu kuru yemişçisinden alınması gerektiğini ifade etmişlerdir **(Sadeleştirme, Yorumlama)**. Bir ölçüde kabul edilebilir varsayım doğrultusunda İbrahim ve Turan'ın Doğal kuru yemişçisindeki fiyatın daha ucuz olduğunu ifade etmiştir. Bu duruma Adin itiraz ettiğinde Turan işlemi yaparak Yörem kuru yemişçisindeki ceviz ve fındık içi fiyatlarını toplayarak 670 bularak Yörem'in pahalı olduğunu ifade etmiştir **(Matematikselleştirme, Doğrulama)**. Grup çözüm kağıdında yer alan problemde ne istenildiğinin ifade edilmesi alt başlığına; hangisinin daha uygun olduğunun sorulduğunu ifade etmileşlerdir **(Problemi Anlama)**.

Araştırmacı: *Arkadaşlar, arkasında doldurmak istediğiniz bir şey olursa bu kâğıtlar, kurşun kalemlerle yazdıklarınızdan sonra kendi çözümünüzle ilgili yorumları yaparsınız [Tüm sınıfa açıklar ve grup kâğıtları dağıtılır]. Şimdi dağıtacağım kâğıtların üstüne hepinizin isimlerinizi yazın [Grup etkinlik kâğıtları dağıtılır].*

Turan: *Ortak yapıyoruz, dönün arkadaşlar. Hocam, başlıyor muyuz?*

Araştırmacı: *Başlayın.*

Adin: *Şimdi burası şey değil mi, bu Yörem olan değil mi?*

Necati, Turan: *Hayır, Doğal olan, Doğal olan.*

Necati: *Doğal daha ucuz çünkü.*

Turan: *Evet, Doğal daha ucuz.*

Adin: *Hayır oğlum bak 250'ye 160 [Ceviz içi fiyatlarını karşılaştırır].*

Necati: *Oğlum, ikisini topluyoruz [Yörem kuru yemişçisindeki ceviz ve fındık içini].*

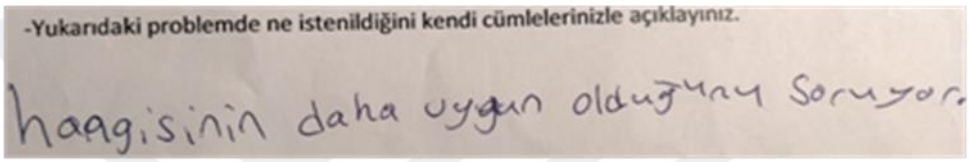
Turan: *Toplasana, toplayınca Yörem daha pahalı çıkıyor. 670 çıkıyor Yörem. Doğal kuruyemişçisinden almak daha mantıklı, yazayım mı? [Kendi aralarında konuşurlar].*

Necati: *Ne istenildiğini istiyor [1. alt başlığın yanıtını ifade eder].*

Adin: *Hangisinin daha uygun olduğunu yaz.*

Turan: *Yazıyorum bak. Hangisinin daha ucuz olduğunu soracak.*

Çözüm Kağıdı:



Necati: *İstiyor [Yazmana "soracak" yerine "istiyor" yazmasını söyler].*

Grup üyeleri çözüm kağıdında yer alan alt alan altProblemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyaçlarının olmadığını ifade ederek gerçek yaşama uygun varsayım oluşturulmasıyla ilgili alt başlığı yanıtlamamışlardır **(Sadeleştirme)**. Çözüm için gerekli işlemler alt başlığında; gerçekçi ve varsayımda bulunmayarak sözel olarak ifade ettikleri ürünlerin1'er kg fiyatlarını toplamışlardır **(Matematikselleştirme)**. Bulunan 670 ve 610 değerlerini çözüm kağıdına yazarak kıyaslamışlar ve Doğal'ın tercih edilmesi sonucuna ulaşarak yanlış oluşturulan matematiksel modeli doğru bir şekilde çözmüşlerdir. **(Matematiksel Olarak Çalışma, Yorumlama)**. Çözüm aşamasında bulunan değerleri onaylayarak **Doğrulama** bilişsel yeterliği kapsamındaki alt başlıklara; problemin yanıtının yeterli olduğu ve sonuçlarının doğru olduğunu belirtmişlerdir **(Doğrulama)**. Grup çözüm kağıdının tamamlanmasının ardından sunumlara geçilmiştir.

Necati: *[Bir sonraki alt başlığa geçerler, gruptan bir öğrenci problemi okur]. "Problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyacınız var mı?"*

Adin: *Yok yaz [Yazmasına söyler].*

Turan: *Yok işte.*

Adin: *Bunu boşver, geç; varsayım diyor [3. alt başlığı ifade eder].*

Necati: *[3. alt başlığı yüksek sesle tekrar okur]. "Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir? Varsayımlarınızı belirlerken mantıklı olmasına ve gerçek yaşama uygun olmasına dikkat ediniz." Neye dikkat etmeliyiz Adin?*

Adin: *Şimdi bak neydi o, bana bak, bunla bunu… [Fındık içi ile ceviz içi fiyatlarını ayrı ayrı gösterir].*

Necati: *Hayır, hayır, bununla ikisini topluyoruz [Kuruyemişçiden alınacak iki ürün fiyatını gösterir].*

Adin: *Haydi topla.*

Necati: *Hangisi ucuz diye.*

Turan: *Bak, bunla bunu toplayınca 570 yapıyor… 670 yapıyor [Düzeltiyor]. Yörem'i yapınca 670 yapıyor, Doğal'ı yapınca 610 yapıyor.*

Adin: *Ha işte, bu kaçtı? 420 ile 250 [Yörem'deki ürünlerin fiyatlarına bakar].*

Turan: *670, 400-500-600 [Yüksek sesle toplamaya çalışır].*

Adin: *Sana diyorum ki, bununla bunu topluyoruz, değil mi? [250 ve 420 fiyatını göstererek sorar].*

Turan: *Evet, 250 artı…*

Adin: *[250+420 yazar Çözüm Kağıdına]. 420 mi?*

Adin: *Bak bakalım [Ön sayfayı çevirerek değerleri gösterir]. Artı 250 eşittir…*

Turan: *Kaç?*

Adin: *670.*

Necati: *Evet, 670.*

Turan: *160-450-610 [Ön sayfadaki Yörem kuru yemişçisindeki fiyatları toplarlar].*

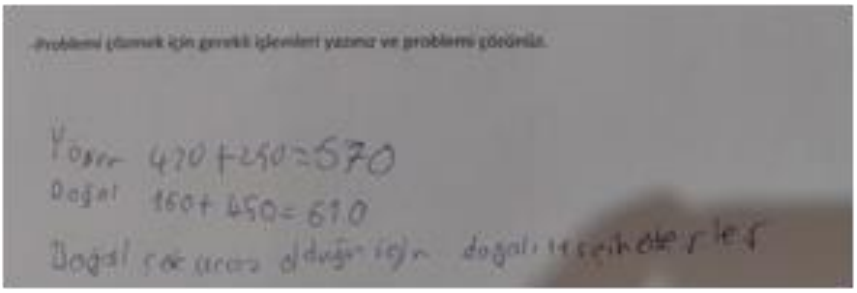
Necati: *[İşlemi çözüm kağıdına yazar].*

Adin: *Kaç yapıyor? 610.*

Necati: *Bu neydi? Bu Yörem, bu Doğal [Çözüm kağıdına yazar]. Anladınız mı? Doğal daha ucuz olduğu için Doğal'ı tercih ederiz.*

Turan: *Doğal tercih edilir [Çözüm kağıdına yazılmasını istediği ifadeyi söyler].*

Çözüm Kağıdı:



Utkan: *Bu kadar mı olacak bu?*

Turan: *Evet.*

Utkan: *Sıra şunu yapalım, hadi yap [5. alt başlığı gösterir].*

Adin, Turan: *"Problemin yanıtı nedir? Bulduğunuz sayısal sonuç sizin probleminiz için yeterli yanıtı oluşturdu mu?" [5. alt başlığı okurlar].*

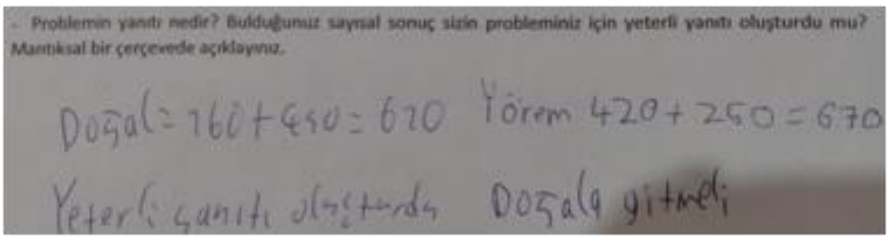
Adin: *Doğal mı diyeyim? Ha, burada yazıyor zaten [4. alt başlığı gösterir].*

Necati: *Doğal eşittir 160+450=610 [Adin Çözüm Kağıdına yazar].*

Adin: *Sayısal sonuç probleminiz için yeterli yanıtı oluşturdu mu? Oluşturdu diyeyim.*

Necati: *Yörem yaz [Adin'e söyler]. Yörem'i de yazsana şuraya. Dur, ben yazayım Yörem'i [420+250=670 yazar Çözüm kağıdına]. Evet. Yeterli yanıtı oluşturdu [Çözüm Kağıdına yazar].*

Çözüm Kağıdı:



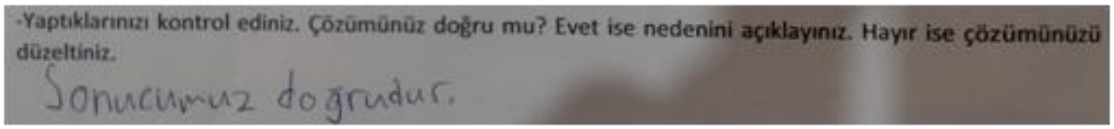
Necati: *"Çözümünüz doğru mu? Evet ise nedenini açıklayınız. Hayır ise çözümünüzü düzeltiniz." [6. alt başlığı okur]. Doğru ya.*

Turan: *Evet, doğru doğru.*

Adin, Turan: *Evet, doğru yaz.*

Adin: *Sonucumuz doğrudur yaz [Çözüm Kağıdına yazar].*

Çözüm Kağıdı:



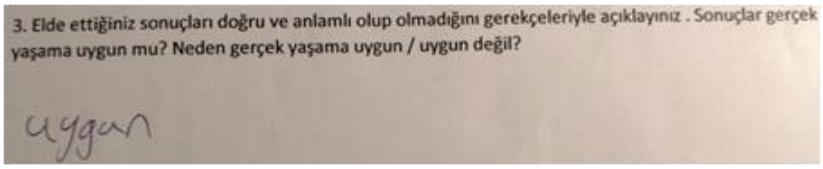
Araştırmacı: *Evet arkadaşlar, sunum için 3'er dakika vereceğiz size [Sınıfa seslenir]. 2 dakikanız kaldı.*

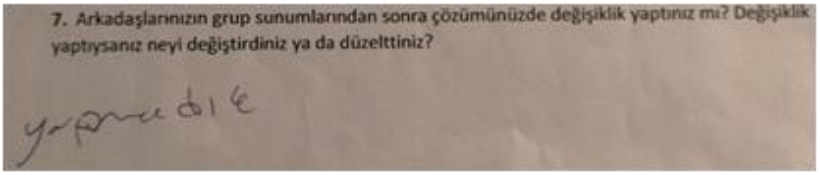
Sunum aşamasında Turuncu grup üyeleri çözümlerini sınıf arkadaşlarıyla paylaşmamış diğer grupların sunumlarının tamamlanmasının ardından etkinlik sonu verilen soruları verilen yanıtlamışlardır. Yorumlama yeterliğine ilişkin bulgular çerçevesinde elde ettikleri sonucun gerçek yaşama uygun olduğunu **(Yorumlama)** belirterek "Sunumlardan sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı?" Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzeltiniz?" sorusuna yapmadıklarını ifade edilmiş ve herhangi bir düzeltme yaklaşımında bulunulmamıştır **(Doğrulama).** Çözüm sürecindeki yaklaşımları ve grup sonu sorulara yazdıkları ifadeler göz önüne alındığında diğer grupların çözümleriyle bir karşılaştırma yapmadıkları doğrulam**a**yı sadece yapılan işlemleri kontrol ederek gerçek yaşamdaki bilgileri göz önünde bulundurmadıkları düşünülmüştür.

Sunum sonu etkinlik kağıdında yer alan öğrenci yanıtlarına ilişkin örnek Şekil 31'de sunulmuştur.

Şekil 31

Sunum sonu etkinlik kağıdı (Turnucu Grup – Aşure)





Grubun çözüm yaklaşımları incelendiğinde, problemi doğru bir şekilde anlamış olsalar da verilen ve istenilenleri belirlerken aralarında yanlış ilişki kurulmuştur. 40 kişi için yapılacak

aşure için gereken eksik malzeme miktarı ve toplu taşımaya binilmesi durumunda yapılacak masrafı göz önünde bulundurulmamış ve bir ölçüde kabul edilebilir varsayımdan hareketle matematik dünyasına geçiş yapılarak 200 gr. fındık içi ve 300 gr. ceviz içi miktarları üzerinden hesaplamalar yapılmayarak hatalı matematiksel modeller kurulmuştur. Eksik oluşturulan matematiksel modellerin çözümü doğru bir şekilde gerçekleştirilerek 1'er kilogramlık fındık ve ceviz içi fiyatları için karşılaştırma yapılmıştır. Çözüm eksik de olsa gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlanmıştır. Oluşturdukları modelde çözüm sürecinde sadece işlem hataları düzeltilerek bunun dışında modeller ve çözümlerindeki hatalar fark edilmemiştir. Söz konusu değerlendirmeler sonucunda turuncu grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri Tablo 13'de verilmiştir.

Tablo 13

Aşure MOE uygulamasında turuncu grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri

TURUNCU Grup	**AŞURE MOE**
Problemi Anlama	2
Sadeleştirme	2
Matematikselleştirme	1
Matematiksel Olarak Çalışma	2
Yorumlama	2
Doğrulama	2
Toplam	**11**

4.1.2. Deterjan Tüketimi Model Oluşturma Etkinliği Uygulamasına İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Öğrencilerin etkinliğe ısınmaları amacıyla MOE uygulama tarihinden bir gün önce öğrencilere dağtılan, uygulama sürecinde eş zamanlı olarak Fen Bilgisi derslerinde işlenen Evsel Atıklar ve Geri Dönüşüm konusunda yer alan kazanımlardan biri *"F.7.4.5.3. Geri dönüşümü, kaynakların etkili kullanımı açısından sorgular."* (MEB, 2018) kazanımı doğrultusunda hazırlanan "Suyun Önemi ve Tasarruf" başlıklı tanıtıcı makalede yer alan sorular etkinlik başlangıcında her gruptan öğrencilere söz hakkı verilerek yanıtlaması sağlanmıştır. Ardından öğrecilere bireysel etkinlik kâğıtları dağıtılarak problem üzerinde bireysel olarak çalışmaları için süre verilmiştir. Verilen süre tamamlandıktan sonra grup çalışmalarına geçilmiştir.

Turuncu Grup: *Deterjan tüketimi*

Araştırmacı: *Hepiniz okudunuz değil mi?*

Sınıf: *Evet.*

Araştırmacı: *Tamam o zaman evlerinizdeki çamaşır bulaşık makinesini kullanırken kaynakların etkili kullanımı bakımından enerji tasarrufuna dikkat ediyor musunuz anneleriniz ediyor mu?*

Sınıf: *Evet.*

Araştırmacı: *Peki nüfusun hızlıca artması bizim su kaynaklarımızı daha tedbirli kullanmamıza sebep oluyor mu?*

Sınıf: *Evet.*

Araştırmacı: *O zaman 1. sorudan başlayalım. Her gruptan söz hakkı alan arkadaşımız ismini söylesin. Doğal kaynakların bilinçsiz kullanmanın zararları nelerdir?*

Mavi Grup -Naz: *Atıkları havada toprakta ve suda biriktiriyor hocam.*

Araştırmacı: *Evet ilk paragrafta. Oradan okuduğun bilgi doğru. Katılıyor musunuz arkadaşınıza?*

Sınıf: *Evet.*

Araştırmacı: *Var mı başka şey eklemek isteyen? Yoksa 2'yi soruyorum ekonomik ve çevreci bir Yöntem olan su tasarrufunun sağladığı yararlar nelerdir?*

Yeşil Grup Nisan: *Çevrede kullanılan maddelerin ömrünü uzatır ve gölleri barajları ve benzeri şeyleri korur.*

Araştırmacı: *Evet başka eklemek isteyen var mı?.. Eklemek isteyen yoksa 3 soruyu okuyorum. Su ihtiyacının her geçen gün artmasının en önemli sebepleri arasında neler yer almaktadır?*

Sarı Grup -Esra: *Boşa kullanılıyor.*

Araştırmacı: *Esra boşa kullanılırsa su ihtiyacımız daha da artar diyor.*

Mavi Gurup-İmer: *Nüfusun artması.*

Araştırmacı: *Evet son soruya geldik. Evet şimdi daha fazla su tasarrufu yapabilmesi için evlerimizde neler yapılabilir?*

Mavi Grup -Naz: *Ben buraya şey yazdım çamaşır makinesinin ve bulaşık makinasının normal doldurulması ama ben bunu sadece metine göre yaptım. Genel hayatta daha çok şey yapılabilir.*

Araştırmacı: *Tabi tabi burada senin yorumun önemli.*

Mavi Grup -Naz: *Metine göre diyor ya o yüzden.*

Araştırmacı: *Haklısın 4 soru daha genel. Daha fazla su tasarruf edebilmek için evlerimizde neler yapılabilir?*

Yeşil Gurup-Sude: *Mesela biz bir bardağı su dolduruyoruz artık bırakıp geri döküyoruz.*

Araştırmacı: *Yeşil gruptan Sude bardaklarımızı içeceğimiz kadar dolduralım, musluklar boşa çalışmamalı diyor.*

Yeşil Gurup-Sude: *Diş fırçalarken.*

Araştırmacı: *Diş fırçalama çok önemli evet. Şimdi arkadaşlar bireysel çalışma kağıtlarınızı dağıtıyorum. Problemimizin adı geliyor problemimizin adı deterjan tüketimi. Yani bu okuma parçasıyla ilgili.*

4.1.2.1. Deterjan Tüketimi Model Oluşturma Etkinliği Uygulamasında Sarı Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Model oluşturma etkinliğinin problem durumu tüm grup üyelerine dağıtılarak etkinlik sürecinde yapılacak aşamalar anlatılmıştır. Kendilerine verilen bireysel çalışma sürecinde problem durumunu okuyarak anlamlandırmaya, verilen ve istenenleri belirlemeye çalışmışlardır. Bireysel çalışma sırasında problemi anlamlandırmaya çalışırken grup üyelerinin Problemi anlamadıklarını yönelttikleri sorulara araştırmacı: "Sorunun içinde olabilir mi? Bir daha soruyu okuyabilir misin?" ve "Problemde ne anladığınızı kendi cümlelerinizle ifade edebilirsiniz sorusu var unutmayın." biçiminde ifadelerle yönlendirmeye çalışmıştır. Grup üyelerinden İlkan'ın probleme yeterince odaklanmadığı fark edildiğinde problemi anlamlandırmasına yardımcı olmak amacıyla sorular sorularak verdiği yanıtlara göre yönlendirilmiştir. Araştırmacının "Ne istediği soruda verilmiş onu bir daha oku. Ne istediğini yorumlamaya çalış." ifadesine öğrencinin vermiş olduğu yanıt ile problemi bir ölçüde

anlamlandırdığı anlaşılmıştır. Bireysel çalışma sırasında Esra'nın "390'ı 2 ile çarpsak ya." İfadesine Sare "Hayır grupça çalışmıyoruz." ifadesiyle uyarısı üzerine araştırmacı: "Evet bir dahaki dersimize grup çözümlerine geçeceğiz arkadaşlar." diyerek ders sonunda bireysel çalışma kâğıtları toplanmıştır.

Araştırmacı: *Diş fırçalama çok önemli, evet. Şimdi arkadaşlar, bireysel çalışma kâğıtlarınızı dağıtıyorum. Problemimizin adı geliyor; problemimizin adı "deterjan tüketimi". Yani bu okuma parçasıyla ilgili. Bunun üzerinde bireysel olarak herkes bir çalışsın. Ondan sonra grupça çözümü olacak, ondan sonra hani sizin grup defterleriniz vardı ya. O defterlerde 4 tane soru vardı, yazmayın diye ben yapıştırdım o soruları. Onları cevaplandıracağız ama sunumlardan sonra. Yapacağımız o sorulara verdiğiniz yanıtlarla ve yapacağınız sunumlarla grup birincisini belirleyeceğiz. Şimdi ben bunları dağıtayım [Bireysel etkinlik kâğıtları dağıtılır]. Kendiniz okuyun, çözmeye çalışın. Ön fikriniz olsun. Onları toplayacağım şimdi [Tanıtıcı makaleye verdikleri cevaplar olan kâğıtlardan bahsedilir]. İsim soy isim yazın. Dağıtacağım diğer kâğıt aynı ama ona grup isminizi yazın.*

Nisan: *Şuraya S yapalım [Grup isminin baş harfini yazar].*

Esra: *Hocam bir şey sorabilir miyim? Bu C çamaşır makinesinde mesela 30 kiloya kadar yıkayabiliyor mu?*

Araştırmacı: *Sorunun içinde olabilir mi? Bir daha soruyu okuyabilir misin?*

Esra: *Ha, en fazla 12 kilo yıkıyormuş.*

Araştırmacı: *Anladınız mı?*

İlkan: *Yok.*

Esra: *Anladım hocam.*

Araştırmacı: *Problemde ne anladığınızı kendi cümlelerinizle ifade edebilirsiniz sorusu var, unutmayın; sonra grupça yazılacak.*

Sare: *Anlamadım hocam ben soruyu.*

Araştırmacı: *Nerede takıldın, ne istiyor?*

Sare: *Hocam yani ben bu görseli anlamadım, soruyu da anlamadım.*

Araştırmacı: *Görselde mesela senin soruyu çözmen için gereken bilgi var mı, diye önce bakacaksın. Bunların da altını çizmişsin.*

Araştırmacı: *Bu görselden ne anladın? [İlkan'a sorulur].*

İlkan: *Anlamadım.*

Araştırmacı: *Burada 3 tip ne var? Makine var. Bu sayılar neyi temsil ediyor bakalım? Neyi temsil ediyormuş İlkan?*

İlkan: *Tek seferde kullanım miktarını.*

Araştırmacı: *Haa, yani şu makinede bu kadarlık mı bir kerede atılıyor, anlamına geliyor?*

İlkan: *Herhalde öyle.*

Araştırmacı: *Evet. Sonra ne istiyor soruda senden?*

İlkan: *Hocam, okudum kaç kere; 3 kere okudum, hâlâ anlamadım.*

Araştırmacı: *Şu cümleye kadar okur musun?*

İlkan: *[Sesli bir şekilde okur]. Tamam hocam, 50 kilogrammış.*

Araştırmacı: *Bir günde.*

İlkan: *Hıhı [Başını sallayarak onaylar].*

Araştırmacı: *Tamam. Bizde ne kadar çamaşır var acaba… Bir de şöyle bir şey: beyazları herhalde unutuyorlarmış, böyle bir kural getirmişler, değil mi?*

İlkan: *Evet, bunlar beyaz için değil mi hocam?*

Araştırmacı: *Hangileri?*

İlkan: *O, 12 kilo.*

Araştırmacı: *Şu mu acaba? Yazması lazım hangi makinede yıkandığını. Hangi makinede yıkanıyormuş?*

İlkan: *C.*

Araştırmacı: *Evet. Ne istediği soruda verilmiş, onu bir daha oku. Ne istediğini yorumlamaya çalış.*

İlkan: *Bu çamaşırların beyaz çamaşırları oranının 2/3 olduğu bir günde en az sıvı deterjanı kullanmak için hangi makineler kaç defa çalıştırılmış olmalıdır?*

Araştırmacı: *Evet, eee kaç kilo çamaşır yıkanmış acaba? O lazım.*

İlkan: *O gün mü hocam?*

Araştırmacı: *Evet, burada bu oranın verildiği gün kaç kilo çamaşır yıkanmış? Onu anlaman lazım.*

İlkan: *Tamam hocam.*

Araştırmacı: *Kaç kilo yıkanmış, onu şu cümleden anlayabilir misin?*

İlkan: *Ihı [Anlamadığını belirtir].*

Nisan: *Benim de bitti arkadaşlar.*

Esra: *390'ı 2 ile çarpsak ya.*

Sare: *Hayır, grupça çalışmıyoruz.*

Esra: *Hocam, beyazlar A ve B'de yıkanamaz mı?*

Araştırmacı: *Beyazlar için ne demiş burada?*

Esra: *Yaa üfff. Ben beyazların hepsini A yaptım. Hocam, peki renkliler C'de yıkanacaktı?*

Araştırmacı: *Beyazlar A'da ise veya beyazlar C'de ise…*

Esra: *Şuraya beyaz atılamaz.*

Araştırmacı: *Evet.*

Esra: *Tamam.*

Esra: *İlkan, 4 kere 9 kaç?*

Sare, İlkan: *36.*

Araştırmacı: *Evet, bir dahaki dersimize grup çözümlerine geçeceğiz arkadaşlar. Kâğıtlarınız tamam mı, bireyseller?*

Sare: *Bir dakika hocam.*

Araştırmacı: *Yanında kalabilir, ders sonunda toplayalım. Gruplara yine veririz.*

İlkan: *Bitti. Bitti.*

Araştırmacı: *Zil çaldı mı? Sarı grubun kâğıtlarını alayım [Bireyseller toplanır].*

Esra: *Yaptın mı sen? Bunları hocaya veriyoruz. Hocam bu da Nisan'ınkiymiş.*

Sare: *Hocam bu benimki. İlkan, bitirdiysen ver.*

İlkan: *Hocam, bitti benim.*

İkinci dersin başında grup çalışması aşamasına geçen öğrenciler görev dağılımı yaparak Nisan'ın yüksek sesle soruyu okumasıyla grup çalışmasına başlamışlardır. Ardından grup çözüm kağıdında bulunan bilişsel modelleme yeterliklerinin belirlenmesi amacıyla oluşturulmuş olan soruları yanıtlamaya başlamışlardır. Problemi anlama bilişsel basamağının belirlenmesine yönelik oluşturulan "Problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız." sorusuna Esra "Bize şey sormuyor mu? Hangi çamaşır makineleri kullanılırsak en az sıvı deterjanı kullanmış oluruz?" şeklinde ifade etmiştir **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)**. Problemin tam olarak anlamlandırıldığı ve verilen ve istenenler arasında uygun bir ilişki kurulduğu görülmüştür. Grup üyeleri, problem durumunu sadeleştirerek gerekli ve gereksiz değişkenleri belirlenmesi amacıyla oluşturulan 2. soruya da verilen bilgilerin problemi çözmek için yeterli olduğunu belirtmişlerdir **(Sadeleştirme).**

Araştırmacı: *Bu grup çözümünüz, renginizi yazın. Soruyu bence okuyarak başlayın. Buna kim yazacak, sen mi yazacaksın?*

Esra: *Hıhı [Onaylar].*

Araştırmacı: *Tamam [Yazmanı belirlediler].*

Esra: *Hocam, biz buraya yine etkinliğin ismini yazacak mıyız? İşlemleri yapmak için…*

Araştırmacı: *İşlemleri altına yapacaksınız.*

Nisan: *Bir çamaşırhanede çamaşır alma kapasitelerine göre… [Soruyu okur].*

Sare: *Problemde ne anlatıyor ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız [1.1 sorusunu okur].*

Nisan: *Eee, problemde… İlk baş konu çözeceğiz. Problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız [1. soruyu okur]. Şey yazalım mı buna? Eee, problemde ne istiyor mesela?*

Araştırmacı: *1. soruda problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle birlikte söyleyin arkadaşlarınıza. Birlikte yazınız arkadaşlar.*

Nisan: *Ben şey buldum.*

Esra: *Bize şey sormuyor mu? Hangi çamaşır makinelerini kullanırsak en az sıvı deterjanı kullanmış oluruz?*

Nisan: *O zaman diyorum ki hangi sıvı deterjanları…*

Esra: *Ihıhı [Onaylamadığını belirtir]. Hangi çamaşır makinelerini kullanırsak en az sıvı deterjan…*

Nisan: *Bir dakika ama iyice toparlayalım cümleyi, tükenmezle yazacağım.*

Esra: *Buna şey yazmalıyız buraya; hangi çamaşır makinelerini kullanırsak…*

Nisan: *Ha tamam, tamam.*

Esra: *En az çamaşır deterjanı kullanıldığını bulunuz. Şimdi diğer sorumuz ne?*

Nisan: *Kalemim yazmıyor. Problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyacınız var mı? Varsa bu bilgiler neler olabilir? [2. soruyu okur].*

Esra: *Yok. Yani her bilgiyi vermiş.*

Nisan: *Ama bir saniye, üç farklı makinada… [Sorunun bir kısmını tekrar okur].*

Sare: *Ama şeyi de veriyor ya; beyazlar sadece bunda, renkliler hep bunda.*

Esra: *Yani verilmeyen bilgi yok.*

Nisan Nisa: *Şey, verilen bilgiler problemi çözmek için yeterlidir [Sesli şekilde söyleyerek çözüm kağıdı**na** yazar].*

Sarı grup "Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir varsayımlarınızı belirlerken mantıklı olmasına ve gerçek yaşama uygun olmasına dikkat ediniz" sorusunu yanıtlarken; varsayım oluşturmalarına rağmen kavramın tam olarak anlaşılmaması nedeniyle üzerinde tartışmışlardır. Ardından varsayımlarını "hangi çamaşır makinelerinin kullanıldığı" olarak ifade ederek diğer soruya geçmişlerdir **(Sadeleştirme)**.

Nisan: *"Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir? Varsayımlarınızı belirlerken mantıklı olmasına ve gerçek yaşama uygun olmasına dikkat ediniz." [Soruyu okur].*

Esra: *Varsayım ne olabilir?*

Nisan: *Bakalım.*

Esra: *Ya bir dakika, varsayımımız…*

Nisan: *Bilmiyorum, onu düşünelim.*

Sare: *Varsayım yok yazın.*

Nisan: *Ihıhıhı [İtiraz eder, varsayım olduğunu belirtmek ister]. Buldum, buldum! Şey, eee…] makinede unutulabilecek renkli çamaşır olup olmadığını bilmiyoruz.*

Esra: *O değil.*

Nisan: *O zaman varsayım bulamadık yazıyorum.*

Esra: *Hayır, varsayımımız var. Varsayımımız şu olabilir**:** Hangi çamaşır makinelerini kullandığımız bizim bir varsayımımız. Yaz.*

İlkan: *Yazar mısın arkadaş?*

Nisan: *Hangi çamaşır makinesini kullandığımız. [Çözüm kağıdına yazar].*

Esra: *Kullandığımızı seçmemiz. [Nisan'a söyler].*

Nisan: *Esraaa bizim varsayımımız…[Çözüm kağıdına yazar]. "Problemi çözmek için gerekli işlemleri yazınız ve problemi çözünüz." [Okur]. Aha geldik. Çözelim hemen.*

Grup çözüm kâğıtlarında problemin çözülmesi için gerekli işlemlerin yapılacağı bölüme gelmişlerdir. Renkli ve beyaz çamaşırların bibirine oranlarından başlayarak hesaplama yapacaklarına karar vermişler ve bu ifadeleri değişken olarak çözüm sürecinde yararlanmak için R.Ç ve B.Ç olarak belirtmişlerdir **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)**. Renkli ve beyaz çamaşırların miktarını belirlemek için toplam çamaşır miktarı olan 50 kg ile verilen 2\3 oranı ile ilişki kurmuşlar **(Problemi Anlama ve Sadeleştirme).** Renkli ve beyaz çamaşır miktarını bulabilmek varsayım oluşturarak verilen 2/3 kesrininin pay ve paydasındaki sayıları toplayarakbu sayısı toplam çamaşır miktarına bölerek 10 bulmuşlardır (**Sadeleştirme, Matematikslleştirme)**. Nisan'ın bölme işlemi sonucunda çıkan sonucubeyaz çamaşır miktarı olarak düşünmesi üzerine önce Sare onaylamış ardından Esra beyaz çamaşır olmadığını ifade etmiştir **(Doğrulama)**. Esra'nın kurduğu modelde 2/3 kesrinde birim pay miktarına düşen çamaşır miktarının 10 kg olduğunu anlamlandıramadıklarından oluşturduğu modeli grup arkadaşlarına açıklamıştır. 2 ve 3 sayılarını 10 ile çarparak sırasıyla renkli ve beyaz çamaşırmiktarlarının 20 ve 30 olduğunu ifade etmiştir **(Matematikselleştirme, Matematiksel**

olarak çalışma). Açıklamanın ardından Nisan onayladığını "R.Ç/B.Ç= 20/ 30 diyoruz o zaman." şeklinde ifade etmiştir **(Doğrulama, Matematikselleştirme).**

Sare: *Nasıl çözeceğiz? [Grup çözüm kâğıtlarında problemin çözmek için gerekli işlemlerin yapılacağı bölüme gelmişlerdir].*

Esra: *İlk baş oranları yazıyor ya. Şuraya oranları yaz.*

Nisan: *Şey, o zaman yazıyorum. Bir saniye…] İlk baş şuraya bir not edelim; R.Ç = Renkli çamaşır, B.Ç = Beyaz çamaşır. [Çözüm kâğıdına yazar]. Şimdi buraya oranları bulmak için, o zaman renkli çamaşırların beyaz çamaşırlara oranı olduğu için bu şekilde yazmak durumunda kalacağız. O zaman 2/3 diyoruz. Bu 2/3 oluyor.*

Esra: *Şimdi burada bugün kullandığı, yani günde en fazla 50 kilogram çamaşır yıkayabiliyordu. O zaman bu ikisinin toplamı 50. Şuraya şey yazabiliriz; eşittir yazıp 50 yazabiliriz. 50 kilogram.*

Nisan: *Şöyle yapalım [Parantez ile belirtmeyi kasteder].*

Sare: *Bence de öyle yapalım.*

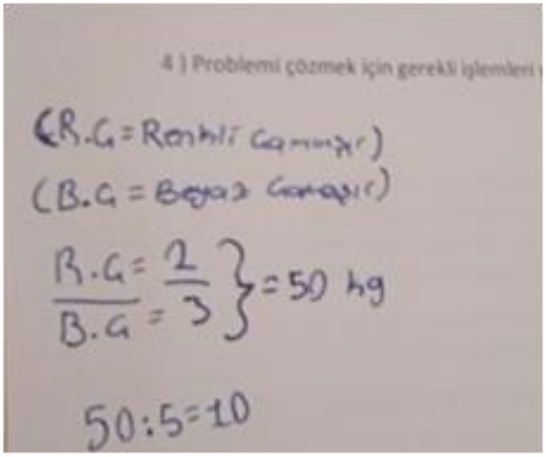
Esra: *Evet, şimdi şey yapacağız; bu ikisinin toplamı 5 ediyor ya. [2/3 kesrinin pay ve paydasındaki sayıları ifade eder].*

Esra: *50'yi 5'e böleceğiz.*

Nisan: *Evet, ona göre yapmalıyız Esra arkadaşım.*

Esra: *50: 5 = 10 yapar, renkli çamaşır.*

Çözüm Kağıdı:



Nisan: *Bu 10 renkli çamaşır mı?*

Sare: *Evet.*

Esra: *Hayır, hayır. Bu 10 eşittir.*

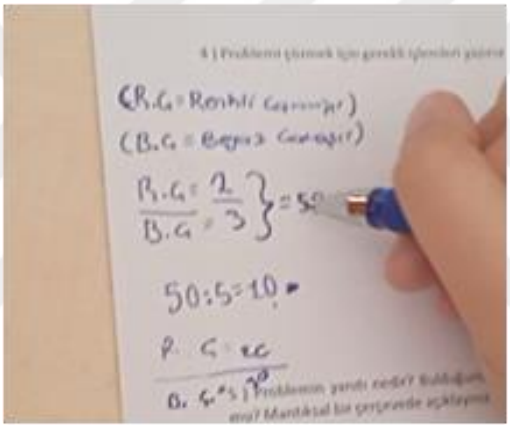
Nisan: *Eşittir [Söyler].*

Esra: *Ya da eşittir boş ver. R.Ç / B.Ç [Yazar].*

Nisan: *Esra, 5. soruya yazma.*

Esra: *Bu renkli çamaşır, bak bu 2 ya; 20 ediyor. 10'la 2'yi çarpınca…]. Bu da 30 ediyor. [Paydayı gösteriyor, beyaz çamaşır için].*

Ekran Alıntısı:



Nisan: *Bunların ikisini toplayınca, 5'i 50'ye çevirmemiz gerekmiyor mu?*

Esra: *Hayır, bak şimdi biz bu ikisini topladık ya.*

Nisan: *Hıhım.*

Esra: *Bu ikisinin toplamı 50 kg ediyormuş. Bu ikisinin toplamı 50 kg ettiği için biz 50'yi 5'e bölüyoruz. Bu ikisinin toplamı 5 ya.*

Nisan: *Haaa, tamam.*

Esra: *Şimdi şey yapabiliriz.*

Nisan: *O zaman şu an R.Ç / B.Ç = 20 / 30 diyoruz o zaman.*

Esra: *Evet.*

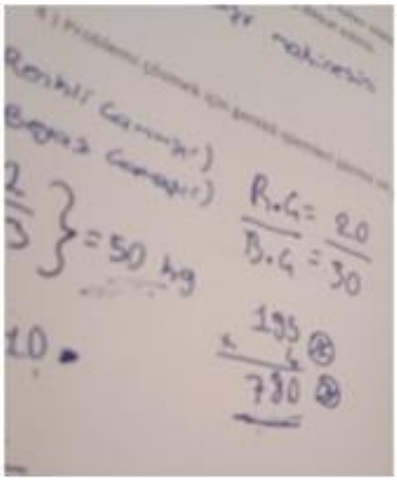
Renkli ve beyaz renkli çamaşır miktarını belirleyen grup üyeleri hangi makinelerde kaç kg çamaşır yıkanacağını belirlemeye çalışmışlardır. Renklilerin C, beyazların ise sadece A makinasında yıkanabileceği ifade ederek çözüme ilişkin varsayım oluşturmuşlardır(S). Oluşturulan varsayım üzerine A makinesinin tükettiği deterjan miktarı195x4= 780 ml olarak hesaplanmıştır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma).** Esra, "780 yani en az A çamaşırı oluyor değil mi?" grup arkadaşlarına onaylatmak istemiştir **(Doğrulama)**. Çalışmalarının bu aşamasında renkli çamaşırlar için olası tüm durumlarda tüketilebilecek deterjan miktarı hesaplanmamıştır. Nisan'ın sorusu üzerine varsayım üzerine sezgisel olarak tüm renklilerin sadece A makinesinde yıkanarak daha az deterjan tüketileceğini düşünen Esra "Hepsinin A ile yıkarsak bunu elde edileceğini ifade etmiştir **(Yorumlama)**.30 kg beyaz çamaşırların sadece C makinasında 3 kere çalıştırılarak yıkanması gerektiğini ifade edilmiştir **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme)**. Beyaz çamaşırlar için C makinesinin tüketeceği deterjan miktarı bireysel çalışma aşamasında bireysel kâğıtlarında olmasına rağmen Nisan grup çözüm kağıdına sadece "beyazlar için 3 kere çalıştıracağız" şeklinde ifade ederek yazacağı ifadeyi onaylatmış, tüketilen deterjan miktarı hesaplanmamıştır **(Doğrulama)**.

Nisan: *Sonrasında?*

Esra: *Sonra ne işlemi yaptık? Mesela ben eee bu…] Bir dakika, ilk baş ne var burada? Burada 20 kg renkli varmış. C'yi kullanamazmışız 20 kilogramda. O zaman şeyi kullanabiliriz. 4 tane A yapabiliriz. Şey yapalım, 195'le 4'ü çarparız. [Çözüme ilişkin bir varsayımda bulunmuştur]*.

Nisan: *Tamam. [195x4 yazar]*.

Ekran Alıntısı:



Nisan: *780 oluyor.*

Esra: *780 yani en az A çamaşırı oluyor, değil mi?*

Nisan: *A çamaşırı mı?*

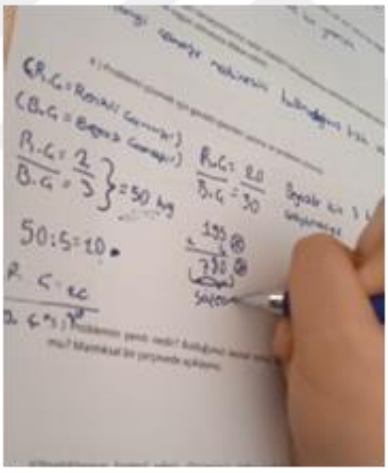
Esra: *Hayır, bak şimdi. Hepsini A ile yıkarsak bunu elde ediyoruz [780 sonucunu belirtir]. Ama ya da ilk baş beyazı bulsak, beyaz zaten sadece C'de olacak. Ya, beyazda 30 kilo; kaç tane C çamaşır? En fazla 12 kilogrammış, en fazla 12 kg alabiliyormuş. Yani 3 kere çalıştırmamız gerekiyormuş beyazlar için.*

Nisan: *O zaman buraya şey yazayım mı Esra? Beyazlar için 3 kere çalıştırmalı.*

Esra: *Evet, beyazlar için 3 kere.*

Nisan: *Renkliler için, şimdi renklileri bulacağız tamam mı arkadaşım. Şimdi sadece beyazı kullandığımızda, sadece beyazı kullandığımızda bu kadar litre harcıyor.*

Ekran Alıntısı:



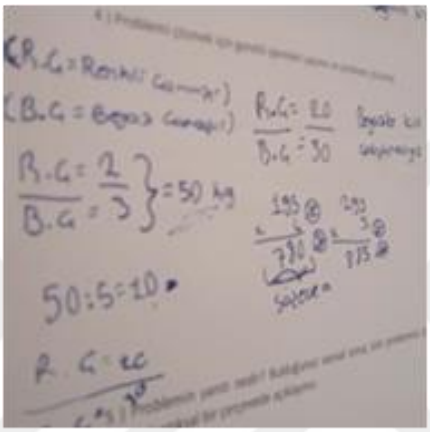
Çalışmanın bu aşamasında renkli çamaşırların sadece B makinesinde yıkanacağı durumunda tüketilen deterjan miktarını bulmaya yöneldikleri varsayımı oluşturmuşlardır **(Sadeleştirme).** B makinesinin en fazla çamaşır alma kapasitesine göre kaç kere çalıştırılması gerektiğine karar vermişlerdir **(Matematikselleştirme)**. 295 ile 3'ü çarparak bulunan 885 değerini bir önceki oluşturdukları varsayım sonucunda sadece A makinesi ile yıkanarak tüketilen deterjan miktarını B makinesi ile karşılaştırarak sadece A makinesinde yıkandığında daha az deterjan tüketildiğini belirtmişledir **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma ve Yorumlama).**

Esra: *A yaz buraya, sadece A yaz. A yaz altına…] [Nisan yazar]. Şimdi şey yapacağız. Ne yapacağız biliyor musun? Sadece B'yi kullandığımızda ne kadar olacak? Onu çarpacağız. Bu en fazla 8 kg alıyormuş. [B makinesinin kapasitesini gösterir]. Bizim renklilerimiz 20 kilogramdı.*

Nisan: *Şimdi neyle neyi çarpacağız?*

Esra: *Eee şeyle şeyi, 295'le 3'ü çarpacağız.*

Ekran Alıntısı:



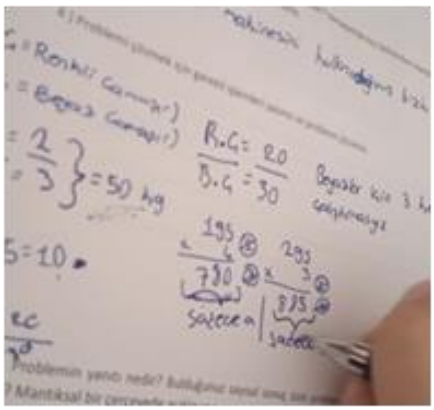
Nisan: *885 ediyor.*

Esra: *Yani B. Şimdi bu sadece B, değil mi?*

Nisan: *Evet.*

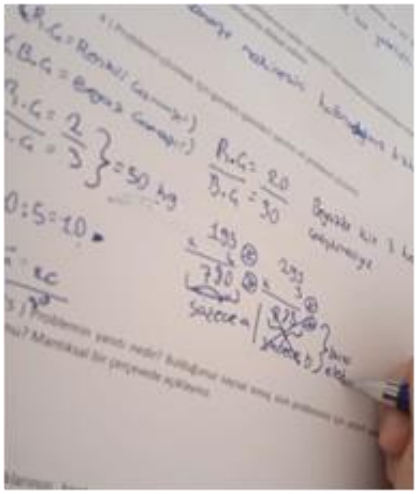
Esra: *B yaz, sadece B yaz.*

Ekran Alıntısı:



Esra: *En az A, o zaman bunu eledik. [B makinesinin üzerini çizer]. Bu olamaz, şimdi ikisini bir kullansak? Bunu eledik.*

Ekran Alıntısı:



Sarı grup, renkli çamaşırların A ve B makinelerinin birlikte kullanılarak ne kadar deterjan tüketilebileceği üzerine varsayım oluşturmuştur **(Sadeleştirme)**. Matematiksel model oluşturarak A makinesinin 1, B makinesinin 2 kez çalıştırılmasıyla tüketilecek deterjan miktarını hesaplamışlardır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**. Çalışmalarının bu aşamasına kadar oluşturdukları üç farklı varsayım sonucunda buldukları sonuçları kıyaslamışlarladır **(Yorumlama)**. Bu kıyaslama sonucunda en az deterjan tüketilmesi için renklilerin sadece A makinesinde 4, beyazların C makinesinde 3 kere çalıştırılarak yıkanması gerektiğine karar vermişler ve tüm makinelerin toplam 7 kere çalıştırılması gerektiğini belirtmişlerdir **(Yorumlama, Matematikselleştirme)**.

Esra: *Tamam. Şimdi ikisini bir kullanırsak en az kaç kg olmalı, onu bulmalıyız.*

[…]

Esra: *Şimdi ikisini bir kullanırsak…*

Nisan: *Hangileri? [Görseli gösterir].*

İlkan: *Hangileri Esra arkadaş?*

Esra: *Bak şimdi.*

Nisan: *Şu defteri çeker misiniz arkadaşlar.*

Esra: *Şimdi burada biz A ile B'yi kullanırsak, B'yi kaç, iki kere kullansak? 8 kere 8, 16. 20'ye 4 kalır. 295'i 2 ile çarpıp 195 ekleyeceğiz.*

İlkan: *Evet.*

Nisan: *590'a 195 ekleyeceğiz, değil mi? [İşlemi yapar].*

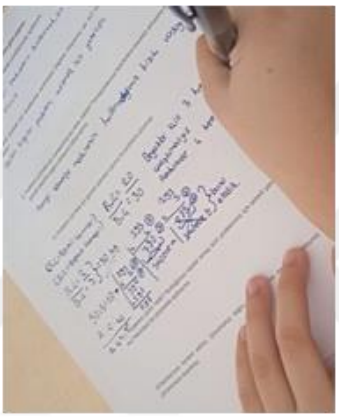
Esra: *Evet, 195 ekleyeceğiz.*

Nisan: *785 oluyor.*

Esra: *Yani en az buna deterjan kullanıyormuşuz. Yani bunu da kullanacağız, bunu 4 kere çalıştırıyormuşuz renklilerde. [Renkli çamaşırlar için sadece A makinesinin çalıştırılması gerektiğini ifade eder].*

Nisan: *Renklilerde 4 kere çalıştıracağız.*

Ekran Alıntısı:

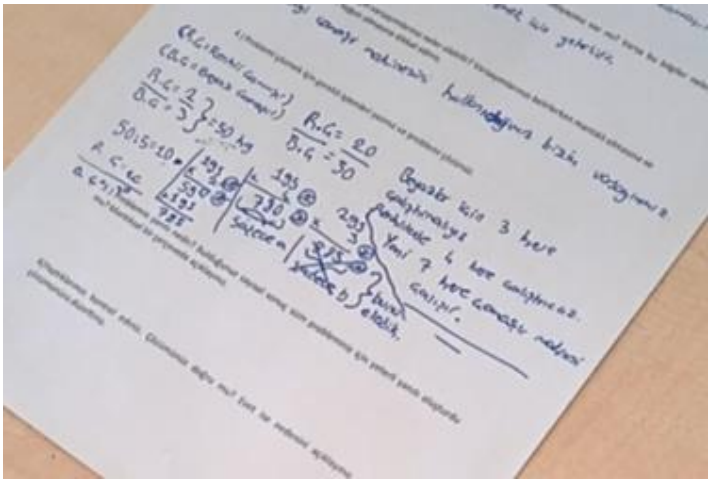


Esra: *Evet. Renklilerde 4 kere çalıştırıyoruz. Yani en fazla 7 tane çamaşır makinesi.*

İlkan: *Evet, işlemimize geri dönelim.*

Esra: *Yani en fazla 7 tane çamaşır makinesi çalıştırılabilir.*

Ekran Alıntısı:

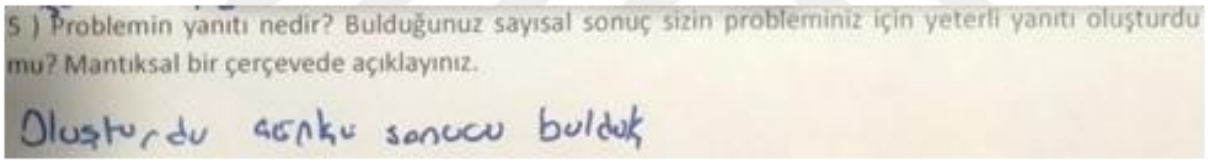


Sarı grup üyeleri, çözüm kağıdında bulunan 5 ve 6.soruları da yanıtlayaraksunumlardan önce tüm soruları tamamlamışlardır. Öğrencilerin çözüm kağıdında, yapılan sonucun mantıklı olup olmadığına ilişkin soruya, sonucu bulduklarından dolayı mantıklı bir sonucu oluşturduğunu düşünmeleri sebebiyle mantıklı bir sonuca ulaştıklarını ifade edilmiştir. Öğrencilerin doğrulama yeterliğine ilişkin elde edilen çözümün doğru olup olmadığına ilişkin soruda ise yaptıklarının doğru olduğu belirtilmiştir. Bitirdiklerini araştırmacıya söylediklerinde, gruba yöneltilen sorular üzerine çözüm kağıdında yazdıklarını tekrar gözden geçirmişlerdir **(Doğrulama)**. Araştırmacı, çözümün yapıldığı bölümde C makinesinin tükettiği deterjan miktarının belirtilmediği ifade etmiştir. En az deterjanın kullanılması için belirlenen makineler ve çalıştırılma sayısını etkilemeyen bu hatırlatma sonucunda çözüm kağıdında herhangi bir değişiklik yapılmamıştır.

Nisan: *Tamamdır. Problemin yanıtı nedir? Bulduğunuz sayısal sonuç sizin için yeterli yanıtı oluşturdu mu? Mantıksal bir çerçevede açıklayınız? [1.5 sorusunu okur].*

Esra: *Oluşturdu çünkü bulduk. Sonucumuzu bulduk.*

Çözüm Kağıdı:


5) Problemin yanıtı nedir? Bulduğunuz sayısal sonuç sizin probleminiz için yeterli yanıtı oluşturdu mu? Mantıksal bir çerçevede açıklayınız.

Oluştu,du çünkü sonucu bulduk

İlkan: *Evet çok mutluyuz şu an.*

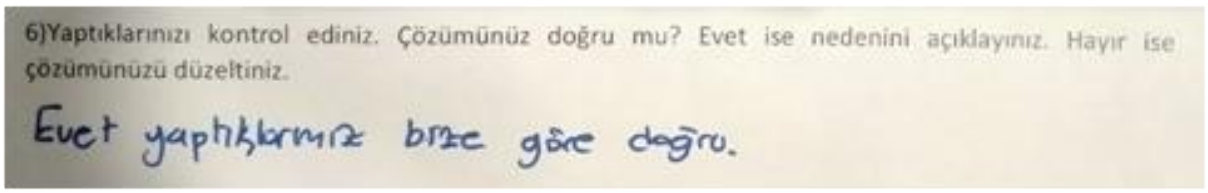
Esra: *Bunu oku şimdi. [6. soruyu gösterir].*

Nisan: *Yaptıklarınızı kontrol ediniz. Çözümünüz doğru mu? Evet ise nedenini açıklayınız. Hayır ise çözümünüzü düzeltiniz. [Soruyu okur].*

Nisan: *Evet yaptıklarımız doğru. Çünkü zekiyiz, öyle yazayım mı?*

Esra: *Yaptıklarımız bize göre doğrudur.*

Çözüm Kağıdı:


6)Yaptıklarınızı kontrol ediniz. Çözümünüz doğru mu? Evet ise nedenini açıklayınız. Hayır ise çözümünüzü düzeltiniz.

Evet yaptıklarımız bize göre doğru.

Nisan: *Bizim projemiz burada sona erdi, biz sarı grup.*

İlkan: *Hocam bitti bizim.*

Araştırmacı: *Bitirdiniz mi tamamen?*

Esra, Nisan: *Evet, bitirdik hocam.*

Araştırmacı: *Şimdi demişsiniz ki problemde ne istenildiğini… [Yanıtları okunur]. Bakın en az çamaşır (…) deterjanı kullanmış oluruz. Problemi çözmek için yeterlidir. Hangi çamaşır makinesini kullandığımız bizim varsayımımız. Mesela nasıl tercih ettiğinizi biraz açıklayabilir misiniz?*

Araştırmacı: *Hangi çamaşır makinesini neye göre seçtiniz değil mi mesela? [Yazdıklarını gözden geçirir].*

Nisan: *Mesela örneğin B'de, şey, C'de… [Yazdıklarını hızlı bir şekilde incelerler]. Nerede o? Mesela örneğin… [Çözüm Kağıdını inceler].*

Araştırmacı: *Mesela neydi?*

Nisan: *C türü makinelerde hem renkli hem beyaz kullanılabiliyor.*

Araştırmacı: *C'de yıkayamaz.*

Nisan: *Aaa, tamam ama bu sefer eminiz cevabımızdan. En büyük kapasiteli C türü çamaşır makinesinde yıkanmaktadır.*

Araştırmacı: *Tamam, varsayımınızı kullanmışsınız ya bunu neye göre seçtiniz?*

Nisan: *Renkli çamaşırlar B'de kullanılır diyor.*

Araştırmacı: *Evet.*

Nisan: *Biz de öyle yaptık.*

Araştırmacı: *O zaman renkli çamaşırlar B'de olur ama A'da da olur.*

Nisan: *A'da da olur. Şimdi B'de sadece renkli çamaşırlar kullanılıyor ama C'de beyaz kullanılıyor.*

Araştırmacı: *Tamam, C için harcanan deterjan miktarı nerede?*

Nisan: *1 saniye. Şu an yok burada.*

…

Araştırmacı: *O zaman grup çözümlerinden sonra karar veririz.*

Nisan: *Tamam.*

Araştırmacı: *Arkadaşlar, 5 dakika teneffüse çıkıp gelebilirsiniz, sonra gruplara geçeceğiz.*

Sarı gruptan gönüllü olarak belirlenen öğrenci yaptıkları çözümü sınıf arkadaşlarıyla paylaşarak sunum yapmıştır. Sunumlarında çözüm için farklı durumları göz önünde bulundurarak yaptıkları çalışmayı aktarmışlartır. Beyaz çamaşırların C makinesinden 3 kez çalıştırılmaktan başka seçeneğin olmadığı belirtilmiştir. Tüm durumları inceleyerekrenklilerin sadece A makinesi ile yıkanarak en az deterjan tüketileceği yaptıkları çözüm tahtaya yazılarak açıklanmıştır. Araştırmacı yorumlama ve değelendirme bilişsel basamağı ile ilgili öğrencilerin düşüncelerini daha detaylandırmak ve ortaya çıkarmak için diğer guplara sarı gruba sorularının olup olmadığını sormuştur. Mavi grup üyelerikendi çözümleriyle ilgili bir açıklama yapmak istemişler fakat araştırmacı henüz mavi grubun sunum yapmadıklarından sarı grubun yaptığı çözüm ile ilgili "Çözüm doğru mu size göre?" sorusunu tekrar yöneltmiştir. Yeşil gruptan Sude "küçük şeyler olduğunu düşünüyorum. Biz 390'ı 3 ile çarptığımızda 1170 bulmuştuk." şeklinde belirterek sorularının olmadığını ifade etmiştir. Diğer sınıf arkadaşları tarafından bir soru yöneltilmediği için grubun sunum tamamlanmış ve diğer sunumlara geçilmiştir.

Araştırmacı: *Evet grup sunumlarına başlıyoruz. Hangi takım geliyor? Evet sarı takımdan kim geliyor? Sunum yapılırken lütfen konuşmayalım. Tahta kalemlerimiz burada. Herkes arkadaşına soru sorabilir. Gruplar birbirine soru soracaklar. Evet, ismini yaz. Grup sunumlarına başlıyoruz.*

Esra: *Biz ilk baş oranları yazdık; renkli çamaşır ve beyaz çamaşır. Bana böyle vermişti oranı. İlk baş biz böyle yazdık. Sonra bunların toplamı 50 kilogrammış. İlk baş bu oranın ne kadar olduğunu bulduk. İkisini toplarsak 5 eder. 50'yi 5'e böldük. Bunları 10 ile çarptığımızda 20 ve 30 etti. Renkli çamaşırlarımız 20 kilo, beyaz çamaşırlarımız 30 kilo bulduk. Sonra, ilk baş beyaz çamaşırlar sadece C makinesinde yıkandığı için biz beyazları ilk baş makine ne kadar alıyor onu bulduk. Bir şeye bakabilir miyim?*

Araştırmacı: *Bakabilirsin. Evet, beyazda ne kadar yıkadığını bulmuştun. Nasıl buldunuz?*

Esra: *İlk baş 390 mililitre harcamış. İlk baş ne kadar çalıştırılması gerekiyor? [Beyaz çamaşır miktarını belirtir]. Kaç kilogram alabiliyor? En fazla 12. Yani bunu 3 kere çalıştırmamız gerekiyor. 3 kere çalıştırdığımızda ne kadar elde ettik onu bulduk. Beyazlar için 3 kere yıkaması gerekiyor, zaten başka yıkama şansı yok. Sonra renklileri sadece A ile yıkarsa nasıl olacak, onu yaptık.*

Esra: *Bunu bizim 4 ile çarpmamız gerekiyor çünkü 4 kere yıkıyor. Sonra 780 oluyor.*

Araştırmacı: *Sadece A'yı seçerseniz evet.*

Esra: *Sonra sadece B'de 295 mililitre çarpı [işlemi tahtaya yazar] … Sonra en fazla kaç kere yıkaması gerekiyor, onu bulduk. 3 kere yıkaması gerekiyor. 3 ile çarptık, 885 bulduk. Bu bundan daha fazla olduğu için bunu eledik. Sonra A ve B'yi ikisini bir kullansa nasıl olur diye düşündük. O zaman da B'yi 2 kere kullanırdı. 295 x 2 bu 590 ediyor. Bir de 590'a 195 ekledik. Bu da 785 ediyor. Bu da ondan fazla çıktığı için bunu da eledik. Yani biz renkli çamaşırlar için 4 kere çalıştırıyoruz. Buradan 4 kere, yani bize göre en fazla 7 kere çalıştırılması gerek.*

Araştırmacı: *Çözümünüz bu şekilde. Şimdi diğer grup arkadaşlarımızın, yani mavi grubun, sarı gruba sorusu var mı?*

Naz: *Hocam şey, yok hocam.*

Araştırmacı: *Çözüm doğru mu size göre?*

Naz: *Farklı olan şey, hani 7 kere çalıştırmış ya, biz de 7 bulduk.*

Araştırmacı: *O zaman sizin çözümünüzden sonra… Şu an sorunuz var mı?*

Mavi Grup: *Şu an sorumuz yok.*

Araştırmacı: *Yeşil grup, sizin var mı?*

Yeşil Grup: *Bizim sorumuz yok ama küçük şeyler olduğunu düşünüyorum. Biz 390'ı 3 ile çarptığımızda 1170 bulmuştuk.*

Araştırmacı: *Tamam o zaman şimdi diğer grubun çözümüne geçelim. Maviden kim sunuyor? Evet, şöyle çizgi çekelim şuraya. Teşekkür edelim arkadaşımıza. Aradaki küçük farkları en son değişiklik yapacak mısınız, ellerinizdeki kâğıtları doldururken de belirtiniz. İsimlerimizi yazalım. Naz, mavi gruptan çözümlerinin sunumunu yapacak.*

Tüm sunumların tamamlanmasının ardından etkinlik sonu dağıtılan soruları tamamlamaları istenerek tahtada yapılan çözümlerde değiştirilmek istenen yerin olup olmadığı sorulmuştur. Sarı gruptan Esra işlem hatası yaptıkları yerde değiştirilmek istedikleri yeri belirtmiştir **(Doğrulama, Matematikselleştirme).**

Araştırmacı: *Şimdi ben sizden o kâğıtları doldurmanızı rica ediyorum. Arkadaşlar, şimdi bizim kırmızı tahta kalemimiz de var ya. Şimdi siz karar verdiniz, 3 tane çözüm var ortada. Silmeden, sarı grubun kırmızı kalemle silmeden değiştirmek istediği yer varsa…*

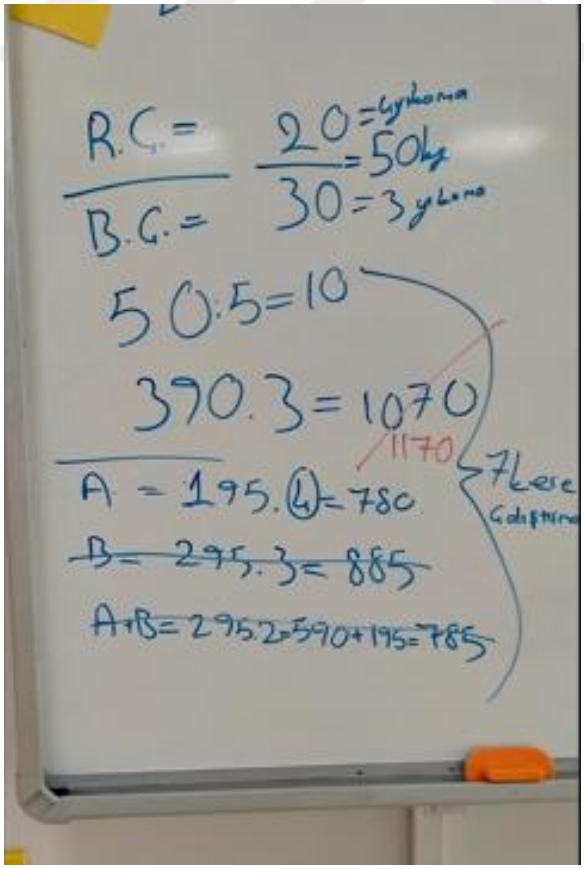
Sarı Grup: *Biz şu 0 yerine 1 yazacağız.*

Araştırmacı: *O zaman hızlıca grup kâğıtlarını toplayalım. En açık şekilde yazın, aklınıza gelen her şeyi. [Sunumlardan sonra dağıtılan grup kâğıtlarındaki soruları doldururlar].*

Yeşil grup çözümünde, sunum sonrası yapılan düzeltmeler Şekil 32'de verilmiştir.

Şekil 32

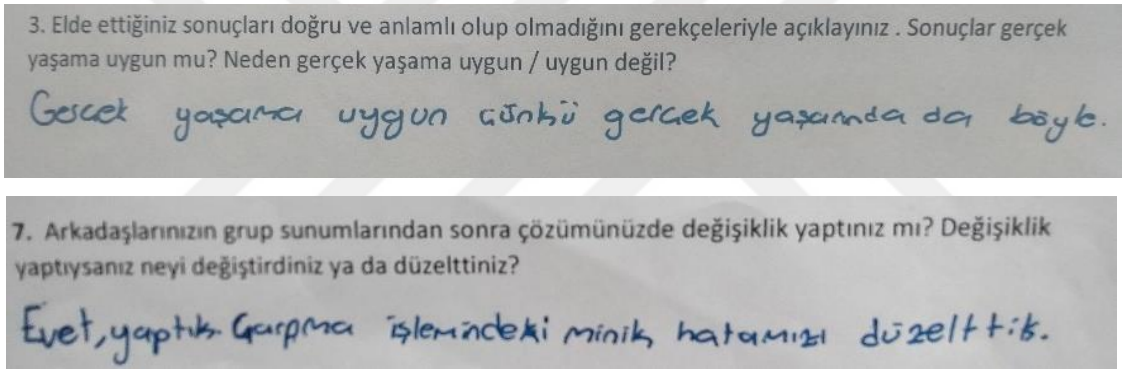
Sarı grup deterjan tüketimi MOE sunum



Etkinlik sonu verilen yorumlama ve doğrulama yeterliği kapsamında sorulan "Elde ettiğiniz sonuçları doğru ve anlamlı olup olmadığını gerekçeleriyle açıklayınız. Sonuçlar gerçek yaşama uygun mu? Neden gerçek yaşama uygun/ uygun değil?" sorusunda Doğrulamayı buldukları sonucun gerçek yaşama uygun olduğunu **(Yorumlama)**, "Sunumlardan sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı?" Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzeltiniz?" sorusuna ise yaptıklarını, çarpma işlemindeki hatalarını düzelttiklerini ifade etmişlerdir **(Doğrulama).** Çözüm sürecindeki yaklaşımları ve grup sonu sorulara yazdıkları ifadeler göz önüne alındığında Doğrulamayı gerçek yaşamdaki bilgileri göz önünde bulundurma ve gerçekçi olma olarak ele aldıkları düşünülmüştür. Sunum sonu etkinlik kağıdında yer alan öğrenci yanıtlarına ilişkin örnek Şekil 33'de sunulmuştur.

Şekil 33

Sunum sonu etkinlik kağıdı (Sarı Grup – Deterjan Tüketimi)



Grubun çözüm yaklaşımları incelendiğinde tamamen doğru varsayımlar oluşturdukları görülmüştür. En az deterjan tüketilerek tüm çamaşırların yıkanması için varsayımlar kurarak üç model oluşturmuş ve sonuçlarını karşılaştırmıştır. Her üç seçenek için gerekli değişkenleri belirledikleri görülmüştür. Grup çözüm kâğıtlarından çözüm için 5 farklı durumdan 3 durumun sonuçlarını inceleyerek karşılaştırmışlardır. Beyaz çamaşırların yıkanması için tek seçeneğin olduğu belirtilmiş ve renkli çamaşırlar için; ilk oluşturdukları varsayım doğrultusunda sadece A makinesiyle, ikinci varsayım ile sadece B makinesi ile son oluşturdukları varsayım ile her iki makinenin çalıştırılarak tüketilecek deterjan miktarlarının hesaplandığı modeli kurmuşlardır. En az tüketim için A makinesinin 1, B makinesinin 2 kez çalıştırılacağına karar vermişlerdir. Her iki makinenin birlikte çalıştırılarak tüm renklilerin yıkanabilmesi için geriye kalan; A=3 ve B=1 ile A ve B makinelerinin ikişer kez çalıştırılma durumlarını incelememişlerdir. Bunun sebebi ikinci oluşturdukları varsayım sonucunda renklilerin sadece B makinesinde yıkanarak tüketilen deterjan miktarının fazla olması 4.ve 5. durumun kıyaslayarak elenmesidir. Söz

konusu varsayımlarına dayalı olarak doğru matematiksel model oluşturup çözümünü gerçekleştirmişlerdir. Elde ettikleri çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlamışlar ve belirledikleri hataları düzeltmişlerdir. Söz konusu değerlendirmeler sonucunda Sarı grubunun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri Tablo 14'de verilmiştir.

Tablo 14

Deterjan tüketimi MOE uygulamasında sarı grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri

SARI Grup	**DETERJAN TÜKETİMİ MOE**
Problemi Anlama	4
Sadeleştirme	3
Matematikselleştirme	4
Matematiksel Olarak Çalışma	4
Yorumlama	4
Doğrulama	6
Toplam	**25**

4.1.2.2. Deterjan Tüketimi Model Oluşturma Etkinliğinde Mavi Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Öğrenciler kendilerine bireysel olarak incelemeleri için verilen sürede problemi okumuşlardır. Bireysel kâğıtlar incelendiğinde tüm grup üyelerinin problemi anlayarak sadeleştirdikleri görülmüştür. Ayrıca Ada ve Naz kurdukları matematiksel modelüzerinde çözüm yaklaşımında bulunmuşlardır. Bireysel çalışmalarında yalnızca çözüm kâğıtları değerlendirilebildiğinden, herhangi bir doğrulama yakalaşımında bulunup bulunmadıkları ya da süreçte geri dönerek hatalarını düzeltip düzeltmedikleri anlaşılamadığı için doğrıulama yeterliği gözlenememektedir. Modelleme uygulamalardında öğencilerin gruplar halinde çalışmaları durumunda daha zengin çözüm yaklaşımları sergilendiğinden ardından, araştırmacının grup üyelerine problemi yüksek bir şekilde okumalarını söylemesiyle grup çalışmasına geçilmiştir. Naz problemi yüksek sesle okuduktan sonra, bireysel defterinde yaptıklarına odaklanan Ada'ya çalışmalarını yapabilecekleri grup defterlerini göstermiştir.

Araştırmacı: *İsterseniz grupta soruyu bir yüksek sesle okuyalım arkadaşlar.*

İmer: *Oku. [Naz'a verir].*

Naz: *Deterjan tüketimi problemi. [Soruyu okur].*

Naz: *Ee gelsene Ada, çözümleri buraya yapıyormuşuz. [Grup defterlerini gösterir].*

Grup üyeleri, problemde "günlük en fazla yıkama kapasitesinin doldurulduğu bir günde"ifadesinden 50 kg üzerinden hesaplama yapacaklarına karar vermişlerdir **(Problemi Anlama)**. Renkli ve beyaz çamaşırların miktarını belirlemek için toplam çamaşır miktarı olan 50 kg ile verilen 2\3 oranı ile ilişki kurmuşlar **(Problemi Anlama ve Sadeleştirme)**. Renkli ve beyaz çamaşır miktarını bulabilmek için verilen 2/3 kesrini 10 ile genişleterek, kesrin pay ve paydasının toplam çamaşır miktarı olan 50'ye tamamladıkları varsayım oluşturmuşlardır **(Sadeleştirme ve Matematikselletirme)**.

İmer: *Şimdi benim aklıma bir fikir geldi Naz, bak bir. Biz bunları 50'ye tamamlamak zorundayız değil mi? 50 kg diyor ya günlük en fazla.*

Ada: *Tamamlamak zorundayız çünkü 10'la çarpsak bunu 20'ye, 30 olur.*

Naz: *10'la çarpalım o zaman. Dur.*

Renkli ve beyaz renkli çamaşırların miktarlarını belirledikleri değerlere göre çamaşırların hangi makinelerde ve kaç tur çalıştırılması gerektiğine karar vermeye çalışmışlardır **(Problemi Anlama, Sadeleştirme ve Matematikselleşetirme)**. Renkli çamaşırların yıkanabileceği A ve B makinaları için bir ölçüde kabul edilebilir varsayım oluşturdukları fakat C makinası için beyaz çamaşır miktarını 30 kg olarak belirleseler de tüm çamaşır miktarını düşünerek 50 kg yıkanacağına ilişkinyanlış varsayım oluşturmuşlardır (**Sadeleştirme ve Matematikselleştirme)**. Bu varsayım üzerine Naz çarpma işlemi yerine toplama işlemi yapmıştır **(Matematikselleştirme)**. Ada yanlış varsayım üzerine kurulan hesaplamaya ilişkin işlem hatasını düzeltmiştir **(Doğrulama)**. Görselde verilen şeklin altına, bldukları beyaz ve renkli çamaşırların miktarına göre makinelerin kaçar kez çalıştırılması gerektiğine ilişkin tahmin ettikleri sayıları yazmışlardır **(Yorumlama, Sadeleştirme)**.

İmer: *Olmaz, bak mesela A'ya 2 de. Naz, A'ya 2 desene. Şurada de, hemen altına yaz. [İmer, Naz'a gösterir]. Buraya 3 yaz. [Sorunun görselinde B'nin ve C'nin altını göstererek]. Buraya da 4 yaz. Yok, buraya 6 yaz. [Şeklinde düzeltme yaparak söyler]. Şimdi 9 kere 6 kaç oluyor?*

Naz: *15. [Toplar].*

İmer: *Ama.*

Ada: *54 değil mi?*

Naz: *9 kere 6 mı? Ha, 54.*

İmer: *Olmuyor, 54'ü geçiyor.*

Devamını getirmeredikleri için öğretmeni yanlarına çağırmışlardır. Öğretmen grup üyelerinin problemi tam olarak anlamdırabilmesi için çözüm kağıdındaki ilk soruyu yanıtlamaları için yönlendirdiğinde Naz *"Bir günde en az sıvı deterjan kullanan makineleri istiyor. Kaç defa çalıştırılır? Hocam bizden şey istiyor bu. Bir günde en az sıvı deterjan kullanmak için hangi makineler kaç defa çalıştırılır?"* yanıtını vermiştir **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)**.

Naz: *Ben anlamadım. Hocam ipucu verir misiniz?*

Araştırmacı: *[Yaptıklarınızı birleştirebilirsiniz soruda].*

İmer: *[Bir öncekinde de kimse yapamamıştı ki].*

Araştırmacı: *Olsun, şurada [6 sorudan oluşan etkinlik kâğıdı gösterilir]. O zaman istersen sen yaz. Problemde ne istenildiğini…*

İmer: *[Naz Cemre yazar].*

Araştırmacı: *Problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayın. [Soruyu okur]. Ne istiyor sizden? Söyleyin arkadaşlarınıza.*

Naz: *Bir günde en az sıvı deterjan kullanan makineleri istiyor. Kaç defa çalıştırılır? Hocam bizden şey istiyor bu. Bir günde en az sıvı deterjan kullanmak için hangi makineler kaç defa çalıştırılır?*

Asya: *Yazıyoruz aslında. [Sorunun altını gösterir].*

Naz: *Bir günde en az sıvı deterjan kullanımı için her makinenin kaçar defa çalıştığını soruyor. [Yazar]. Problemi çözmek için verilmeyen bir bilgiye ihtiyacımız var mı?*

İmer: *Bilmiyorum ki.*

Naz: *Verilmeyen bir şey var burada ama onu çözemedim. Var yani bir şey.*

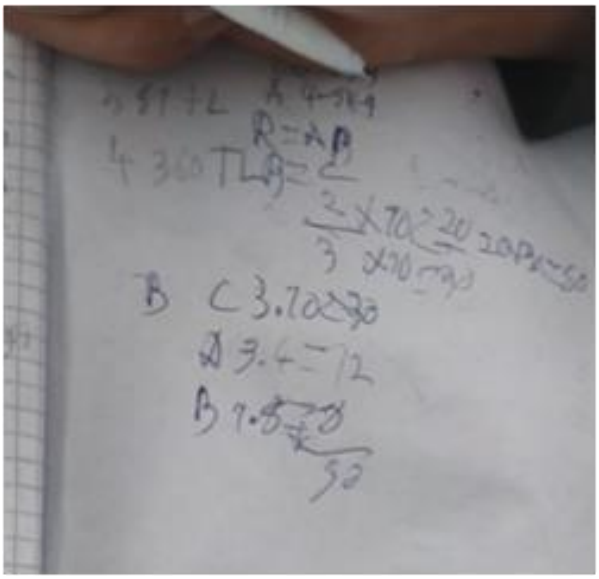
Asya: *Evet.*

İmer: *Öyle yazalım; bir şey var ama çözemedik. [Gülümser].*

Ada bireysel defterinde yaptıklarını araştırmacıya gösterir. Bireysel çalışma kağıdında grup arkadaşları ile beraber grup çalışması başlangıcında yaptıkları gibi 2/3 kesrinin 10 ile genişleterek beyaz ve renkli çamaşır miktarlarını 30 ve 20 kg olarak bulmuştur **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme).** Hangi makinelerde kaç kg çamaşır yıkanacağına karar vermiştir **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme)**. Oluşturduğu bir ölçüde kabul edilbilir varsayım doğrultusunda A ,B ve C makinelerinin sırasıyla 1, 1 ve 3 kere çalıştırılarak 4, 8 ve 10'ar kg çamaşır yıkanması gerektiğini düşünmüştür. Üç makine için yıkanan çamaşır miktarını bulmak için gerekli işlemleri yaparak sonuçları toplamış ve toplam yıkanan çamaşır miktarının 50 kg olduğunu belirtimiştir **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma ve Doğrulama)**. Çalışma kağıdında geldiği aşamada Ada'nın oluşturduğumodel üzerinde yaptığı çözüm aşamasında harcanan sıvı deterjan miktarını hesaplama aşamasına geçmediği görülmüştür. Grup üyeleri Ada'nın yaptıklarını incelerken, İmer'in "Niye 10'la çarptın 3'ü?" sorusunu yöneltmesiyle Ada, C makinesinde yıkanması gereken çamaşırı 10'ar kg ile 3 tur çalıştırılabileceğini ifade etmiştir **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)**. Naz, Ada'nın yaptığı 3x10=30 işlemde makinenin 3 tur çalıştırılması gerektiğini anlamlandıramamıştır. 50 kilogram mı istiyor şeklinde sorgulaması üzerine Naz ve İmer toplam miktar üzerinden yorum yapmaya devam ederken Ada günlük belirtiğini ifade etmiştir **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma**, **Doğrulama)**. Naz'ın 50 kg istendiğini ifade etmesi Ada'nın kurduğu varsayımı anlamlandırmadığını göstermektedir.

Ada: *Hocam ben bir şey göstercemde böyle olur mu?*

Ekran Alıntısı:



Araştırmacı: *Arkadaşlarınla tartışsana bulduğunu.*

Ada: *Şey, makinelerin 50 kilo olması için buldum ben.*

Araştırmacı: *Makinelerin toplam 50 kilo olması için.*

Ada: *Günlük için evet.*

Araştırmacı: *Arkadaşlarınla anlatır mısın ne bulduğunu.*

Naz: *Bu ne? [Ada'nın yaptıklarını sorar].*

Ada: *Hocam ben sadece günlük kaç kere çalıştığını buldum yani.*

Araştırmacı: *Arkadaşlarına anlatır mısın ne bulduğunu.*

Ada: *Gel yap. [Arkadaşına söyler].*

Naz: *Anlat. Niye anlatamıyorsun Ada?*

Ada: *Çünkü emin değilim.*

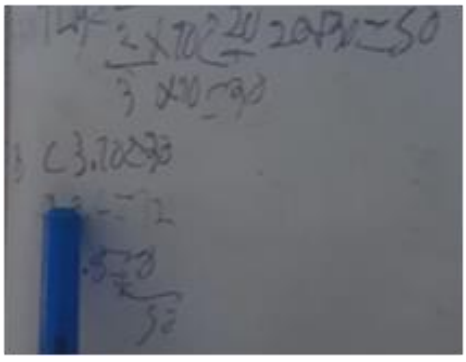
İmer: *Bakabilir miyim Ada kağıdına? [Ada'nın yaptıklarına bakmak ister].*

Ada: *Al, al. En alttaki.*

İmer: *Ada anlatmıyor. Biz kendimiz çözmeye çalışıyoruz. [İmer, Ada'nın yaptıklarına bakarak].*

Ada: *En alttaki şu, şu. [Gösterir].*

Ekran Alıntısı:



İmer: *Niye 10'la çarptın 3'ü?*

Ada: *9'dan fazla olduğu için, maksimum 12 kg alıyor. 10 kilo da alabiliyor yani.*

İmer: *Ama ya 11 aldıysa.*

Naz: *Ama 50 istiyor şeyi.*

İmer: *Beyazları mı 50 istiyor?*

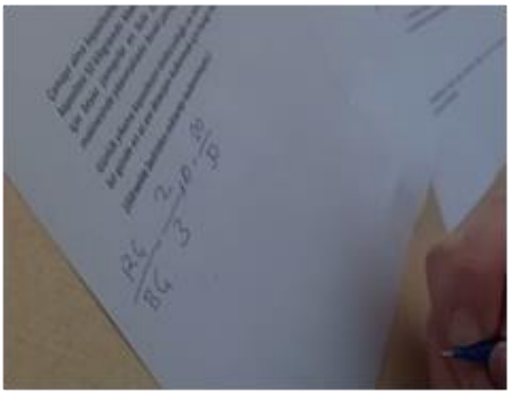
Naz: *Hayır, günlük çamaşır.*

Ada: *Günlük, günlük.*

İmer, Ada'nın bireysel yaptıklarını incelediğinde doğru olduğunu ifade ederek ne anladığını sırasıyla sözel olarak açıklamış veİmergrup çözüm kağıdına yazmaya başlamıştır **(Doğrulama)**. Naz'ın 12'nin nereden bulunduğunu sorgulaması üzerineİmer açıklamıştır. Ada'nın kurduğu vasayıma göre yaptığı çözüm yaklaşımını doğru algılayan İmer önce A makinesiyle ilgili bölümü B makinesi ile ilgili değerler üzerinden açıklamaya başlamış , sonra 3x4=12 eşitiliğindeki 3 ve 4 sayılarının matematiksel temsil olarak ifade ettiği kavramları birbirine karıştırmıştır. Açıklamadaki karıştırılan ifadeleri Ada düzelttiğinde İmeronaylamıştır **(Doğrulama).** Grup üyeleri Naz Ceme dışında A makinesi için; 3x4=12 ve B mainesi için 1x8= 8 , C makinesi için: 3x10= 30 eşitliklerinden A, B ve C makinelerinin sırasıyla 3, 1, 4 kere çalıştırılması gerektiği için tüm makinelerin toplam 7 kere çalıştırılması gerektiği sonucuna ulaşarak elde edilen doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlamışlardır **(Matematikselleştirme,Matematiksel Olarak Çalışma ve Yorumlama).** Naz, İmer'in "Makine 7 kere çalışıyor" ifadesinde tüm makinelerin toplam çalıştırılma sayısını tam ifade edemediğinden tek bir makine için 7 kere çalıştırılması gerektiğini yanlış anlamıştır. Naz'a durumu ifade edebilmek için İmer problemde "hangi makineler" yazan kısmını altını vurgulayarak okumasını söylediği sırada tüm makinelerin toplam çalıştırılma sayısı olduğunu belirtmek için Ada durumu toplamı olarak ifade etmiştir **(Doğrulama)**. Ardında Naz Cemre problem cümlesinin sonunu okuyarak ne istenildiğini kısaca özetledikten sonra A ve B şeklinde yanıtlamıştır **(Yorumlama).** Naz'ın oluşturulan model üzerinden yapılan çözümü anlamadığı ortaya çıkmaktadır. Naz dışında grup üyeleri "A, 3 kere, C=3, B=1" olarak ulaştıkları sonucu onaylayarak hangi makinelerin kaç kez çalıştırılmasına karar vermişlerdir. Yaptıkları çözüm yaklaşımında tüketilen deterjan mikatarını hesaplamadıkları için farklı durumları da göz önünde bulundurmamışlardır.

İmer:*Evet Ada'nın ki doğru 1 dakika.*

Ekran Alıntısı:



Naz: *Değil mi? 10'la çarpacağız bunları biz [2/3 değerini 10 ile genişleterek 20/30 biçiminde yazar.]*

İmer: *Evet.*

Naz: *20/30.*

İmer: *Tamam şimdi A = 3 x 4 eşittir 12.*

Naz: *[3x4 = 12 yazar]. 12'yi nereden bulduk?*

İmer: *12'yi de hani burada bu kaç? [Problemdeki çamaşır alma kapasitelerini gösterir].*

Naz: *6 ve 8 arası diyor [B'yi gösterir].*

Ada: *A diyoruz A [düzeltir].*

Naz: *A diyoruz A İmer.*

İmer: *A işte aman… 4 ile 5 arası ya bunu Ada 4'le çarpmış.*

Ada: *3'le.*

İmer: *Hayır 3'ü 4'le çarpmış. Onu bununla çarpmış 12 bulmuş. B eşittir de 1x8.*

Naz: *B = 1x8 [yazar].*

İmer: *Yani Ada toplam 7 kere kullanmış. Makine 7 kere çalışıyor.*

Naz: *Hangi makine?*

İmer: *Bu makine [Tüm makineleri kastederek tek makineyi gösterir].*

Ada: *Toplamı.*

Naz: *Bu makine tek değil ki, A, B, C ya bu.*

İmer: *Bak bir oku… şurayı bir sonunu oku [Problemin sonunu göstererek "hangi makineler" diyor şeklinde vurgular].*

Naz: *2/3 olduğuna göre diyor bir günde en az sıvı deterjanı kullanmak için hangi makineler kaç defa çalıştırılmış olmalıdır? Diyor. A- B.*

İmer: *A bir kere… ay dur A 3 kere, C eşittir 3, B = 1 bitti.*

Naz: *Cevap ne?*

İmer: *O, 7. Bitti.*

Naz: *7 mi?*

İmer: *Evet.*

Naz: *7 nerede şimdi?*

İmer: *Bunların toplamı.*

Asya: *3-3- 1 aaa evet.*

Naz arkadaşlarının yaptıklarını ifade ederek anlamlandıramadığı yerleri sorduğunda araştırmacı, grup üyelerinin renkli ve beyaz çamaşırların hangi makinalarda yıkanacağının belirlenme aşamasına kadar olan varsayımlarına doğrultusunda oluşturdukları modeli ve çözüm aşamalarını sorgulatmıştır. Bu aşamaya kada tüm grup üyeleri sadece varsayımlarını değil modelin de doğrulamasını yapmışlardır **(Doğrulama)**. Bu aşamadan sonra Araştırmacı kurdukaları varsayımı tekrar sorgulayarak gerçekçi varsayımda bulunabilmeleri için farklı ihtimallerin olup olmadığını düşünmeleri için grup üyelerini yönlendirmiştir.

Naz: *Bir günde en az sıvı deterjan kullanmak için hangi makineler? [Sorunun sonunu okur]. Ay ben anlamadım ki şimdi.*

İmer: *[Gülümser].*

Naz: *Bir dakika. [Sorunun sonunu tekrar okumaya başlar]. Hocam şimdi bize burada 1 tane makineyi sormuyor değil mi, 2 tane makine mi istiyor? Ben orayı anlamadım… Bir şey buldular.*

Araştırmacı: *Beraber düşünün arkadaşlar.*

Naz: *Beraber düşündük.*

Araştırmacı: *Şimdi kaç kilo yıkanacak burada çamaşırlar toplam?*

Naz: *50.*

Araştırmacı: *50 kilo.*

Naz: *Evet.*

Araştırmacı: *50'nin hepsi beyaz mı?*

Naz, İmer: *Hayır.*

Araştırmacı: *Ona ne kadarının olduğuna karar verdiniz mi?*

Naz: *2/3 işte.*

Araştırmacı: *O zaman karar verin.*

Naz: *Tamam bulduk onu biz.*

Araştırmacı: *Tamam. Hangi makinada hangisi yıkanıyor?*

Naz: *Eee B'de… 1 dakika, C'de…*

Ada: *A ve B'de renkliler, C'de beyazlar.*

Naz: *Evet, evet.*

Araştırmacı: *Tamam. Ona göre farklı ihtimaller var mı birden fazla?*

İmer, Asya: *Var, var.*

Araştırmacı: *O durumlara göre düşünün.*

Araştırmacının farklı ihtimallerin olup olmadığını sorgulamaları amacıyla yönlendirmesi sonucu İmer , C'nin toplam 3 kez, A ve B'nin ise toplam 4 kere çalıştırılması gerektiğini düşündüklerini fakat A ve B makinelerinin toplam C makinesinden daha az çalıtırılması gerektiğini ifade etmiştir. Yanlış varsayım oluşturduğu bu ifadenin sebebi renkli

çamaşırların 20 kg, beyazların ise 30 kg olması nedeniyle C maknesinin daha fazla çalıştırılması gerektiğini düşünmesinden kaynaklanmıştır. Burada çamaşır makinelerinin maksimum çamaşır alma kapasitelerini göz ardı ederek düşünmüştür **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)**. Araştırmaacının grup üyelerinin doğru başlangıçta oluşturdukları varsayıma yönlendirmek amacıyla yönlendirdiği sorular üzerine Naz Cemre ve Ada önce renkli çamaşırların yıkanacağı makinelerede en fazla çamaşır alma kapasitelerini ifade etmişlerdir **(Sadeleştirme)**. A ve B makineleri için ifade ettikleri en fazla kapasite miktarı olan 5 ve 8 sayılarının en küçük ortak katını hesaplamışları gerektiğini düşünerek 40 üzerinden yroum yaparak çözümden uzaklaştıkları yanlış bir varsayom üzerine model oluşturdukları görülmüştür **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme-Matematiksel Olarak Çalışma)**. Ardından İmer, "Naz Cemre, biz niye ortak katını buluyoruz ki? Ortak katı bizim ne işimize yarayacak?" sorusunu yöneltmesi üzerine tekrar yorumlamaya başlamışlardır **(Doğrulama, Yorumlama).** Tekrar başa dönerek 2/3 oranının pay ve paydasını 10 ile genişleterek buldukları renkli ve beyaz çamaşır miktarlarını hatırlayarak tekrar doğrulamışlardır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma ve Doğrulama)**. Yaptıkları çalışmayı tekrar gözden geçirmeleri sonucunda, Naz" A+B= 20. O zaman C'de 30' a eşit. " oduğunu ifade ettiğinde İmer onaylamış ve başlangıçta kurdukları varsayım üzerinden tekrar çalışmaya başlamışlardır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma ve Doğrulama)**. Makinelerin kaç tur çalıştırılması kararlaştırma aşamasında Naz grup çözüm kağıdını İmer'e devretmiştir. İmer A makinesinin 2 tur ile renkli çamaşırların ne kadarının yıkanabileceğini ifade ettikten sonra grupça geldikleri yere kadar olan bölümünü öğretmenlerine onaylatmak istemiştir **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma ve Doğrulama)**.Öğretmen ortak katların en küçüğünü hesaplama doğrultusunda yanlışoluşturdukları varsayımı değiştirerek bir ölçüde kabul edilebilir gerçekçi varsayımda bulunma aşamasında yönlendirme yapmadan "Arkadaşların anladı mı senin bu mantığını?" sorusunu yönelttiğinde , Naz Cemre anladığını ifade etmiştir **(Doğurlama, Yorumlama).**

İmer: *Şey biz C'ye 3 dedik ama B ile A'nın toplamı 4 oluyor. İkisi C'den fazla oluyor. İkisinin C'den az olması lazım.*

Araştırmacı: *Yani siz renklileri buraya mı paylaştırıyorsunuz? [A ve B makinelerini şekilde gösterir].*

İmer, Asya, Naz: *Evet [Grup onaylar].*

Araştırmacı: *Nasıl paylaştıracağınıza karar verin.*

Naz: *Şunların katlarına göre değil mi? [Çamaşır alma kapasitelerini gösterir].*

Araştırmacı: *Öyle mi? Grup karar versin.*

İmer: *Öyle, öyle.*

Araştırmacı: *Bu makinada kaç kilo yıkanıyormuş? [A makinası gösterilir].*

Naz: *4 ile 5.*

Araştırmacı: *Maksimum?*

Ada: *En fazla 5, en az 4.*

Araştırmacı: *Tamam. Bu da 8 en fazla, o zaman sizin düşüncelerinize göre.*

Naz: *O zaman 5'le 8'in katlarından birini bulmamız lazım. [Katlarını kağıda yazar].*

İmer: *Ee tamam, daha demin biz bunlara bakmadık mı?*

Ada: *Beşle sekizin ortak katı 40.*

Naz: *40 oluyor değil mi?*

Ada: *Evet, ortak katı 40. Ortak katı bunların 40.*

İmer: *Naz, biz niye ortak katını buluyoruz ki? Ortak katı bizim ne işimize yarayacak?*

Naz: *Çarpacağız.*

İmer: *Niye çarpacağız?*

Naz: *Ne bileyim ben ya… Hocam yardım edin.*

İmer: *Bence burada hani 3/2 diyor ya, 6/4 diye değiştirelim, sonra buna 1–6 diyelim.*

Naz: *Niye öyle yapacağız? Nedenini açıkla… Şimdi renkli çamaşırlar 2 diye geçiyor ama biz bunları niye 6'yla… Bunların kapasitesi şeymiş ya hani bak şunlar 50'ye eşitmiş ikisinin toplamı. [Pay ve paydadaki 2 ve 3'ü gösterir].*

İmer: *Buldum, biz bu 2 ve 3'ü kat olarak alsak da… Mesela hani biz bunları orandan kat olarak alıyorduk ya.*

Naz: *5 yani.*

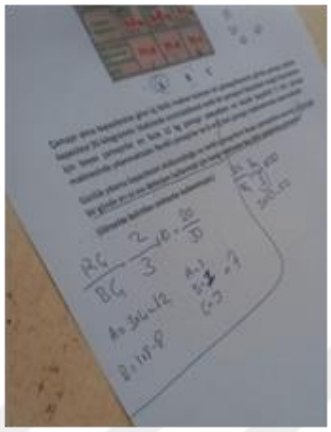
İmer: *Evet, 5.*

Naz: *Tamam, 10'la çarpacaksın 50 yapıyor.*

İmer: *Evet, tamam.*

Naz: *Tamam mı?*

Ekran Alıntısı:



İmer: *Şimdi 50'nin 10 kilosu buradan gitse [A makinesini gösterir], buraya 2 yazdık. 24'ü buradan gitse.*

Naz: *Ben şu ikiyi anlamadım, niye 2 yazıyoruz oraya?*

İmer: *Ama 50 kiloya eşitlememiz gerekiyor ya bizim bunları. Ben ilk baş şöyle yaptım. Hani 2/3 ya, 2-4-6-8-10-12 diye yazdım [grup defterlerine yan yana yazar].*

Ekran Alıntısı:



İmer: *Diye yaptım Naz, bak bir [Yazdıklarını gösterir]. Şimdi ben bunları böyle tek tek buldum. Sonra bunların ikisinin toplamının 50 olması gerekiyor. Hangi katta bunların ikisinin toplamı 50?*

Naz: *10*

Naz: *Ya niye hâlâ yazıyorsun [Katları yazmaya devam eden İmer'e söyler].*

İmer: *Haa, burda kaç tane yaptık [sayar] 10 tane, doğru. 2/3 = 20/30'a. Hee, buldum şimdi. Hani 2 dedik ya, bunların ikisinin toplamı 20 alacak [A ve B makinelerini gösterir]. Bu A ve B eşittir 20'ye.*

Naz: *Tamam, yazalım.*

İmer: *A+B = 20'ye.*

Naz: *A+B= 20. O zaman C de 30'a eşit.*

İmer: *Evet, C direkt 30. Burdan en az olanı bulcaz.*

Naz: *Tamam. Yap [Kağıdı İmer'e uzatır].*

İmer: *Burası 4 ve 5 ya [A makinesinin çamaşır alma kapasitesini gösterir]. Şimdi buraya 2 desek 10 kilo gider.*

Naz: *Ne hocam, bakın ümitlerimizi yıkmayın [İmer 2 yazdıktan sonra biraz duraksama olur].*

İmer: *Böyle bir şey değil miydi? [Öğretmene sorar.]*

Öğretmen: *Bilmiyorum.*

Naz: *Boş verin, hocaya sorduk mu söylemiyor. Sonra biz değiştiriyoruz.*

İmer: *Bi gelin öğretmenim, ben size nasıl düşündüğümü söyleyeceğim. Hani 2/3'müş ya, ben bunun katını düşündüm. A+B= 20, C de 30 olacakmış. Buna göre en az olan mililitreye göre dağıtacağım bunları, mesela burayı [A'yı gösterir] 2 kere çalıştıracak. Burayı 3 kere… Bir şey düşüneceğim. Ondan sonra burda kaç kere olduğunu bulacağım ama işte onu yapamıyorum.*

Öğretmen: *Arkadaşların anladı mı senin bu mantığını?*

Naz: *Evet, ben anladım.*

İmer: *Benim mantığım doğru mu ama? [Öğretmenine sorar] Bence doğru, ben eminim.*

Öğretmen: *Ben bilmiyorum.*

Naz: *Hadi İmer devam et. Ama yanlış çıkarsa…*

Öğretmen İmer'in A makinesinin en fazla çamaşır alma kapasitesine göre 2 tur çalıştırılarak yıkanması gerektiğini tekrar ifade ettiği aşamada, çalışmalarına grupça devam etmeleri amacıyla Ada'nın da düşüncelerini açıklayarak paylaşması için "Bak burada Ada bir şey dedi belki oradan ilerleyebilirisiniz" demiştir **(Doğrulama, Matematikselleştirme).** Bu sırada Ada A ve B makinelerinin en az çamaşır alma kapasitesine göre 2'şer kez çalıştırılması gerektiğini faklı bir ifadeyle belirtimiştir. Bir önceki aşamada İmer, Ada'nın ifadesindeki durumu A makinesinin en fazla çamaşır alma kapatisenine göre, C'nin 10 kg alarak 3 tur çalıştırılması gerektiğini fakat B makinesinin kaç tur çalıştırılması gerektiğini belirtmemiştir. Bu durumu İmer onaylamış fakat grubun diğer üyeleri yorum yapmamıştır.Ada'nın B makinesini de göz önünde bulundurarak yaptığı ifadeyi Asya onaylamış, Nazise anlamlandıramadığını belirtmiştir. Bunun üzerine Ada tekrar açıklama yapmış ve "En az kilogramı yani 4 le 6'yı toplayıp 2 ile çarpsak yine de 20 oluyor." Biçiminde ifade etmiştir **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma ve Yorumlama).** Naz Cemre anlamadığını tekrar ifade ettiğinde Ada açıklamasını detaylandırmış ve tüm grup üyeleri tarafından onaylanmıştır **(Doğrulama).**

İmer: *Nasıl devam edeceğim ama? Mesela burdan 2 kere kullanmış olsam burdan 10 kilogram kullanılmış oluyor [A makinesini gösterir].*

Öğretmen: *Ada'nın kafası çalışır aslında.*

Naz: *Ada, çalıştır şu kafanı.*

Ada: *Hocam, aslında A ile B'nin en az yani 4 ile 6'yı toplayıp 2'yle çarpsak…*

Öğretmen: *Bak, burda Ada bir şey dedi, belki ordan ilerleyebilirsiniz.*

İmer: *Ne dedi?*

Ada: *En az kilogramı, yani 4 ile 6'yı toplayıp 2 ile çarpsak yine de 20 oluyor.*

Asya: *Doğru söylüyor.*

İmer: *Bir şey anladıysam ben neyim?*

Ada: *Ya en az bunun 4 ya, bunun da 6 [A ve B'yi gösterir.], 4'le 6 eder. 10'u da 2'yle çarpsak A+B= 20'ye ulaşırız.*

Naz: *Tamam yani.*

İmer: *Ama bir şey söyleyeceğim.*

Öğretmen: *Yani kaç kere çalıştırmış oluyor?*

Ada: *2 kere. Yani ikisini de 2'şer kere… Bu da 4 yapıyor […].*

İmer: *Aaa evet.*

Naz: *Bulacağız.*

Öğretmenleri Mavi grup öğrencilerinin tüm durumları göz önünde bulundurmamaları sebebiyle gerçekçi varsayımı belirlemelerine yönlendirmek amacıyla çalışmalarını kontrol etmeleri için uyarıda bulunmuştur.Bu yönlendirme üzerine Ada, sözel olarakher turda A makinesinde 4 kg, B'de 8 kg ve C'de 10 kg alarak makinelerin sırasıyla 1, 2 ve 3 kez çalıştırılarak toplam 50 kg çamaşırın yıkanabildiği farklı bir matematiksel modeli ifade etmiştir **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**. Ada bu modele göre tüm makinelerin toplam 6 kez çalıştırıldığını belirtmiştir **(Matematikselleştirme).** Ada'nın kurduğu model kabul edilerek, Naz Cemre'nin sorunun tek bir çözümü olmadığını söylemesi üzerine İmer hepsini tek tek deneyeceklerini ifade etmiştir **(Doğrulama, Yorumlama)**. Oluşturulan yeni modeli çözerek grup çözüm kağıdına geçirmişlerdir **(Doğrulama, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)**. Bu aşamada grup üyeleri yapılan tüm işlemleri kontrol etmiştir **(Doğrulama)**. Öğretmenleri "Biraz önce birşey demişti Ada 4'ü ve 6'yı 2 kere kullansak demişti Ada" hatırlatması üzerine bu modelin de çözümünü farklı durumları kıyaslayabilmek amacıyla grup çözüm kağıdına yapmışlardır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**. İkinci çözümde renkli çamaşırlar için A ve B makinelerinin kaç kez çalıştırılıcağı çözüme ilişkin aşamada , İmer'in " Biz en azı buluyoruz ya o yüzden 3 yapalım" ve Naz'ın "Bunu da yaparsak da 7 kere oluyor ama 7 kere yaparsak da en az olmuyor." biçiminde ifade etmiştir **(Yorumlama).** Problem durumunda geçen "en az" ifadesininkullanılması gereken deterjan durumuna ilişkin olmasına rağmen grup üyelerinin makinelerin çalıştırılması gereken tur olarak anlamlandırdıkları görülmektedir. Ardından olası tüm durumlarda beyaz çamaşırların C makinesinde 3 kez yıkanması gerektiği sabit olmasına rağmen son duruma göre de C makinesinin kaç kez çalıştırılması gerektiğini bulmak için çözmüşlerdir **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**. Farklı olası durumlara göre yaptıkları çözümleri kıyaslama aşamasında Naz'ın yanıtı A ve C makineleri olarak belirtmesi üzerine, İmer, A= 1, B= 2 ve C=3 kere çalıştırılacağını belirtmiş ve gup arkadaşları onaylamıştır **(Doğrulama, Yorumlama)**.

Öğretmen: *Tamam bir cevap buldunuz da aynı zamanda en az mı onu da n kontrol edin.*

İmer: *Evet.*

Naz: *Hocam o da bizim varsayımımız ya hani. Bir şey olmaz.*

İmer: *Ama Burda varsayım yapılacak bir şey yok ki. Bunu vermişler [Kapasiteleri gösterir].*

Naz: *Olmasa niye böyle bir şey koysunlar.*

Ada: *Ya da şöyle bir şey yapabiliriz.*

Öğretmen: *Ada bir şey diyor.*

Ada: *Hocam aslında şey B makinesini 8 kilo alanda iki kere çalıştırıp 16 A'yı da 1 kere çalıştırsak yine 20 eder dörtte... Bunu da 3'le çarparsak 3 burda 6 eder. [C makinesinin 3 kez çalıştırılarak tüm makinelerin toplam 6 kez çalıştırılacağını ifade eder].*

Naz: *Arkadaşlar soruda 30 tane cevap var.*

İmer: *Hepsini deneyeceğiz. Şimdi hepsini tek tek deneyelim. A'ya kaç dedik ilk?*

Ada: *4 kilogramı 1 kere.*

İmer: *4x1=4 tamam.*

Ada: *Burda 8'i 2 kere yani 16.*

İmer: *B mi o?*

Ada: *B.*

İmer: *8x2=16.*

Ada: *16. 4 daha 20 eder.*

Ekran alıntısı:



İmer: *Bu olabilir bu bir olasılık. Şimdi diğerine geçelim.*

Naz: *Kaçar defa çalıştırıyoruz onu.*

Ada: *En son 3 oldu.*

İmer: *Şunu kaçar defa çalıştıracağız? [A ve B makinelerini gösterir].*

Öğretmen: *Yazdı ya... 1'e, 2 yazdı ya.*

Naz: *He tamam. Sonucunu da belirtelim. Nolur nolmaz.*

Ada: *Renkliler şu an 3 kere çalıştı ama beyazları bulmak için.*

İmer: *Şimdi biz bunu 8'i iki kere çalıştırsak diyelim B'de.*

İmer: *A'nın en azını da 1 kere çalıştırsak.*

Öğretmen: *Yine aynı şeyi yapmış oldun.*

Naz: *Şey yapacaktık şurada 4 ü kullanacaktık [A makinesini gösterir] 6'yı iki ile çarpacaktık [B makinasını gösterir] dur. [Kalemi alarak kendi yazar].*

Öğretmen: *Biraz önce bir şey demişti Ada 4'ü ve 6'yı 2 kere kullansak demişti Ada.*

İmer, Naz: *Ha evet evet tamam.*

Ekran Alıntısı:



İmer: *4x2=8 6x2=12 yani böyle de 20 oluyor.*

Naz: *Kaçar defa çalıştırdık? 4'er defa.*

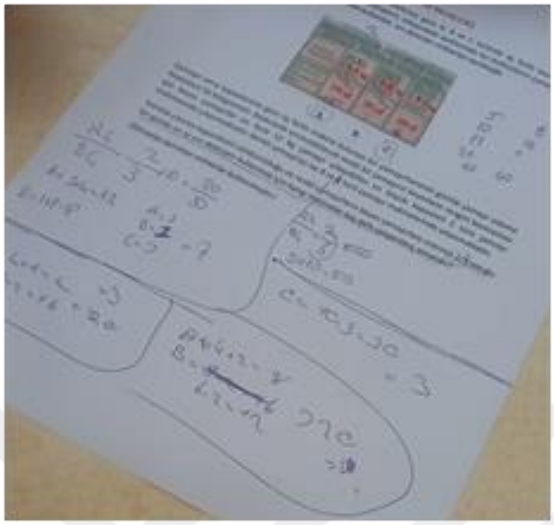
İmer: *4 defa da burda.*

Naz: *Tamam.*

İmer: *Biz en azı buluyoruz ya o yüzden 3 yapalım.*

Naz: *Ama bizde şimdi C de var ya. Mesela şimdi atıyorum buna az bir sayı ekleyelim. Buna çok bir sayı ekledim. Bu daha fazla olur yine. Buradan şimdi C'yi bulalım bence.*

Ekran Alıntısı:



İmer: *Tamam şimdi C'yi de burda bulalım. C'yi kaç kere çalıştırcaz? 10 desek üç kere çalıştırırız C'yi. Bunda 3 kere olmuş oldu. 6 kere. 6 defa çalışır bence.*

İmer: *Emin misiniz?*

İmer: *Bunu da yaparsak da 7 kere oluyor ama 7 kere yaparsak da en az olmuyor.*

Öğretmen: *Hem fikir misiniz? Başka bir şey var mı yok mu bir bakın bilmiyorum.*

Ada: *Başka sayıları düşündüm ama onlarda 6 kere çalıştırıyor.*

Naz: *5 ve 6 ile olmuyor 11'le olmuyor ya 30'a eşitleyeceğiz ya. 15'le de 2 var ama.*

İmer: *Ama 15 olmuyor en fazla 12 ya burası [C'yi gösterir].*

Naz: *Nasıl en fazla 12?*

İmer: *Şurda diyor ya en fazla 12 kg çamaşır yıkayabilen en büyük kapasiteli C türü çamaşır makinesi.*

Naz: *Tamam o zaman onundur o. 3 olur. Hangisine ekleyeceğiz? A az olması için buna [A-C yazar].*

İmer: *Hayır A, B ve C'lerin hepsini kullanıyoruz. Bak burda B de var.*

Naz: *Haa o zaman A=3 defa.*

İmer: *Hayır. A, 1 kere. B, 2 kere. C eşittir 3 kere. Bu kadar bitti.*

Ekran Alıntısı:



Naz: *Hocam bir şey sorucam. Biz bunu kullanıyoruz.*

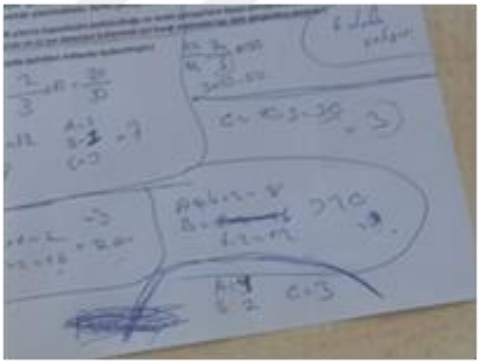
İmer: *Öğretmenim bizim bitti cevap.*

Naz: *Biz bunu kullanıyoruz. Tamam. [Farklı ihtimallerden uygun olanı gösterir].*

Asya: *A=1 B=2, C=3.*

Naz: *[Sorunun altında yaptıkları çözümü altındaki boşluğa yazar]*

Ekran Alıntısı:



Grup çalışmasını tamamladıklarını düşünen Mavi grup sunumlardan önce çözüm kağıdında bulunan soruları grup sunumlardan kağıdındaki sorularda sırasıyla; problemde ne istenildiği, gerçek yaşama uygun olarak belirlenen varsayımları, problemin çözümü, problemin yanıtı ve yanıtın yeterli olup olmadığı, işlemlerini kontrol ederek çözümlerinin doğru olup olmadığının yorumlanması istenmiştir. “Problemi çözmek için varsayımlarıınız neler olabilir? Varsayımlarınızı belirlerken mantıklı ve gerçek yaşama uygun olmasına dikkat ediniz?” sorusunda varsayım ifadesini zihinlerinde tam olarak anlamlandıramadıklarıiçinaraştırmacıya sorduklarında grup çalışması sırasında oluşturdukları varsayımlar üzerinden çözümlerini yaptıklarının farkında olmadıkları anlaşılmıştır. Açıklamalar sonucunda soruyu

yanıtlamışlardır.“Problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyacınız var mı?” sorusuna verdikleri yanıt incelendiğinde verilmeyen bilgilere ihtiyaçları olmadıklarınıçözüm aşamasında iki durumu göz önünde bulundurduklarını ifade etmişlerdir.

Naz: *Tamam biz bu soruları çözelim gelin. Verilmeyenlere ihtiyacımız var mı?*

İmer: *Yok, yok.*

Ada: *Kendiniz yazın, siz ne derseniz ben varım.*

Asya: *Bence de yok.*

Naz: *Ama niye varsayım sorsun.*

Asya: *Pat diye bulduk ya cevabı.*

Naz: *Hakikatten geçen sefer ikilemde kalmıştık.*

Asya: *Yok o yüzden.*

İmer: *Öğretmenim burda kesinlikle bir varsayım olayı var mı?*

Araştırmacı: *Siz az önce varsayım oluşturdunuz aslında.*

Asya: *Ne zaman?*

İmer, Naz: *Biz niye bilmiyoruz?*

İmer: *Gerçekten.*

Naz: *Hocam biz bitirdik.*

İmer: *Cevabı da bulduk.*

Naz: *Şöyle olacak dimi?*

Araştırmacı: *Varsayım siz burda hesaplarken farklı ihtimalleri düşündünüz. Onlar sizin varsayımlarınız.*

İmer: *Aaa bunla bunu düşündük ya.*

Araştırmacı: *Evet o düşündüklerinizi burada varsayım olarak ifade edebilirsiniz.*

Naz: *Nasıl yazacağız peki.*

Araştırmacı: *Mesela siz hepsini aynı makinede mi yıkadınız?*

Asya, Naz: *Hayır.*

Araştırmacı: *İşte onlar varsayım oluşturuyor, tahminler.*

Naz: *[1.6-... soruyu yanıtlarlar] Yaptığınız sonuç doğru mu diyor.*

İmer, Asya: *Bizce doğru.*

Naz: *Neden?*

İmer: *Çünkü biz işlerimizi kontrol ettik.*

Asya: *Grup çalışması olarak yaptık. Mesela yazın işte.*

İmer: *Çünkü gruptaki bütün arkadaşlarımızın fikrini alıp hepsinin o fikirde.*

Naz: *Herkesin aynı fikirde.*

İmer: *Herkes aynı fikirde olduğu için.*

Naz: *Eminiz.*

Naz: *[1.2.Soruyu okur] Problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyacınız var mı?*

İmer: *Bence yok.*

Naz: *Yok.*

Araştırmacı: *Burada tercihinizi neye göre yaptığınızı belirtebilirsiniz [1.2. soru]. Yani birkaç ihtimal varsa.*

İmer: *Aa ihtimal var. 2'den en az olanı seçtik ya. İki kereden.*

Naz: *Ne yazacağız.*

İmer: *A ve B'nin değerini farklı farklı bulduk ama bize soru en az olanı sorduğu için [1.3 sorunun yanıtını yazar] en az olan A ve B değerlerini C'nin değeri ile toplayıp cevabı bulduk.*

Naz: *Tamam.*

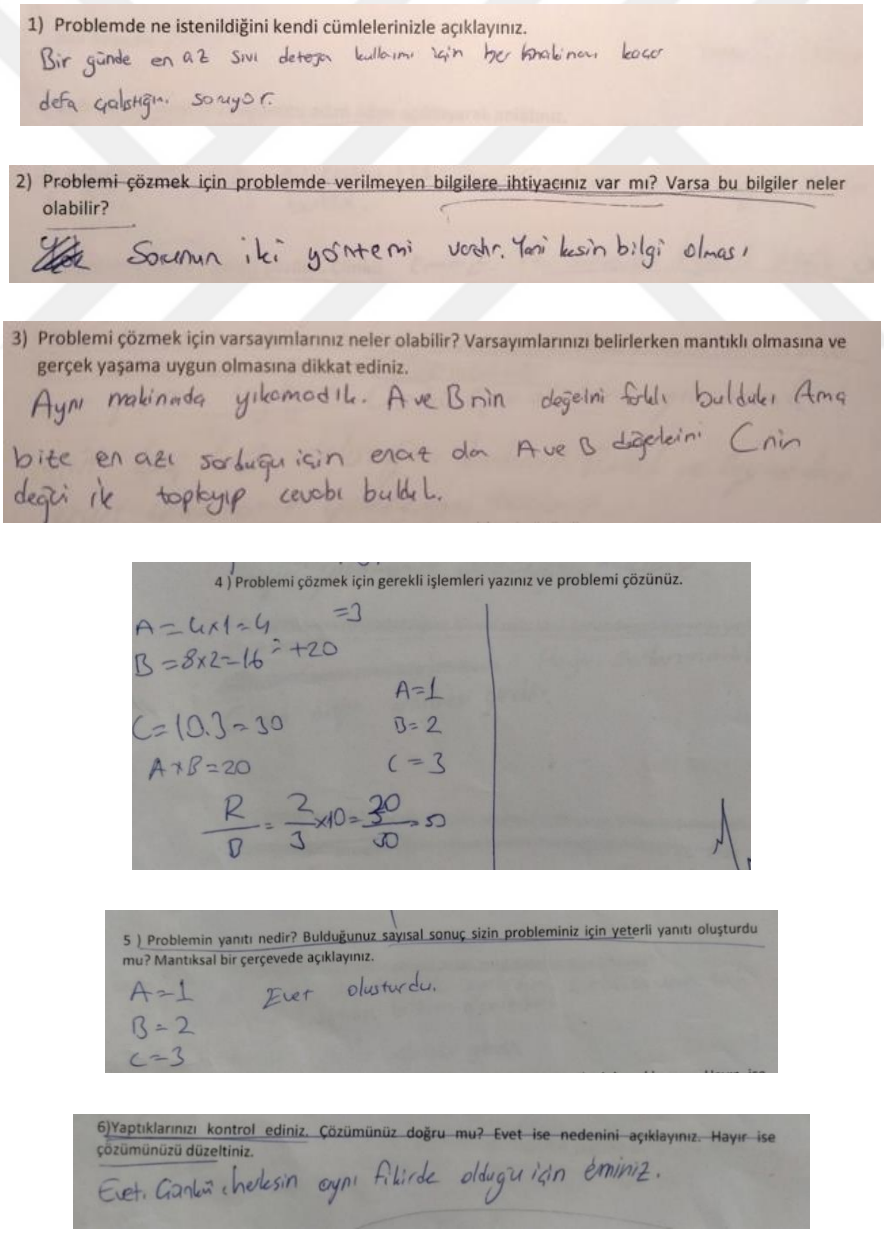
İmer: *İlk baş buradaki 2/3 değerini genişletip 20/30 olarak bulduktan sonra bu 20'nin A ve B toplamına eşit olduğunu C'nin de 30'un toplamına eşit olduğunu bulduk. Bunların sonunda en fazla.*

Araştırmacı: *Grup çözümlerine geçelim [Sınıfa hatırlatma].*

Şekil 34'de verilen grup çözüm kağıdındaki sorulara verilen yanıtlar incelendiğinde; problemi tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelere yer verdikleri ancak verilen ve istenilenleri belirlerken "en az" kavramının yanlış anlaşılması nedeniyle küçük hatalar yapmalarının rağmen verilen ve istenilenler arasında ilişki kurdukları, bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlara dayalı oluşturdukları modeller doğrultusunda çözüme ulaştıkları için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyaç duymadıklarını, yaptıklarını kontrol ederek çözümlerinin doğru olduğunu ifade edilmiştir.

Şekil 34

Grup çözüm kağıdı (Mavi Grup-Deterjan Tüketimi)



Mavi grup üyelerinden gönüllü olarak belirlenen öğrenci yaptıkları çözümü sınıf arkadaşlarıyla paylaşarak sunum yapmıştır. Sunum sonunda diğer gruplardan mavi grubun çözümüne eleştri ve soru gelmemiştir.

Araştırmacı: *O zaman diğer grubun çözümüne geçelim, maviden kim sunuyor. Evet şöyle bir çizgi çekelim oraya. Teşekkür ederiz arkadaşımıza. Naz mavi gruptan çözümlerinin sunumunu yapacak.*

Naz: *Biz renkli çamaşırlarla beyaz çamaşırların oranını yazdık. Bunların toplamı 50'ye eşitmiş. Büyük ihtimal 2/3'ün katı olacakmış, bunları 10 ile çarptık. 20 renkli çamaşırlar, 30 da beyazlar. 20/30 A, B ve C'yi kullandık. C'yi 10'la çarptık, 3 olacak kesinlikle. 30 oluyor çünkü. Yani A + B = 20, bunları da A'yı şöyle bulduk**:** A=4x1, B'yi de 8x2=16. Sonra A=1 defa, B=2, C=3. Sonra A'yı 1 defa, B'yi 2, C'yi de 3 defa bularak toplamda 6 defa çalıştırıyoruz.*

Araştırmacı: *Şimdi sarı grup mavi gruba bir soru soruyor mu?*

Sarı: *Hayır yok.*

Araştırmacı: *Hemfikir misiniz? Çözümünü de anladınız mı?*

Sarı Grup- Nisan: *Hocam bizim gerçekten 1170 oluyormuş.*

Araştırmacı: *Onu revize edeceksiniz, vereceğiz cevaplarınızı, onun üzerine yazarsınız.*

Turuncu Grup: *Yok.*

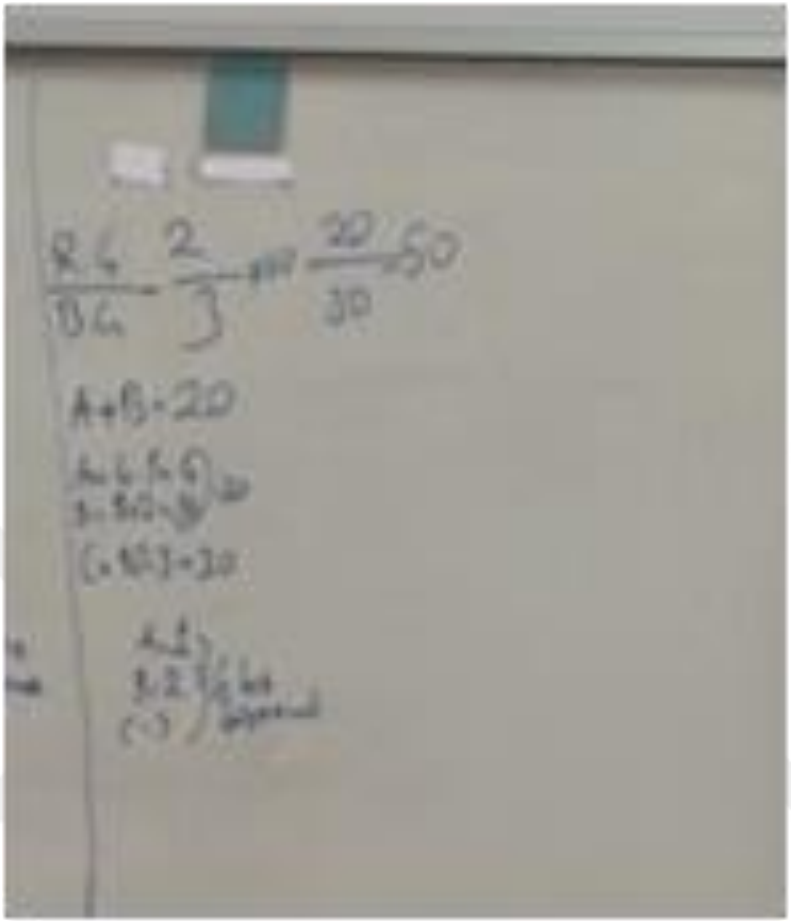
Araştırmacı: *Çözümü anladınız mı?*

Turuncu Grup: *Evet.*

Mavi grup sunum sonunda Şekil 35'de verilen çözümlerinde hehangi bir değişiklik veya düzeltme yapmamıştır.

Şekil 35

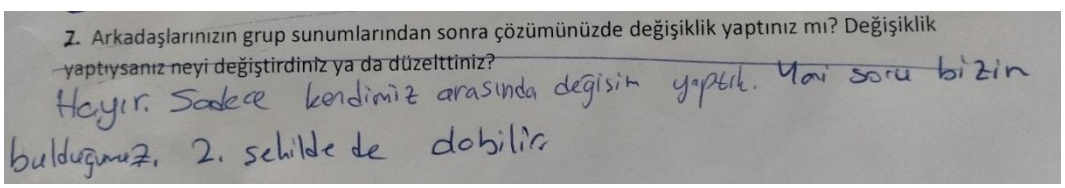
Mavi grup deterjan tüketimi MOE sunum



Etkinlik sonu verilen doğrulama yeterliği kapsamında sorulan "Sunumlardan sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı?" değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzeltiniz?" sorusuna çözümlerinin doğru olduklarını düşündüklerinden dolayı yaptıkları inceledikleri durumlara göre yaptıkları iki farklı çözümün de doğru olduğunu ifade etmişlerdir. Çözümlerinde herhangi bir değişiklik yapmamışlardır. Sunum sonu etkinlik kağıdında yer alan öğrenci yanıtlarına ilişkin örnek Şekil 36'da sunulmuştur.

Şekil 36

Sunum sonu etkinlik kağıdı (Mavi Grup – Deterjan Tüketimi)



Doğrulama yeterlikleri kapsamında çözüm yaklaşımları göz önünde bulundurulduğunda, öğrencilerin çözüm sürecinin başından sonuna kadar varsayımlarındaki, modellerindeki ve modellerin çözümlerindeki hataları belirleyip bir ölçüde düzeltmişlerdir. Öğrenci ifadeleri göz önünde bulundurulduğunda, çözümlerin doğru olma sebebini herkesin aynı fikirde olduğunu belirterek ele alındığı görülmüştür.

Grup çözüm yaklaşımarı incelendiğinde, mavi grup öğrencilerinin problem durumunda geçen "en az" ifadesinikullanılması gereken deterjan miktarına ilişkin olmasına rağmenmakinelerin"en az" çalıştırılarak en az deterjantüketileceği üzerine varsayımlar oluşturarark çözüm yaklaşımında bulundukları görülmüştür.Tüm grup üyelerinin, çamaşır makinelerinin toplamda en az çalıştırılarak, en az deterjan tüketileceğini düşünmeleri üzerine varsayımlarını oluşturduklarından tüm renkli çamaşırların sadece B makinesinin 4 kere çalıştırılarak tüketilen deterjan miktarının daha az olabileceğini göz önünde bulundurmamışlardır. Grup çalışması sırasında tüm çamaşırın verilen koşullarda yıkanabilmesi için olası 5 farklı durumdan, etkinlik kâğıtlarında ve grup defterlerinde 3 durumu incelemişler fakat çözüm kağıdında inceledikleri iki durumu belirtmişlerdir. Bu nedenlebeş farklı durum içerisinden ikisini göz önünde bulundurdukları için bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlar oluşturdukları düşünülmüştür. Söz konusu varsayımlarına dayalı olarak doğru matematiksel model oluşturup çözümünü gerçekleştirmişlerdir. Öğrenciler elde ettikleri çözümde kullanılabilecek deterjan miktarını belirlememeleri nedeniyle gerçek yaşam bağlamında eksik şekilde yorumlamışlardır. Süreç boyunca doğrulama yaklaşımında bulunan grup elemanları belirledikleri hataların hepsini düzeltmiş olsalar da göz önünde bulundurmaları gereken beş durumun tamamını karşılaştırmadıkları ve "en az" ifadesini makinelerin çalıştırılma sayısıyla ilişkilendirdiklerinden bir ölçüde düzeltme yapmış olarak değerlendirilmişlerdir. Söz konusu değerlendirmeler sonucunda Mavi grubunun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri Tablo 15'de verilmiştir.

Tablo 15

Deterjan tüketimi MOE uygulamasında mavi grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri

MAVİ Grup	**DETERJAN TÜKETİMİ MOE**
Problemi Anlama	3
Sadeleştirme	2
Matematikselleştirme	2
Matematiksel Olarak Çalışma	4
Yorumlama	3
Doğrulama	5
Toplam	**19**

4.1.2.3. Deterjan Model Oluşturma Etkinliğinde Turuncu Grubun Çözüm Sürecine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Sınıfta "Suyun Önemi ve Tasarruf" başlıklı tanıtıcı makale okunarak soruları yanıtlanmıştır. Ardından Model Oluşturma Etkinliğinin problem durumu tüm grup üyelerine dağıtılarak etkinlik sürecinde yapılacak aşamalar anlatılmıştır. Kendilerine verilen bireysel çalışma sürecinde problem durumunu okuyarak çözmeye çalışmaları istenmiştir. Beş kişiden oluşan Turuncu grupta "Deterjan Tüketimi" etkinliğine grup üyelerinden Adin grup çalışmasına katılamadığı için bireysel çalışmayı ertesi gün gerçekleştirmiştir. Bireysel kâğıtlar incelediğinde; grup üyelerinden Necati, Turan ve Adin'in gerekli ve gereksiz değişkenleri bir ölçüde belirleyerek işlemler yaptıkları fakat Emir ve Utkan'ın bireysel çalışma kâğıtlarında problemin anlamlandırıldığına dair bir açıklama bulunmadığı belirlenmiştir. Grup çalışmasında çözümün verilen alt başlıklara göre yapılacağının anlaşılmaması üzerine araştırmacı turuncu grup üyelerine "Problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız." ifadesini yanıtlayabilmeleri için sorunun yüksek sesle okunmasını önermiş ve problem durumunu anlamlandırabilmeleri için grubu sorularla yönlendirilmeye çalışılmıştır. Grup elemanlarından Turan ve Necati ne istenildiğini; "Hangi makinelerin kaç defa çalıştırılması" ve "hangi çamaşırın nerede yıkanacağını" biçiminde açıkladıktan sonra toplam yıkanacak çamaşır miktarını doğru ifade etmelerine rağmen renkli ve beyaz çamaşırların hangi makinelerde yıkanacağını karıştırarak tam olarak ifade edememişlerdir **(Problemi Anlama).** Grup üyeleri tarafından problemin tam olarak anlaşılması için araştırmacı sorularla yönlendirmeye devam

ettiğinde; "Hangi makinede yıkanınca daha hesaplı olur." **(Problemi Anlama)** biçiminde ilk soruyu tamamlamışlardır. Tüm grubun yazılan ifadeyi onaylamasından sonra ikinci soruya geçilmiştir **(Doğrulama)**.

Araştırmacı: *Şimdi arkadaşlar bireysel çalışma kâğıtlarınızı dağıtıyorum. Problemimizin adı geliyor problemimizin adı deterjan tüketimi. Yani bu okuma parçasıyla ilgili. Bunun üzerinde bireysel olarak herkes bir çalışsın. Ondan sonra grupça çözümü olacak ondan sonra hani sizin grup defterleriniz vardı ya, o defterlerde 4 tane soru vardı yazmayın diye ben yapıştırdım o soruları. Onları cevaplandıracağız ama sunumlardan sonra. Yapacağımız o sorulara verdiğiniz yanıtlarla ve yapacağınız sunumlarla grup birincisini belirleyeceğiz. Şimdi ben bunları dağıtayım. [Bireysel etkinlik kâğıtları dağıtılır]. Kendiniz okuyun çözmeye çalışın. Ön fikriniz olsun. Onları toplayacağım şimdi. [Tanıtıcı makaleye verdikleri cevaplar olan kâğıtlardan bahsedilir]. İsim, soy isim yazın. Dağıtacağım diğer kâğıt aynı ama ona grup isminizi yazın.*

Araştırmacı: *Arkadaşlar ne istiyor? Karar veremediysek biriniz yüksek sesle okuyabilir.*

Turan: *Hocam buna göre bunu mu yapacağız?*

Araştırmacı: *Evet, problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız ne istiyor?*

Turan: *Hangi makinelerin kaç defa çalıştırılması. [Çözüm kağıdındaki ilk soruyu yanıtlamaya çalışır].*

Necati: *Hocam problemde hangi çamaşırın nerede yıkanacağını soruyor.*

Araştırmacı: *Evet, hangi çamaşır nerede yıkanacak? Renkliler nerede yıkanıyormuş?*

Turan: *Bence A'da.*

Necati: *Renkliler bence A'da yıkanıyor. [B'yi eklemedi].*

Araştırmacı: *Beyazlar?*

Necati: *Beyazlar C'de yıkanıyor.*

Araştırmacı: *Evet, belli mi kaç kilogram beyaz ve renkli çamaşır olduğu?*

Turan: *Değil.*

Necati: *Belli.*

Turan: *Yooo.*

Necati: *Değil.*

Araştırmacı: *Toplam kaç kilo çamaşır var?*

Necati: *50.*

Araştırmacı: *Beyazını ve renklisini ayırmanız gerekmez mi?*

Turan: *Ayıralım.*

Necati: *Beyaz çamaşırlar en fazla [sesli olarak söyler].Bizden beyaz ve renkli çamaşırların hangi çamaşır makinesinde yıkanacağını istiyor.*

Araştırmacı: *Beyaz ve renklilerin hangi çamaşır makinesinde yıkanacağını mı istiyor?*

Necati: *Yaa ikisinin hangisinde yıkanması daha mantıklı olur diye soruyor?*

Utkan: *Hocam ne bilelim biz bunu, biz çamaşır mı yıkıyoruz.*

Necati: *[Güler]. Yıkama kapasitesinin doldurulduğunu ve renkli çamaşırların beyaz çamaşırlara oranının 2/3 olduğunu, bir günde en az sıvı deterjanı kullanmak için hangi makineler kaç defa çalıştırılmış olmalıdır?*

Araştırmacı: *Yani sizden gerçekten istediği ne?*

Necati: *Hangisinde yıkarsa daha hesaplı olduğu.*

Araştırmacı: *Yaz işte onu buraya [1. soru için verilen boşluğu gösterir].*

Turan: *Hangi makinada yıkanınca daha hesaplı olur.*

Utkan: *Makinada [Yazıyor].*

Tuncay: *Yıkanırsa [yazmana söyler].*

Necati: *En az deterjan kullanılır. [Yazılması için yüksek sesle heceler].*

Turan: *Daha hesaplı olur? [Yazılması için yüksek sesle heceler].*

Araştırmacı: *Tuncay ve İbrahim hangi makinede daha hesaplı yıkanacağına karar verilmesi gerektiğini düşündü.*

Araştırmacı: *Emir, sen de katılıyor musun?*

Emir: *Evet.*

Araştırmacı: *Tamam.*

Araştırmacı: *Sen de katılıyor musun Utkan?*

Utkan: *Evet.*

Araştırmacı: *O zaman problemi anlamışsınız. 2. problemde ne istiyor?*

Problemi anlamaları için araştırmacı tarafından yöneltilen sorularla, verilenleri incelediklerinde problemi çözmek için verilmeyen bilgilere ihtiyaçlarının olup olmadığı konusunda kararsızlık yaşamışlardır. Verilen ve istenenleri belirlerken çamaşırların yıkanabilmesi için ne kadar deterjan tüketilmesi gerektiğini bulunması gerektiği ifade edilmiştir **(Problemi Anlama)**.

Utkan: *Problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyacımız var mı? [Çözüm kağıdında yer alan ikinci soruyu okur].*

Turan: *Yok.*

Utkan: *Varsa bu bilgiler neler olabilir?*

Araştırmacı: *Çözmek için her şey verilmiş mi?*

Ncati, Turan: *Verilmiş.*

Necati: *Hayır.*

Turan: *Yooo.*

Necati: *Hayır, kaç kilo kullanıldığını…*

Turan: *İçinde kaç kilo olduğunu yazmış…*

Araştırmacı: *Sizin belirlemeniz gereken şeyler var değil mi?*

Necati: *Evet.*

Araştırmacı: *Tamam. Problemde verilmeyen bilgiden yararlanacağınız bir şey var mı?*

Necati: *Iıığ [Düşünür], var. Ne kadar deterjan kullanılacağını [Bulunması gerektiğini ifade eder].*

Araştırmacı: *Ha, onu hesaplayacaksınız. Yani buna ne diyelim? Problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyacınız var mı? [Sessizlik] Var mı, yok mu?*

Necati: *Var.*

Utkan: *Ne yazayım buraya?*

Araştırmacı: *Siz 50 kilogram yıkanacağına karar verdiniz ortakça. Bunun ne kadarı beyaz ne kadarı renkli, ona karar verdiniz mi?*

Necati, Turan: *Hayır.*

Araştırmacı: *Ona karar verin bakalım. [Bir süre sessizlik] Nasıl karar vereceksiniz ona?*

Beyaz ve renkli çamaşır miktarını bulabilmek için İbrahim 50'nin 3'e bölünmesi gerektiği ifade edildiğinde, Utku işlemi zihninden yapmış ve oluşturulan yanlış matematiksel model üzerinde işlem hatası yapmıştır **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme)**. Beyaz ve renkli çamaşır miktarlarının belirlenebilmesi için araştırmacı şekil çizmelerini önerdiğinde tamamı 5 parçadan oluşan çizdiği şekilde beyaz ve renkli çamaşırların oranını birbirine karıştırarak 3 parçayı, renkli 2 parçayı beyaz olarak yazarak yanlış bir varsayım oluşturulmuştur **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme)**. Çizilen şekil üzerinde araştırmacının, doğru bir varsayım oluşturmaları amacıyla yönelttiği sorular sürecinde grup üyeleri hatayı fark etmemişlerdir. Şekil üzerinde neyi göstermek istedikleri sorulduğunda, İbrahim5'e bölündüğü için 50 kilogram olduğu şeklinde ifade edilmiştir **(Matematikselleştirme, Doğrulama)**. Oluşturulan yanlış modeli kullanarak beyaz çamaşırların 20 kg, renklilerin 30 kg olduğu grup tarafından onaylanmıştır **(Matematiksel Olarak Çalışma, Doğrulama)**. Ardından grubun kararsız kaldığı, problemde verilmeyen bilgiler ihtiyaçlarının olup olmadığı ile ilgili soruda olmadığını ifade edilmiştir **(Sadeleştirme)**.

Nevati: *2/3'ü [Düşünür]. Evet. Şimdi devam edelim. Problemi çözmek için gerekli işlemleri yazınız ve problemi çözünüz diyor [4. soruyu okur]. Problemi buraya tekrar çözeceğiz.*

Turan: *Haa, gerekli işlemler hangileri?*

Necati: *Şunları yazacağız, çiz şunu işte.*

Turan: *Çizeyim mi?*

Necati: *Tamam, şimdi altındakileri beyaz yaz. Yukarıdakiler de [Tuncay'a söyler] renkli 30 kilo yaz. Beyaz 20 kilo. 30'la 3'ü çarp.*

Turan: *30'la mı, 390'la mı?*

Necati: *390'la işte. 30 diyorum.*

Necati, ***Turan:*** *1170 yapıyor.*

Necati: *Önceden yaptık yani.*

Utkan: *Eymen, sen hiçbir soruyu çözmedin daha.*

Necati: *Çamaşır makinesini beyazlar için 3 kere çalıştırmamız lazım.*

Turan: *20'yi 9'a bölüyorum.*

Necati: *Beyazlar için 3 kere çalıştırmamız lazım. Ya şuraya bir tane cümle yazsana.*

Turan: *Ne yazayım? Kaç kere çalıştırmamız lazımdı? 50/3'ü ne için yaptık?*

Necati: *50/3'ü mü? Ya o başka şey için, o yanlış.*

Turan: *Ne dedin az önce sen, 3 kere çalıştırmamız için?*

Necati: *3 kere çalıştırmamız lazım, beyazlar için.*

Turan: *Beyazları hepsini yıkayabilmek için makineyi 3 kere çalıştırmamız gerekir [Heceleyerek yazar].*

Necati: *Tamam.*

Araştırmacı: *Çözümlere geçeceğiz arkadaşlar. Bitti mi sizin grupta?*

Araştırmacı: *Böl o zaman. Ne düşünüyorsanız yazın.*

Utkan: *23 buçuk.*

Araştırmacı: *Ama burada tamamına mı, oranı mı yoksa?*

Necati: *Beyaz çamaşırlara diyor.*

Araştırmacı: *Beyaz çamaşırların 2/3'ü.*

Necati: *Hım, bunun 3 katını mı diyor?*

Utkan: *16,5 değil mi?*

Necati: *Bunun 3 katı mı oluyor?*

Araştırmacı: *O, 12 kilogram çamaşır makinesinin kapasitesi.*

Necati: *Hım. [Düşünür].*

Araştırmacı: *Renkli çamaşırların beyaz çamaşırlara oranı 2/3'miş.*

Araştırmacı: *İstersen çiz, bir şey çizin yani grupça.*

Necati: *[Şekil çizer] 5/3 olması lazım.*

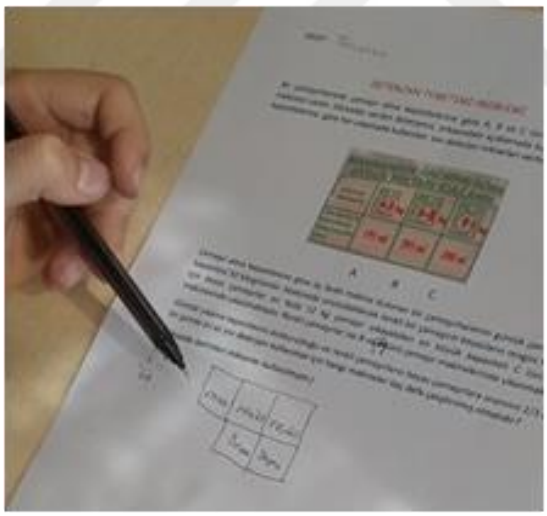
Araştırmacı: *Hım, tamamını düşündü değil mi arkadaşınız. Tamamı kaç kiloydu?*

Necati: *Tamamı 50 kiloydu.*

Araştırmacı: *Evet, o zaman beyazlar?*

Necati: *Beyazlar 2 tane 2/3 [çizilen şekilden bahseder, 5 parçaya böldüğü şekilde ikisine beyaz yazar].*

Ekran Alıntısı:



Araştırmacı: *Burada neyi göstermek istedin?*

Necati: *Burada ne kadar renkli ne kadar beyaz olduğunu.*

Araştırmacı: *Arkadaşlar, buradan bulabilir misiniz beyaz ve renklileri?*

Utkan: *Buluruz hocam.*

Necati: *5'e bölündüğü için 50 kilogram olduğu.*

Utkan: *Hocam, renkliler 30 kilo, beyazlar 20 kilo değil mi?*

Necati: *Öyle olur.*

Araştırmacı: *Problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyacınız var mıymış?*

Necati: *Yok.*

Beyaz çamaşırların yıkanacağı makineyi doğru belirtmelerine rağmen oluşturdukları yanlış varsayım üzerine buldukları beyaz çamaşır miktarını değiştirmeden 20 kilogram üzerinden yapılan hesaplamalar sonucunda C makinesinin kaç kere çalıştırılması gerektiğini 20'yi 9'a bölerek hesaplamışlardır **(Matematikselleştirme).**Sayının tam bölünmemesi üzere artan miktar için de makinenin çalıştırılması gerektiğini belirtilerek tüketilen deterjan miktarını 390'ı 3 ile çarparak sonucu 1070 olarak hesaplamışlardır **(Matematikselleştirme, Matemamatiksel Olarak Çalışma)**. Grup üyelerinden Tuncay, bölme işlemini yaptığı sırada, arkadaşının çarpma işlemini yaptığını fark etmediği için işlemi yapmasını söylediğinde İbrahim yaptığını belirtmiştir. Turan, çözüm kâğıtlarında varsayım oluşturulması ile ilgili soruda olduklarından kavramı tam olarak anlamlandıramadığı için "Varsayım 1170 mi?" şeklinde sorduğunda; İbrahim bulunan değerin beyaz çamaşırların yıkanması için gereken deterjan miktarı olduğunu ifade etmiştir **(Doğrulama)**.

Araştırmacı: *Evet, sonra hangisinde yıkamaya karar veriyorsunuz beyazları? [Sessizlik] Beyazlar nerede yıkanıyordu?*

Utkan, Necati: *C'de.*

Araştırmacı: *Sizin kaç kilo var?*

Necati: *20 kilo.*

Araştırmacı: *Bunları yıkarken ne kadar deterjan tükettiğinizi hesaplamanız lazım.*

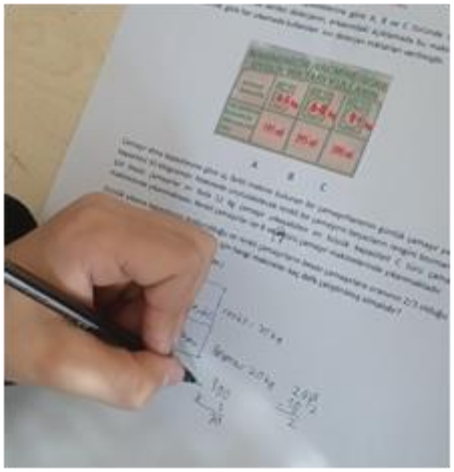
Necati: *Bu 9 kilo. Bunu 9'a bölmemiz lazım [C makinasını gösterirler].*

Turan: *Evet. 20/9, 9-18, 2 defa. 18'i çıkarırsak [bölme işlemini yaparlar].*

Necati: *Burada 2 kalıyordu. 3 kere yıkanması gerektiği için 390'ı 3 ile çarpacağız.*

Necati: *9'a iki ekle 11… [çarpma işlemini yapar].*

Ekran Alıntısı:



Necati: *1 kilo 170 gram, 1 litre 170 mililitre.*

Turan: *Kaç, 170 mi?*

Necati: *Hayır ya, 1.170 mililitre deterjan kullanmamız gerekiyor.*

Turan: *Bak, o zaman burada 390 mililitre diyor İbo.*

Neacti: *Ona göre hesapladık.*

Turan: *Tamam, hadi hesapla.*

Necati: *Hesapladım zaten.*

Turan: *Ha şimdi anladım.*

Necati: *Şimdi sıra renklilerde.*

Utkan: *Hadi oğlum yapın ya, 2. soruyu ben yaptım.*

Turan: *Bunu bulduk mu şimdi?*

Necati: *Evet, bulduk.*

Turan: *Haydi o zaman yapalım… Varsayım 1170 mi?*

Necati: *Evet. Yok, varsayım değil oğlum bu. O şey, beyazların yıkanması için kullanılan deterjan miktarı.*

Utkan: *Renklilerin 30 kilo, diğerlerinin 20 kilo olduğunu nereden anlıyorduk [kendisinin söylediğini ifade eder].*

Turuncu grubun çözüm kâğıtlarında üçüncü soruya geldiklerinde sınıftaki diğer gruplar grup çalışması aşamasını bitirmiştir. Grubun hangi aşamada olduğunu tespit etmek için öğretmenleri ve araştırmacı, hangi aşamada olduklarını belirlemek istedikleri sırada soruda yer alan "varsayımların belirlenirken gerçek yaşama uygun olmasına dikkat ediniz "ifadesine yanıt olarak gerçek yaşam ile bağlantısını deterjan tasarrufu sağlamak için hangi makinanın alınması gerektiği olarak ifade etmişlerdir **(Yorumlama)**.

Necati: *Şunu bir daha tekrar okuyalım. 3. soru, "Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir? Varsayımlarınızı belirlerken mantıklı olmasına ve gerçek yaşama uygun olmasına dikkat ediniz." diyor. Bunun gerçek yaşamda aranması…*

Turan: *Çamaşır yıkarken.*

Necati: *Annemizin çamaşır yıkamasına yardım ederken daha az çamaşır makinesi alan… [Soruyu yanıtlar].*

Turan: *Daha az deterjan.*

Necati: *Tasarrufu için almamız gerekir.*

Öğretmen: *Yaptınız mı?*

Necati: *Yapıyoruz hocam, düşünüyoruz biz şu an.*

Turan: *Yapıyoruz hocam, evet söyleyin bunu. [Gruba söyler].*

Necati: *Çamaşır makinesi alırken deterjan tasarrufu sağlamak için [bu arada söyleneni Tuncay heceleyerek yazar].*

Turan: *Evet, hemen söyle geliyorum.*

Necati: *Sağlamak için neler… Iıığ [Düşünür]. Hangi makineyi almamız gerektiğini.*

Araştırmacı: *Arkadaşlar, teneffüse çıkıp gelebilirsiniz, sunumlara geçeceğiz.*

Oluşturdukları yanlış model üzerinde yaptıkları işlemleri baştan itibaren kontrol ederek 4. sorunun altına yazmışlardır **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma ve Doğrulama).** Kontrol sırasında herhangi bir değişiklik veya düzeltme yapmamışlardır. Turan sorunun çözümünü daha önce yaptıkları işlemlere bakarak geçirmiştir. Bu işlemler arasında Necati'nin renkli çamaşır miktarının 50'nin 3'e bölünerek bulunmasını düşünerek yaptığı işlemde 50/3'ü göstererek bunun ne için yapıldığını sorgulamıştır **(Yorumlama).** İbrahim yaptığı işlemin yanlış olduğunu belirtmiştir **(Doğrulama).** Buldukları

çözümü, beyazların yıkayabilmesi için makinenin 3 kere çalıştırılması gerekir **(Yorumlama)** şeklinde ifade ederek renkli çamaşırların yıkanabilmesi için gereken deterjan miktarının hesaplanmasına ilişkin herhangi bir varsayım ya da model oluşturmamışlardır.

Necati: *Evet. Şimdi devam edelim. Problemi çözmek için gerekli işlemleri yazınız ve problemi çözünüz diyor [4. soruyu okur]. Problemi buraya tekrar çözeceğiz.*

Turan: *Haa, gerekli işlemler hangileri?*

Necati: *Şunları yazacağız, çiz şunu işte.*

Turan: *Çizeyim mi?*

Necati: *Tamam, şimdi altındakileri beyaz yaz, yukarıdakileri de [Tuncay'a söyler] renkli 30 kilo yaz. Beyaz 20 kilo. 30'la 3'ü çarp.*

Turan: *30'la mı, 390'la mı?*

Necati: *390'la işte, 30 diyorum.*

Necati, ***Turan:*** *1170 yapıyor.*

Necati: *Önceden yaptık yani.*

Utkan: *Eymen, sen hiçbir soruyu çözmedin daha.*

Necati: *Çamaşır makinesini beyazlar için 3 kere çalıştırmamız lazım.*

Turan: *20'yi 9'a bölüyorum.*

Necati: *Beyazlar için 3 kere çalıştırmamız lazım. Ya şuraya bir tane cümle yazsana.*

Turan: *Ne yazayım? Kaç kere çalıştırmamız lazımdı. 50/3'ü ne için yaptık.*

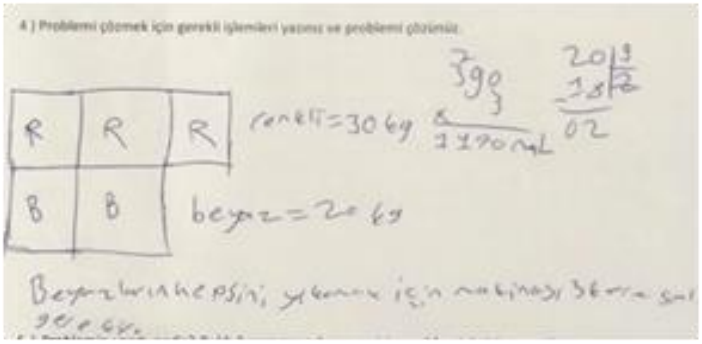
Necati:: *50/3'ü mü? Ya o başka şey için, o yanlış.*

Turan: *Ne dedin az önce sen? 3 kere çalıştırmamız için [devamını söylemesini ister].*

Necati:: *3 kere çalıştırmamız lazım, beyazlar için.*

Turan: *Beyazları hepsini yıkayabilmek için makineyi 3 kere çalıştırmamız gerekir [Heceleyerek yazar].*

Çözüm Kağıdı:



Necati:: *Tamam.*

Araştırmacıya çalışmalarının tamamlanmadığını son iki sorularının kaldığını belirten grup üyeleri buldukları sonucun yeterli bir yanıtın oluşturup oluşmadığı ile ilgili soruya sadece yeterli yazarak oluşturulan modelin doğru olmadığını fark etmemişler ve bu doğrultuda problemi tamamladıklarını düşünmüşlerdir. Bu nedenle araştırmacı grup çözüm kağıdına oluşturdukları modelin yanlış olduğunu fark etmeleri amacıyla "Bütün çamaşırları yıkadınız makinelere attınız. Hangi makineyi seçeceğinize karar verdiniz. Bir sayı değeri buldunuz o zaman" demiştir. Bu açıklamayı oluşturdukları yanlış model doğrultusunda onaylamışlar ve ne bulunduğu sorulduğunda da çözüm aşamasında yazdıkları ifadeyi tekrar etmişlerdir **(Doğrulama).** Renkli çamaşırlar için tüketilen deterjan miktarını göz önünde bulundurmadıkları için araştırmacı tarafından "Renklileri nasıl çalıştıracaksınız?" denildiğinde tam olarak bulduklarını ifade etmeyerek, sadece A ve B makinelerinde yıkanacağı ve B makinesinin yıkama kapasitesiyle ilgili veriyi ifade etmişlerdir **(Sadeleştirme).** Ardından Turan'ın beyaz çamaşırların 3 kerede yıkanması gerektiğinin nasıl bulunduğunu sorgulaması üzerine İbrahim tekrar yaptıkları işlemi anlatmıştır **(Doğrulama)**. **Doğrulama** bilişsel yeterlikleri kapsamında oluşturulan, yapılanları kontrol ederek çözümlerinin doğru olup olmadığını nedenleriyle açıklamaları istenen soruya; çözümlerini işlemleri yaparak buldukları için doğru olduğunu ifade ederek yanıtlamışlardır **(Doğrulama).** Grup çözüm kağıdındaki soruları yanıtlamayı tamamladıklarında sunumlar aşamasına geçilmiştir.

Araştırmacı: *Çözümlere geçeceğiz arkadaşlar. Bitti mi sizin grupta?*

Turan: *Hayır, iki tane kaldı hocam.*

Araştırmacı: *Hesapladınız mı?*

Necati: *Yeterli yanıtı oluşturduk [5. soruyu cevaplamaya çalışıyorlar].*

Araştırmacı: *Bütün çamaşırları yıkadınız, makinelere attınız. Hangi makineyi seçeceğinize karar verdiniz. Bir sayı değeri buldunuz o zaman.*

Necati:: *Evet.*

Araştırmacı: *Ne buldunuz arkadaşlar?*

Necati:: *Şey, 3 defa çalıştırmamız gerekiyormuş beyazları yıkamak için.*

Araştırmacı: *Evet, renklileri nasıl çalıştıracaksınız?*

Necati:: *Renklileri tam bula… bulduk mu? [Arkadaşlarına sorar].*

Araştırmacı: *Renklileri nasıl çalıştıracaksınız?*

Necati:: *Renklileri A ve B'de çalıştıracağız. 4'le 8 kilo ediyor [makinelerin çamaşır alma kapasitesini söyler]. Ne kadar çalışmış?*

Turan: *Sen bu beyazı nasıl buldun 3 kere olacağını?*

Necati:: *Beyazı şeye böldük ya, 390 mililitre ile çarptık ya.*

Araştırmacı: *Bitirdiniz mi arkadaşlar?*

Necati: *Şu an bitmedi.*

Utkan: *Hocam, son iki ders devam edecek miyiz?*

Araştırmacı: *Sunumlar var… Evet, problemin yanıtı nedir? Bulduğunuz sayısal sonuç sizin probleminiz için yeterli mi? Yeterli değilse neden değil?*

Turan, Necati: *Yeterli.*

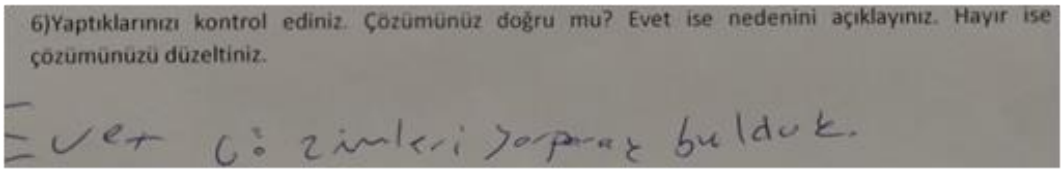
Araştırmacı: *O zaman yeterli yazın.*

Necati:: *Nedenini açıklayın diyor [6. soruyu okur].*

Turan: *Çözümlerini yaparak.*

Necati: *Çözümleri bulduk [birbirlerini tamamlayarak söylerler].*

Çözüm Kağıdı:


6)Yaptıklarınızı kontrol ediniz. Çözümünüz doğru mu? Evet ise nedenini açıklayınız. Hayır ise çözümünüzü düzeltiniz.

Evet çözümleri yaparak bulduk.

Necati: *Hocam, bizim bitti.*

Araştırmacı: *Bitti mi?*

Utkan: *Bitti hocam.*

Araştırmacı: *5 dakika sonra gelin, sunumlara geçelim.*

Sunum aşamasında turuncu gruptan gönüllü iki öğrenci çözümlerini yeşil gruptan önce aktarmak istemiştir. Grup çalışması sırasında yapılan şekli çizmişler ve yaptıkları işlemleri yazmışlardır. Yapılan çözümün tüm sınıf tarafından anlaşılması için araştırmacı sorular sorarak yaptıkları çözümü açıklanması sağlamıştır. Sunum sonunda farklı gruplardaki öğrenciler düşüncelerini ifade etmişlerdir. Yeşil grup C makinesinde 9 kilogramdan fazla çamaşır yıkanabileceğini ifade ederek, mavi grubun cevabın ne olduğunu sormasının ardından grup üyeleri C makinesinin 9 kg'dan fazla çamaşır aldığını anlamıştır **(Doğrulama)**. Beyaz çamaşırın neden 20 kg alınarak 9'a bölündüğü sorulması üzerine öğrenciler modellerindeki hatayı bir ölçüde fark etmişlerdir **(Doğrulama)**.

Araştırmacı: *Arkadaşlar sunum için gelmek istiyor Turuncu Grup.*

Berat: *Hocam sırayla gitmiyor muyuz?*

Araştırmacı: *Sırayla gidiyorduk ama fark etmez. Turuncu gruptan kim geliyor? İbrahim, ismini yaz. Turuncu gruptan İbrahim sunum yapacak.*

Utkan: *Arkadaşın yanına ben de çıksam mı? Ben yazarım.*

Araştırmacı: *Sen bilirsin. Utku ile beraber sunmak istediler.*

Necati: *Beyazlar ve renklileri ayırmak için.*

Araştırmacı: *Tamam. Evet, neyi hesapladınız orada?*

Necati: *Hocam burada renklilerin ne kadar ilaç kullandığını belirlemek için. İlk önce şeyini bulacaktık. Hocam bu beyazlardı. Hocam beyazlar 2 taneydi. 20 kilo olduğu için.*

Araştırmacı: *Beyazlar 20 kilo olduğu için.*

Necati: *Evet. Bunu makine 9 kiloluk olduğu için 9'a bölüyorum. Hocam 2 kaldığı için bir kere daha çamaşır makinesi çalışması gerekiyor. O yüzden 3 kere çalıştırır makineyi.*

Araştırmacı: *Evet.*

Necati: *Bunun için 390'ı 3'e böleceğiz.*

Araştırmacı: *390'ı mı, 3'e mi böleceksin?*

Necati: *Hayır, çarpacağız hocam.*

Araştırmacı: *Renkliler 390'lık makinelerde mi yıkanacak?*

Necati: *Hayır hocam, sadece beyazlar burada [C makinesini kastediyor]. C makinesinin sonucu bu, 390 mililitre.*

Araştırmacı: *O, C makinesi beyazları yıkar. Renklileri diyorsun ki 2 tur yıkayacak.*

Necati: *Evet.*

Araştırmacı: *Artıyor ama 3 tur yıkamak lazım. Ama hangi tür makinada 3 tur yıkanacak?*

Necati: *Hayır hocam, beyazlar.*

Araştırmacı: *Beyazlar bitti, renklilerdesin. Beyazlar 20 kilo değil ki, 30 kilo. Nasıl oldu bu?*

Araştırmacı: *Renklilerin beyazlara oranı değil mi? Renklilerin beyazlara oranı 2/3'müş. O zaman R ile B yer mi değiştirmeli? Siz varsa revizenizi sonra yaparsınız, daha sonra tamam mı? Devam et, sen anlatmaya.*

Necati: *Hocam biz buraya kadar geldik.*

Araştırmacı: *Buraya kadar mı geldiniz? Burada bitirdiniz mi? Ekleyecek bir şeyiniz yoksa… Evet, arkadaşlarınıza sorunuz var mı?*

Yeşil Grup: *Şey, bir de zaten 9 kilo değil, daha fazla değil mi?*

Mavi Grup: *Cevap ne ki hocam?*

Araştırmacı: *Böyle bırakmış arkadaşlarınız.*

Naz: *Böyle bırakmış.*

Araştırmacı: *Evet, 9 kilodan fazla…*

Turuncu Grup: *Hocam, C makinesi 9'dan fazlaymış.*

Araştırmacı: *Evet, alabiliyor.*

Esra: *Hocam, benim sorum var.*

Araştırmacı: *Tamam, sen öyle karar verdin. Teşekkür ederim. Bir soru varmış, bir soru geldi.*

İmer: *Neden 20 kilo? Neden yarıda bıraktınız?*

Naz: *Hocam, zaten ben anlamadım cevabı.*

Araştırmacı: *Nereyi anlamadın, sor.*

İmer: *Şimdi 20'yi neden 9'a böldük?*

Necati: *Makineyi biz yanlış hesaplamışız, C makinesi 9'dan fazla alıyormuş.*

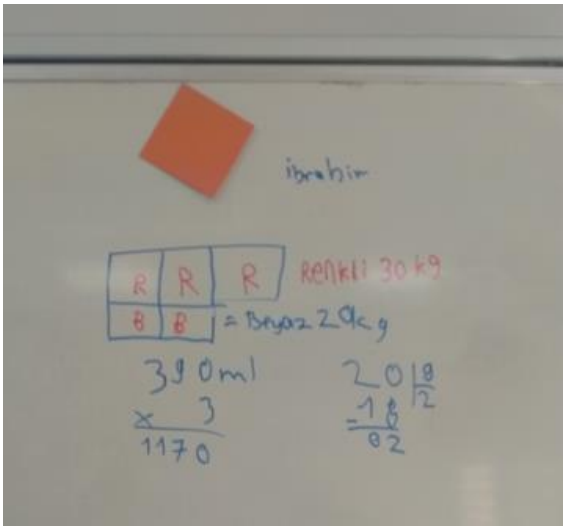
İmer: *Hıım.*

Araştırmacı: *Dokuzar dokuzar hesaplamışsınız.*

Turuncu grup sunum sonunda Şekil 37'de verilen çözümlerinde hehangi bir değişiklik veya düzeltme yapmamıştır.

Şekil 37

Turuncu grup deterjan tüketimi MOE sunum



Sunumların tamamlanmasının ardından etkinlik sonu dağıtılan soruları tamamlamaları istenmiştir. Yapılan çözümde değiştirilmek istenen yerin olup olmadığı sorulmuştur. Turuncu Grupoluşturdukları yanlış matematiksel modeldeki yaptıkları hatanın; beyaz çamaşırların miktarını 30 kg olarak almadıklarından kaynaklandığını ifade etseler **(Doğrulama)** de etkinlik

sonu soruya problemi yanlış çözmelerinin sebebini bilmediklerinden kaynaklandığını ifade etmişlerir.

Araştırmacı: *Evet, problemi nasıl çözdüğünüzü açıklıyorsunuz arkadaşlar.*

Turan: *Nasıl çözdük?*

Necati: *Nasıl çözdüğünüzü adım adım açıklayarak anlatınız [soruyu okur].*

Turan: *Problemi nasıl çözdük, İbo?*

Necati: *Çözdük işte, çözememişiz zaten.*

Turan: *Nasıl çözdük?*

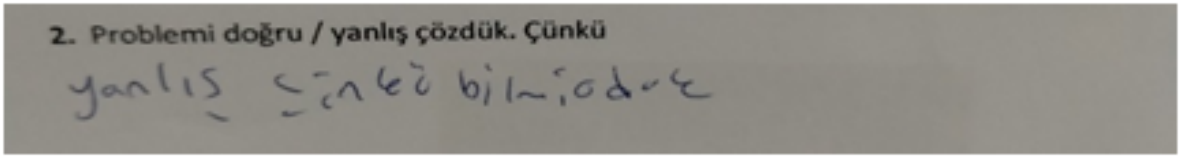
Necati: *Orada yazıyor, bak tahtada. Tahtada yazdım ya ben onu, çözdük işte. Buraya şey yaptık, bunları da yanlış yazmışız zaten. Beyazlar 30 kiloymuş. Adım adım açıklayın diyor.*

Turan: *Makinenin ml'sini bulduk [heceler ve Tuncay yazar].*

Necati: *Makinenin neyini, mililitresini bulduk?*

Turan: *"Problemi doğru, yok yanlış çözdük çünkü bilmiyorduk" yazar ["Problemi doğru / yanlış çözdük çünkü…" sorusunu okurlar].*

Çözüm Kağıdı


2. Problemi doğru / yanlış çözdük. Çünkü
yanlış çünkü bilmiyorduk

Turan: *İbo, hadi nasıl elde ettik? [3. probleme geçerler**:** "Elde ettiğiniz sonuçları doğru ve anlamlı olup olmadığını gerekçeleri ile açıklayınız. Sonuçlar gerçek yaşama uygun mu? Neden gerçek yaşama uygun – uygun değil?"]*

Necati: *Değildir, sonuçta yanlış.*

Turan: *Uygun [yazar]. Tamam.*

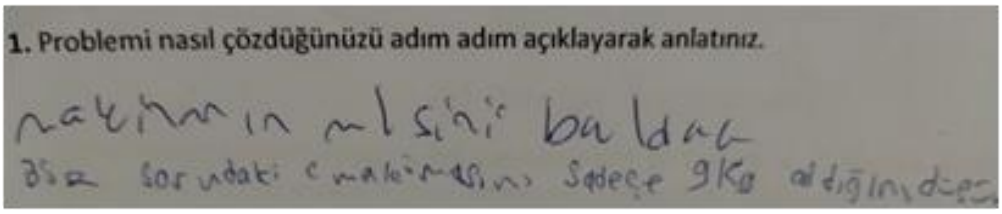
Araştırmacı: *Bu bir, iki, üçüncü geliyor değil mi arkadaşlar?*

Turan: *Evet hocam.*

Araştırmacı: *Turuncu grup sadece 9 kiloya göre ayarladı. O, sorunun altına yazdınız mı "Biz 9 kiloya kadar düşündük" diye?*

Necati: *Evet.*

Çözüm Kağıdı:

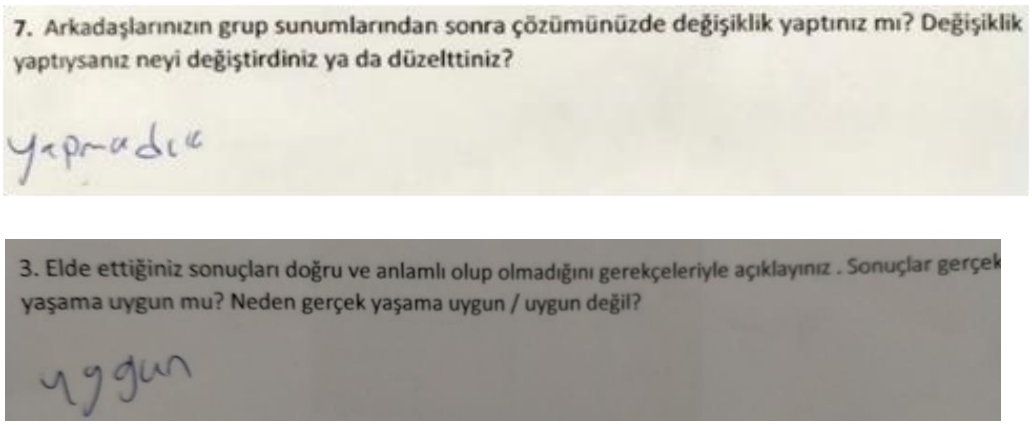


Yanlış matematiksel model oluşturarak yaptıkları çözümde hataların bir ölçüde nereden kaynaklandığını belirleseler de etkinlik sonu verilen Doğrulama yeterliği kapsamında sorulan "Sunumlardan sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı? Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzeltiniz?" sorusuna yapmadıklarını ifade etmişlerdir.

Grubun çözüm sürecindeki yaklaşımları, çözüm kağıdına oluşturdukları varsayımın gerçek yaşama uygun olduğunu ifade etmeleri, sunum sonrası yanıtlanan "Sonuçlar gerçek yaşama uygun mu?" ifadesine verdikleri yanıt göz önüne alındığında doğrulamayı gerçek yaşamdaki bilgileri göz önünde bulundurarak ele aldıkları düşünülmüştür. Sunum sonu etkinlik kağıdında yer alan öğrenci yanıtlarına ilişkin örnek Şekil 38'de sunulmuştur.

Şekil 38

Sunum sonu etkinlik kağıdı (Turuncu Grup – Deterjan Tüketimi)



Grup elemanları problemi yanlış anlamlandırdıkları için hatalı oluşturulan matematiksel modelleri doğru çözmüşlerdir. Çözüm yaklaşımları incelendiğinde, renkli çamaşırların beyaz çamaşırlara oranı olarak verilen 2/3 kesrindeki pay ve paydadaki değer birbirine karıştırılmıştır.2/3 değerini beyaz çamaşırların renkli çamaşırlara oranı olduğu düşünmüşlerdir. Bu nedenle problemi bir ölçüde anlaşıldığını gösteren ifadeler yer verilerek verilenler ve

istenenler bir ölçüde belirlenebilmiş ve aralarında yanlış ilişki kurulmuştur. Beyaz ve renkli çamaşır miktarlarının yanlış belirlenmesi nedeniyle yanlış varsayımda bulunuşlardır. Problemde en az deterjan tüketilerek sadece beyaz çamaşırların yıkanması gerektiği üzerine yanlış varsayım oluşturduklarından renkli çamaşırlar için bir model oluşturmamışlardır. Tüm çamaşırların en az deterjan kullanılarak yıkanabilmesi için olası 5 durumu sadece beyaz çamaşırların yıkanması gerektiğini düşünmelerinden dolayı incelememişlerdir. Grup üyeleri oluşturdukları yanlış varsayım üzerine söz konusu değişkenlere dayanarak hatalı matematiksel modelleri çözmüşlerdir. Yanlış matematiksel model oluşturarak yaptıkları eksik çözümlerini gerçek yaşamda doğru yorumlayan grup üyeleri hataların bir kısmını fark etseler de sunum sonunda ve çözüm kâğıtlarında bir değişiklik ya da düzeltme yapmamışlardır. Söz konusu değerlendirmeler sonucunda Turuncu gurubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16

Deterjan tüketimi MOE uygulamasında turuncu grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri

TURUNCU Grup	**DETERJAN TÜKETİMİ MOE**
Problemi Anlama	1
Sadeleştirme	2
Matematikselleştirme	2
MatematikselOlarak Çalışma	2
Yorumlama	2
Doğrulama	4
Toplam	**13**

4.1.2.4. Deterjan Tüketimi Model Oluşturma Etkinliği Uygulamasında Yeşil Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Grup çalışmasına başlarken bir kişi gönüllü olarak problemi sesli şekilde okumuştur. Poblem yüksek sesle okunduktan sonra arkadaşlarına "Şimdi siz burada nasıl çözdünüz?" sorusu yönelttiği için öğretmen, yapacakları çalışmanın grupça olacağını hatırlatmıştır. Ardından grup üyelerinden iki kişi problemin tekrar okunmasını istemiştir.

Sude: *"... kapasitelerine göre bu A, B ve C türünde üç farklı model çamaşır makinesi vardır. Görselde verilen deterjanın, arkasındaki açıklamada bu makinelerin.... olduğu bir*

günde en az sıvı deterjan kullanmak için hangi makineler kaç defa çalıştırılmalıdır?" diyor. Şimdi siz burada nasıl çözdünüz?

Banu: *Ben ilk baş C'de beyazların olduğunu düşündüm.*

Öğretmen: *Birlikte yapacaksınız.*

Ümit: *Evet.*

Sude: *Bir daha mı okuyacağım şimdi?*

Banu: *Ben okurum [soruyu tekrar okur].*

Grupça önemli yerlerin altını çizerek verilen ve istenenleri belirlemeye çalışmışlardır **(Problemi Anlama)**. Ardından beyaz çamaşırların C makinesi tarafından yıkandığını söyleyen Banu'yu Sude onaylamıştır. Bu sırada Berat itiraz ederek problemi tam olarak anlamlandıramadığını göstermiştir. Problemde yazılı yeri gösteren Sude'ye Berat dışındaki tüm grup üyeleri katılmıştır. Ardından grupça önemli yerlerin altını çizerek verilen ve istenenleri belirlemeye çalışmışlardır **(Problemi Anlama)**.

Banu: *Ben ilk baş C'nin şeyleri, beyazları yıkadığını buldum.*

Sude: *Ha, şimdi oraya yaz "beyazları yıkıyor, 12 kg yıkıyor."*

Banu: *[Görselde C makinasının altına 12 kg yazar].*

Berat: *Hayır.*

Sude: *Burada yazıyor ya Berat.*

Ümit, Tuna: *Evet.*

Banu: *Sonra bunların ikisi de renkli yazıyor [Banu sorunun "en fazla 12 kg çamaşır yıkayabilen en büyük kapasiteli C türü çamaşır makinesinde yıkanmaktadır." bölümünü tekrar okuyarak altını çizer].*

Araştırmacının problemin anlamlandırıldığını ortaya çıkarmak amacıyla; gruba problemde ne istediğini sorduğunda; grup üyelerinden Tuna problemde istenilenlerden makinelerin kaç tur çalıştırılması gerektiğine deyinmeden en az deterjan kullanarak en hesaplısının seçilmesiniistendiğini belirtmiştir **(Problemi Anlama)**. Bunun üzerine grubun diğer elemanları problemi tam olarak anlamlandırdıkları ifadelere yer vermişler ve isteneni tam olarak ifade etmiştir **(Problemi Anlama)**. Problemde verilmeyen bilgilere ihtiyaçları

olmadığını düşünerek sonuca ulaşabileceklerini ifade etmişlerdir **(Sadeleştirme ve Yorumlama)**.

Araştırmacı: *Evet arkadaşlar, anladınız mı problemi? Ne istiyor sizden?*

Tuna: *Hocam, en hesaplısı hangisi hocam? [En az sıvı deterjan kullanmak için seçilmesi gereken çamaşır makinelerini kasteder].*

Araştırmacı: *Birinci sorunun açıklamasına o zaman onu yazabilirsiniz.*

Sude: *Şey yazalım, eee bir dakika. [Sessizlik] Bir günde […] şunu yazsak olur mu?*

Araştırmacı: *Arkadaşların onaylarsa olur.*

Berat: *Olur, olur.*

Banu: *En az sıvı deterjanı kullanmak için hangi makineler kaç defa çalıştırılmış olmalıdır yazalım bence.*

Berat: *Evet.*

Sude: *Renklileri ve beyazları ayrı hesaba katarak çözeriz. Öyle de yaz.*

Banu: *[1.1. soruya verdikleri yanıtı yazar].*

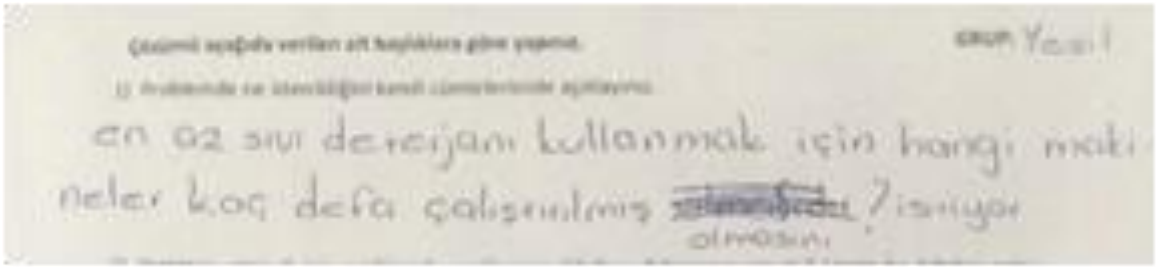
Sude: *Şey yazıyor "kaç defa çalıştırılmış olmalıdır?" Bu soruyu da bize soruyor.*

Banu: *Ama nasıl sığacak buraya zaten?*

Sude: *Kaç defa çalıştırılacak olmasını istiyor. Şurayı karala.*

Banu: *[Son kelimenin üstünü çizerek yazar].*

Çözüm Kağıdı:



Banu: *Sonra bak, buradan şu çıkıyor. A ve B renklileri yıkıyormuş. Burada böyle diyor.*

Berat: *Evet.*

Sude: *Ha, burada böyle diyor. İlk önce şu bak, renkli çamaşırların beyaz çamaşırlara oranı 2/3'miş, tamam mı?*

Berat: *Eee, sonra?*

Sude: *Sen de böyle yaptın değil mi? [Berat'a sorar].*

Banu: *Tuna, Ümit baksana buraya.*

Tuna: *Tamam, bakıyorum ben ya.*

Sude: *Sen de böyle yaptın.*

Tuna: *Evet.*

Ümit: *Ben de böyle yaptım.*

Renkli ve beyaz çamaşırların miktarını belirlemek için toplam çamaşır miktarı olan 50 kg ile verilen 2\3 oranı ile ilişki kurmuşlar **(Problemi Anlama ve Sadeleştirme)**. Renkli ve beyaz çamaşır miktarını belirlerken önce yanlış varsayım oluşturan Sümmeye ve Banu kesri 12 ile genişletilerek renkli çamaşırların 24 kg beyaz çamaşırların ise 36 kg olduğunu onaylamıştır **(Matematikselleştirme)**. Yanlış varsayım kurmaları üzerine buldukları sonucu doğrulamışlardır **(Doğrulama)**. Berat itiraz ederek yaptıkları işleme göre toplam çamaşır miktarını 60 kg bulduklarını fakat 50 kg olması gerektiğini ifade etmiştir **(Sadeleştirme ve Doğrulama)**. Aralarında yaptıkları tartışma sonucu Berat kesrin pay ve paydasındaki sayıları "3 ile 2'yi toplayarak 50'ye böldüğünü birim başına düşen miktarları hesaplayarak renkli çamaşırları 20 kg, beyaz çamaşırları 30 kg olarak bulduğunu" **(Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)** ifade etse de Sude ve Banu'yu ikna edememiştir. Diğer grup üyelerinin fikirlerini alan Sude işlemleri kontrol etmek istemiş **(Doğrulama)**. Banu ve Sude modeldeki hatayı fark etmiş ve düzeltme yapmıştır **(Doğrulama, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)**.

Sude: *Şimdi bu en fazla kapasitesi 50 yazıyor. Nerede, orası 50 kilogramdır diyor günlük çamaşır yıkaması. Bunların toplamını 50 yapmaya çalışacağız değil mi?*

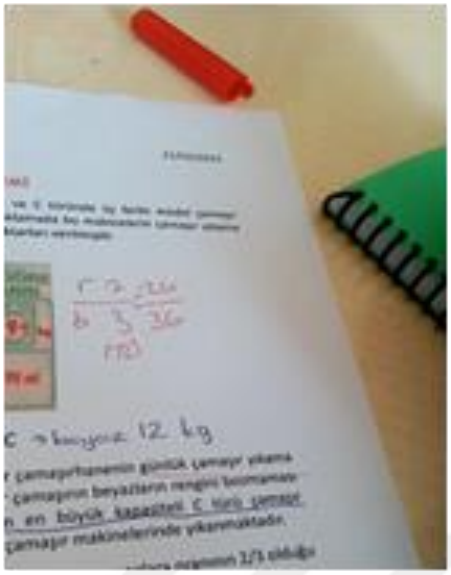
Berat, Tuna: *Evet.*

Araştırmacı: *Herkes onayladı.*

Sude: *Ben bunu 12 ile çarparak yaptım. Burası 24 oluyor, burası 36 oluyor.*

Banu: *Hayır, 24'te 36 oluyor.*

Ekran Alıntısı:



Sude: *He işte tamam, burayı 12 ile çarpıyoruz. Genişletiyoruz.*

Banu: *50 olması gerekmiyor mu?*

Sude: *50 olması gerekiyor ya.*

Berat: *3 ile 2'yi topladım 5. Sonra 50'ye böldüm. Bir tanesini, bir şeysini.*

Banu: *Ben öyle yapmadım, ben de Sude'ninki gibi yaptım.*

Sude: *Sen nasıl yaptın? [Tuna'ya sorar] Berat gibi mi?*

Berat: *Benim gibi yapmış.*

Banu: *Sen nasıl yaptın Ümit?*

Berat: *50'yi 5'e böldüm. Bir tanesini buldum.*

Sude: *Bu da bir yöntem ama aynı çıkıyor nasıl olsa.*

Sude: *Aynı değil mi? [Onaylatır].*

Berat: *Herhalde.*

Sude: *24/36 diye çıkıyor. Değil mi?*

Tuna: *Hıhı.*

Sude: *Ha, aynı.*

Berat: *Hayır, benimki biri bu 30, bu 20 çıkacak [beyaz ve renkli çamaşır miktarını gösterir]. O, 24/36 toplamı 60 yapıyor.*

Sude: *60 mı yapıyor?*

Berat: *60 yapıyor.*

Tuna: *24'e 36'ya bölünce 60 mı ediyor?*

Berat: *Hayır ya, 24 ile 36.*

Sude: *Ha evet, toplamları 60 yapıyor.*

Tuna: *Biz doğru yaptık yani.*

Banu: *Hayır.*

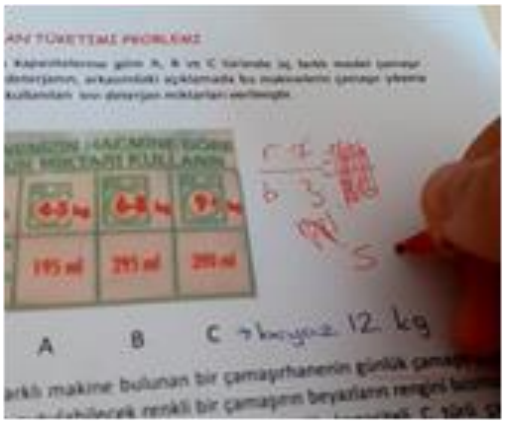
Sude: *Hemen emin olmayın Tuna.*

Berat: *Hadi yap.*

Tuna: *Hadi bakalım, öyle olsun, hemen emin olmayalım.*

Sude: *Tamam. Bunları topluyoruz, 5 oldu. 50'yi 5'e bölüyoruz, eşittir… [24/36'yı karalar].*

Ekran Alıntısı:



Berat: *10.*

Banu: *50'yi 5'e bölersek 10 çıkar.*

Sude: *10'la çarpıyoruz bunu, şu tepesine yazayım. Burası 20/30 yapar. Şimdi burayı 10'la çarptık, tamam şimdi.*

Ekran Alıntısı:



Berat, Tuna: *Haydi haydi.*

Sude: *Buranın… ee şimdi, bir dakika, beyaz […] burası kilogram oluyor.*

Berat: *Evet.*

Tüm çamaşırların A makinesinde yıkanması gerektiğini düşünen Tuna problemi tam olarak anlamlandıramadığından yanlış varsayım oluşturmuş ve problemin çözümüyle ilgisiz model oluşturacak şekilde hesaplama yapmıştır **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)**. Grubun diğer üyeleri renkli ve beyaz çamaşır miktarını belirledikten sonra varsayımlarını; ne kadar deterjan tüketildiğini bulmak amacıyla seçmeleri gereken makinelere karar vermek için oluşturmuşlardır **(Sadeleştirme).** Banu ve Sude beyaz çamaşırların C makinesinde yıkanması gerektiğine doğru karar vermiş olmalarına rağmen çözümlerinde 3 tur çalışması gereken C makinesinin 10 tur çalıştırılması gerektiğini düşünmüştür. Yanlış varsayım kurarak oluşturulan modelde deterjan mikarlarıda yanlış sayı ile çarparak işlem hataları yapılmıştır **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme veMatematiksel Olarak Çalışma)**. Berat'ın gruba "C makinesi sadece beyaz mı?" sorusunu yöneltmesinden sonra kendisine problem durumu gösterilince arkadaşlarına katılmıştır **(Problemi Anlama ve Doğrulama)**. Bu süreçte sadece Tuna beyaz çamaşırların C makinesinde yıkanması gerektiğini ayırt edememiştir.

Banu: *En son burayı bulduk, 10 oldu.*

Tuna: *Bak şimdi, ben A'yı buldum, 50'yi 5'e böldüm 10. 10 yıkama.*

Sude: *Bunları genişlettik 10'la.*

Tuna: *Sonra 10 ile 195'i çarptım. 10 kere yıkıyor ya, 50 kilogram olması için 10 kere yıkaması gerek. Sonra 10'u 195 ile çarptım. Hepsini öyle yaptım yani. [Tuna renkli ve beyazları ayırmamıştır].*

Sude: *Ha, hepsini bir çarpalım.*

Tuna: *Aynen.*

Sude: *Beyaz.*

Berat: *Hayır, niye beyaz?*

Sude: *İlk önce beyazla bir yapalım.*

Banu: *C makinesi oluyor yani.*

Sude: *Tamam işte.*

Banu: *390'la 10'u çarpacağız.*

Berat: *C makinesi sadece beyaz mı?*

Sude, ***Banu:*** *Evet.*

Sude: *Burada öyle yazıyor ya. Altını çizdik ya Berat.*

Berat: *C makinesi sadece beyazmış.*

Tuna: *Aaa, neden?*

Sude: *A'yı 30'la çarpıyoruz. Ay 30 dedim, 10'la çarpıyoruz. Bunları topluyoruz.*

Banu: *Devam edelim.*

Sude: *Beyaz oluyor değil mi? Yani C.*

Berat: *Tamam, hadi.*

Sude: *190'ı 10'la çarptık, kaç etti?*

Berat: *195'i.*

Sude: *Tamam, ben şeyle çarpmışım. [190 ile çarptığı işlemi 195 yapar].*

Ekran Alıntısı:



Sude: *Yanlış çarptım sizin yüzünüzden. [Üstünü karalar].*

Tuna: *Kaçla çarptın 195'i?*

Sude: *10 ile çarpacağız.*

Tuna: *1950 yapıyor işte.*

Sude: *Tamam işte, çarptım.*

Tuna: *Niye işlemle çarpıyorsun?*

Sude: *Evet, doğru… bir dakika, aaa…*

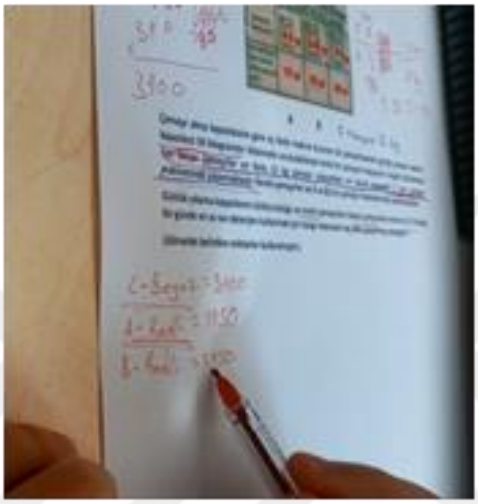
Sude ve Banu bir ölçüde kabul edilebilir varsayımla oluşturdukları hatalı modeldeki hesaplamada; A, B ve C makinalarında kullanılan deterjan miktarlarını 195x10=1950, 295x10=2950 ve 390x10= 3900 ml. olarak bulmuşlar ve en az deterjanın kullanılması için A ve C makinelerini belirlemişlerdir **(Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)**. Tuna, bir önceki aşamada C makinesi için bulunan değerin 1950 ml olduğunu sorgulatması üzerine Berat tekrar C makinesinde beyazların olduğunu ve kurduğu doğru varsayım üzerine 1950 ml nin de fazla olduğunu belirtmiştir **(Doğrulama)**. Grup arkadaşlarının A ve B çamaşır makinelerinin yıkama kapasitelerini söylemleri üzerine her makinada 50 kg çamaşır yıkandığını varsaydığından Tuna yanlış oluşturduğu model üzerinde sözel olarak hesaplamalarına devam etmiştir **(Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)**. Berat, Tuna'ya gerçekçi varsayımla kurduğu modeli : "20 kilo değil mi beyaz yok 30 kilogram beyazlar işte 3 defa yıkıyor. 30'u 12'ye bölsene." (**Doğrulama**, **Matematikselleştirme)** şeklinde ifade ettiğinde öğretmene sorarak doğrulatma gereği duymuştur. Grup üyeleri beyaz

çamaşırlar için kurulan gerçekçi varsayıma dayanan çalışma bölümüne geçmiştir **(Matematikselleştirme)**.

Banu: *Öyle mi oluyor?*

Sude: *Evet, öyle oluyor. […]. Tamam, şimdi burada A ve C'yi alıyoruz. Çünkü bu daha fazla geldi.*

Ekran Alıntısı:



Tuna: *C niye 3900?*

Ümit: *Evet ya, C niye 3900?*

Tuna: *1950 bulduk ya.*

Berat: *Evet.*

Sude: *Çarptık ya hani bunu 10'la.*

Berat: *C sadece beyazmış.*

Ümit: *Haaa.*

Tuna: *Ama 5 kere yıkıyor ya bu.*

Ümit: *5 defa yıkıyor ya.*

Sude: *Neden?*

Tuna: *Çünkü o, 9 ile 12 arasında yıkayabiliyor ya. 10'la yıkadın mı, 50/10 = 5 defada yıkıyor.*

Sude: *E o zaman bunları neden 10'la çarptık?*

Tuna: *Çünkü bu 10 defada yıkıyor. Bu kaçla kaç arasında?*

Sude: *6 ile 8 arasında.*

Tuna: *Bu da 7 defa yıkıyor… yok, 8 defa.*

Berat: *7 defa, 7, 7.*

Banu: *Eee bu da 4 ile 5 arasında diyor ya.*

Tuna: *Doğru doğru, 7 defa yıkıyor.*

Tuna: *Bu 5, bu 7, bu da 10 defa yıkıyor… bak, yok tam tersi; bu 10, bu yedi, bu 5.*

Berat: *Ama bak bir şey söyleyeceğim. Bu sadece beyazmış.*

Berat: *O yüzden 2 defa yıkıyor.*

Tuna: *Oğlum, beyaz da 50 kilogram ya.*

Berat: *Hayır.*

Sude: *Toplam 50 kilogram.*

Tuna: *O zaman nasıl yapacağız?*

Berat: *20 kilo değil mi beyaz… yok, 30 kilogram beyazlar. İşte 3 defa yıkıyor. 30'u 12'ye bölsene.*

Tuna: *Hocam, C sadece beyazları mı yıkıyor?*

Öğretmen: *Öyle yazmıyor muydu, burada ne yazıyordu?*

Sude: *Evet, öyle yazıyor.*

Banu: *Evet hocam, C beyazları yıkıyor diyor.*

Berat: *3 defa oluyor, 3 defa. [Beyaz çamaşırların C makinesinde 3 tur yıkanması gerektiğini ifade eder].*

Sude: *Ya siz neyi diyorsunuz?*

Berat: *3 kere çalışıyor beyazları yıkamak için.*

Sude: *Tamam işte, bunu 3 ile çarpacağız.*

Berat: *Tamam, çarp.*

Banu: *C'yi çarp, 3 ile bir.*

Grup çalışması sürecinin başında verilenleri tam olarak anlamlandıramadığı için Tuna tüm makinalarda yıkanan çamaşırların 50 kg olduğunu kabul ederek kurduğu yanlış varsayım üzerine yaptığı sözel hesaplamalarla grup üyelerini etkilemiştir. Bu aşamada çamaşır miktarlarını ve renkli çamaşırların yıkandığı makineleri doğru anlamlandıran Tuna'yı arkadaşları onaylamıştır **(Problemi Anlamave Doğulama)**. C makinası için yapılan işlemde hata yapılarak bulunan 1070 değerini düzelterek 1170 yapmışlar ve bir önce kurdukları yanlış varsayımla hesapladıkları 3900 değerini değiştirerek 1170 olarak düzeltmişlerdir **(Doğrulama)**. Renkli çamaşırlar için kullanılan deterjan miktarıyla ilgili yapılan çalışma sürecinde Berat B makinasının 3 tur çalıştırılması gerektiğini söylediğinde; en fazla çamaşır alma kapasitesine göre (8 kg) üç turda 24 kg yıkanması gerektiği düşünen Sude'ye oluşturduğu varsayımın doğru olğunu sözel olarak yaptığı açıklamayla aktarmıştır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak ÇalışmaveDoğrulama**). Renkli çamaşırların tamamının B' de yıkanacağı ihtimaliyle yaptıkları hesaplamaların işlem kontrolü yapıldıktan sonra A makinesi için gereken deterjan miktarını belirleme aşamasına geçmişlerdir **(Doğrulama).**

Tuna: *Ya o zaman bunlarda sadece renklileri yıkıyormuş A ile B.*

Berat: *Öyle mi?*

Tuna: *Evet, öyle yazıyor.*

Sude: *Evet.*

Tuna: *Renkli çamaşırlar ise…*

Tuna: *O zaman niye bunu 50'ye böldük?*

Sude: *50'ye mi böldük?*

Banu: *Siz öyle dediniz de, o yüzden öyle yaptık.*

Sude: *Toplam […].*

Berat: *C'yi yapsana sen bir.*

Berat: *390 ile 3'ü çarp. [C makinasının verilerini eliyle gösterir].*

Sude: *Beyaz 3, tamam. Şuraya yapıyorum.*

Berat: *Hadiii…*

Sude: *3 ile çarpıyoruz.*

Berat: *Hıhı, 1070, 1070. [Onaylar].*

Sude: *Tamam, bir yapayım. [İşlemi yazar]. Baksanıza buraya bu kaç oluyor?*

Banu: *1170.*

Sude: *3 defa yıkanıyor. 3 kere yıkandı.*

Banu: *A'yı şey… şimdi 3'le çarptık.*

Sude: *Hayır. Bunları da 2 ile çarpacağız. [A ve B'yi gösterir].*

Berat: *Ee bu kaç, sadece renkli miydi?*

Sude: *Bunların ikisi sadece renkli, 2 ile çarpacağız.*

Tuna: *Beyazlar 30 kilo, bunlar da 20 kilo.*

Berat: *Bunu da 3 ile çarpacağız çünkü en fazla 8 yapıyor. [B makinesi ile ilgili yapılan hesaplama].*

Banu: *Çarp 3 ile.*

Berat: *Yani iki kere olunca 16 oluyor, olmuyor. 3 ile çarpıldı. Sude, 3 ile çarpıldı.*

Sude: *Neden?*

Berat: *Ya bak, en fazla 8 kilo yıkıyormuş ya.*

Sude: *Ha.*

Berat: *8, 8 daha 16, iki çalışmada yıkayamıyor hepsini. O yüzden 3 çalışmada yıkayacak.*

Sude: *16'ya 8 ekle, 24.*

Berat: *Tamam ama en az 6; 6 ile 8 arasında da olabilir. Anladın mı?*

Sude: *Burası 20 kilogram çıktı, 20'yi aşıyor ama.*

Berat: *Ya bak…*

Sude: *Acaba şöyle olabilir mi Berat, bir dakika beni dinle.*

Berat: *Sen beni dinle; 6, 6 daha 12, 8 daha… 3 işte.*

Sude: *İşte ben de onu diyecektim, 3 ile çarpıyoruz.*

Berat: *3 işte.*

Sude: *Şuraya, bir dakika; 6-6-8, 3 ile çarpıyoruz. [20 kg renkli çamaşır için B makinasını gösterir].*

Berat: *Tamam, 295'i 3 ile çarp… Siz yardım ediyor musunuz, etmiyor musunuz? [Sude işlemi yaparken arkadaşlarına söyler].*

Tuna: *Ediyorum ya.*

Sude: *Bak, şunu kontrol edin; doğru mu çıktı?*

Berat: *Doğrudur, dur bir bakayım.*

Banu: *Bu kadar çıkmaz ki; 295 ile 3'ü çarpınca…*

Berat: *[Berat işlemi yapar] 9 kere 3…*

Tuna: *Ne yapıyorsun sen?*

Berat: *885, doğru.*

Sude: *Tamam. Bu neydi şimdi? B. Tamam, şimdi…*

Grup üyelerinden Berat'ın A makinesiyle ilgili hesaplamaları da diğer arkadaşlarının yapmasını istemesi üzerine grubun diğer üyeleri oluşturdukları modeli öğretmene onaylatma gereksinimi duyarak A makinesi için gerekli hesaplamalara geçmiştir **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma ve Doğrulama)**. Tüm makinelerin 10 tur çalıştırılmasını varsayarak yaptıklarını düzelterek kurdukları gerçekçi varsayım üzerine hesaplamalarını tamamladılar **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**. Ardından çözüm aşamasında A, B ve C makineleri;hangi makinelerin seçilmesi ve kaç tur çalıştırılması gerektiğini düşündükleri ihtimaller üzerine kurulan varsıyımla ilgili buraya kadar yaptıkları hesaplamaları kontrol ettiler. Bu sırada yalnızca işlemlerin değil varsayımların ve modelin de doğrulamasını yapmışlardır **(Doğrulama)**. Yapılan kontrolden sonra tüm çamaşırların yıkanması için en az deterjanı tüketerek çalıştırlması gereken makinelerin

hangileri ve kaçar tur çalıştırlması gerektiğini belirlemek amacıyla oluşabilecek farklı kombinasyonlardan varsayımları doğrultusunda yaptıkları seçimler sonucu elde ettikleri sonuçları kıyaslayarak A makinesinin 4, C makinesinin 3 kere çalıştırlması gerektiğine grupça karar vermişlerdir **(Yorumlama)**.

Banu: *Hadi A'yı da siz bulun.*

Tuna: *20 kilogram mıydı A.*

Berat: *Evet.*

Tuna: *Tamam 5 x 4 = 2, 4 kere yıkanacak değil mi hocam?*

Ümit: *4 defa yıkanacak.*

Sude: *Ama hani en az diyor ya en azı düşünerek.*

Ümit: *5 diyor oğlum 5.*

Tuna: *Nasıl? En az 4 kere yıkayabiliyor tamam 4 kere hocam.*

Berat: *4 kere evet.*

Öğretmen: *Neye göre 4 kere?*

Tuna: *En fazla 5 kere yıkayabiliyor ya hocam.*

Berat: *En fazla 5.*

Öğretmen: *Peki şey mi bu 20'yi sadece bundan mı oluşturacaksınız? Sırf bununla bunun toplamından mı? Çünkü bu renkli ikisi de yıkıyor herhalde. [A ve B makinelerini gösterir]*.

…

Sude: *Hangileri diyor?*

Berat: *Tamam hadi A'yı da bul A'yı da bul.*

Sude: *Şey hani bunu 5 ile çarpacağız. Bunu da 4 ile çarpacağız önce onları.*

Berat: *4 ile çarp 195 kere 4.*

Öğretmen: *Yani şu an siz şöyle mi şey yaptınız doğru mu anladım?*

Berat: *Hepsini buluyoruz.*

Öğretmen: *20 kilogramınız var ve 20 kilogramı A ile bulacaksınız sonra B ile bulacaksınız.*

Sude: *Teker teker yapacağız.*

Öğretmen: *Sonra haa.*

Berat: *Ne kadar deterjan harcadığını.*

Öğretmen: *Anladım.*

Sude: *Tamam bulduk. Bu neden 3 kere?*

Berat: *Ne 3 kere?*

Sude: *Beyazı neden 3 ile çarptık.*

Sude: *Bir dakika bir dakika.*

Berat: *Ya 3 kere yıkadığı için işte ya.*

Banu: *Burada kaç kere yıkandı?*

Sude: *Burada üç kere mi yıkandı?*

Berat: *Evet yazıyor ya orada.*

Sude: *Şimdi hangisi daha az?*

Berat: *B mi B mi?*

Sude: *Hangisinde daha az sıvı kullanıldı? A. Bir dakika.*

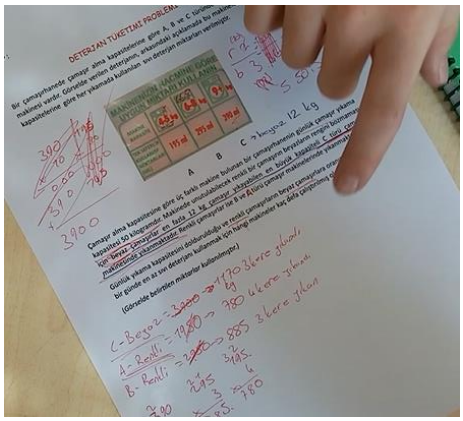
Berat: *Hayır ikisinin toplamı olacak çünkü renklilerle beyazlar farklı.*

Berat: *A'da kaç kullanıldı?*

Sude: *4.*

Berat: *Hayır 4 değil burada kaç yazıyor?*

Ekran Alıntısı:



Sude: *780.*

Berat: *B'de?*

Sude: *885.*

Berat: *O zaman A ve C renklilerle beyazlar. A ve C yaz.*

Sude: *İşte en az dediği için.*

Berat: *Tamam işte A ve C.*

Tuna: *A ve C mi diyor o?*

Berat: *Evet.*

Araştırmacı: *Karara vardı grup.*

Berat: *Evet.*

Sude: *Son bir kere daha kontrol yapacağız.*

Banu: *En az diyor A 1700 şey çıktı ya [1170 demek istemiştir].*

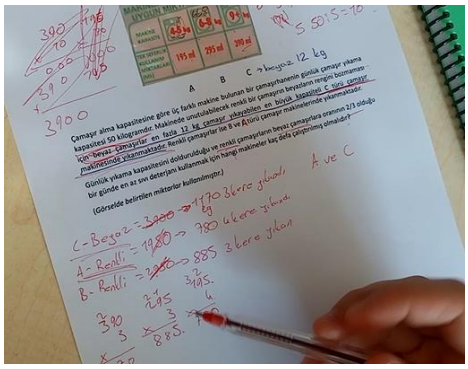
Sude: *Tamam.*

Sude: *Hayır bu beyaza özel ya başka beyaz yıkayan yok ya. Tamam mı?*

Berat: *Tamam bitti bitti.*

Sude: *Hayır bir kontrol edelim.*

Ekran Alıntısı:



Berat: *Tamam edin.*

Sude: *Edeyim mi? Gel buraya şimdi Tuna'ya da söyle. Şimdi biz bunu son bir kere daha kontrol edelim. Berat bak bi.*

Banu: *Daha kağıdı dolduracağız hadi.*

Berat: *Şimdi kontrol edecekmişiz. Ya doğru ya.*

Tuna: *Ya doğru.*

Berat: *Nasıl kontrol edeceğiz?*

Sude: *Neden bunu 3 ile çarpıyoruz [C makinasını gösterir].*

Berat: *Hangisi bunu mu?*

Berat: *Çünkü 3 kere çalıştığı için 30 kilo şeyi.*

Banu: *9'u 3 ile çarp.*

Berat: *Ya 9'un üstünü toplamda 12 kilo yıkayabiliyor bu en fazla.*

Sude: *Yani 10 da olabilir diyorsun.*

Berat: *Evet.*

Sude: *Ama burada ha tamam anladım.*

Tuna: *Evet doğru hadi.*

Banu: *A ile C diyoruz.*

Berat: *Evet.*

Sude: *Tamam.*

Berat: *Hocam bizim bitti.*

Araştırmacı: *Sayısal sonuç probleminiz için yeterli yanıtı oluşturdu mu? Grup onayladı mı bunu?*

Araştırmacı: *Yazınız o zaman onu [Sunumlardan önce dağıtılan çalışma kağıdını doldurulması gereken yeri gösterir].*

Sude: *Şey şu cevabı.*

Araştırmacı: *Tamam.*

Sude: *Ümit kabul etti mi? Sonra geldi.*

Sude: *A ve C makineleri çalışır. Toplam 7 kez çalışır. Şey ne diyecektim? A, 4 kez C ise 3 kez.*

Soruların yanıtlanması aşamasında Tuna ve Berat çözüm aşamalarında doğru varsayımları oluşturmalarına rağmen varsayım ifadesini kavramsal olarak anlamlandıramadıklarını ifade ettiklerinde diğer grup üyeleri, bir önceki uygulama probleminde yapılan açıklamalara değinmiştir.

Sude: *Bana bakın bunu birlikte dolduracağız. [Çalışmanın bittiğini sanarak dışarı çıkmak isteyen arkadaşlarına söyler].*

…

Banu: *Problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyacınız var mı? [Soruyu okur]. Tuna beraber yapacağız.*

…

Tuna: *Varsayım ne?*

Berat: *Varsayımları ben anlamıyorum ya.*

Tuna: *Ha.*

Sude: *Anlattı ya öğretmen, kaç kere olduğunu farz ediyoruz.*

Banu: *Olduğunu […].ve gerçek.*

Sude: *Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir? [1.3. sorunun cevabını yazarlar].*

…

Sude: *Buraya işlemleri yazacağız şimdi [Grup çalışması sırasında yaptıkları çözümü yazmaya başlamıştır] yazalım.*

Banu: *Şu çarptıklarımız yap.*

Sude: *Beyaz 2/3.*

Banu: *10 yap.*

Sude: *2 + 3 = 5, 50 **:** 5 = 10.*

Sude: *10'la çarpacağız.*

Banu: *20/30.*

Sude: *Renkli [Sesli bir şekilde söyleyerek yazar].*

Banu: *1170 yaz.*

Sude: *Yaz direk.*

Banu, Sude: *780.*

Banu, Sude: *885.*

Banu: *A ve C çıkıyor, yanına da A ve C yaz.*

Sude: *Bekle, 3 kere yıkandı.*

Banu: *Onları yazmaya gerek yok, çarpı 4 filan yaz.*

Sude: *[4. sorunun yanıtını yazar**:** A ve C'nin toplamı… yıkandı. A ve C makineleri…]*

Sude: *Kaç defa çalıştırılmış olabilir diyor.*

Sude: *1 dakika […]. 7 kez çalıştırılır. Şunların çarpımını da yazalım. 390…*

Araştırmacı: *Problemin cevabını söylemeyeceğiz, en doğrusuna kendiniz karar vereceksiniz. Neden söylemeyeceğiz? Çünkü sunumlardan sonra 7. soruyu dolduruyoruz ya.*

Banu: *[4. sorunun yanıtı yazılır] Hocam oldu ha, şunu dolduracak mıyız?*

Araştırmacı: *O grup sunumlarından sonra.*

…

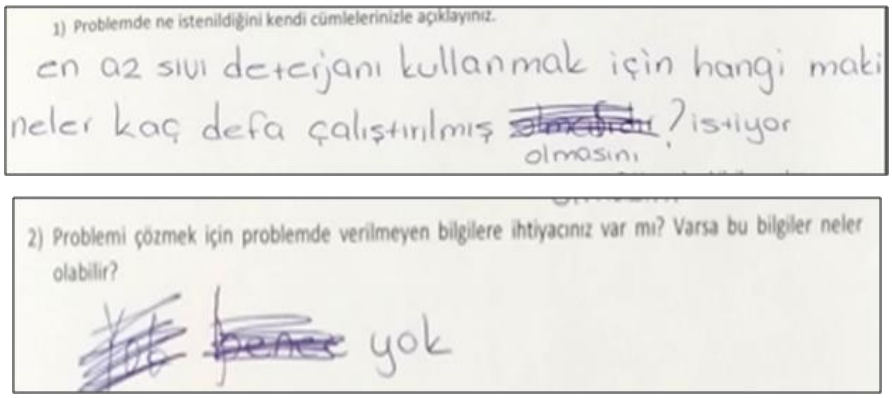
Sude: *Yaptık biz [Soruların yanıtını tamamlarlar].*

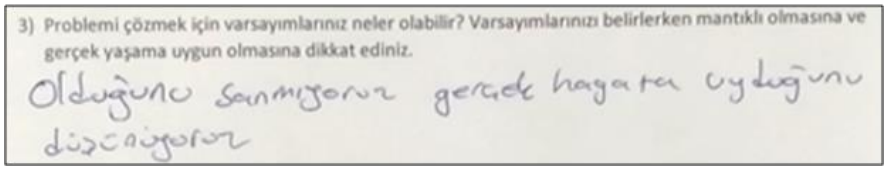
Araştırmacı: *Tamam.*

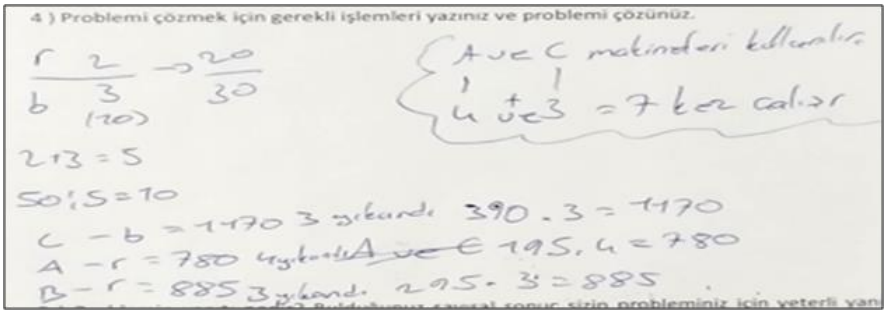
En az deterjanın kullanılabilmesi için hangi makinelerin kaç defa çalıştırılması gerektiğine karar verilirken Tablo 3'de verilen deterjan tüketimi MOE problem durumunun olası beş çözüm sonucunun göz önünde bulundurulması ve sonuçların karşılaştırılması gerekmektedir. Yapılacak karşılaştırmalar sonunda tüm çamaşırların en az deterjanın kullanılarak yıkanması için V. durum seçilmelidir. Yeşil grup çözüm aşamalarında beş durumdan varsayımları doğrultusunda kurdukları modeli çözümleyerek, tabloda verilen beş durumdan III. ve IV. durumu incelemiş ve karşılaştırmıştır. Beş farklı durum içerisinden ikisini göz önünde bulundurarak belirledikleri durum, seçilmesi gereken V. durum olduğu için doğru sonuca ulaşmışlardır. Şekil 39'da grup çözüm kağıdındaki sorulara verilen yanıtlar incelendiğinde; problemi tam olarak anlamlandırdıkları ve verilenle istenenleri belirleyerek aralarında uygun bir ilişki kurdukları, gerçekçi varsayımlar kurmalarıyla oluşturdukları modeller doğrultusunda çözüme ulaştıkları için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyaç duymadıkları, yaptıklarını kontrol ederek çözümlerinin doğru olduğu ifade edilmiştir.

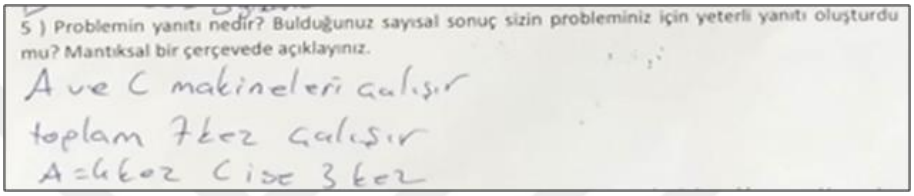
Şekil 39

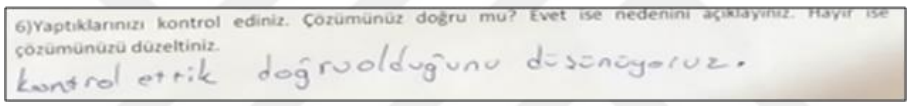
Grup çözüm kağıdı (Yeşil Grup-Deterjan Tüketimi)




3) Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir? Varsayımlarınızı belirlerken mantıklı olmasına ve gerçek yaşama uygun olmasına dikkat ediniz.
Olduğunu sanmıyoruz gerçek hayata uygunu düşünüyoruz


4) Problemi çözmek için gerekli işlemleri yazınız ve problemi çözünüz.
r 2 → 20
b 3 30
(10)
2+3=5
50:5=10
C − b = 1170 3 yıkandı 390 . 3 = 1170
A − r = 780 yıkandı A ve C 195. 4 = 780
B − r = 885 3 yıkandı 295 . 3 = 885
A ve C makineleri kullanılır
4 ve 3 = 7 kez çalışır


5) Problemin yanıtı nedir? Bulduğunuz sayısal sonuç sizin probleminiz için yeterli yanıtı oluşturdu mu? Mantıksal bir çerçevede açıklayınız.
A ve C makineleri çalışır
toplam 7 kez çalışır
A=4 kez C ise 3 kez


6)Yaptıklarınızı kontrol ediniz. Çözümünüz doğru mu? Evet ise nedenini açıklayınız. Hayır ise çözümünüzü düzeltiniz.
kontrol ettik doğru olduğunu düşünüyoruz.

Yeşil grup üyelerinden gönüllü olarak belirlenen öğrenci yaptıkları çözümü sınıf arkadaşlarıyla paylaşarak sunum yapmıştır. Sunum sonunda araştırmacı tarafından değiştirmek istedikleri yer olup olmadığı sorulduğunda, olmadığını belirtmişlerdir. Yeşil grup üyelerine diğer sınıf arkadaşları tarafından bir soru yöneltilmediği için sunum tamamlanmış ve tüm grup üyelerinden etkinlik sonu dağıtılan soruları tamamlamaları istenerek etkinlik sonlandırılmıştır.

Araştırmacı: *Evet, yeşil grubun çözümünü anlatıyor arkadaşımız. [Sunum için gönüllü grup üyesi gelir].*

Sude: *Şimdi ilk önce biz renklilerin ve beyazların oranını bulduk [r/b yazar]. Şimdi en fazla 50 kilogram aldığı için 3 ile 2'yi topladık = 5. Bu sayıyı 50'ye böldük. Sonra bunları 10'la çarptık, genişlettik [⅔ kesrini genişletir]. Renklilerin 20, beyazların 30 olduğunu bulduk. Şimdi [Tahtaya A, B ve C harflerinin yanına sırasıyla r, r ve b yazar]. C'de beyazların, A ve B'de renklilerin yıkadığını yazdık.*

Araştırmacı: *Oradaki A, B ve C'nin yanına yazdığın B, beyazlar; A ve B'de renkliler anlamında.*

Sude: *Evet.*

Araştırmacı: *Tamam.*

Sude: *390'ı 3 ile çarptık. [Çözüm kağıdında yer alan yaptıkları çözümü yazar].*

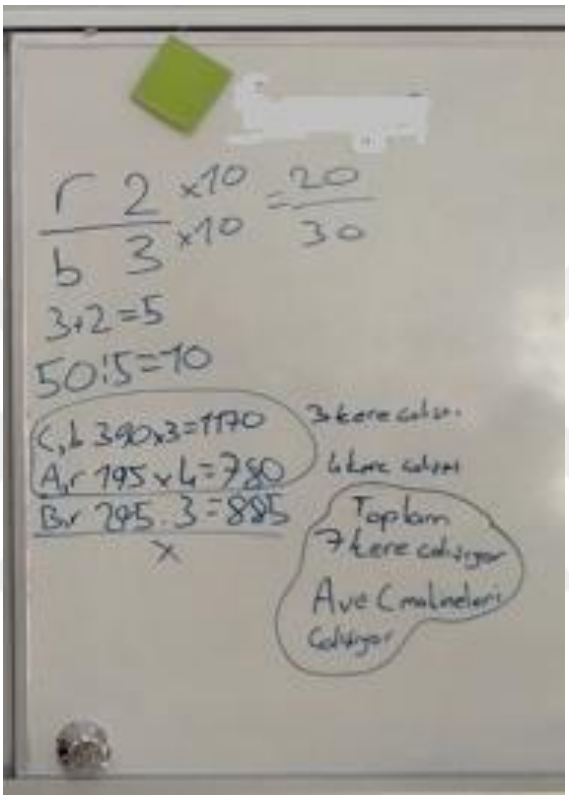
Araştırmacı: *Yeşil grubun değiştirmek istediği yer var mı?*

Grup üyeleri: *Yok.*

Yeşil grup sunum sonunda Şekil 40'da verilen çözümlerinde hehangi bir değişiklik veya düzeltme yapmamıştır.

Şekil 40

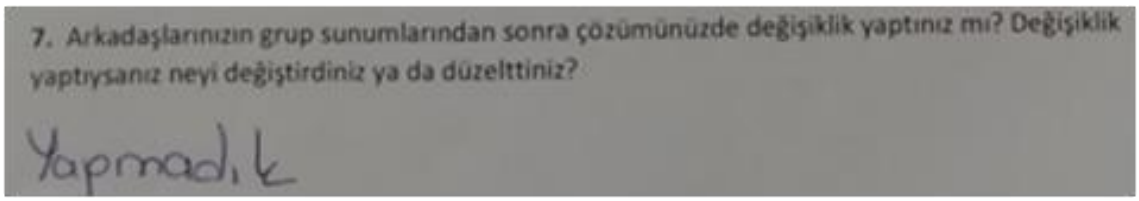
Yeşil grup deterjan tüketimi MOE sunum



Etkinlik sonu verilen Doğrulama yeterliği kapsamında sorulan "Sunumlardan sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı?" Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzeltiniz?" sorusuna yapmadıklarını ifade etmişlerdir. Sunum sonu etkinlik kağıdında yer alan öğrenci yanıtlarına ilişkin örnek Şekil 41'de verilmiştir.

Şekil 41

Sunum sonu etkinlik kağıdı (Yeşil Grup – Deterjan Tüketimi)



Grubun çözüm yaklaşımları incelendiğinde, en az deterjan tüketiminin belirlemesi amacıyla beş farklı durum içerisinden ikisini göz önünde bulundurdukları için bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlar oluşturdukları düşünülmüştür. Söz konusu varsayımlarına dayalı olarak doğru matematiksel model oluşturup çözümünü gerçekleştirmişlerdir. Elde ettikleri çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlamışlardır. Süreç boyunca doğrulama yaklaşımında bulunan grup elemanları belirledikleri hataların hepsini düzeltmiş olsalar da göz önünde bulundurmaları gereken beş durumun tamamını karşılaştırmadıkları için bir ölçüde düzeltme yapmış olarak değerlendirilmişlerdir. Söz konusu değerlendirmeler sonucunda Yeşil grubunun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri Tablo 17'de verilmiştir.

Tablo 17

Deterjan tüketimi MOE uygulamasında yeşil grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri

YEŞİL Grup	**DETERJAN TÜKETİMİ MOE**
Problemi Anlama	4
Sadeleştirme	2
Matematikselleştirme	2
Matematiksel Olarak Çalışma	4
Yorumlama	4
Doğrulama	5
Toplam	**21**

4.1.3. Geri Dönüşüm Günü Model Oluşturma Etkinliği Uygulamasına İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Öğrencilerin etkinliğe ısınmaları amacıyla MOEnin bir gün önce dağıtılan tanıtıcı makale bileşeni "Kâğıt Atık Ürünler" makalesinin altlarındaki soruların uygulamadan önce her gruptan öğrencilere söz hakkı verilerek yanıtlaması sağlanmıştır. Ardından öğrecilere bireysel etkinlik kâğıtları dağıtılarak problem üzerinde bireysel olarak çalışmaları için süre verilmiştir. Verilen süre tamamlandıktan sonra grup çalışmalarına geçilmiştir.

Araştırmacı: *Okudunuz mu? Süpersiniz. Şimdi o zaman şu soruları cevaplandıralım bakalım." Atık kağıtların toplanıp ayrıştırılması amacıyla çevremizde yer alan kâğıt atık ürünlerine örnekler veriniz." [Tanıtıcı makalenin ilk sorusu okunur]. Mavi gruptan ismini söyle.*

Mavi Grup-Naz: *Naz. Kağıt gazete, süt ürünleri*

Araştırmacı: *Evet sen de söyle Sude.*

Yeşil Grup- Sude: *Ben şey dedim. Kitaplarımızın sene sonunda geri dönüşüm için getirilmesi.*

Araştırmacı: *Arkadaşınız verdiği kitapların geri dönüşümüyle ilgili bir örnek vermiş. Farklı bir örnek vermiş. Doğru bir örnek vermiş. Başka bir fikri olan varsa söyleyebilir. "Bir yerleşim bölgesinde 50 ton kâğıt tüketimi azaltılsa ortalama kaç adet ağaç kurtarılmış olur?" [İkinci soru okunur].*

Turuncu Grup- Adin: *850 tane.*

Araştırmacı: *Çünkü 1 ton kağıdın 17 tane kurtardığını hesapladın. Geldik diğer soruya; "Tarihte 1960 yılında kurulan Rittenhouse değirmeninin kuruluş amacı nedir?" [Üçüncü soru sınıfa sorulur]. Söz hakkı almayan arkadaşımıza verelim.*

Sarı Grup - Esra: *Geri dönüşüm kaynaklı kağıt üretimi için kurulmuştur.*

Araştırmacı:*Evet son soru; "Çevrenizde atık kâğıt ürünlerinin geri dönüşüme kazandırılması için neler yapılabilir?" [Son soru sınıfa sorulur] sizce. Yalnız turuncu grup hiç söz hakkı almadı.*

Mavi Grup- İmer: *Geri dönüşüm kutuları kullanılabilir.*

Araştırmacı: *Evet arkadaşlar bireysel kağıtlarımızı dağıtalım sorumuza geçelim.*

4.1.3.1. Geri Dönüşüm Günü Model Oluşturma Etkinliğinde Turuncu Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Beş öğrenciden oluşan turuncu grubun bireysel çalışma sürecindeki kâğıtları incelendiğinde, sadece Emir'in problem durumunda verilen tabloda mart ayında toplanan kâğıt miktarlarının alım ücretlerini hesaplamaya çalıştığı görülmüş diğerlerinin bireysel kâğıtlarında herhangi bir çalışma yapmadıkları gözlenmiştir. Grup çalışmasına geçebilmeleri için araştırmacı ve öğretmen, grup üyelerine sorular yöneltmiştir. Araştırmacı ve öğretmenin yönlendirmeleriyle grup elemanları problemi yüksek sesle okuduktan sonra problemi bir ölçüde anladıklarını gösteren ifadelere yer vermiştir. Verilen ve istenenleri belirlemeye çalışarak aralarında ilişki kurmaya çalıştıkları belirlenmiştir **(Problemi Anlama)**. Bu ilişkide grup üyelerinden Utkan kazananın belirlenmesi için iki ay boyunca en çok para toplayan şeklinde

ifade ederken Turan bir ay boyunca toplanan kâğıt miktarının fiyatının hesaplanması gerektiğini ifade ederek yanlış varsayımda bulunmuştur **(Problemi Anlama, Sadeleştirme).**

Araştırmacı: *Problemi anlamadıysanız tekrar okuyun].*

Utkan: *A-B-C-D göremiyorum ben burada].*

Öğretmen: *Okudunuz mu? Var mı sormak istediğiniz bir şey? Burada neler yazıyor anlat bana [Utkan'a sorar.] Ne anlatıyor?].*

Utkan: *Geri dönüşümü anlatıyor hocam].*

Öğretmen: *Tamam sen şimdi soruyu oku, ben sana soracağım].*

Utkan: *Hocam, geri dönüşümden toplanan kâğıtların fiyatlarını soruyor].*

Öğretmen: *Peki. Mesela ne anladın başka?].*

Utkan: *Hocam bunu anlatıyor işte geri dönüşümdeki kâğıtların fiyatını].*

Öğretmen: *Ne tür kâğıtlar varmış geri dönüştürülen kâğıtlar?].*

Utkan: *Kullanılmış gazete, karışık renkli kâğıt, A4 fotokopi kâğıdı […] şey diyor hocam]. Buna şey diyor]. İki ay boyunca en çok para toplayan].*

Turan: *Ya oğlum bir ay boyunca yaptıklarını hesaplayacağız]. Buraya yazacaksın ya].*

Utkan: *Bunlar topladıkları kâğıtlar]. Tamam mı? Bunlarda fiyatları].*

Grup üyeleri bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlara dayalı oluşturdukları eksik matematiksel model doğrultusunda sadece mart ayına ait toplanan kâğıtların fiyatı hesaplanarak grupların kâğıt alım ücretleri A=72, B=128, ve C=81 TL olarak bulunmuştur **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)** Utkan, D grubunun alım ücretini 57 TL olarak hesapladığında arkadaşları D=54 TL olduğunu ifade ederek düzeltmiştir **(Matematiksel Olarak Çalışma, Doğrulama)**. Bireysel olarak değerleri toplarken işlem hataları yaparak farklı değerler bulunmasına rağmen, grupça dört gruba ait tüm değerleri toplayarak 335 TL sonucuna ulaşılmıştır **(Matematikselleştirme, Doğrulama).** Kazanan grubun belirlenebilmesi için tabloda nisan ayına ait verilmeyen değerlerin hesaplanması gerektiğinin fark etmeyen grup üyeleri nisan ayında sadece B grubuna ait kâğıt alım ücreti olan 24x 4= 96 TL ile mart ayında grupların toplam kâğıt alım ücretiyle toplayarak iki aya ait ücretin 335+96 = 431 TL olduğu ifade edilmiştir **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**.

Utkan: *Kilosu 3 TL olduğuna göre 24 ile 3'ü çarpacağız]. 3 tane 4, 12]. 12'nin 2'si elde var 1]. 3 tane 2, 6 – 7]. 72 yapıyor hocam [İşlemi yapar].*

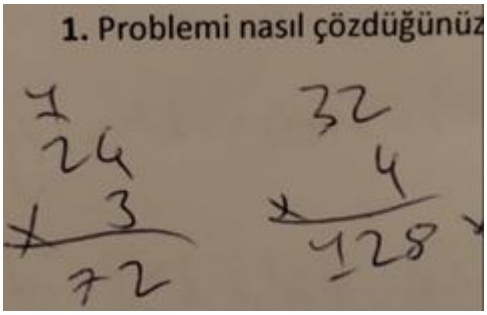
Öğretmen: *Onu buldun]. Şimdi de B türünden].*

Utkan:*Haa tamam hocam]. 32 ile de 4'ü çarpacağız [B grubunun mart ayında topladığı kâğıt miktarıyla kâğıt alım ücretini çarpar.].*

Öğretmen: *Utkan şu an iyi gidiyor]. Siz ne yapıyorsunuz?].*

Utkan: *Hocam 12 oluyor, 128 kilo oluyor hocam [İşlemin sonucunu yazar].*

Çözüm Kağıdı:



Öğretmen: *Daha bitmedi]. Daha bir de...*

Utkan: *C var. Ama bu nasıl 4,5 değil mi hocam?].*

Öğretmen: *Virgül kaydırman gerekiyor]. Sonra en son önce bir çarp].*

Utkan: *Tamam hocam 8 tane 5, 40 yapıyor [18×4,5 işlemini yapar.].*

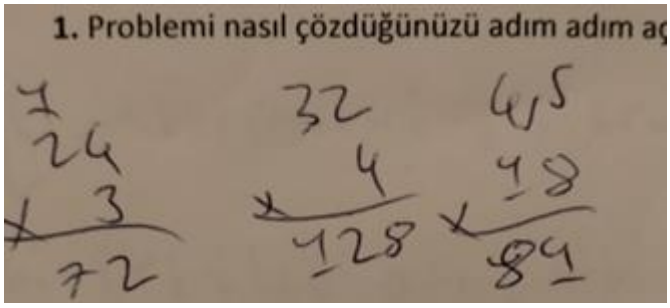
Öğretmen: *Turan'cım sen neden çarpmıyorsun?].*

Turan: *Yapıyorum hocam].*

Adin: *D'yi bulacağız, D'yi, D'yi].*

Utkan: *81 yapıyor hocam [C grubunun topladığı kâğıt fiyatı ücretini söyler.].*

Çözüm Kağıdı:



Öğretmen: *Şimdi artık D grubunun da ne kadar kazandığını bulun beyler.*

Utkan: *27 ile 2'yi [İşlemi yapar.]. 57 yapıyor hocam.*

Adin: *54].*

Turan: *Doğru].*

Utkan: *Hocam ben hepsini buldum.*

Öğretmen: *Mart ayının toplam miktarını da bul.*

Utkan: *Hocam ben ilk baş 128 ile 81'i topladım]. 209 buldum. 54 ile 72'yi topladım, 126 buldum]. Şimdi bunları topluyorum.*

Adin: *335 yapıyor.*

Utkan: *Bunlar 335 mi yapıyor?*

Adin: *Toplamı.*

Utkan: *Hocam şimdi ben Nisan'ı mı yapacağım?*

Öğretmen: *Nisan'ı da yap]. Bir tane var zaten, Nisan'da sadece bu var.*

Utkan: *Tamam… Şimdi ben 24 ile 4'ü mü çarpacağım?*

Turan: *Sen kaç buldun? Toplamı kaç buldun?*

Adin: *305.*

Turan: *Ben nasıl bunu 154 buldum?*

Utkan: *Nisan 96 yapıyor. Şimdi ne yapacağız? Bunları toplayacak mıyız hepsini?*

Adin: *335 ile bunu topla.*

Utkan: *Kaç yapıyor?*

Adin: *431 hocam bizim bitti.*

Utkan: *431.*

Turan: *Hocam şimdi ne yapacağız?*

Turuncu grup üyeleri grup çözüm kâğıtlarındaki alt soruları sırasıyla yanıtlamadan "Problemi nasıl çözdüğünüzü adım adım açıklayarak anlatınız" alt sorusu ile başlayarak grup çalışmasına geçmiş olduğundan, bu aşamayı tamamladıklarını düşündükleri için araştırmacı ve öğretmen çözüm kağıdındaki diğer soruları da yanıtlayarak tamamlamaları gerektiğini hatırlatmıştır. Bunun üzerine problemi tekrar sesli bir şekilde okuyarak çözüm kağıdında yer alan "Problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız" 1. alt sorusunu; grupların aylık kaç kg kâğıt topladıklarını ve hangi grubun yarışı kazandığını istediği biçiminde yanıtlamışlardır **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)**. Ardından araştırmacının "problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere de ihtiyacınız var mı?" 2. alt sorusuna yönlendirmesi üzerine grup üyeleri soru üzerinde tartışmıştır. Tartışma sonucunda Nisan ayındaki A, C, D gruplarının ayda kaç kilo topladıkları bilgisine ihtiyaçları olduğunu belirtikleri için grup üyelerinin varsayım kavramının anlamını kavramış olduğu düşünülmüştür **(Sadeleştirme)**. Yanıtlama aşamasında Turan'ın dört grubu birden ifade etmesi üzerine Adin, Nisan ayında B grubunun topladığı miktarın verildiğini belirtmiştir **(Doğrulama).**

Öğretmen: *Bu soruların cevaplarını yazmanız lazım artık [Yazın].*

Araştırmacı: *Grup kâğıtlarına yazın [Sizler grup dağılımını yaptınız mı? Kim yazman, kim sözcü, kim yazıcı?].*

Öğretmen: *Soruları okuyun, birlikte cevap vermenizi istiyoruz [Başlayabilirsiniz, arkadaşlarınızla cevaplarınızı birlikte yazıyorsunuz].*

Turan: *Öğrenilen bilgilerle yarışmayı kazanan grubun belirlenmesinde komisyon üyelerine yardımcı olunuz [Sizce yarışmayı hangi grup kazanmıştır (Problemi seslice okur.)].*

Araştırmacı: *Buna nasıl karar vereceksiniz?*

Necati: *En fazla kâğıt toplayan grup hangisidir onu soruyor hocam.*

Araştırmacı: *Bilinmeyen katsayılar var, onları bulmanız gerek [Düşünün bakalım bunun üzerine].*

Necati: *Problemde ne istenildiğini…*

Turan: *Kendi cümlelerinizle açıklayınız [1. alt soruyu okurlar].*

Necati: *Problemde ne istiyor?*

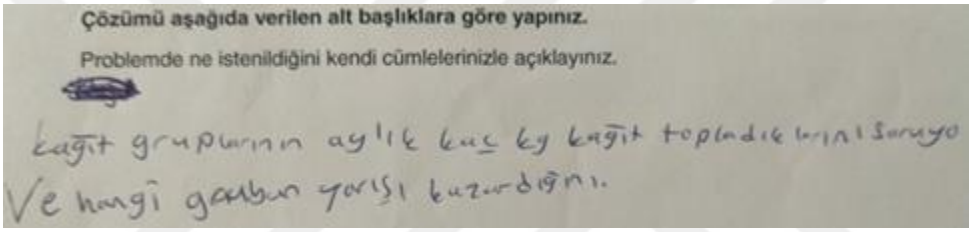
Turan: *Grupların kaç kilo kâğıt topladıklarını.*

Necati: *Yaz.*

Turan: *Burada ne diyor?*

Adin: *Kâğıt gruplarının aylık kaç kilo kâğıt [Turan yazar].*

Çözüm Kağıdı:



Araştırmacı: *Evet. Ne istemiş problemde? Ne istediğini kendi cümlelerinizle açıklıyorsunuz, tamam. Peki problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere de ihtiyacınız var mı? [2. alt soruyu okur].*

Necati, Adin: *Var.*

Turan: *Yooo.*

Araştırmacı: *Neden var?*

Turan: *Evet, kilolarını vermemiş.*

Adin: *Nisan ayındaki A, C, D kilolarını.*

Araştırmacı: *Öyle düşünüyorsanız yazın [Çözüm kâğıdı 2. alt soruyu gösterir].*

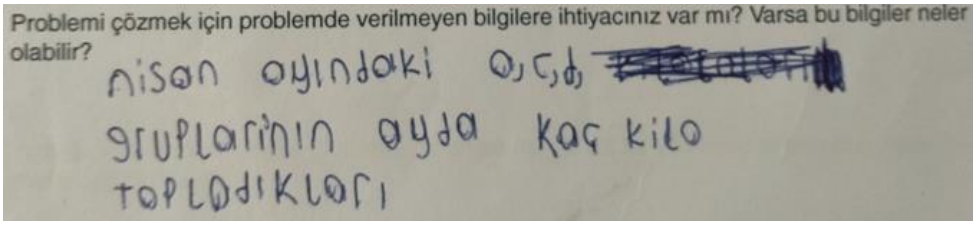
Necati: *… varsayımımız…*

Turan: *Nisan ayındaki A, B, C, D.*

Adin: *B verilmiş ya.*

Turan: *Nisan ayındaki A, C, D gruplarının ayda kaç kilo topladıkları işte.*

Çözüm Kağıdı:



Turuncu grubun 2. alt soruya verdikleri ifadeler incelendiğinde varsayım oluştursalar da kavramın ne olduğunu araştırmacıya sormaları üzerine önceki haftalarda yapılan çalışmalarda yapılan varsayım kavramıyla ilgili açıklamalar hatırlatılmıştır. Açıklama ile yapılan yönlendirmenin ardından Necati ve Adin'in, problemin bir ölçüde anlaşıldığını gösteren ifadelerde bulunarak problemde verilen ve istenilenleri bir ölçüde belirledikleri görülmesine **(Problemi Anlama)** rağmen bu alt soru yanıtlanmamıştır.

Turan: *Problem, çözmek için varsayımlarınız neler olabilir? [Çözüm kâğıdı 3. alt soruyu okur].*

Utkan: *Hocam varsayım ne demekti?*

Araştırmacı: *Varsayım bilimsel doğru demekti. Mesela apartman sorusu vermiştik buraya. Apartman sorusunda "Bu apartmanda ortalama kaç kişi yaşamaktadır?" sorusunda bilgiler vardı. Biz onlardan bazılarını seçtik, ona göre çözdük.*

Utkan: *Bizde burada kilolarına göre mi?*

Araştırmacı: *Siz de burada "şunu şöyle kabul ettik, çözümümüzü buna göre yaptık" diyeceksiniz. Bakacaksınız, sonra doğrulayacaksınız çözümünüz doğru mu diye. Değilse tekrar başa döneceksiniz. Yani problemi anlamanız gerekiyor; grupça varsayım ona göre oluşturulacak arkadaşlar. Mesela o apartman probleminde bana kaç katlı olduğu lazım olabilir, iki kat arasındaki uzunluk lazımdı. Veya aşure problemini yapmıştık sizinle; biri uzaktaydı, biri yakındaydı; iki tane kuruyemişçi vardı ya, orada uzaktakine giderken ücret vermesi gerektiği sizin bir varsayımınızdı, baştan kabullerdi yani. Burada soru ne vermiş ve ne istiyor? Buraya açıklamışsınız ama ne istediğini tam açıklamamışsınız. Evet, ne istiyor bizden? Şurada iki tane veri verilmiş, iyice okudunuz mu orasını? [Problemdeki bölümü gösterir].*

Necati: *Yani bir ay topladıkları, diğer ay da aynı oran.*

Araştırmacı: *A ve B grubu ile C ve D gruplarının topladıkları kâğıt hurda miktarları her ay orantılıdır.*

Necati: *Her ay orantılıdır.*

Araştırmacı: *Evet, her ay orantılıdır demiş. Ona göre verilmeyen sayıları bulmanız söz konusu. Bir de şurada bir bilgi var, onu da bir tekrar edin, okuyun.*

Adin: *Nisan ayında… [okur].*

Öğretmen: *Tamamlamanız lazım, hadi.*

Adin: *Varsayımı geçelim.*

Grup çalışmasının başlangıcında mart ayına ait kâğıt alım ücreti olan 335 TL ile nisan ayına ait tüm grupların kâğıt alım ücretlerinin bulunması gerektiğini göz ardı ederek sadece B grubunun kâğıt alım ücreti olan 96 TL'yi toplanmıştır. Buldukları 335+96=431 değeri çözüm kağıdında toplam değer olarak belirtilmiştir **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma).** Problem durumunda verilen her ay orantılıdır ifadesini yanlış yorumlayan grup üyeleri mart ve nisan aylarındaki toplam kâğıt alım ücretlerinin birbirine eşit olduğunu varsaymıştır **(Yorumlama)**. Bu nedenle 335 değeri 2 ile çarpılarak 335x2= 670 sonucuna ulaşılmıştır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**. Alt sorularda Nisan ayına ait verilmeyen değerlerin bulunmasına yönelik açıklamalarda bulunsalar da bu değerler kurulan matematiksel modelin çözüm sürecine tam olarak doğru bir şekilde yansıtılmamıştır. Tüm grupların ayrı ayrı kazandıkları ücreti hesaplamaları gerektiğine bakmaksızın çözüme devam etmeleri bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlara dayalı olarak matematiksel model oluşturdukları ve modeli çözmeye çalıştıklarını göstermiştir. Öğrenciler kurdukları hatalı matematiksel modelde kazanan grubu belirlemek yerine tabloda verilmeyen değerler göz ardı edilerek tüm grupların iki ayda toplam kâğıt alım ücreti 670 TL olarak hesaplayarak problemin çözümünü tamamladıklarını düşünmüştür.

Adin: *8, 1 daha 9 [24x4=96 işlemini yazar]. Hocam bitti.*

Öğretmen: *Tamam. Arkadaşlarına da bir sor, yazdıklarını bir okusunlar.*

…

Necati: *Anladın mı? [Utkan'a sorar].*

Turan: *670 mi?*

Necati: *Evet.*

Adin: *Bunu buldun ya, bunun şeyini yaz.*

Necati: *Ne istiyor?*

Adin: *Çözümünü yaz.*

Turan: *Hangi tarih? [Hangi aya ait kâğıt alım ücreti olduğunu sorar].*

Necati: *İki ayın toplamı bu. Mart ile nisan ayını topladım.*

Necati: *Ücreti ikiyle çarpacağız.*

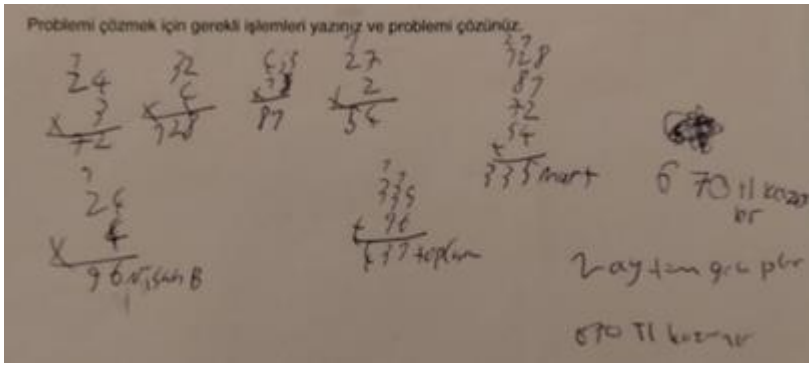
Adin: *Niye ücreti ikiyle çarpıyoruz?*

Necati: *Aynıymış çünkü kazandıkları para. Bu ay ne kadar para kazandılarsa, bu ayda o kadar para kazandılar. Aynı parayı kazanacaklar yani.*

Adin: *335.*

Necati: *Orantılı olduğu için bu da 335 lira olacak… 670. İki ay bu kadar kazanıyor.*

Çözüm Kağıdı:



Necati: *Hocam oldu.*

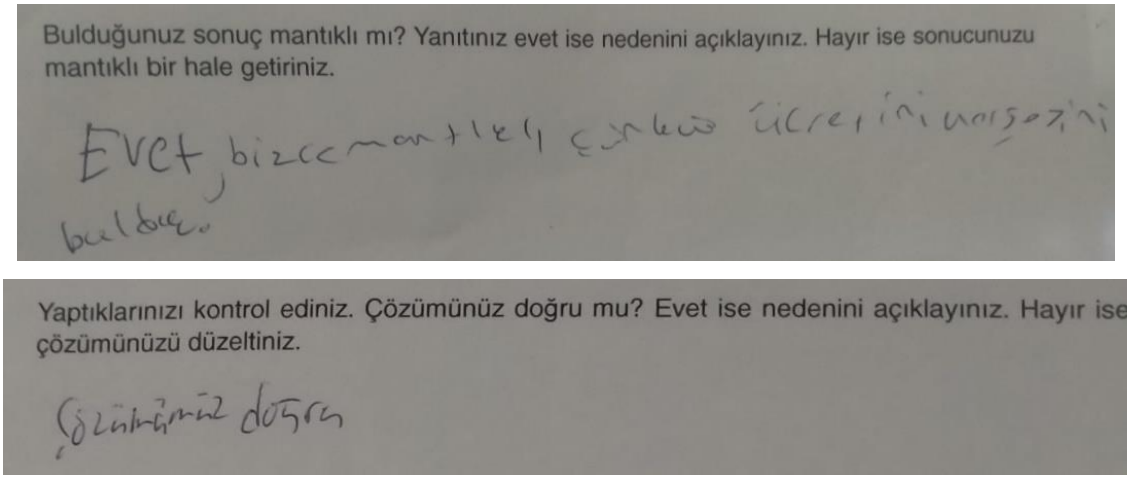
Öğretmen: *Vereceklerinizi yazdınız mı? Tamam mısınız?*

Necati, Turan: *Evet.*

Turuncu grup üyeleri, çözüm kağıdında bulunan 5 ve 6. alt soruyu da yanıtlayarak sunumlardan önce tüm soruları tamamlamışlardır. Problemin yanıtının ve bulunan sonucun yeterli bir yanıt oluşturup oluşturmadığını mantıksal bir çerçevede açıklanması istenen 5. soruya; ücretini hesapladıkları için mantıklı bir sonuç bulduklarını belirtmişlerdir. Doğrulama yeterliğine ilişkin; elde edilen çözümün doğruluğunu sorgulayan 6. soruya yaptıklarının kendi açılarından doğru olduğunu ifade etmişlerdir **(Doğrulama).** Sunum sonu etkinlik kağıdında yer alan öğrenci yanıtlarına ilişkin örnek Şekil 42'de sunulmuştur.

Şekil 42

Çözüm kağıdı (Turuncu Grup-Geri Dönüşüm)



Turuncu gruptan Utkan ve Turan grup çözüm kağıdında bulunan yaptıkları işlem ve hesaplamaları tahtaya açıklayarak yazmıştır. Araştırmacı tarafından sınıfa grubun çözümü

hakkında sorularının olup olmadığı sorulduğunda; mavi grup üyeleri çözümlerinin yanlış olduğunu belirterek doğru orantılı olup olmadığına dikkat edilip edilmediğini sormuş, sarı grup tabloda verilmeyen değerlerin hesaplanmadığını ifade etmiştir. Yeşil grup ise turuncu grubun yanıtı tüm gruplar kazanır olarak buldukları biçiminde yorumlayarak kendi çözümlerinin tamamen farklı olduğunu ifade etmiştir. Gruba yöneltilen tüm sorular yorumlar sonucunda turuncu grup yanlışlarının nereden kaynaklandığını fark etmiş fakat tahtada herhangi bir düzeltme yapılmamıştır **(Yorumlama)**.

Araştırmacı: *Çözümünüzü yazdınız mı?*

Turan: *Yazdık hocam. Hocam ilk sunuma biz başlayalım.*

Araştırmacı: *Ne yaptınız ben anlayamadım? Grup arkadaşlarınız soruyor. 24 ile 3'ü neden çarptınız?*

Utkan: *Şeyden çarptık hocam, biz bunları… A grubunda 3 TL olduğu için hocam, 24 kilo topladığımız için. 24 ile 3'ü çarptık. C'nin ki. Sonra 27 kiloyla 2'yi çarptık.*

Araştırmacı: *Tamam. Arkadaşlarınız mart ayında topladıkları ürünlerin bedelini hesaplamışlar. Sonra ne yaptınız?*

Utkan: *Ederini hesapladık hocam.*

Araştırmacı: *Siz martı toplamışsınız. Hepsini 335 yazmış arkadaşlar. Mart ayını toplamış arkadaşlarınız. Peki 96 nereden geldi?*

Utkan: *96 da hocam nisanın.*

Araştırmacı: *Evet, 96 ediyor orası. Sonra 335 hepsinin toplamıydı. Arkadaşlar ben mi yanlış anlıyorum? 335 mart ayında toplanan para. Ama siz B grubunun nisan ayında 96 liradan toplattınız.*

Utkan: *96 ile de 335'i topladık hocam, 431'i bulduk […].*

Araştırmacı: *Tamam o zaman en sona ne yazdınız?*

Turan: *2 ay boyunca tüm grup 670 lira kazanıyor.*

Araştırmacı: *Arkadaşlarınıza sarı grup, bir sorunuz var mı? Doğru mu çözdüler?*

Mavi grup – Naz: *Hayır.*

Araştırmacı: *Neresi yanlış?*

Utkan: *Hocam biz ilk baş aylarda tablodaki şeylerin hepsini topladık hocam. İşlemlerini yaptık, cevaplarını yazdık hocam. Ondan sonra biz mart ayında toplanan bütün paraları topladık hocam, 335 bulduk. Sonra 24 kg toplamışlar hocam nisanda.*

Araştırmacı: *Nisan'da B grubu 24 kilo toplamış. Siz nisanda B grubunun parasını hesapladınız. Ama tepede hepsini martı hesapladı. Tepede mart ayındaki toplam fiyata B grubundaki nisanı eklediniz. O zaman 431 ve 96 kaldı, gerisi yok, değil mi?*

Sarı grup: *Hocam onlar şey olarak da düşünmüş olabilir. Orada hani çizgi var ya, toplamamışlar.*

Araştırmacı: *Siz çizgiyi, boş olan yerleri ne yaptınız?*

Mavi grup – İmer: *Bir de doğru orantılı olup olmadığına dikkat ettiler mi?*

Sarı grup – Efsa: *Hayır, onlar diğerlerini boş olarak almışlar.*

Araştırmacı: *Şurada boşlukları siz hesaplamadınız mı? Hesaplamamışsınız, değil mi?*

Utkan: *Evet.*

Mavi grup – İmer: *Olan sorumuz yok ama işte oraları boşluk olarak aldıkları, orayı değerle yapmayıp doğru orantıyı bulmadıkları için sonuçları yanlış.*

Araştırmacı: *Evet, turuncu grup mavi grubun dediğini anladınız mı? Evet. Yeşil grup, siz ne diyorsunuz turuncu hakkında?*

Yeşil grup – Tuna: *Tüm gruplar kazanır diyor hocam.*

Araştırmacı: *Eksik nerede? Sizinkiyle farkları nedir? Sizin yaptığınız çözümle…*

Tuna: *Bizde bir tane cevap.*

Araştırmacı: *Sizinkiyle fark var mı?*

Yeşil grup: *Çok hocam. Bizim bununla alakası yok.*

Araştırmacı: *Arkadaşlarınız neyi eksik ya da farklı düşünmüş olabilir?*

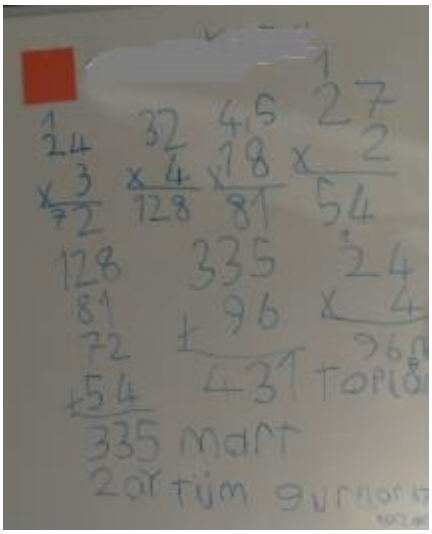
Utkan: *Hocam biz sorudaki şeyleri boş sanıyorduk.*

Araştırmacı: *Tamam, anlaşıldı olay. Diğer grup, tahtaya kim geliyor?*

Turuncu grup sunum sonunda Şekil 43'de verilen çözümlerinde hehangi bir değişiklik veya düzeltme yapmamıştır.

Şekil 43

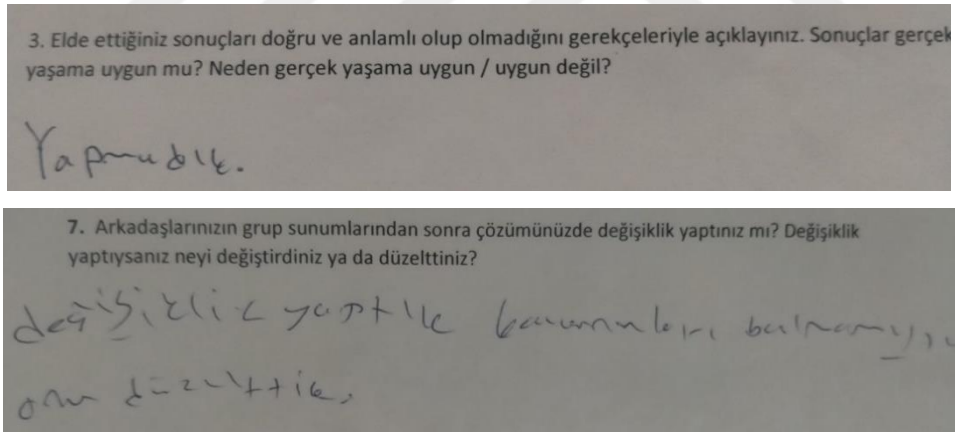
Turuncu grup geri dönüşüm günü MOE sunum



Tüm sunumların ardından etkinlik sonu dağıtılan soruları tamamlamaları istenmiştir. Etkinlik sonu verilen yorumlama ve doğrulama yeterliği kapsamında sorulan "Elde ettiğiniz sonuçları doğru ve anlamlı olup olmadığını gerekçeleriyle açıklayınız. Sonuçlar gerçek yaşama uygun mu? Neden gerçek yaşama uygun/ uygun değil?" sorusunda doğrulamayı yapmadıklarını **(Yorumlama)**, "Sunumlardan sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı?" Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzeltiniz?" sorusuna ise değişiklik yaptıklarını kazananı bulmadıkları için onu düzelttiklerini ifade etmelerine rağmen öğrencilerin yalnızca problemde isteneni bir ölçüde belirledikleri, buna bağlı olarak model ve çözümlerini düzeltmeleri gerekirken herhangi bir düzeltme yaklaşımında bulunmadıkları sonucuna ulaşılmıştır **(Doğrulama)**. Çözüm sürecindeki yaklaşımları ve grup sonu sorulara yazdıkları ifadeler göz önüne alındığında doğrulamayı gerçek yaşamdaki bilgileri göz önünde bulundurma ve gerçekçi olma olarak ele almadıkları düşünülmüştür. Sunum sonu etkinlik kağıdında yer alan öğrenci yanıtlarına ilişkin örnek Şekil 44'de sunulmuştur.

Şekil 44

Sunum sonu etkinlik kağıdı (Turuncu Grup – Geri Dönüşüm Günü)



Grubun çözüm yaklaşımları incelendiğinde, problemde verilen ve istenilenleri bir belirledikleri ancak aralarında yanlış ilişki kurdukları görülmüştür. Öğretmen ve araştırmacının yönlendirici uyarılarına rağmen bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlar doğrultusunda hatalı matematiksel model oluşturan öğrenciler bu modelleri doğru bir şekilde çözmüşlerdir. Söz konusu matematiksel modelin çözümünde hatalı çözümün gerçek yaşamda doğru olarak yorumlandığı anlaşılmıştır. Öğrencilerin çözüm süreci sonunda bir ölçüde doğrulama yaklaşımında bulunarak varsayımda hata belirlemiş olsalar da düzeltmedikleri süreç boyunca yalnızca modellerinin çözümüne ilişkin doğrulama yapan öğrenciler belirlenen hataları bir

ölçüde düzeltmişlerdir. Söz konusu değerlendirmeler sonucunda Turuncu grubunun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 18

Geri dönüşüm günü MOE uygulamasında turuncu grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri

TURUNCU Grup	**GERİ DÖNÜŞÜM GÜNÜ MOE**
Problemi Anlama	2
Sadeleştirme	2
Matematikselleştirme	1
Matematiksel Olarak Çalışma	2
Yorumlama	2
Doğrulama	2
Toplam	**11**

4.1.3.2. Geri Dönüşüm Günü Model Oluşturma Etkinliği Uygulamasında Sarı Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Model oluşturma etkinliğinin tanıtıcı makalesinde bulunan soruların sınıf ortamında yanıtlanmasının ardından çalışma sürecinde problem durumunu okuyarak anlamlandırmaya, verilen ve istenenleri belirlemeye çalışmışlardır. Bu süreçte grup üyelerinden Esra'nın "Biz doğru orantıda nasıl buluyorduk?" sorusunu öğretmenine yöneltmesiyle doğru orantıyı kullanarak modelleme sürecinin matematikselleştirme aşamasında olduğu anlaşılmıştır **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)**. Öğrencilerin etkinlikten önceki matematik derslerinde ters orantı konusuna geçmelerinden dolayı öğretmen çözüme yönlendirmek amacıyla hatırlamalarını sağlamıştır. İçler dışlar çarpımını, kelebek yöntemi olarak isimlendirdikleri için kendi gösterimlerini oluşturarak matematiksel model oluşturmuşlardır **(Matematikselleştirme).** Araştırmacının problemi doğru anlamlandırmaları amacıyla yönelttiği soru üzerine öğrencinin vermiş olduğu yanıt ile problemi bir ölçüde anlamlandırdığı anlaşılmıştır **(Problemi Anlama)**.

Esra: *Yarışmayı iki ay boyunca topladıkları kâğıt miktarı [Problemi okur]*.

Nisan: *İçinden oku.*

Esra: *Biz doğru orantıda nasıl buluyorduk?*

Öğretmen: *Biraz önce konuşmuştuk. Ters orantıyı derste, ne yapıyorduk derste?*

Esra: *Çarpıyorduk.*

Öğretmen: *O zaman doğru da? [Doğru orantıda ne yapılması gerektiğini hatırlatır].*

Esra: *Böyle böyle çarpacağız. [Tablodaki sayıların çapraz çarpılması gerektiğini gösterir].*

Öğretmen: *Aynen kelebek yöntemi gibi düşünebilirsin.*

Araştırmacı: *Soruda söylemiş mi doğru orantı diye?*

Öğretmen: *Haa onu bilmem?*

Esra: *Topladıkları kâğıt miktarı her ay orantılıdır.*

Araştırmacı: *Orantılıdır demek, tamam doğru düşünüyorsun. Sistemi biliyorsun.*

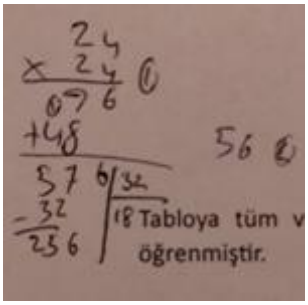
Grup üyelerinden Esra, A grubunun nisan ayına ait topladığı kâğıt miktarının bulunması için grupların topladıkları kâğıt hurda miktarlarının her ay orantılı olarak verilmesi nedeniyle 24 ile 24'ü çarpmış ve 32'ye bölünmesi gerektiğini ifade etmiştir **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)**. Söz konusu işlemleri ifade ettikten sonra grup üyelerinin matematik dünyasından gerçek dünyaya geçiş yaptıkları ve problemi anlamlandırdıkları görülmüştür **(Problemi Anlama)**. Tabloda verilmeyen değerlerden biri olan A grubunun Nisan ayında topladığı kâğıt miktarı 18 kg **(Matematiksel Olarak Çalışma)** olarak hesaplandıktan sonra Sare; A grubunun topladığı kâğıt türüne göre verilen kâğıt alım ücretlerinin çarpılması gerektiğini ifade etmiştir **(Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)**.

[…]

Esra: 576'yı 32'ye böl [Nisan'a söyler].

Nisan: 18.

Çözüm Kağıdı:



Sare: 18 kg mı yazacağız şuraya? Bunu bununla çarpacağım ben şimdi [Kâğıt alım ücretleriyle toplanan miktarları belirtir].

Esra: Hepsini topla.

Öğretmen: Yani hangi ürünlerden biriktirdiğini söylüyor mu yukarıda?

Sare: A bunu biriktirmiş, B bunu biriktirmiş, C bunu, D de bunu.

Sare: 24 ile 4'ü çarp [Esra'ya söyler].

Nisan: 96.

Grup üyeleri matematiksel modellerindeki varsayımlarını tabloda verilmeyen değerleri bularak, iki aya ait alım ücretlerinin toplanması üzerine kurmuşlardır **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)**. Problem durumundaki tabloda A ve B gruplarına ait toplanan kâğıt miktarlarından dört değerden verilmeyen bir değeri doğru orantı kurarak bulan öğrenciler C ve D gruplarına ait tabloda iki değerin verilmemesi nedeniyle değerlerin nasıl bulacaklarını araştırmacıya sormuştur. Araştırmacı problemi doğru bir şekilde anlamlandırmalarını sağlamak amacıyla doğru matematiksel modeli oluşturacak yönlendirmelerde bulunduğunda grup üyeleri verilen ve istenilenleri gözden geçirmiştir **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)**. Grup üyelerinden Esra problemde verilen "Nisan ayında A ve B grubunun alacağı toplam kâğıt alım ücreti ile C ve D grubunun alacağı toplam kâğıt ücreti birbirine eşittir" okuduğunda diğer Nisan ve Sare A ve B ile C ve D gruplarının nisan ayında toplam kâğıt alım ücretlerinin birbirine eşit olduğunun farkına varılması üzerine ücretlerin toplanıp yarısının bulunacağı üzerine yanlış varsayımda bulunulmuştur **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)**.

Esra: *Ben bulamıyorum karışıyor. Hocam ben burada C ile D'yi nereden bulabilirim?*

Araştırmacı: *İp uçlarının tekrar altını çizelim.*

Esra: *Doğru orantılıymış.*

Araştırmacı: *Bu 18 kg toplamış bu 27 kg toplamış. Demek ki oradaki orandan bir şey olamadığı için sen gidemiyorsun bir şey bulamıyorsun acaba başka bir yoldan deneyebilir misin? Başka verileri de oku bir bakalım.*

Sare: *Burada da diyor alacağı kâğıt alım ücreti.*

Nisan: *Ama bu farklı kâğıt biriktirmiş bu farklı kâğıt biriktirmiş.*

Araştırmacı: *Ama fiyatları belli.*

Esra: *Ama ne kadar biriktirdiği de yazıyor nisan ayında.*

Araştırmacı: *Belli değil mi?*

Esra: *Ama bu C ne kadar TL yapmış?*

Araştırmacı: *Soruda okurken atladığın yerler var. Çünkü ikinci noktada sana bir veri daha vermiş. Arkadaşlar yüksek sesle burayı da okur musunuz?*

Esra: *Nisan ayında A ve B grubunun alacağı toplam kâğıt alım ücreti ile C ve D grubunun alacağı toplam kâğıt ücreti birbirine eşittir [Okur].*

Nisan: *O zaman ikisi de aynı fiyatla mı almış bunu?*

Sare: *Toplayıp yarısını mı bulacağız?*

Araştırmacı: *Onu da grup tartışmasında söyleyin olur mu?*

Grup çözüm kağıdında yer alan altı alt soruyu sırasıyla yanıtlamaya başlayan grup üyelerinden 1. alt soru olan "Problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız" sorusuna Esra; kazanan grubun bulmasını ister olarak yanıtlamasıyla problemin tam olarak anlamlandırıldığı anlaşılmıştır **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)**. Arkadaşlarının onaylayan diğer grup üyeleri 1. alt soruyu yanıtlamıştır **(Doğrulama)**. Varsayımların oluşturulmasıyla ilgili 2.alt soru olan "Problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyacınız var mı? Varsa bu bilgiler neler olabilir?" sorusuna C veya D grubunun topladıkları kâğıt miktarlarından birinin verilmesi gerektiği konusunda grup üyeleri aynı fikirde olmalarına rağmen **(Doğrulama)** sorunun yapısının bozulacağı gerekçesiyle verilmeyen bilgilere ihtiyaçlarının olmadığı belirtilmiştir. "Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir?" sorusuna ise varsayımlarının olmadığı şekilde ifade edilmiştir.

Esra: *Problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız yazıyor [1. alt soruyu okur]. Bence burada kazanan grubu bulmamızı istiyor.*

Nisan: *Ne isteniliyor?*

Esra: *Biz buraya ne yazacağız?*

Araştırmacı: *Önce problemi anlama aşamasındasınız?*

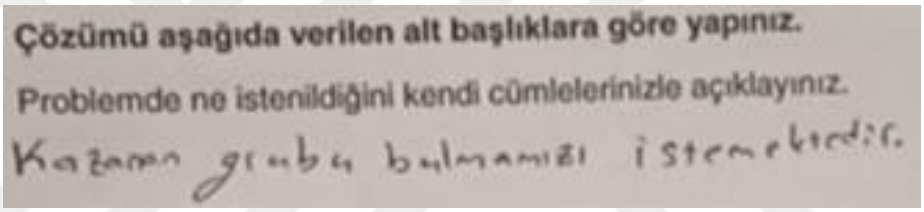
Esra: *Kazanan grubun bizden bulmasını ister.*

Araştırmacı: *Ekleyeceğiniz var mı arkadaşınıza?*

Nisan, Sare: *Yok, yok. Doğru diyor.*

Esra: *Kazanan grubu bulmamızı istemektedir yazdım.*

Çözüm Kağıdı:


Çözümü aşağıda verilen alt başlıklara göre yapınız.
Problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız.
Kazanan grubu bulmamızı istemektedir.

Nisan: *Problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyacınız var mı? Varsa bu bilgiler neler olabilir? [2. alt soruyu okur].*

Esra: *Bize C'nin veya D'nin bence nisan ayının verilmesi gerekiyordu. Çünkü*

Sare: *Evet doğru diyor.*

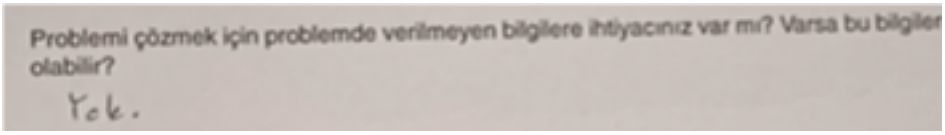
Nisan: *Ama o zaman soru bozuluyor.*

Sare: *Bence de.*

İlkan: *Aynen.*

Nisan: *O yüzden yok yazıyorum ben.*

Çözüm Kağıdı:


Problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyacınız var mı? Varsa bu bilgiler
olabilir?
Yok.

Nisan: *Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir [3. alt soruyu okur].*

Sare: *Yok.*

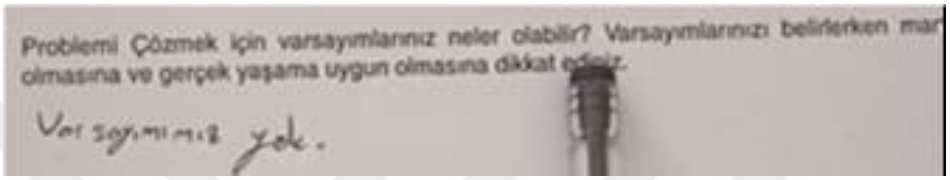
Nisan: *Varsayımlarınızı belirlerken mantıklı olmasına ve gerçek yaşama uygun olmasına dikkat ediniz [3. alt sorunun devamını okur]. Neler olabilir?*

İlkan: *Yok yazsana.*

Nisan: *Biz bulamadık yazayım.*

Sare: *Yok bulamadık varsayımımız yok.*

Çözüm Kağıdı:



"Problemi çözmek için gerekli işlemleri yazınız ve problemi çözünüz." alt sorusunu okuduktan sonra, öğrenciler bireysel ve grupça yapılan, A grubunun Nisan ayına ait kâğıt miktarı olarak hesaplanan 18 kg değerini grup çözüm kağıdına aktarmışlardır. **(Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma, Doğrulama).** İlkan'ın çarpma işleminde yaptığın hatayı Esra ve Sare düzeltmiştir [Doğrulama]. A ve B gruplarının kâğıt alım ücretlerini sırasıyla 18x3=54 ve 24x4=96 olarak hesaplayarak 96 +54=150 biçiminde toplamışlardır **(Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)**. Oluşturdukları matematiksel modelde C ve D gruplarının kâğıt alım ücretlerinin A ve B gruplarının nisan ayındaki toplam kâğıt alım ücreti olan 150 TL ye eşit olması nedeniyle doğru varsayım oluşturmalarına karşın daha önce oluşturdukları C ve D gruplarının kâğıt alım ücretlerinin 75'er TL **(Matematikselleştirme)** olarak birbirine eşit olması gerektiğini düşündüklerinden modellerindeki yanlışı düzeltmemişlerdir. Ardından C ve D gruplarının kilogram başı kâğıt alım ücretleri olan 4,5 ve 2 değerlerini 75'e bölerek buldukları her iki grubun topladığı kâğıt miktarlarının birbirine orantılı olmadığını fark etmişlerdir **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma ve Doğrulama)**. Bunun üzerine öğrenciler varsayımlarını gözden geçirerek doğrulama yaklaşımında bulunmuşlardır.

Nisan: *Problemi çözmek için işlemlerinizi yazınız ve problemi çözünüz [4. alt soruyu okur].*

Esra: *Arkadaşlar hadi.*

Nisan: *A ve B doğru orantılıymış, kelebek yöntemini yapıyoruz. 24 ile 24'ü çarpmamız lazım. Sonra bununla bunu çarpacağız. 24 ile 24'ü çarpın bakalım.*

İlkan: *92 yapmıyor mu?*

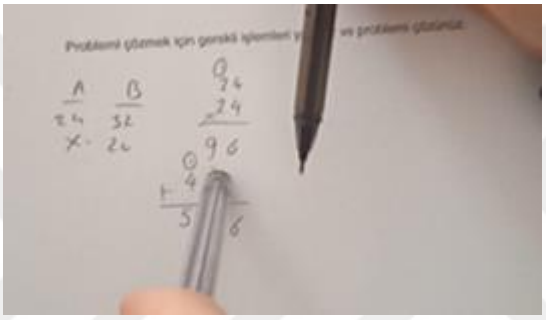
Esra: *Hayır, hayır.*

Sare: *Hayır, 4 kere 4, 16.*

Esra: *Sonra 24 ile 24'ü çarpıyoruz arkadaşlar.*

İlkan: *Ver ben çarpayım [İşlemi yapar]. 576.*

Ekran Alıntısı:



Esra: *Doğru orantılı demiş A ve B. Bunları çarpınca, bir de bununla bunu çarptığımızda bunların birbirine eşit olacakmış… 576'yı 32'ye bölüyoruz. 18 ediyor.*

Esra: *Sonra A grubu 18 ile 3'ü çarparız. 54 TL ediyor. 24 ile 4'ü çarp.*

Sare: *96 TL.*

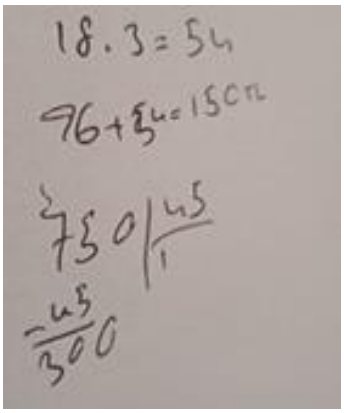
Esra: *Bunları toplayacağız. 96 + 54 = 150 eder. Bununla bunun toplam fiyatı birbirine eşitse bu 75 TL. Bu da 75 TL.*

Ekran Alıntısı:



Esra: *Biz 75'i 4,5'a böleceğiz. 300'ü 5'e bölüyoruz kaç eder?*

Ekran Alıntısı:



İlkan: *2.*

Nisan: *Hayır, 3 ediyor değil mi?*

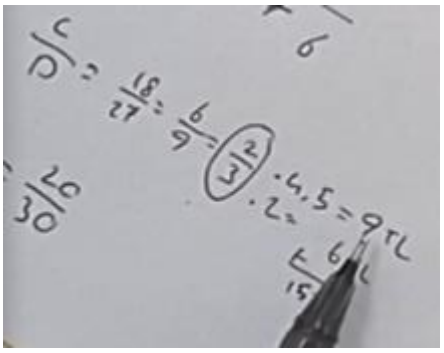
Esra: *Hayır.*

[…]

Modellerindeki yanlışı fark eden grup üyeleri, problem durumunda C ve D grubunun tabloda verilen mart ayına ait verilen miktarların nisan ayındaki miktarlara orantılı olması nedeniyle C/D = 18/27 oranını yazarak sadeleştirmişler ve 2/3 değerini orantı sabiti olarak belirlemişler ve bu değeri kilogram birim fiyatları olan 4,5 ve 2 değerleri ile çarpmışlardır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**. Bu değerleri toplayarak 9+6=15 katsayısını elde etmişlerdir. Toplam kâğıt alım ücretinin bu katsayının kaç katı olduğunu bulabilmek için 150:15=10 hesaplanmıştır. Bulunan 10 değeri orantı sabiti olarak belirledikleri 2/3 sayısı ile çarpılarak C ve D gruplarının nisan ayında topladıkları kâğıt miktarları 20 ve 30 kg olarak bulunmuştur **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**.

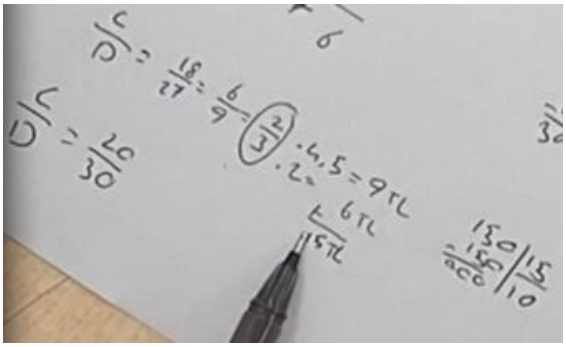
Esra: *Şimdi biz en son bunu bulmuştuk 18 olduğunu. Sonra bu C ve D birbirine orantılı olduğu için ilk baş buradaki orantıları yazdık. Sonra eşittir yapıp sabit terimin bu olduğunu bulduk. Sonra bununla 4,5 'i bununla 2'yi çarptık. Bunar çıkıyordu bunları topladık.*

Ekran Alıntısı:



Esra: *15 olacakmış 150'yi 15'e böldük 10. Sonra bu sabit terime göre ayarladık. Bunlar 20 bunlar 30 Kg toplamış [C ve D gruplarının Nisan ayı topladıkları kâğıt miktarını ifade eder.]*

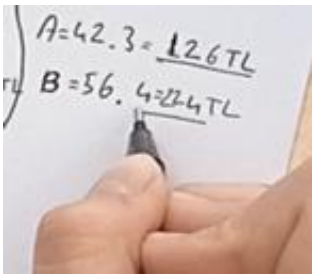
Ekran Alıntısı:



Öğrenciler doğru oluşturdukları matematiksel modelde tüm grupların topladıkları kâğıt miktarlarından tabloda verilmeyen değerleri hesapladıktan sonra kazanan grubu belirleyebilmek için iki ayda toplanan kâğıt miktarlarını kilogram birim fiyatları ile çarpmışlar **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**. A ve B grubu için toplam kâğıt alım ücretleri doğru hesaplanmasına karşın C ve D gruplarının kâğıt alım ücretlerini hesaplarken işlem hataları yapılmıştır **[Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma]**. C grubu için ondalıklı çarpım işleminde zorlanan öğrenciler 38 x 4,5 işlemini yaparken önce 4 sonra yarım katının alınarak toplanması gerektiğini düşünmüştür. 38x4=152. Daha sonra 38 değerini 0,5 ile çapmaları gerekirken 5 ile çarparak bulunan 190 değerinin 2'ye bölünmesiyle bulmaları gereken 95 yerine hesaplanan 80 değeri 152 ile toplayarak C grubunu kâğıt alım ücretini 152+80=232 olarak hesaplanmıştır. D grubu için de toplam kâğıt miktarı olan 57 ile kâğıt alım ücreti çarpılırken işlem hatası yapılarak 114 yerine 124 değeri hesaplanmıştır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**. Grupların kâğıt alım ücretlerini A=126, B=224, C=232, D=114 olarak hesaplayan sarı grup üyeleri bu değerlerden en büyüğü C olduğu için kazanan grubun B grubu olduğu kararına varmıştır **(Yorumlama)**.

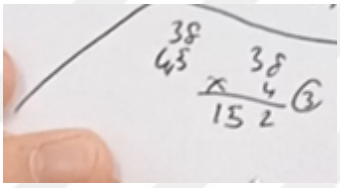
***Esra*:** *Sonra A ve B'nin kaç kg yaptığını bulduk 42. Bunlar da 3 ile çarpmıştır, 42'yi 3'le çarptık 126 TL oldu. Şimdi 56 bulduk bu ikisinin toplamını [B grubunun iki ay topladığı miktarı ifade eder]. 56'yı 4 ile çarpacağız. Eee 6 kere 4, 24 [İşlemi yapar]. Bu 224 TL ödüyormuş.*

Ekran Alıntısı:



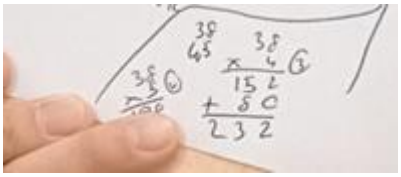
Sare: *C'yi topladım 18 ile 20'yi topladım. 38 ediyor. 38 çarpı 4,5 bunu bulacağız şimdi. Virgülü çarpmayı unuttuk biz biraz, 38 ile 4'ü çarpacağız. Kaç eder? 8 kere 4, 32 elde var 3. 4 kere 3, 12. 12'ye 3 eklersek 152.*

Ekran Alıntısı:



Sare: *Bir de 38'i 5 ile çarpacağız. 8 kere 5, 40. 5 kere 3, 15. 19. 190 [İşlemi yapar]. 190'ı 2'ye bölersek 80. Bu 232 TL tutar [C grubunun toplam kâğıt alım ücreti].*

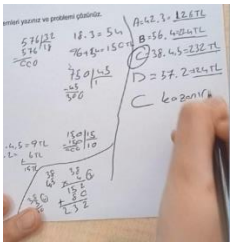
Ekran Alıntısı:



Esra: *D [D grubunu ifade eder], 27'ye 30 eklersek toplam 57 kg olur. 57 ile 2'yi çarpacağız. 7 kere 2, 14 elde var 1. 5 kere 2, 10. 10 [İşlemi yapar]. Bu 124 TL tutuyor. Yani kazanana bakıyoruz, en fazla para toplayan kazanacak 232 ediyor.*

Sare: *Yani C kazanıyor.*

Ekran Alıntısı:



Çözümlerini tamamladığını düşünen grup üyeleri araştırmacıya ulaştıkları sonucu göstererek doğruluğunu onaylatmak istemiştir. Doğrulamayı grup üyelerinin yapmasını isteyen araştırmacı işlemlerini kontrol etmeye yönlendirerek çözüm kağıdındaki alt soruları tamamlamalarını istemiştir. Doğrulama ve Yorumlama bilişsel basamaklarıyla ilgili alt sorulardan "Bulduğunuz sonuç mantıklı mı? Yanıtınız evet ise nedenini açıklayınız. Hayır ise sonucunuzu mantıklı bir hale getiriniz." ifadesine mantıklı olduğunu; "Yaptıklarınızı kontrol ediniz. Çözümünüz doğru mu? Evet ise nedeninizi açıklayınız. Hayır ise çözümünüzü düzeltiniz." alt sorusuna ise çözümlerinin doğru olduğunu ifade etmişlerdir **(Yorumlama, Doğrulama)**. Ardından çözümlerini sunmaları gerektiği için araştırmacıya problemin çözümünü tekrarlamışlar ve bu durum öğrencilerin doğrulama yaklaşımında bulunmalarını sağlamış fakat çözümün son aşamasındaki işlem hatalarını fark etmedikleri anlaşılmıştır **(Doğrulama)**.

Esra: *Böyle yaptık bir şeyler yaptık, doğru olur mu?*

Araştırmacı: *İşlemlerinizi kontrol ederek yapın tekrar bence ya da neredesiniz?*

Nisan: *Bulduk bunu biz hocam, biz bunu bitirdik. C kazanır dedik.*

Araştırmacı: *Tamam o zaman onayladıysanız süper.*

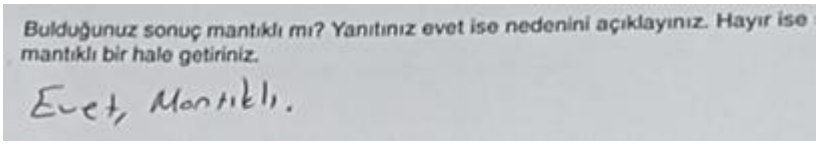
Nisan: *Doğru mu?*

Araştırmacı: *Doğruya tahta çözümlerinden sonra karar vereceğiz. O zaman şunu tamamlayın.*

Esra: *Bulduğunuz sonuç mantıklı mı? Yanıtınız evet ise nedenini açıklayınız. Hayır ise sonucunuzu mantıklı bir hale getiriniz [5. alt soruyu okur].*

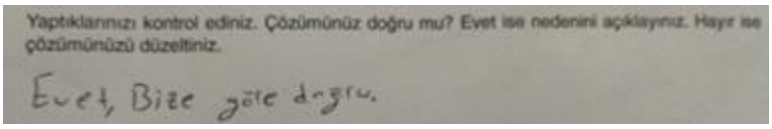
Sare: *Evet, mantıklı [Esra yazar].*

Çözüm Kağıdı:



Nisan: *Yaptıklarınızı kontrol ediniz. Çözümünüz doğru mu? Evet ise nedeninizi açıklayınız. Hayır ise çözümünüzü düzeltiniz [6. alt soruyu okur]. Evet, bize göre doğru.*

Çözüm Kağıdı:


Yaptıklarınızı kontrol ediniz. Çözümünüz doğru mu? Evet ise nedenini açıklayınız. Hayır ise çözümünüzü düzeltiniz.

Evet, Bize göre doğru.

Esra: *Hocam bizim bitti. Hocam bu doğru mu bizim C ile D?*

Araştırmacı: *Şuraya yazmışsınız tamam. (…) hesaplattınız mı?*

Esra: *Evet.*

Araştırmacı: *Nerede hesabınız?*

Esra: *54 TL, 96 TL.*

Araştırmacı: *Niye onu öyle bıraktınız?*

Esra: *Sonra topladık hocam onları.*

Araştırmacı: *Kaç etti?*

Esra: *150.*

Araştırmacı: *Sonra 150'yi nerede kullanmayı düşünüyorsunuz?*

Esra: *C ile D ikisi de eşit ya.*

Araştırmacı: *Tamam.*

Esra: *Sonra işte bunların şeylerini yazdık böyle. Sonra bunu böyle yazdık. Sonra sabit terimini bulduk.*

Araştırmacı: *Evet.*

Esra: *Sonra bunun fiyatıyla çarptık. Sonra bunu da fiyatıyla çarptık. 9 artı olmuş. Sonra bunu 15 ile topladık. 150 yapıyordu. Sonra bunları da sabit terimiyle çarptık.*

Araştırmacı: *Yani doğru gözüküyor.*

Sunum aşamasında sarı gruptan gönüllü olarak gruptan Esra çözüm kağıdında bulunan işlem ve hesaplamaları tahtaya açıklayarak yazmıştır. Çözümlerini sunan gruba Mavi Grup üyeleri C ve D grubun topladıkları kâğıt hurda miktarlarına kadar aynı sonucu bulduklarını fakat kendi çözümleriyle sunumlarını yapan grupların çözümlerini karşılaştırdığında sarı

grubun çözümünde işlem hatası olduğunu ifade etmiştir. Diğer gruplar tarafından bir soru yöneltilmediği için grubun sunum tamamlanmış ve diğer sunumlara geçilmiştir.

Esra: *Hocam başlayalım mı?*

Araştırmacı: *Biraz süre istediler. Arkadaşlar son bir dakikanız, grup sunumlarına geçmemiz gerekiyor. Başlayalım mı? Sarı grubu alalım.*

...

Esra: *Biz ilk baş burada A'nın şeyini bulduk. (...) A ve B birbirine doğru orantılıymış. Bu durumda burada 24 burada 32 yazıyor. Doğru orantı olduğu için 24 ile 24'ü çarptık biz. 574 bulduk. 576'yı 32'ye böldük. Nisan'ı 18 bulduk.*

Öğretmen: *A kümesini 18 bulmuşlar.*

Esra: *Sonra biz şeyi topladık. Bununla bunun toplamı, kaç TL kazandıkları C ile D grubunun topladıklarına eşitmiş. Sonra biz 18 ile 3'ü çarptık [Tahtaya 18×3=54 yazar]. 54. Sonra 24 ile 4'ü çarptık [B grubunun nisan ayı kâğıt alım ücreti]. Sonra bu ikisini topladık. 96 + 54 = 150 TL yapıyor. Sonra bu 150 TL. Sonra bunun orantılarını bulduk. Sonra bunun sabit terimini bulduk [C/D = 18/27 = 6/9 = 2/3 işlemlerini tahtaya yazar]. Sabit terim de bu oluyor [2/3'ü gösterir]. Sonra ben bunu 4,5 ile çarptım. Çünkü bunun şeyi 4,5 [C grubunun kâğıt hurda birim fiyatı]. 4,5 ile çarpınca bu 9 TL ediyor. Sonra bunu da 2 TL ile çarptık, 6 TL ediyor. Bunların ikisini de topladık, 15 etti. Bu 1'i de 150'ye böldük. 10 ile çarpacağız [belirledikleri orantı sabitini 10 ile çarpar]. Çarpınca burası 20 kg burası da 30 kg oluyor [C ve D gruplarının nisan ayına ait verilmeyen değerlerini belirler].*

Araştırmacı: *Arkadaşlar sizler arkadaşınızın neden 20'ye 30 bulduğunu anladınız mı?*

Mavi Grup – İmer, Naz: *Ben anladım.*

Mavi Grup – Naz: *Ben de anladım, biz de böyle yaptık.*

Esra: *Devam edeyim. Sonra bu topladıkları kilogramları teker teker çarptık.*

Araştırmacı: *Çarpımının sonucunu yazabilirsin.*

Esra: *42 × 3 = 126 TL yapıyor [A grubunu hesaplar]. B 56 × 4 = 224 TL ediyor. 38 ile 45'i çarptık. 232 TL. Sonra D'yi çarptık. 124 TL etti [tahtaya 57×2=124 yazar]. Sonra en fazla kaç TL kazanan grubu bulduk. En fazla kazanan grup 232 TL kazanmış. O yüzden bizim sonucumuz C.*

Araştırmacı: *Tamam, var mı sorunuz? Anlaşıldı mı grubun çözümü?*

Mavi Grup: *Biz bir kısmına kadar aynı yaptık.*

Araştırmacı: *Sizin çözümünüzde farkını anladık mı? Sarı ile mavi arasındaki farka bakalım, fark nereden kaynaklanıyor? Sarı Grup söyler misin?*

İmer: *Onlar C'nin şeyini farklı bulmuşlar. Biz 171 bulduk.*

Araştırmacı: *Arkadaşlar aradaki farkı bulur musunuz? Yeşil Grup, sorunuz var mı?*

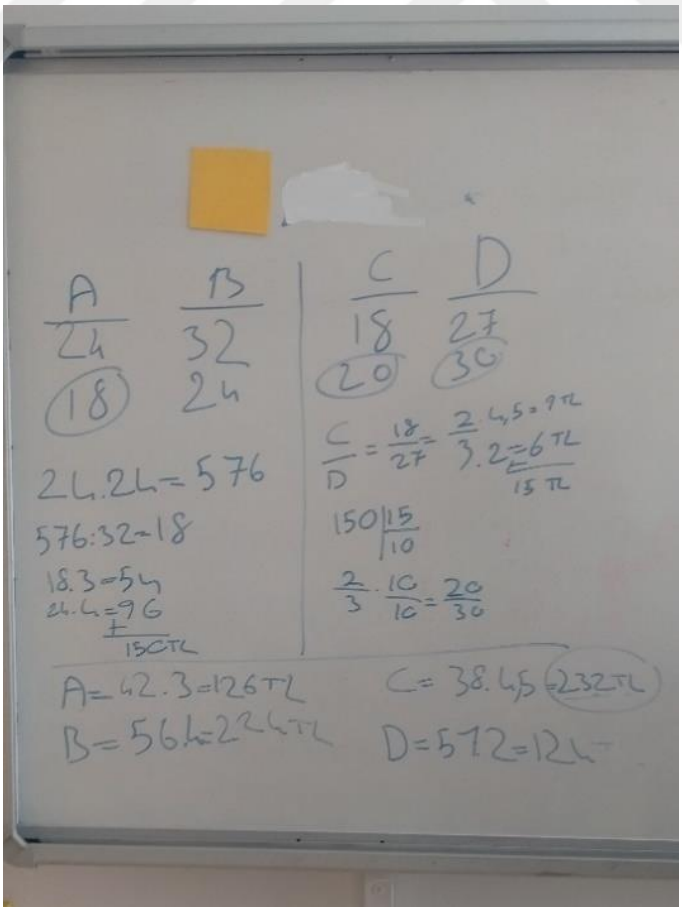
Yeşil Grup: *Yok.*

Ada: *[…] Sarının hatasını söyleyecek miyiz? Çarpma hatası. C'de hocam çarpma hatası. C'de çarpma hatası yapmışlar.*

Sarı Grup Geri Dönüşüm Günü MOE sunumları Şekil 45'de verilmiştir.

Şekil 45

Sarı grup geri dönüşüm günü MOE sunum



Sunumların tamamlanmasının ardından etkinlik sonu dağıtılan soruları tamamlamaları istenerek tahtada yapılan çözümlerde değiştirilmek istenen yerin olup olmadığı sorulmuştur. Sarı gruptan Esra C grubu ile ilgili işlem hatası yaptıkları yerde değiştirilmek istedikleri yeri belirtilerek, D grubunda yapılan işlem hatasının fark edilmemiştir **(Doğrulama, Matematikselleştirme)**.

Araştırmacı: *B grubu diyorsun. Tamam. Sorumuzun İkinci aşamasını hiçbir grup geçmedi. Farklı bir grup seçilseydi başka bir birinci olabilir miydi diye. Sarı Grup maviden bir farkınız var. Orada da işlemsel hatanız mı var onu da kontrol edin. Şimdi bana sadece şu kâğıtları doldurun en son verdiğiniz kağıdı söylerseniz.*

Esra: *Yaptık hocam biz bunu.*

Araştırmacı: *Yaptınız mı? hani nerede değişikliğiniz? Neresinin değiştirilmesi gerekiyor?*

Esra: *C kısmının cevabı işte.*

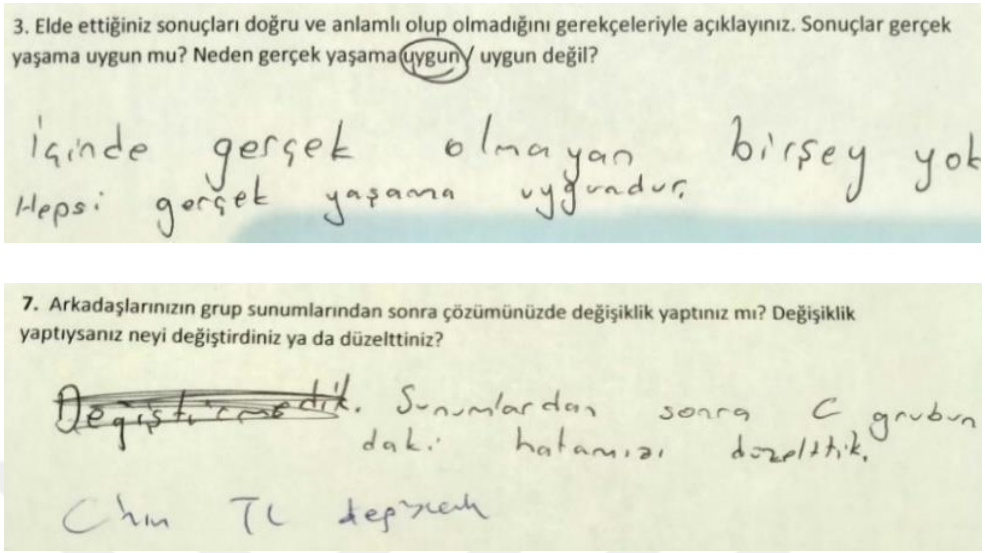
Araştırmacı: *Burada işlem hatası mı var? Onu yazar mısınız?*

Esra: *C'nin TL si değişecek.*

Tüm sunumların tamamlanmasının ardından etkinlik sonu dağıtılan soruları tamamlamaları istenmiştir. Etkinlik sonu verilen yorumlama ve doğrulama yeterliği kapsamında sorulan sorulardan "Elde ettiğiniz sonuçları doğru ve anlamlı olup olmadığını gerekçeleriyle açıklayınız. Sonuçlar gerçek yaşama uygun mu? Neden gerçek yaşama uygun/ uygun değil?" sorusuna; problem durumundaki verilenlerin gerçek yaşama uygun olduğunu **(Yorumlama)** "Sunumlardan sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı?" Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzeltiniz?" sorusuna ise sunumlardan sonra C grubundaki hatalarını düzelttiklerini ifade etmişlerdir **(Doğrulama).** Sunum sonu etkinlik kağıdında yer alan öğrenci yanıtlarına ilişkin örnek Şekil 46'da sunulmuştur.

Şekil 46

Sunum sonu etkinlik kağıdı (Sarı Grup – Geri Dönüşüm Günü)


3. Elde ettiğiniz sonuçları doğru ve anlamlı olup olmadığını gerekçeleriyle açıklayınız. Sonuçlar gerçek yaşama uygun mu? Neden gerçek yaşama uygun / uygun değil?

İçinde gerçek olmayan birşey yok Hepsi gerçek yaşama uygundur.

7. Arkadaşlarınızın grup sunumlarından sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı? Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzelttiniz?

~~Değiştirmedik~~. Sunumlardan sonra C grubun dak. hatamızı düzeltik.

Cihm TL değişmedi

Grubun çözüm yaklaşımları incelendiğinde, gerçekçi varsayımlar oluşturan öğrencilerin bu varsayımlara dayalı olarak gerekli değişkenleri doğru bir şekilde belirledikleri görülmüştür. Söz konusu değişkenlere dayalı olarak problem durumunda verilmeyen toplanan kâğıt hurda miktarları belirlenmiştir. Doğru oluşturulan matematiksel modellerin çözümlerinin son aşamasında yapılan işlem hataları nedeniyle eksiklikler saptanmıştır. Elde edilen doğru matematiksel çözüm gerçek yaşam bağlamında doğru biçimde yorumlanmıştır. Doğrulama yeterlikleri kapsamında çözüm yaklaşımları göz önünde bulundurulduğunda, öğrencilerin çözüm sürecinin başından sonuna kadar varsayımlarındaki, modellerindeki ve modellerin çözümlerindeki hataları belirleyip düzelttikleri, sadece tabloda verilemeyen tüm değerleri doğru bulduktan sonra sadece D grubuna ait kâğıt alım ücretlerindeki hatalarını fark edemedikleri için düzeltmedikleri görülmüştür. Söz konusu değerlendirmeler sonucunda sarı grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeylerine Tablo 19'da yer verilmiştir.

Tablo 19

Geri dönüşüm günü MOE uygulamasında sarı grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri

SARI Grup	**GERİ DÖNÜŞÜM GÜNÜ MOE**
Problemi Anlama	4
Sadeleştirme	3
Matematikselleştirme	4
Matematiksel Olarak Çalışma	3
Yorumlama	4
Doğrulama	5
Toplam	**23**

4.1.3.3. Geri Dönüşüm Günü Model Oluşturma Etkinliği Uygulamasında Mavi Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Öğrenciler kendilerine bireysel olarak incelemeleri için verilen sürede problemi okumuşlardır. Bireysel kâğıtlar incelendiğinde tüm grup üyelerinin problem durumunda toplanan kâğıt miktarlarıyla ilgili tabloda verilmeyen değerleri bulunmaya çalıştıkları problemi anlayarak sadeleştirdikleri görülmüştür **(Problemi Anlama, Sadeleştirme).** Bireysel çalışma sürecinde Ada bireysel kâğıt ve defterinde çalışırken işlemlerini kısık sesli olarak ifade etmiştir. İfadelerinde toplanan kâğıt miktarlarını türlerine göre alım ücretini hesaplamıştır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**. Grup üyelerinden İmer; A ve B grubu ile C ve D gruplarının topladıkları kâğıt miktarlarının orantılı olduğunu ve nisan ayındaki alım ücretlerinin birbirine eşit olmasını ifade ettiğinde **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)** bu durumu araştırmacıya onaylatmak isteyen **(Doğrulama)** Naz, A grubunun Nisan ayı topladığı hurda kâğıt miktarını 16 kg olarak hesapladığını **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)** ifade etmiştir. Yanlış bulduğu bu değer üzerine tabloda verilen fiyatlarla miktarları çarparak bulduğu sonuçları aktarmıştır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**. İşlemlerini sesli olarak yapan Ada B grubunun Nisan ayında topladığı kâğıt hurda ücretini 96 TL olduğunu ifade etmiştir **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**.

Ada: *O kadar çıkmaz be. Çıksa burada 72 değil mi? [Mart ayında grupların topladığı kâğıt türlerini fiyatlarıyla çarpar]*.

Naz: *Hocam bunu ters orantı falan yapacak mıyız?*

İmer: *Şimdi bak ilk baş şurayı çözmeye çalışıyorum. Alakası yok ya. Burada bununla bunu, bununla bunu doğru orantılı demiş [A ve B grubu ile C ile D grubundan bahseder]. Ve bununla bunun toplamı, bununla bunun toplamına eşitmiş.*

Naz: *Orayı bulalım madem… Hocam bir şey sorabilir miyim? A ve B grubu diyor ya burada, Mart ve Nisan ayının değil mi? İkisinin toplamı, hani topladıkları kâğıt türü ve miktarı diyor ya.*

Araştırmacı: *Soruyu bir daha oku şu kısmı istersen.*

İmer: *Ha ücreti diyormuş Naz.*

Naz: *Tepeye göre yapacağız onu. Tepeye göre yaptım bir şey buldum. 480 TL C ve D şeyine eşit. Şimdi bak A'nın Nisan ayını 16 buldum. B de zaten şeymiş. 16 ile 24'ü topladım 40. Sonra 40'ı 3 ile şeyi yaptım öyle buldum. Ha çarpacak mıydım, bölecek miydim? [Kendi kendine sorar].*

…

İmer: *Aa Naz.*

Naz: *Bir dakika, kendin yap.*

Ada: *A ile B, C ile D'ye eşit. Bu da B kaç TL? 96 [B'nin Nisan ayı ücretini hesaplar].*

…

Naz: *Ben bu soruların hiçbirini daha yapamadım.*

Araştırmacı: *Tamam, bence grupça çözümde bu fikirler birleşecek gibi geliyor, yapabildiğinizi yapın.*

İmer: *Öğretmenim bir gelir misiniz? Burada A ve B grubu ile C ve D gruplarını topladıklarında kâğıt burada miktarları orantılıdır diyor. Burada orantı vermemiş. Burada gitgide artması veya gitgide azalması gerekmiyor mu? Ama burada öyle bir şey olmamış.*

Öğretmen: *A ve B orantılıymış, o zaman bu ikisinin arasında olan aynı olacak.*

İmer: *Doğru. Haa A ve B gruplarının alacağı toplam kâğıt alım ücreti ile C ve D gruplarının alabileceği toplam alım ücreti birbirine eşittir. Değer verip daha sonra bunların toplamı da eşitmiş. Ben değer verdim ilk baş 12 [İşlemlerini söyler].*

...

Öğretmen: *Sen ne yaptın [Naz'a sorar].*

Naz: *B'yi buldum, aman A'yı buldum [Düzeltir]. Ama C ve D yok bende hiç.*

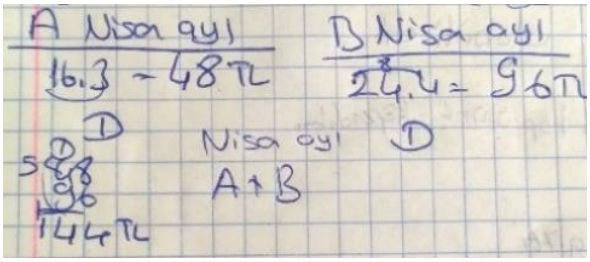
Asya: *Biz bireyseldeyiz.*

A ve B guruplarının Nisan ayında topladıkları kâğıtlardan alınan ücretin bulunabilmesi için Naz ve İmer tabloda verilmeyen A gurubunun değerini doğru orantı kurarak 18 kg bulması gereken değer 16 kg olarak hesaplanarak; bu değerleri kâğıt alım ücretleriyle çarpılması sonucu A ve B gurubunun Nisan ayı toplam ücretinin 144 TL olduğunu ifade etmiştir. Ardından C ve D guruplarının tabloda verilen miktarları kâğıt hurda fiyatlarıyla çarptıklarını ve C=81 ve D= 54 olduğunu belirtmişlerdir **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**. Bireysel çalışma sürecinde, Ada grup arkadaşlarından farklı olarak, k orantı sabitine göre verilmeyen C ve D değerlerini bulduğunu ve bu miktarları kâğıt hurda alım fiyatlarıyla çarparak bulduğu 190,5 TL değerini öğretmene göstermiştir **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**. C ve D guruplarının topladığı kâğıt miktarlarını yanlış bulunarak hesaplanan 190,5 değerini öğretmen sorgulaması için Ada'ya sorular yöneltmiştir.

İmer: *Tamam. 48. 24 x 4 kaç yapıyor?*

Naz: *24 X 4 = 96 yapıyor. Onların hepsini tek tek hesapladım ben.*

Grup Defteri:



İmer: *144 yapıyor.*

Naz: *Evet.*

İmer: *Şimdi buraya değer verip bunların ikisinin toplamının 144 olması lazım.*

Naz: *Evet evet, sorsanıza hepsini buldum, baksanıza.*

Ada: *Bu ne, 36 + 18 daha = 54 [Kendi yaptıklarını sessizce söyler].*

İmer: *O zaman C'ye D'ye ne dedin?*

Naz: *C ve D'ye bir şey diyemedim ama şeyleri buldum, mart ayını buldum C ve D'nin.81 ile 54 yapıyor. C = 81, D = 54 TL yapıyor. Ama C'nin Nisan ayını ve D'nin Nisan ayını bulamadım. Bunlar 144'e eşit oluyor [A ve B gruplarının ücretini ifade eder], ha dur şimdi.*

İmer: *Ona göre onları bulacağız işte.*

Ada: *B'yi eklemedim ben. Çok oluyor, bu 190,5 ne? [Kendi yaptıklarını söyleyerek bulduğu değerin fazla olduğunu ifade eder].*

Araştırmacı: *Tamam, defterler kalsın, grup kâğıtlarını dağıtıyorum.*

[…]

Ada: *Aklıma gelen hepsini yaptım [Öğretmene yaptıklarını gösterir].*

Öğretmen: *Şimdi orantısal neden 9 dedin? Kimi kime böldün [Ada'ya sorar]? Neden toplayıp oranladın? Bu ikisinin birbirine oranının bu ikisine eşit olması gerekmez mi? Yani bunu buna bölsem aynı zamanda bunu böldüğün sayıya eşit olmaz mı?*

Ada: *Hocam, bu altının katına, bu da dokuzun katına eşit olacak galiba, öyle bir şey var.*

Grup çalışması sürecine geçen Mavi gurup üyeleri bireysel çalışma sürecinde yaptıklarını tekrar etmişlerdir. Problem durumunda tabloda verilmeyen A gurubunun 18 kg olması gereken değeri 16 kg olarak bulduklarını yineleyen İmer ve Naz yaptıkları işlemleri tekrar kontrol etmiştir **(Doğrulama)**. Ada, kurduğu matematiksel modelde orantı sabiti kullanarak C ve D gruplarının topladıkları kâğıt hurda miktarı değerleri için farklı değerler almış ve geri dönüşüm alım fiyatlarıyla çarparak toplam ücretlerini hesaplamaya devam etmiştir **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**. İmer, C gurubunun Nisan ayında topladığı kâğıt miktarını 22 kg alarak 143 TL değeri bulduğunu ifade etmiştir **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**. Öğretmen orantıyı yanlış kurduğunu fark edebilmesi için İmer'e sorular yöneltmiştir.

Öğretmen: *Şimdi grupça mı çözüyorsunuz?*

Naz: *Evet.*

[…]

İmer: *Ya 154 oluyor, ya 134 oluyor, 144 olmuyor.*

Naz: *Niye? Biz 16 bulmadık mı? 16 ile 3'ü çarpacağız. Sonra 24 ile de 4'ü çarpacağız. 96 – 144 işte [96'yı 48 ile toplamını ifade eder]. Nisan A ve B.*

Ada: *Buradan 18, buradan … 9k'ya eşit. k' ya neden girdiysem ben. 27'ye 40 topla, 67 [Toplar]. 67 kaça bölünür? 16'ya bölünür mü? 17'ye de bölünmez.*

[…]

İmer: *Öğretmenim, 143 buldum da eşitleyemedim. 144… Buraya 27 dedim, buraya da şey dedim, 22 dedim. Buraya da kaç dedim, kaç dedim ben buraya… 99 olacak.*

Ada: *k'ya 5 desek, k 5 çıkıyor. Hocam bir şey diyeceğim, buradan k ile gidiyorum, ben de sorun olmaz değil mi?*

Öğretmen: *Yani doğru olduktan sonra sorun olmaz.*

İmer: *İlk 22 demişim burada. Sonra 143 çıkacak [Öğretmene söyler].*

Öğretmen: *Bir şey sordu. Şimdi A ve B, C ile D… diyor ya, düşünmeyecek miyiz?*

İmer: *Evet. 24 bölü … eşittir 32 / 24'e.*

Naz: *Ben şey diye düşündüm. A ve B…*

İmer: *…nin toplamı [Naz'ın söylediğini tamamlar].*

Naz: *C ve D'ye orantılı değil mi?*

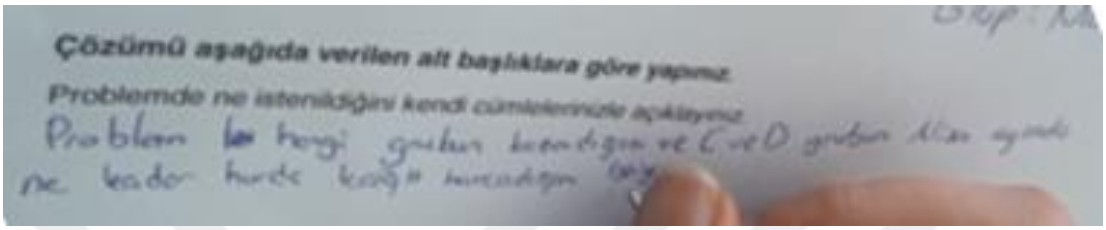
Öğretmen: *Hımhım, aynen, topladıkları diyor.*

Çalışmada grup çözüm kağıdında yer alan 1. alt başlığı yapmaya başlamıştır. Grup üyeleri problemde ne istenildiğini; problem durumunda tabloda verilmeyen bilgilerin yerleştirilerek iki ayda her bir grup tarafından toplanan kâğıt hurdaların alım ücretlerinden en fazla olanının kazanan gurup olarak belirlenmesi olarak ifade etmiştir. Grup üyeleri 2. alt başlıkta yer alan "Problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyacınız var mı?" sorusunda kararsız kalmıştır **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)**. Ada, Naz ve İmer nisan ayında toplanan kâğıt miktarındaki hata düzeltilmeyerek 16 kg üzerinden yapılan işlemlerini adım adım kontrol ederek onaylatılmak istenmiştir (Doğrulama). Ada, varsayımını değiştirerek orantıdaki katları kullanarak bulduğu C ve D gruplarının topladığı kâğıt miktarları içi D=18 ve C=9 olabileceği varsayımında bulunmuştur (Sadeleştirme). Naz, C ve D gruplarının nisan

ayında toplanan C=9 kg ve D=18 kg miktarlarına göre alınacak toplam ücreti; 40,5+36= 76,5 TL olarak hesaplamıştır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**.

Naz: *Şeyini yaptık, şimdi problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız [1. alt soruyu okur]. Problemde hangi grubun kazandığını ve C ve D grubunun Nisan ayında…[Yazar].*

Ekran Alıntısı:



Naz: *Ne kadar hurda kâğıt harcadığını istiyor [Yazar]. Problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyacınız… [2. alt soruyu okur]. Var, fazlasıyla var bence.*

Naz: *C ve D'nin Nisan ayı. Bence var değil mi verilmeyen bilgilere?*

İmer: *Bence yok.*

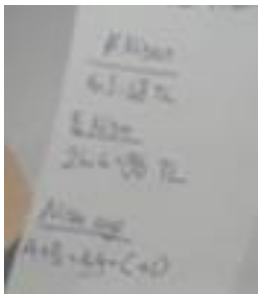
Naz: *Nasıl yok İmer?*

Naz: *Ağlayacağım şimdi. Baksanıza şu tepeye bir bakın, şimdi ben 16 buldum. Şeyi ne o, şurayı [A grubunun Nisan ayı topladığı kâğıt hurda miktarı].*

Ada: *A'yı ben de 16 buldum ama C ile D yok bende.*

Naz: *İşte bende de yok, bir dakika bekleyin. Sonra ben 16 ile 3'ü çarptım, 84 TL yapıyormuş [A grubu kâğıt hurda fiyatını gösterir]. Sonra B'nin… Bunlar Nisan bu arada, A'nın Nisan'ı bu kadar, B'nin Nisan'ı da bu kadar. 24 ile 4'ü çarptım, 96. Sonra Nisan ayının A ve B'nin toplamı 144 oluyor. Yani C ve D'nin toplamı da 144 olacak değil mi? Eşit olur işte. Sonra bir sayı ile 4,5'u çarpacağız [C grubunun topladıkları kâğıt miktarına x demişti, o sayıyla 4,5'in çarpılacağını söyler].*

Ekran Alıntısı:



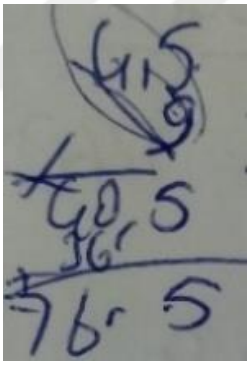
Ada: *Naz bir şey söyleyeceğim, D = 18, C de 9 olabilir mi? Çünkü 9'un katı ikisi de.*

...

Ada: *Bir dene. Çünkü bunlar 9'un, bunlar da 8'in katı olduğuna göre…*

Naz: *36 – 40,5 yaptı. Şimdi 18'e bu desek [hurda fiyatı olan 2 ile çarpar ve 36 bulur, 36 ile 40,5 değerini toplar]. Ben niye buçuk bir şey yaptım? Ben 76,5 buldum A ve C'nin toplamını [D ve C'nin toplamı demek istemiştir].*

Ekran Alıntısı:

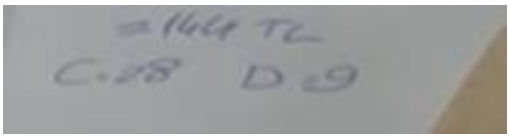


Grup üyelerinin nisan ayına ait A grubunun topladığı kâğıt miktarının 16 kg varsayarak A ve B grubunun kâğıt alım ücretini 144 TL bulmaları nedeniyle problem durumunda verilen A ve B grubunun alacağı toplam kâğıt hurda alım ücreti ile C ve D grubunun alacağı ücretin birbirine eşitlenebilmesi **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)** için İmer varsayımı değiştirerek C grubunun topladığı kâğıt miktarını 28 kg ve D grubunun topladığı kâğıt miktarını 9 kg olması gerektiğini ifade etmiştir **(Sadeleştirme)**. Bir ölçüde kabul edilebilir varsayıma göre göre C ve D gruplarının nisan ayı ücretini kilogram alım fiyatlarıyla çarparak 144 TL olarak hesaplanmıştır **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)**. Grup çözüm kağıdına; problemde verilmeyen bilgilere ihtiyaçlarının olup olmadığını sorgulayan 2. alt başlığa daha önce C ve D gruplarına ait miktarların belirtilmesini

ifade ederken tabloda verilmeyen tüm değerleri bulmaları nedeniyle değiştirerek olmadığını ifade etmişlerdir **(Doğrulama, Yorumlama)**.

İmer: *Buldum. Biri 28, biri 9.*

Ekran Alıntısı:

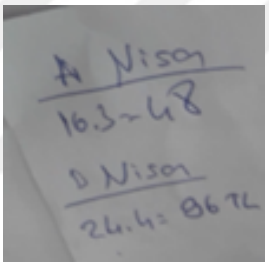


Naz: *Ben buraya tekrar yapıyorum.*

İmer: *İyi ki son anda 28'i denemişim. 29'u deneyecektim, sonra 29 virgüllü çıkıyor diye 28'i denedim.*

Naz: *Dur. C + D = 144 [C ve D gruplarının Nisan ayı kâğıt alım ücreti].*

Ekran Alıntısı:



İmer: *Evet, tamam. Şimdi C'yi bulmak için 28 ile 45'i çarp.*

Naz: *45'i? 4,5 değil mi?*

İmer: *Bir tane virgül kaydıracağız. 126.*

Naz: *C'nin Nisan'ı o zaman bu.*

Ekran Alıntısı:



İmer: *28'le çarptık ya şeyi. 28 ile 4,5'u çarptık 126 çıktı. Daha sonra 9 ile 2'yi çarptık, 18 çıktı. 18 + 126 = 144.*

Naz: *Tamam o zaman, işlem bu kadar. Ben Asya'nınkini üstüne yapıyormuşum. Eee o zaman gerekli bir bilgiye ihtiyacımız var mı?*

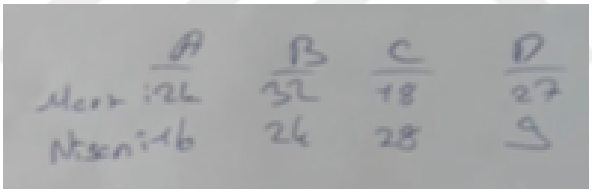
İmer: *Yok.*

[…]

İmer'in verilmeyen değerlerle birlikte iki aya ait toplanan kâğıt miktarlarını yazmasının ardından Ada, miktarlara göre hesapladığı kâğıt alım ücretini yazmıştır **(Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)**. Gruplara ait toplanan kâğıt miktarlarını kontrol eden İmer, doğru orantılı olmadığını, eksiklerinin olduğunu belirterek değerlere göre ücretin değişeceğini ifade ettiğinde araştırmacı işlemlerin sağlamasını yapmalarını istemiştir **(Doğrulama, Yorumlama)**.

İmer: *Naz, bulduğumuz değerleri tek tek yazdım*

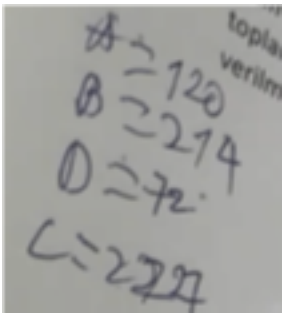
Ekran Alıntısı:.



Naz: *Eeee hangi takım kazandı? Daha biz bunları da çarpacağız.*

Ada: *Evet. Çarptım, hepsi burada, yazdım bile. Şurada.*

Ekran Alıntısı:.



İrem: *Şimdi bir dakika, bizim bir yerde eksiğimiz var. Bunlar doğru orantılı değil. 9-18- 27 ya [C ve D gruplarının değerlerini söyler].*

Ada: *Nasıl?*

İmer: *9'a 18 – 27 ya. Tamam burası doğru orantılı. Bak bununla bu birbirine doğru şey ama Naz, Naz, 56 – 46 – 36 diye gidiyor… Bunun 66 almamız lazım. Burası 24 – 16 oluyor. Biz bunları değiştirirsek de [A ve B değerini gösterir] bunların değeri değişir [C ve D değerini gösterir].*

Naz: *Tamam, değiştirelim.*

İmer: *Ama bunların değeri de değişir o zaman [C ve D'yi gösterir]. 144 bulduk ya burayı.*

Araştırmacı: *Şunlar zaten verilmiş [tablodaki verilen değerleri gösterir]. Diğerinde bulmuşsunuz siz zaten.*

Naz, İmer: *C ve D'nin değerini de bulduk, 28'e 9 bulduk.*

Araştırmacı: *28'e 9 nasıl oluyor, C ve D orantılı mı değil mi?*

İmer: *Orantılı.*

Araştırmacı: *Aynı orantı var mı?*

İmer: *Yok. O zaman… Ama böyle de oluyor. 28 ile 4,5'u çarpınca 126. 9 ile 2'nin çarpımı 18. 126 + 18 = 144.*

İmer: *TL fiyatı da 144 oluyor. Toplamı bununla bunun ikisini eşit demiş. İkisinin de 144 oluyor.*

Araştırmacı: *İşlemlerinizin sağlamasını yapar mısınız? 144 mü, değil mi? Kontrol edin.*

Grup üyeleri oluşturdukları matematiksel modelde A grubunun nisan ayına ait yanlış belirlenen toplanan kâğıt miktarını fark edebilmeleri için araştırmacı 16 kg değerini nasıl bulduklarını sormuştur. Ardından Ada oranları kontrol ederek A grubuna ait miktarın 18 kg olarak bularak düzeltmiştir **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma ve Doğrulama)**. Daha önce 18 kg bulunduğunu ifade eden grup üyeleri miktarın 16 kg olduğunu onaylamıştır (Doğrulama). Nisan ayında alım ücretleri A grubunun 18x3 =54 ve B 24x4=96 TL olarak belirlenen değerler toplanmıştır. A ve B grubunun nisan ayı kâğıt alım ücreti 54+96=150 TL olarak belirlenmiştir **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**.

Araştırmacı: *16'yı nasıl buldunuz?*

Ada: *Hocam, şimdi A – B ve C – D farklı orantılı ya. A ve B burada 8 … olduğuna göre, yani ikisi 8'in katı. O yüzden A burada 8, yani 16'yı bulduk. Yani öyle düşündük biz. Yani burada C ve D farklı orantılı.*

Araştırmacı: *Ha 16 dediniz. 24'e 32'yi oranladık diyorsunuz.*

Naz: *Evet.*

[…]

Ada: *Ee 8'e bölsek, 3'e 4. Bu 3 oluyor, bu 4 oluyor.*

Araştırmacı: *Evet, tamam. O zaman sizin bulduğunuz değere göre üçe dördü sağlıyor mu? Sağlamasını yaptınız mı?*

Ada: *6'ya 18.*

Naz: *Hangisi 18?*

Ada: *A, 18.*

Ada: *Tamam, A'yı bulduk. A = 18. B, C kaldı.*

İmer: *A'yı 18 mi buldunuz tekrardan?*

Naz: *Evet, tamam bir dakika, İmer dur bir.*

İmer: *18'i ona göre hesaplayıp ben hızlıca bulabilirim. Yaptığım eski değerler doğru.*

İmer: *18 × 3… 54 + [işlem yapar]. İkisinin toplamı 150 olacak.*

Nisan ayı toplanan kâğıt miktarını C ve D grupları için belirlediği k orantı sabitine göre Ada, C değerini 14, D değerini 21 olarak hesaplamıştır **(Matematikselleştirme)**. Bulunan C ve D grupları için varsayılan nisan ayı kâğıt miktarları, kg ücreti 4,5 ve 2 değerleri ile çarpılarak bulunan 63 TL ve 42 TL değerleri toplanmıştır **(Matematiksel Olarak Çalışma)**. Toplama işlemi sonucu İmer'in bulduğu 115 değerini 105 olarak Naz tarafından düzeltilmiştir. (Doğrulama). Ada varsaydığı C= 14 ve D =21 miktarlarına göre mart ve nisan aylarına ait toplam ücretleri sırasıyla 144 ve 96 tl olarak hesaplamıştır **(Matematiksel Olarak Çalışma)**. Problem durumunda tabloda verilmeyen üç değerden ikisi yanlış belirlendiği için kurulan matematiksel modelde A, B, C ve D gruplarının toplanan kâğıt miktarlarından alınan ücretler A ve B grupları için doğru C ve D grupları için yanlış hesaplanmıştır. Gruplara ait ücretler sırasıyla A=126, B = 224, C= 144 ve D= 96 TL olarak hesaplanmıştır **(Matematikselleştirme,**

Matematiksel Olarak Çalışma). Grup üyeleri bulunan değerleri karşılaştırmış ve yarışmayı B grubunun kazandığını belirlemiştir **(Matematikselleştirme, Yorumlama)**.

Araştırmacı: *Nasıl buldun [Ada'ya sorar]? Arkadaşlarına anlat.*

Ada: *Hocam, burada A ile B değeri 8'den 6'ya düşüyor ya, ortak kat. Burada da 9'dan 7'ye düştüğü için, yani bu burada 14 olacak, ikiye 3. Bu da 21 olacak, ondan yani.*

İmer: *Hangisi 14, hangisi 21?*

Ada: *C = 14, D = 21.*

İmer: *Tamam, 21… [42 işlemini yapar].*

Naz: *Burası 63 TL çıktı [14 ile 4,5'i çarpar]. 2 ile çarpsak 42 TL [D grubu için kâğıt alım ücretini hesaplar] çıkıyor.*

İmer: *Olmuyor, 115 çıkıyor. 150 olması lazım [A ve B grubunun Nisan ayında topladığı ücrete eşit olmadığını hesaplar].*

Naz: *105 yapıyor.*

[…]

İmer: *Tamam, biz burayı 105 bulduk.*

Ada: *Oluyor, 16 TL burada. Sonra 4 ile çarpsak, 32'yi… 128. Topla, 144 TL C grubu. 96 TL de D grubu oluyor [D ve C gruplarının ücretlerini hesaplar].*

Naz: *Biz bunları şey yaptık ya. 18 ile 27 de var ya daha…*

Ada: *56'yı 4 ile çarp [B grubunun toplam kâğıt ücretini hesaplar].*

Naz: *224.*

Ada: *Tamam. B = 224.*

Naz: *C kaç?*

Ada: *C, 144 TL.*

Naz: *D?*

Ada: *D de 96 TL [Naz yazar].*

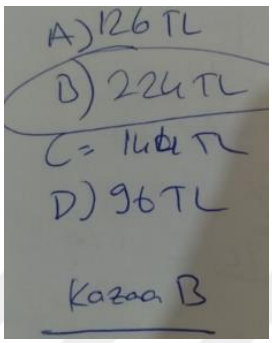
Naz: *A ne kadar? B'yi de bul.*

Ada: *B'yi buldum zaten, 224 TL. 42'yi 3 ile çarp [A'nın fiyatını sesli olarak hesaplar]. Eee 126 TL. A da 126.*

Naz: *Yani şimdi ne oluyor?*

Ada: *Burada şimdi grubun kazananını bulduk. O da B oluyor. Grubun kazananı B oluyor. Yani yarışmanın kazananı.*

Çözüm Kağıdı:



Grup üyelerinden İmer modelin çözümünü kontrol etmiş ve problem durumunda verilen Nisan ayında A ve B grubunun alacağı ücret ile C ve D gruplarının aldığı ücretin birbirine eşit olmadığını fark ederek neden olamayacağını ifade etmiştir **(Doğrulama, Yorumlama)**. Bu uyarının ardından Ada grupların topladıkları kâğıt miktarları varsayımları doğrultusunda A ve B grubuna ait sadece nisan ayına ait alım ücretini alması gerekirken mart ve nisan ayı alım ücretlerini toplayarak **(Matematiksel Olarak Çalışma)** aldığı değerler doğrultunda yaptığı kontrolde olamayacağını ifade etmiştir **(Doğrulama)**. Ada'nın işlemleri tamamlanması beklendikten sonra İmer işlemlerine devam ederek C ve D grupları için değerlerin sırasıyla 20 kg ve 30 kg olduğunu belirterek, değerleri yerine koyduğunda alım ücretlerinin birbirine eşit ve 150 TL olduğunu ifade etmiştir **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma ve Doğrulama)**.

İmer: *Hayır, 21 olmaz D.*

Ada: *Nasıl?*

İmer: *D, 21 olmaz. Hem doğru orantılı olmuyor, aynı zamanda hem de 150 olmuyor. İkisinin toplamı 105 oluyor Ada.*

Naz: *C nasıl? Sonuca varmayacağız, 10 dakikadan az kaldı.*

Ada: *Burada şey dedi hoca, farklı orantılı.*

İmer: *Hayır, ben onu demiyorum. 18 ile 24'ün TL fiyatı 150. 14 ile 21'in TL fiyatı 105. Arkada diyor ki bunlar ikisi birbirine eşit diyor. Bizimki eşit değil. Bizim bunların ikisini 150 yapmamız lazım Ada.*

Ada: *İki ayın toplamı desem burada ben… Burada var ikisi de. Toplasak… 350 TL A ve B [Naz yazar; A ve B değerini doğru bulmuştur].*

İmer: *D'ye bir değer söyleyin. 144.*

Ada: *C ve D'de 340 [C ve D için belirlediği toplam 32 ve 48 kilogram için fiyatlarını tekrar hesaplar]. Ortak kat 10'a bölsek, 24'e 35 olur. Olmaz.*

İmer: *Buldum.*

Ada: *Evet, tamam. Ben bekliyorum.*

İmer: *Tamam, C = 20, D = 30. Burası 20, burası da 30 oluyor. Bunların ikisinin toplamı da 150 oluyor. Burası da 150 yapıyor.*

Grup üyelerinden Naz grup defterlerine işlemlerin tekrar yapılmasını önermiştir. A ve B grubu için nisan ayı alım ücreti olan 150 TL değerini tekrar hesaplamışlardır **(Doğrulama)**. C ve D gruplarının problem durumunda verilmeyen kâğıt hurda miktarları için Ada ve Naz farklı varsayımlarda bulunmuşlardır. İşlemleri tekrar ederken ilk önce Ada'nın varsayımı olan C= 28 ve D=12 değerleri kontrol edilmiştir. Bu iki değer için hesaplanan alım ücretleri olan değerleri toplanarak 126 + 24 = 150 TL olarak hesaplanmıştır (Matematiksel olarak çalışma, Doğrulama). Bulunan değerin A ve B grubunun toplam alım ücretine eşit çıkması nedeniyle C ve D miktarlarının orantılı olduğu kontrol edilmeden 150 TL ücretin sağlanması nedeniyle miktarların doğru olduğu düşünülmüştür. İmer orantılı olan değerleri çapraz çarpım yaparak doğrulunu kontrol edilebileceğini önermiştir. A ve B grupları için çapraz çarpım yapılarak kontrol sağlanmıştır. C ve D grubu için yapılan kontrolde D grubu için İmer ve Ada'nın varsaydığı 12 ve 30 değerleri birbirine karıştırıldığını fark eden Ada arkadaşlarını uyarmış ve C=20 ve D= 30 kg olduğu ifade etmiştir **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma, Doğrulama)**.

Naz: *Şunları tekrar yapsak ya baştan [Grup defterlerini açar]. Bu ne problemi… Şimdi A'nın Nisan'ını bulacağız yine. 18 × 3 değil mi? 54. B'nin Nisan'ı da 96 yapıyor. Toplamı 150 TL'ye eşit. Hocam şunları alabilirsiniz. Hocam, biz hiçbir şey bulamadık ya.*

Araştırmacı: *Bence buldunuz, bayağı bir ilerlediniz de.*

İmer: *Ada bir dur, kâğıdına bakabilir miyim?*

Naz: *Buna kaç dedi?*

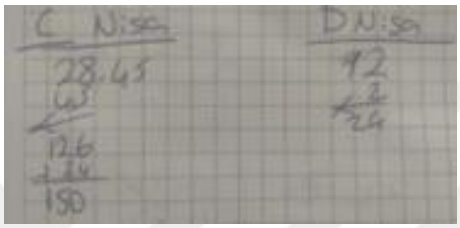
İmer: *C'ye 28, D'ye 12.*

Naz: *Bakayım mı bir? 4,5 ile çarpayım şunu.*

İmer: *126.*

Naz: *126 mı yapıyor? 2 ile 2'yi çarptık 24. Eee, bulduk.*

Grup Defteri:



İmer: *28 ile 12 kat oluyor mu [Ada'ya sorar]? A ve B birbirine, C ve D birbirine orantılı. Naz, orantıyı biz çapraz çarpım yapsak da eşit mi diye baksak ya.*

Naz: *Haa, şunları şöyle çarpıyorsun [Grup defteri foto; altında çarpar].*

Ada: *Onlar doğru orantılı.*

İmer: *Naz, oluyormuş [Çapraz çarpımı yapar, doğrular]. Oluyormuş. Bir dakika, 27 çarpı 20 kaç oluyor?*

Ada: *Ee, 270, 5'te sıfır [zihinden çarpar].*

İmer: *4… Bir dakika, 0 [işlemi yapar]. 540. Şimdi 18 ile şeyi çap… Biz D'ye ne dedik?*

Naz: *12.*

İmer: *12 ile 18'i çarp.*

Naz: *216*

Grup Defteri:.



Ada: *Onu demiyor, öbürünü diyor.*

İmer: *C'ye ne dedik?*

Naz: *C'ye de 18 dedik.*

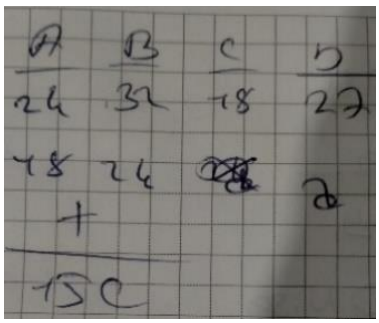
Ada: *20'ye 30.*

İmer: *Bir boş kâğıt verir misiniz? Ben bunları bir eşitleyeceğim.*

Naz: *En baştan yazsak ya [Naz grup defterini İmer'e verir].*

İmer: *A- B- C- D [altlarına mart ayı değerlerini yazar] 24-32 -18- 27. 18 -24 - 24… Ay, buraya 24 yazmayacağız [üzerini karalar]. Burada şimdi bununla bunun çarpımını… Toplamı kaç yapıyordu? 150 [18×3 ile 24×4 işlemlerinin sonuçlarını toplar].*

Grup Defteri:



Grup üyelerinden İmer ve Naz, Ada'nın ifade ettiği C=20 ve D= 30 kg değerlerini kontrol etmeden önce C ve D gruplarına ait nisan ayı toplanan kâğıt miktarını doğru orantıyı sağlayacak sayıları ücretleriyle çarparak 150 TL değerine ulaşmak amaçlanmış Ada'nın ifade yaparken sağlamayan değerler elenmiştir **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma ve Doğrulama)**. Ardından C=20 ve D= 30 kg olarak kabul edilen varsayım sonucunda

doğrulama yapıldıktan sonra 27x20 ve 30x18 işlemlerinin sonuçlarının birbirine eşit olduğu bulunmuştur **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma ve Doğrulama)**.

İmer: *Şimdi bizim bu iki sayıya değer verip, bunların eşitlemesinin 150 olup bunların doğru orantılı olmasını sağlayacağız. Hepimiz değer vermeye başlayalım. Kaç tane değer oluyor 150'ye eşit?*

Naz: *Küçük sayılar vererek başlayacağım… 10'dan fazla olacak.*

İmer: *Buraya 16, buraya 45. 78'i 2'ye bölün. 2'ye böl.*

Naz: *39.*

İmer: *39 ile 18'in çarpımı, 27 ile 16'nın çarpımı birbirine eşit mi?*

Naz: *Çarp. Ben 39 ile 18'i çarpacağım.*

İmer: *Ben de 16 ile 27. 432… Olmaz, değiştir.*

Naz: *[Farklı bir değer bulur].*

Araştırmacı: *Arkadaşlar, grup sunumlarına geçelim mi [Sınıfa söyler]?*

Grup: *Hayır.*

[…]

İmer: *C = 20, D = 30 oluyorsa oluyor. Bu doğru orantılı. Biz buna kaç dedik… [İşlemi yapar]. Oluyor, oluyor.*

Naz, Afra: *Evet evet evet.*

Ada: *Evet.*

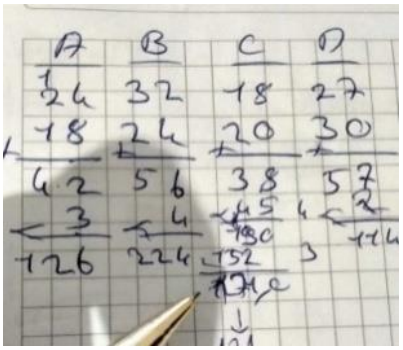
Problem durumunda toplanan kâğıt hurda miktarlarından gruplara ait tabloda verilmeyen dört miktarı yerleştiren mavi grup miktarları ürünlerin fiyatlarıyla çarparak tüm grupların kâğıt alım ücretleri hesaplamıştır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma ve Doğrulama)**. Gruplara ait kâğıt hurda alım ücretleri A=126, B = 224, C= 171 ve D=114 bulunarak yarışmayı B grubunun kazandığı ifade edilmiştir **(Yorumlama)**.

İmer: *Şimdi A'dan 126 kazanıyor öğretmenim, 1 dakika, biz bulduk.*

…

Naz: *Hocam bakın, bir bakın. Bu bizim grup çözümü. Burada çözemedik. Bunda da çözemedik. Bir saniye, şuraya "Grup son" [yazılır]. Kaç yazıyor burada [Gruba sorar]?*

Grup Defteri:



İmer: *171 [Naz çarpma işlemi yapar ve İmer, C grubunun alım ücretini söyler].*

Naz: *Cevap B.*

İmer: *Orada tabii biz bunların doğru olduğunu da orada işlemlerini yapacağız. Bununla bunu çarpacağız, bununla bunu çarpacağız, bunlar doğru orantılıdır diyeceğiz tahtada.*

Naz: *Evet, evet… Bitti.*

[…]

Araştırmacı: *Sizler arkadaşınızın neden 20'ye 30 bulduğunu anladınız mı?*

Naz: *Ben anladım.*

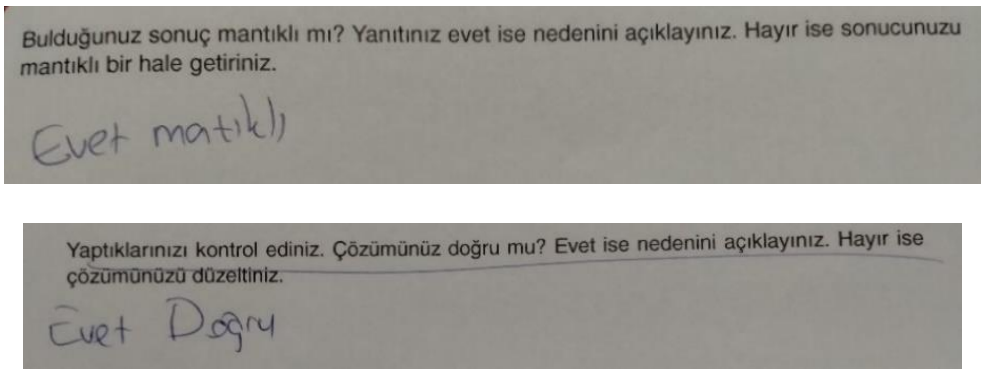
İrem: *Ben de anladım. Biz de öyle yaptık. Biz aslında 20'ye 30'u çok önceden yaptık, hatırlıyor musunuz?*

Naz: *Evet.*

Mavi grup çözüm kağıdının çok karışık olması nedeniyle sunuma çıkmadan önce farklı bir kâğıda geçirmişlerdir. Sunumlardan önce grup çözüm kağıdındaki alt başlıkları tamamlayan grup üyeleri alt başlılara; buldukları sonuçların mantıklı olup olmadığına ilişkin soruya verdikleri yanıtta sonucun mantıklı olduğunu ifade etmişlerdir **(Yorumlama).** Elde edilen çözümün doğru olup olmadığına ilişkin soruda ise öğrencilerin çok kez işlemleri grupça kontrol etmeleri sebebiyle doğru bir çözüme ulaştıkları ifade edilmiştir **(Doğrulama).** Öğrencilerin çözüm kağıdında yorumlama ve doğrulama yeterliğine ilişkin ifadeleri Şekil 47'de verilmiştir.

Şekil 47

Çözüm kağıdı (Mavi Grup-Geri Dönüşüm Günü)


Bulduğunuz sonuç mantıklı mı? Yanıtınız evet ise nedenini açıklayınız. Hayır ise sonucunuzu mantıklı bir hale getiriniz.

Evet matıklı

Yaptıklarınızı kontrol ediniz. Çözümünüz doğru mu? Evet ise nedenini açıklayınız. Hayır ise çözümünüzü düzeltiniz.

Evet Doğru

Sunum aşamasında mavi gruptan gönüllü olarak gruptan Naz ve İmer grup çözümlerini anlatmıştır. Çözümlerini aktaran gruba diğer gruplardan soru sorulmamıştır. Grup üyelerinden Ada kendi çözümleriyle sunumlarını yapan grupların çözümlerini karşılaştırdığında sarı grubun çözümünde işlem hatası olduğunu ifade etmiştir **(Doğrulama)**.

İmer: *İlk baş A, B, C ve D değerlerini biz tabloda yazdık, daha sonra biz bunlara göre A'nın Nisan değerini bulduk. [İmer anlatırken Naz tahtaya yazar]. [x desene buraya Naz'a tahtaya yazması için söyler]. Biz A'nın Nisan diğerine ilk baş x dedik. Daha sonra bunların doğru orantılı olduğunu görünce kelebek yöntemine göre 24 ile 24'ün çarpımının 32 çarpı x'e eşit olduğunu bulduk. 32 çarpı x eşittir 576 oluyor. 576'yı 32'ye böldük. x'i daha sonra 18 bulduk. x'i 18 bulduktan sonra biz burada 18 ile 24 kilogramın fiyatına göre TL cinsini bulduk, daha sonra bu ikisinin toplamı C ve D'nin Nisan değerinin fiyatına eşitmiş. Daha sonra biz burayı 18 bulduktan sonra biz buraya tek tek değer vererek C'nin Nisan değerini ve D'nin Nisan değerini bulduk. Daha sonra biz buraya 20 yazdık [C'nin altını tahtada gösterir]. 20 ile 4,5'i çarptık.*

Naz: *Dur, burasıyla eşit olacak. Burası A + B'nin toplamına eşit [Tahtaya yazar].*

İmer: *Evet. A artı B'nin toplamı 150 oldu. Biz bunu C ve D'nin Nisan diğerinin kg fiyatını TL cinsine çevirdikten sonra bunların ikisinin toplamını 150 TL yapacağız. Daha sonra biz buraya 20 ile 4,5 çarpacağız. Şimdi 20 ile 4,5'i çarp [Naz'a tahtaya yazması için söyler]. 90. Daha sonra burada 150'den 90'ı çıkardık. 60 yapıyor. Daha sonra bunlar ... ile çarpıldığı için D'nin Nisan diğerine 30 dedik. Buraya da 20 dedik [C'yi kasteder]. Daha sonra bunların doğru orantılı olup olmadığına baktık.*

Araştırmacı: *Yeşil grup neden 30 dedi arkadaşlarımız?*

İmer: *27 × 20 = 540 ve 30 ile 18'in çarpımı eşittir 540. Burada doğru orantılı olmadığını sağladık, baktık.*

Naz: *Sonra 18 ile 20'yi topladık. 4,5 ile çarptık, 171 çıktı.*

İmer: *Daha sonra hepsinin kilogram fiyatını…*

Araştırmacı: *Evet, arkadaşınız B buldu. Var mı sorunuz?*

Sarı grup: *Yok.*

Yeşil grup: *Yok.*

Ada: *… sarı grubun hatasını söyleyecek miyiz, çarpma hatası?*

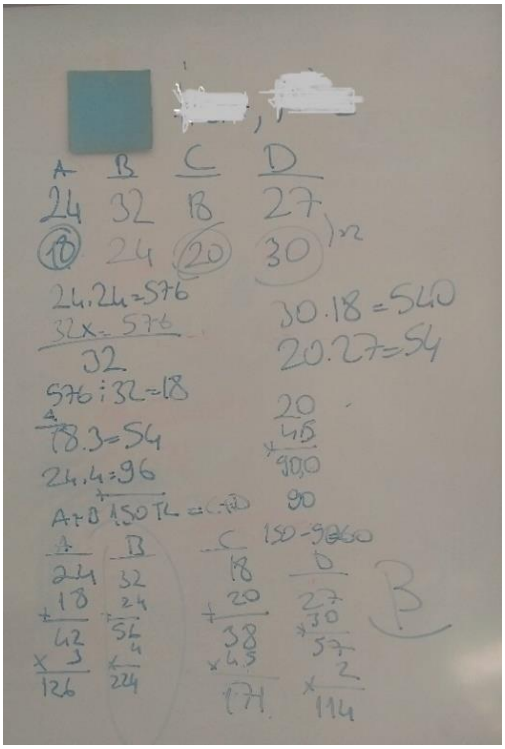
İmer: *Onları detaylı yapalım [sunum sonu doldurulacak sorulardan bahseder].*

Ada: *C'de hocam çarpma hatası. C'de çarpma hatası yapmışlar.*

Mavi grup geri dönüşüm günü MOE sunumu sonunda Şekil 48'de verilen çözümlerinde hehangi bir değişiklik veya düzeltme yapmamıştır.

Şekil 48

Mavi grup geri dönüşüm günü MOE sunum

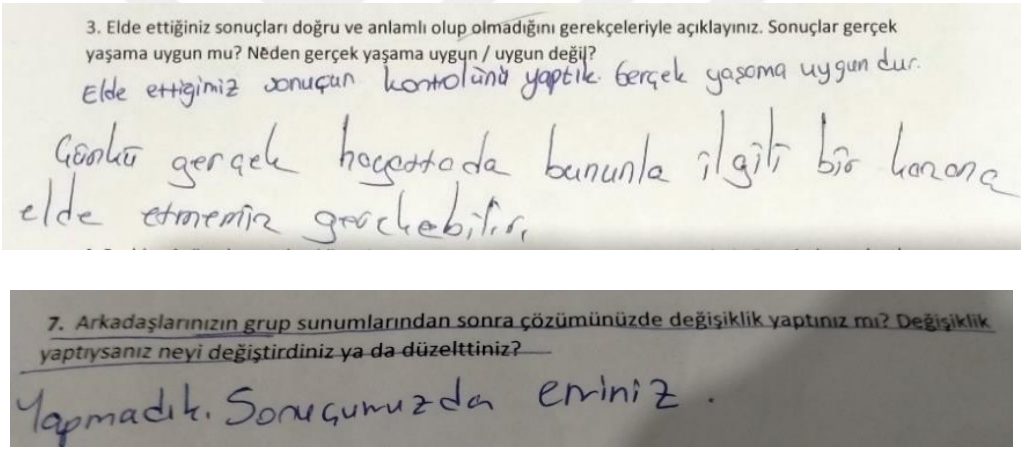


Tüm sunumların tamamlanmasının ardından etkinlik sonu soruları grup üyeleri yorumlama yeterliğine ilişkin bulgular çerçevesinde elde ettikleri sonucun kontrolünü yaptıkları için gerçek yaşama uygun olduğu gerçek hayatta da böyle bir kazanç elde edilebileceği ifade edilmiştir **(Yorumlama)**.

"Sunumlardan sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı?" Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzeltiniz?" sorusuna çözümlerinden emin oldukları için değişiklik veya düzenleme yapmadıklarını ifade etmişlerdir **(Doğrulama).** Çözüm sürecindeki yaklaşımları ve grup sonu sorulara yazdıkları ifadeler göz önüne alındığında doğrulamayı gerçek yaşamdaki bilgileri göz önünde bulundurma ve gerçekçi olma olarak ele aldıkları düşünülmüştür. Sunum sonu etkinlik kağıdında yer alan öğrenci yanıtlarına ilişkin örnek Şekil 49'da sunulmuştur.

Şekil 49

Sunum sonu etkinlik kağıdı (Mavi Grup – Geri Dönüşüm Günü)


3. Elde ettiğiniz sonuçları doğru ve anlamlı olup olmadığını gerekçeleriyle açıklayınız. Sonuçlar gerçek yaşama uygun mu? Neden gerçek yaşama uygun / uygun değil?
Elde ettiğiniz sonuçun kontrolünü yaptık. Gerçek yaşama uygundur. Günlük gerçek hayattada bununla ilgili bir kazanç elde etmemiz gerçekçidir.

7. Arkadaşlarınızın grup sunumlarından sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı? Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzelttiniz?
Yapmadık. Sonucumuzda eminiz.

Grubun çözüm yaklaşımları incelendiğinde, gerçekçi varsayımlar oluşturan öğrencilerin bu varsayımlara dayalı olarak gerekli değişkenleri doğru bir şekilde belirledikleri görülmüştür. Söz konusu değişkenlere dayalı olarak problem durumunda verilmeyen toplanan kâğıt hurda miktarları belirlenerek oluşturulan doğru matematiksel modelleri kullanarak matematiksel çözüme ulaşılmıştır. Elde edilen doğru matematiksel çözüm gerçek yaşam bağlamında doğru biçimde yorumlanmıştır. Süreç boyunca varsayımlarını, modellerini ve çözümlerini doğrulayan grup elemanları, belirledikleri tüm hatalar düzeltilmiştir. Söz konusu değerlendirmeler sonucunda Mavi grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeylerine Tablo 20'de yer verilmiştir.

Tablo 20

Geri dönüşüm günü MOE uygulamasında mavi grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri

MAVİ Grup	**GERİ DÖNÜŞÜM GÜNÜ MOE**
Problemi Anlama	4
Sadeleştirme	3
Matematikselleştirme	4
Matematiksel Olarak Çalışma	4
Yorumlama	4
Doğrulama	6
Toplam	**25**

4.1.3.4. Geri Dönüşüm Günü Model Oluşturma Etkinliğinde Yeşil Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Grup elemanları problemi okuduktan sonra bireysel kâğıtlar incelendiğinde Sude ve Ümit dışındaki grup üyelerinin problem durumunda toplanan kâğıt miktarlarıyla ilgili tabloda verilmeyen değerleri bulmaya çalıştıkları problemi anlayarak sadeleştirdikleri görülmüştür. Grup çalışmasına geçebilmeleri için araştırmacı ve öğretmen grup üyelerine sorular yöneltmiştir. Bu aşamada kâğıt fiyatı değerlerinin verildiğini fark etmeyen Sude yönlendirmeler ve Banu'nun açıklamalarıyla tabloda değerlerin verildiğini fark etmiştir **(Problemi Anlama)**. Grup üyelerinin problemi anlamlandırarak, verilen ve istenenleri belirledikleri belirlenmiştir **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)**.

Öğretmen: *Bak, hadi ne diyor?*

Tuna: *En fazla olan grup kazanır diyor hocam.*

Öğretmen: *Demek ki bunları ne yapman lazım?*

Tuna: *Toplamam.*

Öğretmen: *Bir bulman lazım değil mi? E o zaman boş olan yerleri bulmakla başlayabilirsin mesela.*

Tuna: *Nasıl bulacağız bilmiyorum ki.*

Berat: *Orantılı değil mi?*

Öğretmen: *Burada okusan, hani bak burada bilgiler vermiş. Bu bilgilerin yolunda giderek buraları bulsan. Hadi Tuna, odaklan.*

Sude: *Biz burada nereden bulacağız, burada ne... hangi kâğıtları topladıklarını?*

Banu: *Yazıyor ya, burada türü ve fiyatı yazıyor. Mesela A grubu bunu toplamış, fiyatı da bu kadarmış.*

Sude: *Altını çizdim zaten.*

Araştırmacı: *Sen nerede takıldın ki?*

Sude: *Hımm, şimdi anladım. Hocam şimdi bu böyle ya... fiyat olduğu için, hani şimdi Nisan olduğunu, hani burada diyor ya "eşittir" diyor A ve C grubu...*

Araştırmacı: *"Eşittir" mi diyor?*

Sude: *"Orantılıdır" diyor. Yaptın mı Berat?*

Berat: *Evet.*

Banu: *Hangi grubu buldun?*

Berat: *D'yi buldum ben.*

Sude: *Nasıl bulacağız buradaki şeyleri?*

Banu: *Şartlarına bakarak.*

Grup çalışması başlangıcında üyeler bireysel çalışma sırasında buldukları sonuçları ifade etmişlerdir. Berat, C ve D gruplarının topladıkları kâğıt miktarı her ay orantılıdır ifadesini kurmuş fakat tablodaki değerleri yanlış yorumlamıştır **(Problemi Anlama).** Orantı yanlış kurularak tabloda verilmeyen değerlerin sırasıyla 32-27-18 kg olması gerektiğini ifade edilmiş ve yanlış varsayımda bulunulmuştur **(Sadeleştirme)**. Banu, orantının böyle olmama ihtimali olduğunu ifade etse de **(Yorumlama)** önerilen değerleri toplamışlardır **(Matematikselleştirme)**. Berat her grubun mart ve nisan aylarında topladıkları toplam kâğıt alım miktarlarının ücretiyle çarpılmasına ilişkin matematiksel model oluşturmuştur **(Matematikselleştirme)**. Banu sadece A grubunun mart ayı kâğıt alım ücretinin 24x3 olarak hesaplanması gerektiğini ifade ettiğinde ise Berat iki aya ait kâğıt alım ücretinin hesaplanması gerektiğini yinelemiştir **(Matematikselleştirme).** Kurulan matematiksel modeli sorgulayan Sude sadece nisan ayı için alım ücretlerinin eşit olduğunu ifade etmiştir **(Yorumlama, Doğrulama)**.

Tuna: *Sude hangi grubu buldunuz?*

Sude: *Ben bulamadım.*

Berat: *Biz eminiz Bursa [B grubunu ifade eder.].*

Araştırmacı: *Geliyor grup kâğıtları bireysellerde dursun yanınızda bu grup kağıdınız. Ortak çözüme geçeceksiniz.*

Sude: *Tuna ne yaptınız?*

Tuna: *Sen anlat ben en son anlatırım.*

Berat: *Şimdi bak C ile D birbirine eşitmiş ve... Ya şunları bulsak ya bir [Tabloda verilmeyen 4 değeri gösterir.]. C ve D gruplarının topladıkları kâğıt miktarı her ay orantılıdır diyor. Yani 18 burasıysa burası da 18. Burası 27 ise burası da 27 olacak bence [Mayıs ayında C ve D grupları için verilmeyen değerleri gösterir.].*

Sude: *Eee neden?*

Berat: *Çünkü orantılıymış.*

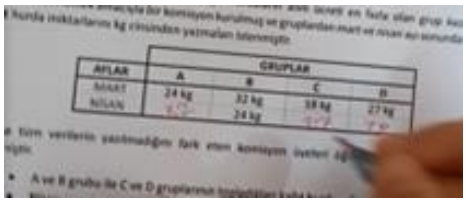
Banu: *Ama ya orantı öyle bir şey demek değilse?*

Berat: *Bana göre öyle.*

Berat: *Ya ben öyle yaptım işte 27'yi 18'in altına yazdım, 18'i de 27'nin altına yazdım. Buraya 18 buraya 27 yazdım.*

Sude: *O zaman öyle deneyelim 27'ye 18.*

Ekran Alıntısı:



Berat: *Oraya da 32. Şimdi bunları toplayıp bu fiyatlarla çarpacağız.*

Banu: *56 oluyor bunların toplamı [A grubunun topladığı kâğıt miktarını gösterir.].*

Berat: *Evet 56'ya 56 [A ve B grubunun topladığı kâğıt miktarını gösterir.].*

Sude: *Neden toplayıp çarpacağız?*

Berat: *Ya işte şey yap. Fiyatlarını bulmak için birbiriyle toplayıp çarpıyoruz. Fiyatını bulacağız ya.*

Sude: *Bence öyle değil. Ama olmaz ki sadece şu kısmı mart değil de nisanı diyor sadece yani bu mesela hangileri olabilir?*

Banu: *1 kilogramı 3 TL ise 24'ü 3 ile çarpmanız gerekmez mi?*

Sude: *İşte hesaplıyoruz.*

Berat: *1 kilosu 3 TL işte 56 kere 3'ü çarp.*

Sude: *Neden 56 kere 3? Bak burada diyor ki toplam alım ücreti birbirine eşittir. Nisan ayı için geçerli bu mart için değil. Tamam mı?*

Tuna'nın da aynı değerleri bulduğunu söylemesi üzerine; Sude matematiksel modelin doğru olmadığını fark etmiş fakat herhangi bir düzeltme yaklaşımında bulunmamıştır **(Doğrulama)**. Belirlenen kâğıt miktarlarına göre çözüme uygun olmayacak biçimde işlem yapmışlardır **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme)**. Öğrenciler, gruplara ait tabloda verilmeyen toplanan kâğıt miktarlarını A= 32, C=27, D=18 kg olarak kabul ederek iki ay toplanan kâğıt miktarları A=56 B=56 C=45 D=45 olarak hesaplamışlar ve birim fiyatlarıyla çarparak A, B, C ve D gruplarına ait kâğıt alım ücretleri sırasıyla toplam 168, 224, 202,5 ve 90 TL olarak hesaplamıştır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**. Hesaplamalar sürecinde 45'in 4,5 ile çarpımını 180'e 90 ekleyerek bulmaya çalışan Sude'ye işlemini zihinden yapmaya çalışan Berat 45x4=180'e 45'in yarısının eklenmesi gerektiğini ifade etmiştir **(Matematikselleştirme, Doğrulama)**. Grup üyeleri dört gruba ait kâğıt alım ücretlerini belirlerken hatalı varsayımları kullanarak kurulan matematiksel modelin çözümü doğrultusunda; nisan ayında A ve B grubu ile C ve D gruplarının toplam kâğıt alım ücretlerinin birbirine eşit olduğunu doğrulamadan B grubunun kazandığına karar vermiştir **(Yorumlama).**

Tuna: *Bunu 32 yazdım. Bunu 27 yazdım [A=32, C=27, D=18]. Bunu da 18 yazdım.*

Berat: *Benim dediğim şey işte. 56 ile 3'ü çarp.*

Sude: *Haaa tamam.*

Berat: *24, 32 daha 56.*

Banu: *Üstte çarp 56 ile 3'ü.*

Sude: *Elde var [Çarpma işlemini yapar]. 168.*

Berat: *56 kere 4 [B grubunun kâğıt alım ücretini söyler].*

Sude: *56'yı 4 ile çarp, 24'ün 4'ü elde var 2 [B grubunun alım ücretini bulmak için işlemi yapar]. 224 oluyor. A4 fotokopisi 18'e 27.*

Berat: *45 galiba, evet 45.*

Sude: *Bununla bunu topla 45 oluyor. Burası da 45 [C grubunun değerleri olan 18 ile 27'yi toplar].*

Berat: *Aynen, 4 ile çarp bir de sonra da yarısını al [4,5 ile çarpmayı tanımlar, Sude işlemi yapar]. 180 mi?*

Sude: *İlk önce bir şunu bulalım, 4.5 diyordu, bunu ikiye böleceğiz.*

Berat: *45'i mi? 22,5.*

Sude: *Hayır şunu [Çarpım sonucunu gösterir]. 90 oluyor.*

Berat: *180'i niye ikiye bölüyorsun?*

Sude: *Bak şu buçuk da var ya [45'in 4 ile çarpım sonucunun yarıya bölünmesi gerektiğini ifade eder].*

Berat: *Tamam, buçuğu bulmak için 45'i 2'ye böleceksin.*

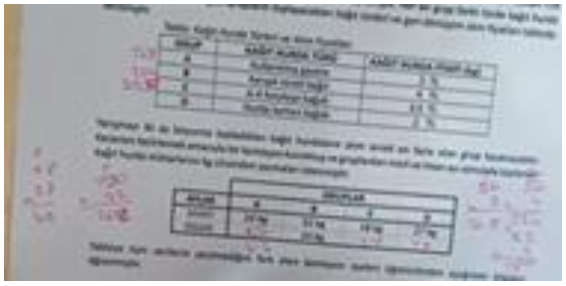
Sude: *Ya neden?*

Berat: *Ee yarısı kaç yapar 45 için? 22,5. 22,5 ekle 180 ile 202,5 yapıyor.*

Sude: *180'e ne ekleyecektim?*

Berat: *22,5. 202,5.*

Ekran Alıntısı:



Sude: *D'yi bulalım. Burası da 45.*

Berat: *45'le 2'yi çarp.*

Berat, Tuna, Sude: *90.*

Ekran Alıntısı:



Sude: *En çok B. O zaman en çok B kazanıyor.*

Berat: *Evet, cevap B kazanır.*

Problemde yer alan "Grupların topladıkları kâğıt miktarı değişmeden seçimlerinde farklı kâğıt türünde yapsalardı sonuç değişir miydi?" aşamada ise hesaplama yapmadan sonucu gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlanarak fiyatların farklı olmasından dolayı değişeceği ifade edilmiştir **(Yorumlama)**. Yaptıkları çözümün kontrol edilmesini öneren Sude'ye **(Doğrulama)** itiraz edilerek çözümün bittiği ve yanıtın B grubu olduğu ifade edilmiştir. Kabul edilen varsayıma göre nisan ayına ait kâğıt alım ücretlerini hesaplamaya başladığında Banu iki aya ait toplam kâğıt alım ücretlerinin değerlerini söylediğinde **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)** Sude sadece Nisan ayının hesaplanması gerektiğini ifade etmiştir **(Doğrulama)**. Hesaplamayı tekrar yapan Sude toplam alım fiyatlarının farklı olduğundan grup arkadaşlarına buldukları sonucun yanlış olduğunu söylemiştir **(Doğrulama, Yorumlama)**.

Sude: *Grupların topladıkları kâğıt miktarı değişmeden seçimlerini farklı kâğıt türünde yapsalardı sonuç değişir miydi? Nedenleriyle açıklayınız [Sorunun son aşamasını okur].*

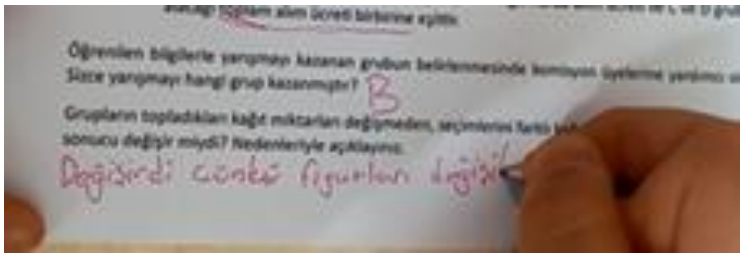
Berat: *Değişirdi çünkü fiyatları farklı.*

Tuna: *Bence de. Bence de.*

Berat: *Değişirdi çünkü fiyatları farklıydı.*

Sude: *Fiyatları değişir [Sude yazar]. Bir şey diyeceğim. Şurayı kontrol mü etsek?*

Ekran Alıntısı:



Tuna, Berat: *Tamam bitti.*

Sude: *32. Bu ne kullanmış, 32'yi 3 ile çarp. 96. 24'ü 4 ile çarp. 96 [Sonucu yanlış yazar].*

Ekran Alıntısı:

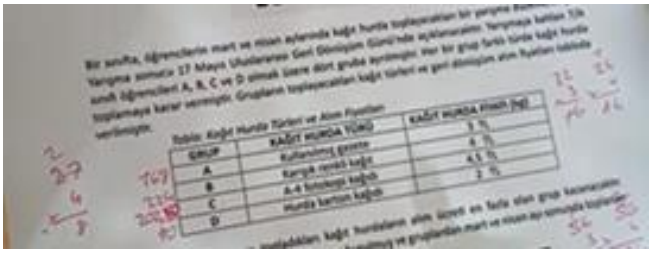


Berat: *Ben kabul ederim. Bunların da kabul etmesi lazım [Grup arkadaşlarının kabul etmesi gerektiğini söyler].*

Tuna: *Üçe birler, sen de kabul ediyorsun değil mi?*

Berat: *Sen niye 27 ile 4'ü çarpıyorsun?*

Ekran Alıntısı:



Sude: *Hani bunların fiyatları eşit olacak ya.*

Berat: *Kontrol etme, kontrol edince yanlış çıkıyor.*

Banu: *Bak bunlar 56 şimdi. 56'yı 3 ile çarp.*

Banu: *45'i 4.5 ile çarpacaktın, 45'i 4.50 ile çarp. Burada hesap makinesi yok mu?*

Sude: *Onu demiyorum. Bak şurada bir bilgi vermiş. Nisan ayında bunların ikisi bunların ikisine eşit olacak. Ama olmuyor.*

Banu: *Tamam, burası kaç? 3 ile çarpınca 168 TL.*

Sude: *Bunların hepsi 96, bunlarda 96. 1 dakika.*

Banu: *Ya burası çarpınca zaten 168 çıkmıyor mu? Ee burası da 168 çıkıyor.*

Sude: *Hayır onu demiyorum. Banu bak. Bu ne 3'le çarp 96, bu ne 96 […] olmuyor. Anlatıyorum. Şimdi burada demiş ki bak, bunların toplam ücreti aynı olacakmış sadece nisan ayında. O yüzden ne yapıyoruz [32x3] 96. Bunu da 4 ile çarpıyoruz. Bunlar 96 çıkmıyor, ikisi de farklı çıkıyor [C ve D gruplarını ifade eder].*

Berat: *Tuna'ya sor Tuna.*

Tuna: *Haydi söyle.*

Sude: *Tamam bak şimdi… Bak burada bir bilgi veriyor; A, B gruplarınınki ile C, D bunların toplam fiyatları aynı olacakmış, sadece nisan ayı için geçerli. 32'yi 3 ile çarpıyoruz. Bunların ikisi olmuyor, yanlış yapmışız.*

Berat: *Bak, bir şey söyleyeceğim, Sude'nin dediğini yapalım ama.*

Grup üyeleri Sude'nin önerisi üzerine sadece nisan ayı alım ücretlerini hesaplayan Tuna A ve B grubunun alım ücretini 96 TL olarak hesaplamıştır **(Matematiksel Olarak Çalışma)**. C ve D gruplarını tekrar hesaplayan Sude A ve B grubunun kâğıt alım ücretinden farklı olduğunu ifade etmiştir **(Doğrulama)**. Ardından mart ayı alım ücretlerinin hesaplanmasını isteyen Berat'a, Tuna sadece Nisan ayını hesaplamaları gerektiğini belirtmiştir **(Doğrulama)**. C grubunun nisan ayına ait alım ücretini (27x4) olarak hesaplayan Tuna 27 x 4,5 işlemindeki hatasını fark etmiştir **(Matematikselleştirme, Doğrulama)**. Banu sonucun 121,5 olduğunu söylediği sırada 4,5 ile çarpma işlemini 27x4=108'in yarısını ekleyerek hesaplayacağını düşünen Tuna'yı Berat uyararak işlemleri tekrar yapması için yönlendirmiştir **(Doğrulama, Matematikselleştirme)**.

Berat, Tuna: *Sude'nin dediği gibi yapalım. Vakit de kalmadı zaten.*

Tuna: *Nisan aylarını buldum. İkisi de 96 çıktı.*

Sude: *Bunlarınki farklı çıkıyor [C ve D gruplarını gösterir].*

Berat: *Mart ayınınkini de çarpın.*

Tuna: *C ile D mart ayı, nisanı diyor. 4.50 ya. 4 ile çarptım, buçuğu eklemedim.*

Banu: *121,5 yapıyor.*

Tuna: *Tamam, 27 x 4 = 108 yapıyor. 108'in yarısı kaç?*

Berat: *Ama bak şimdi, siz niye 108'in yarısını alıyorsunuz?*

Tuna: *Buçuk ya.*

Berat: *Tamam buçuk ya, 1 liradan kaç oluyor? 108'i kaçla çarpınca 108 bulunuyor işte. 4'le mi?*

Tuna: *27'yi 4 ile çarptığımızda.*

Berat: *Tamam işte. 27, 1 TL'den hesaplayınca 27 lira yapıyor. Yarısı işte. Siz niye 108'in yarısını buluyorsunuz? 27'nin yarısını al, yaz.*

Tuna: *13,5.*

Berat: *Yaz 13,5 daha.*

Tuna: *108, 13,5 daha kaç yapıyor?*

Sude: *121,5.*

Sude: *Burada niye 13 var?*

Tuna: *27'nin yarısı 13,50 ya.*

Sude: *Tamam, kaç oluyor?*

Ümit: *121,5 oluyor.*

Sude: *Kontrol etmesek yanlış yapıyorduk.*

Tuna: *Nereden biliyorsun, belki yine doğru. Cevap belki yine B'dir.*

Grup çözüm kağıdında buldukları sonucun mantıklı olup olmadığını sorgulayan 5. soruya çoğunluk kararı olarak mantıklı olduğunu, doğru cevabı bulduklarını ifade etmiştir **(Yorumlama)**. Öğrenciler araştırmacıya nisan ayına ait A ve B grubunun toplam kâğıt alım ücretiyle C ve D gruplarının kinin birbirine eşit olup olmadığını onaylatmak istemiştir **(Doğrulama)**. Araştırmacı, öğrencilerin orantıyı doğru kuramadıklarından yanlış modeller oluşturma eğiliminde olduklarını görünce, grubu kurdukları yanlış varsayıma odaklandırmaya çalışmıştır. Yönlendirmenin ardından Tuna orantıyı nasıl kurduklarını, Berat ise başlangıçta

yaptıklarının doğru olduğunu ifade etse de sadece Sude yanlış yaptıklarını belirttiğinde verilenleri özetlediğinde tüm grup üyeleri onaylamıştır **(Doğrulama)**.

Berat: *En baştaki cevap doğru bence. Varsayımın ne olduğu, dur [Çözüm kağıdındaki soruyu okur]. Evet mantıklı, doğru cevabı bulduğumuzu düşünüyoruz.*

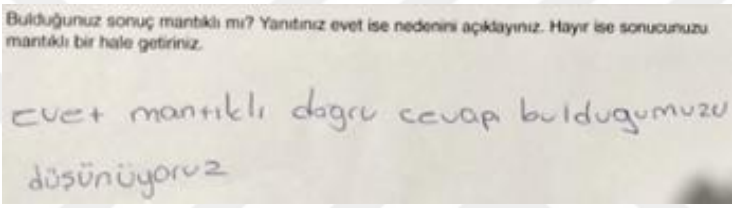
Sude: *Düşünmüyoruz.*

Berat: *Düşünüyoruz.*

Sude: *Hayır, grupça katılmıyoruz. Katılıyor musun?*

Berat: *Düşünüyoruz yaz ya. 3'e 2 Sude.*

Çözüm Kağıdı:



Araştırmacı: *Hangi aşamadasınız?*

Sude: *Bununla bunun toplamı, bununla bunun toplamına eşit olmayacak mı hocam? [Tabloda nisan ayına ait grupların toplam alım miktarlarını gösterir].*

Araştırmacı: *İşlem hatanız olabilir. Çünkü başka veri de var.*

Berat: *En baştan çözelim.*

Araştırmacı: *Siz şu sayıları doğru bulduğunuzdan emin misiniz?*

Berat: *Evet.*

Araştırmacı: *Orandan mı yararlandınız? Banu, nasıl buldunuz 32'yi?*

Tuna: *Orantılı diyor ya hocam. Buradaki 24 buraya geçti, buradaki 32 de buraya geçti.*

Berat: *Hocam ben sonradan şey yaptım. 24 ile 4'ü çarpınca 96 yapıyor. 96'yı 3'e bölün dedim, 32 yapıyor yine.*

Sude: *Aaaa, doğru orantılı diyor.*

Araştırmacı: *Ne demiş? A ve B grubu ile C ve D grubunun kâğıt miktarları her ay orantılıdır. Yani her ay orantılı. Mart ayında topladıklarıyla nisan ayında topladıkları orantılı. Her ay orantılı diyor arkadaşlar.*

Sude: *Şimdi her ay orantılı, sadece bu kısmı [nisan ayını gösterir] eşit.*

Berat: *Bir şey söyleyeceğim. En baş yaptığımız doğru, onu yazalım. Başka bir şey bulamıyoruz çünkü.*

Sude: *Tamam, en başta bunu yaptık ama yanlıştı yaptığımız. Şöyle yapalım. Bununla bunun arasında ne var? Her ay orantılı, sadece nisan ayı için geçerli olanlar eşit olmalı. A ve B'nin toplamı, C ve D'nin toplamına eşit olacak.*

Araştırmacı: *Hem fikir misiniz?*

Sude, Tuna, Berat: *Evet.*

Araştırmacının yönlendirmeleri sayesinde doğrulama yaklaşımında bulunan öğrenciler matematiksel modellerindeki hatayı fark etmişlerdir **(Doğrulama)**. Tabloda verilmeyen değerleri yanlış yerleştiren öğrenciler doğrulama yaklaşımı sonucunda varsayımlarını değiştirerek toplanan kâğıt hurda miktarlarının her ay orantılı olması nedeniyle verilmeyen değerleri bulmaya çalışmıştır **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme)**. Bu aşamada önce orantı yerine oranlar hesaplanmaya çalışılmıştır **(Matematikelleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**. Sunumlara geçildiği aşamada, çözümü tamamlamayan grup üyeleri sunumunu tamamlayan turuncu grubun çözümü hakkında araştırmacının yönelttiği sorulara; kendi çözümleri arasındaki farklılıkları söylemişlerdir **(Yorumlama)**. Çözüm kağıdında yer alan 3. soruyu (Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir?) A, C ve B gruplarının nisan ayında kaç kg alım yaptıklarını varsaydık şeklinde yanıtlamışlardır **(Sadeleştirme).** Sunum sırası gelene kadar çözümlerini tamamlamaya çalışan grup üyelerinden Sude, orantıdaki verilmeyen değerin bulunması için yapılması gereken içler dışlar çarpımını kelebek sistemi olarak tanımlayarak verilmeyen değerleri x ve y olarak belirlemiştir **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**. Ardından işlemleri gözden geçirerek oluşturulan model ve çözümdeki hatalarını fark eden Banu yanlış yaptıklarını ifade etmiştir **(Doğrulama, Yorumlama)**. C ve D gruplarının nisan ayına ait topladıkları kâğıt miktarlarını x ve y olarak belirleyen Sude bu değerleri sırasıyla 20 ve 30 olarak bulmuştur **(Matematiksel Olarak Çalışma).** Nisan ayına ait A ve B grubunun kâğıt alım ücretini ile C ve D grubunun alacağı alım ücretlerinin birbirine eşit olduğunu; bulunan değerleri fiyatları ile çarparak 150'şer TL

olduğu doğrulanmıştır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma ve Doğrulama)**.

Sude: *Tamam buldum. Bunu buna böleceğiz.*

Berat: *Neyi, niye böyle? 32, 24'e bölünür mü?*

Tuna: *Neyi? 32'yi 24'e bölüyoruz.*

Berat: *Neden bölüyoruz? Çünkü doğru orantılı diyor.*

Sude: *Kaç oluyor?*

Tuna: *1.3 üstü devirli çıkıyor.*

Sude: *Bu arada yanlış yaptık haberiniz olsun.*

Banu: *Burada doğru orantılı diye bir şey yok.*

Sude: *Orantıyı bulamıyorum. Doğru orantıyı bulmamız için 24'ü 32'ye bölmemiz gerekiyor […] 18'i 27'ye böleceğim.*

Araştırmacı: *Yeşil grup, ne diyorsunuz turuncu grubun sunumu hakkında? Sizin yaptığınız farklılık nelerdir?*

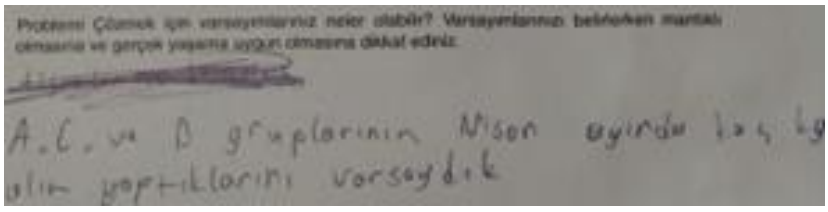
Tuna: *Bizde bir tane cevap var hocam.*

Banu, Sude, Berat: *Çok.*

Berat: *Bizim bununla alakası yok.*

Tuna: *Berat, ben varsayımı buldum.*

Çözüm Kağıdı:



Sude: *Değiştireceğim ben [Çözümü tekrar yazacağını ifade eder].*

Berat: *Bir şey bulamazsak bunu yazalım. Üstünü karala, tekrar yaz.*

Sude: *Kelebek sistemi var değil mi şimdi burada. x olsa [Çözümü yazarlar].*

Banu: *Eveeet, yanlış yaptık.*

Sude: *Burası da y olsun. Ama bunların toplamını söylemiyor ki.*

Sude: *20, 30 tamam. 90 tamam [C ve D gruplarının nisanda topladıkları kâğıt miktarlarını bulur]. Vallahi buldum Berat [Çözümü yazar]. Bu arada B grubu [Kazanan grubu ifade eder] 150 150 eşitler mi? Doğruladık, tamam. Burada en fazla olanı… Tamam, bu 54, bu 96.*

Berat: *Sude de yazacak ve anlatacak.*

Sude: *Şuraları da ben deneyerek yaptım.*

Yeşil gruptan gönüllü olarak belirlenen grup sözcüsü Sude, çözüm kağıdında bulunan işlem ve hesaplamaları tahtaya açıklayarak yazmıştır. Tablodaki verilmeyen değerlerin nasıl bulunduğu sorulduğunda değer verilerek bulunduğu ifade edilmiştir. Araştırmacı tarafından sınıfa, yeşil grubun çözümü hakkında sorularının olup olmadığı sorulduğunda mavi gruptan İmer, doğru orantılı olup olmadığına bakılıp bakılmadığını sorduğunda; bakıldığı ifade edilerek nisan ayı kâğıt alım ücretleri belirtilmiştir. Problem durumunda yarışmayı iki ay toplanan kâğıt miktarına göre hesaplanması gerekirken yeşil grup sadece nisan ayına ait kâğıt alım ücretlerini sırasıyla 54-96-90-60 TL olarak hesapladığından en fazla 96 TL olan B grubunun kazandığını ifade edilmiştir.

Araştırmacı: *24'ü böldü, 18'i buldu arkadaşınız. Sonra A ve B'ye karar verdi. Fiyatla çarparak 54 ile 96'nın toplamı 150 TL ediyor dedi. Sonra 90'ı nasıl buldun? 2/3 oranını nasıl buldun? Yani 20'ye 30'u nasıl yerleştirdiniz?*

Sude: *90'ı nasıl buldum?*

Araştırmacı: *Yeşil grup, 20'ye 30'u nasıl yerleştirdiniz?*

Sude: *Ben bunu deneyerek buldum.*

Banu: *Hıhım [Onayladığını ifade eder].*

Sude: *Evet.*

Araştırmacı: *Tamam, sorunuz var mı arkadaşlar?*

Mavi grup - İmer: *Doğru orantılı olup olmadığını bakmışlar mı? [Yeşil gruba sorar].*

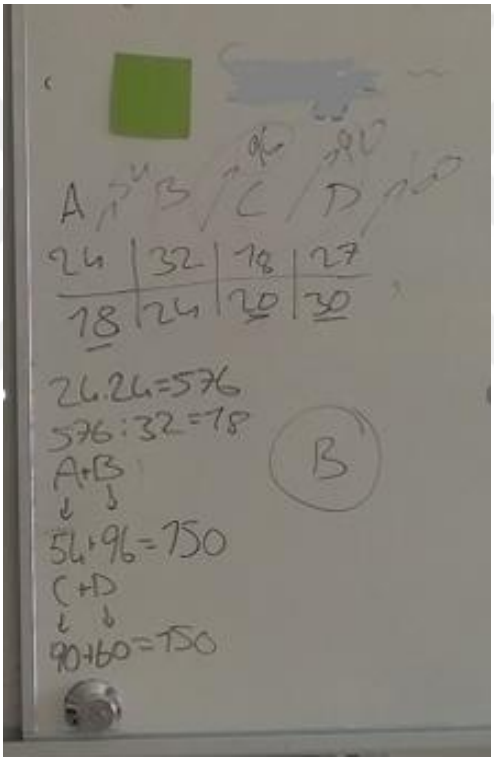
Sude: *Baktık, evet. A'nın toplamını 54 bulduk. B'nin toplamını 96 bulduk. C'yi 90, D'yi 60 bulduk. B 96 olduğu için B.*

Araştırmacı: *B grubu diyorsun, tamam. Sorunun 2. kısmına hiçbir grup geçmedi. "Farklı bir grup seçilseydi başka bir grup birinci olabilir mi?" diye soruyordu. Tüm sunumlar bitince sadece şu dağıtacağım kâğıtları doldurun. Düzeltilmesi gereken yer varsa değiştirin.*

Yeşil grup geri dönüşüm günü MOE sunumu sonunda Şekil 50'de verilen çözümlerinde hehangi bir değişiklik veya düzeltme yapmamıştır.

Şekil 50

Yeşil grup geri dönüşüm günü MOE sunum

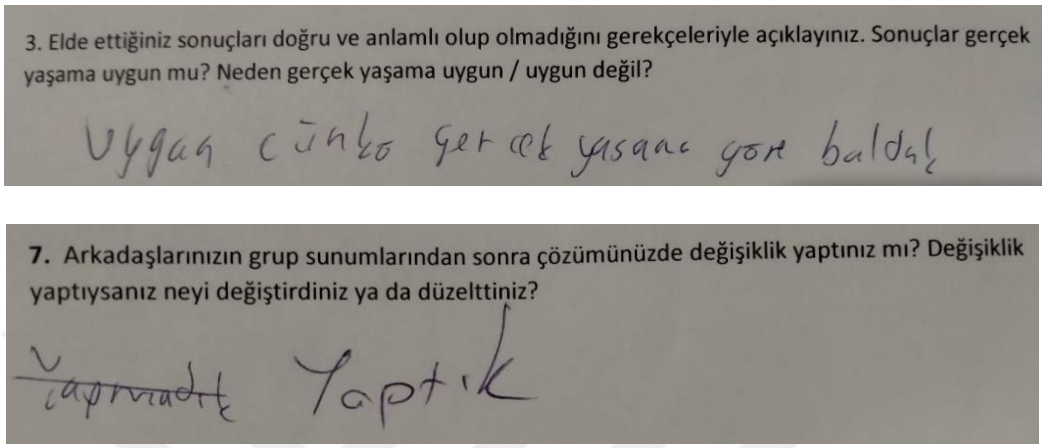


Tüm sunumların tamamlanmasının ardından etkinlik sonu verilen sorulara verilen yanıtlarda; yorumlama yeterliğine ilişkin bulgular çerçevesinde elde ettikleri sonucun doğru ve gerçek yaşama uygun olmasının sebebini gerçek yaşama göre bulmaları sebebiyle uygun olduğu biçiminde açıklanmıştır **(Yorumlama).** "Sunumlardan sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı?" Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzeltiniz?" sorusuna çözümlerini tamamladıklarını düşündükleri aşamada yapmadıklarını yazmışlardır. Daha sonra içler dışlar çarpımıyla buldukları değerleri yerleştirdiklerinde verdikleri yanıtın üstünü çizerek yaptık olarak açıklamışlardır. Diğer grupların sunumlarına göre kendi çözümleri arasındaki farkı

belirlemeyerek herhangi bir düzeltme yaklaşımında bulunulmamıştır **(Doğrulama).** Sunum sonu etkinlik kağıdında yer alan öğrenci yanıtlarına ilişkin örnek Şekil 51'de sunulmuştur.

Şekil 51

Sunum sonu etkinlik kağıdı (Yeşil Grup – Geri Dönüşüm Günü)



Grubun çözüm yaklaşımları incelendiğinde, genel itibariyle nisan ayı kâğıt hurda miktarlarını orantıyı yanlış kurmaları nedeniyle değerleri yanlış alarak çözüme başlamış olmalarına rağmen, sonradan yanlış varsayımlarını düzelterek gerçekçi varsayımlar oluşturdukları görülmüştür. Bu sebeple bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlarına dayalı doğru matematiksel modeller oluşturmuşlardır. Söz konusu varsayımlara dayalı doğru oluşturdukları matematiksel modellerin çözümünde yalnızca son aşamada küçük bir hata yapmışlardır. Söz konusu hata sonucu olumsuz olarak etkilemediğinden öğrenciler hatalı çözümü gerçek yaşama uygun olarak yorumlamışlardır. Süreç boyunca varsayımlarını, modellerini ve çözümlerini doğrulayan grup elemanları belirledikleri tüm hataları düzeltmelerine rağmen son aşamadaki hatalarını fark edemedikleri için bir ölçüde düzeltme yapmış olarak değerlendirilmişlerdir. Söz konusu değerlendirmeler sonucunda Mavi grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri Tablo 21'de verilmiştir.

Tablo 21

Geri dönüşüm günü MOE uygulamasında yeşil grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri

YEŞİL Grup	GERİ DÖNÜŞÜM GÜNÜ MOE
Problemi Anlama	4
Sadeleştirme	2
Matematikselleştirme	2
Matematiksel Olarak Çalışma	3
Yorumlama	2
Doğrulama	5
Toplam	**18**

4.1.4. Da Vinci Köprüsü Model Oluşturma Etkinliğine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Da Vinci köprüsü etkinliği uygulaması öncesinde tema ile ilgili Teknoloji ve Tasarım derslerinde ise Ürün Geliştirme ünitesinde olmaları nedeniyle programlarındaki *"2.7. Bir tasarım için gerekli yapısal özellikleri açıklar."* ve *"2.8. Yapısal özellikleri dikkate alarak bir tasarım yapar."* kazanımları doğrultusunda basit bir nesne kullanılarak yapısal bir tasarım (kule, köprü vb.) oluşturulacağı belirtmiştir. Problem durumunun bağlamının Da vinci köprüsü seçilmesi nedeniyle köprü tasarımının yapılması kararlaştırılmıştır. Teknoloji ve Tasarım dersinde köprünün yapımı ile ilgili kısa video izletilmesinin ardından dört gruptan gönüllü birer öğrenciyle birlikte örnek köprü modeli yapılmıştır. Her grubun kendi içinde köprüyü yapmalarının ardından uygulamadan bir gün önce dağıtılan Teknoloji ve Tasarım Dersinin uygulama haftasında görülecek kazanımlar doğrultusunda hazırlanan "Da Vinci Köprüsü" başlıklı tanıtıcı makalede yer alan sorular etkinlik başlangıcında her gruptan öğrencilere söz hakkı verilerek yanıtlaması sağlanmıştır. Ardından öğrecilere bireysel etkinlik kâğıtları dağıtılarak problem üzerinde bireysel olarak çalışmaları için süre verilmiştir. Tüm sınıfa problem durumunda yer alan tabloda verilen 7 malzeme ve cetveller tüm gruplara dağıtılmış ve verilen süre tamamlandıktan sonra grup çalışmalarına geçilmiştir.

Araştırmacı: *Problemde hocanızın köprü etkinliği birleşiyor arkadaşlar.*

Teknoloji ve Tasarım Dersi Öğretmeni: *Bu teknoloji Tasarım artı matematik gibi bir şey olacak. Ben bunu zaten sizinle işleyecektim dediğim gibi şimdi bu köprünün olayını videoda*

bir görelim. Sonra şu elimizdekilerle oluşturacağız. Sonra da matematik durumuna geçeceksiniz. Tamam mı? Evet izleyelim.

[….]

Teknoloji ve Tasarım Dersi Öğretmeni: *Şimdi burada çubuklar oymalı ama birbirine geçecek diyor. Ama bizimkilerde yok. Yani yapıştırıcı, çekiç, çivi olmadan bir köprü oluşturacağız ve bu köprü çok sağlam olacak Prensibini kavrayamayan var mı? Bir alttan bir üstten ve git gide ne oluyor? Köprü büyüyor değil mi? Önce yatay sonra bir köprü gibi keme almaya başladı. Biz bunu daha önce büyük parçalarla denedik. Üzerine 43 kg arkadaş çıktı ve kırılmadı. Gerçekten doğa da elinizde hiçbir malzeme olmaz ise bir yerden bir yere gitmeye çalışırken sadece odun parçalarıyla bile kendinize körü yapabilirsiniz. Bu da faydalı bir bilgi aslında özellikle dağcılık yapanlar kamp yapanlar bunu çok kullanır. Çok meşhurdur adı Da Vinci Köprüsüdür…. Şimdi burada beraber oluşturacağız. Gördüğünüz gibi sadece elimizde çubuklar var tamam mı? Şimdi her gruptan gönüllüyü köprü için alalım.*

Yeşil Grup-Berat: *Ben geldim hocam. (Malzemeler ile köprüyü yaparlar)*

[….]

Araştırmacı: *Şimdi bir açıklamaları duyalım. Ben size Da Vinci ile ilgili o tarihi yapısını teknoloji ve tasarım dersinizde o malzemelerin dayanıklılığı ergonomiyi test ediyorsunuz güçlülüğü önemliydi. Sizlere verdiğimiz metin içindekileri bilgilere Teknoloji ve Tasarım dersi öğretmeniniz değindi. Öncelikle sizlerden dağıtacağımız kağıda düşüncelerinizi açık açık yazmanızı istiyoruz.*

4.1.4.1. Da Vinci Köprüsü Model Oluşturma Etkinliğinde Turuncu Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Geri Dönüşüm teması çerçevesinde Teknoloji ve Tasarım dersinin kazanım içeriği ile ilgili uygulamadan önce yanıtlanan "Da Vinci Köprüsü" tanıtıcı makalesinde yer alan sorular her gruptan öğrencilere söz hakkı verilerek yanıtlanmıştır. Ardından araştırmacı tarafından problem durumu yüksek sesle okunmuştur. Problem durumundaki tabloda verilen 7 malzeme ve cetveller tüm gruplara dağıtılmıştır.

Araştırmacı: *Evet, bu hafta Teknoloji ve Tasarım dersinde Ebru öğretmenimiz ergonomi konusunu anlattı. Teknoloji ve Tasarım dersinde atık malzemelerden köprü yaptınız. Şimdi bireysel olarak 10 dakikamız var. Ben bu soruyu okuyorum arkadaşlar. "Teknoloji ve Tasarım dersi öğretmeni Ebru Öğretmen, görselde verilen okullarının bahçesindeki turuncu ve*

yeşile boyanmış kereste parçalarından oluşan Da Vinci Köprüsü modelinin yapılışını göstermiştir. Bahçedeki köprü 75 cm uzunluğunda yeşil ve 90 cm uzunluğunda turuncu renkli parçalardan oluşmaktadır. Bir hafta sonraki derslerinde bu köprünün, orantı sabiti 1/10 olacak şekilde küçültülmüş maketini eşit sayıda parça kullanarak her bir öğrencinin yapacağını söylemiştir." [Yüksek sesle sınıfa problem durumu okunur.] Arkadaşlar o malzemelerden şimdi sınıfa getirdim, her masaya dağıtacağım, cetvel de dağıtacağım. Bizim malzemelerimiz bu soruya göre uyarlanmış. Bu malzemeler içerisinde arkadaşlar pipet var [Malzemeleri sayar.]

Araştırmacı: *Evet arkadaşlar, malzemeleri birer birer söylüyorum. Pipet vardı. Başka ne var? Ahşap çöp şiş, kürdan, dondurma çubuğu… iki tane daha malzememiz kaldı [Malzemeler dağıtılır].*

Adin: *Bunları ölçeceğiz.*

Necati: *Cetvel mi verdi?*

Araştırmacı: *"20 kişilik sınıfta malzeme toplamak için gönüllü olan öğrenciler, bir hafta boyunca tüm sınıf için malzemeleri toplayabileceklerini söylemişler ve gereken iki farklı malzemeyi listeden seçmişlerdir" [Problemin devamı okunur]. Arkadaşlar, malzemelerin başında tik atacağınız kutular var. Orada işaret koyacağınız yer var.*

Necati: *Yalnız sonra bir tablo oluşturmuş bu gönüllü öğrenciler. Tabloda ilk günden itibaren her günün sonunda toplanan kısa ve uzun malzeme adetini tabloya yazmaya başlamışlardır [Sorunun devamı okunmaya devam eder]. Bir hafta boyunca birbirleriyle doğru orantılı olarak toplanan kısa ve uzun malzemelerin ilk üç gün boyunca toplanan miktarları tabloda verilmiştir. "Sizce maketin yapımı için gönüllülerin hangi malzemeleri seçmesi gerekir?" Bu birinci soru. İkincisi "Sizce gönüllülerin tüm sınıf için hafta boyunca topladıkları malzemeler yeterli midir?"*

Öğrenciler problemi okuyup anlamlandırdıktan sonra **(Problemi Anlama)**, bireysel çalışmaları için verilen 5 dakikalık sürede grupça çalışmayı tercih etmişler ve gruplara dağıtılan problem durumunda tablodaki malzemeleri cetvel ile ölçerek boy uzunluklarını bulmuşlardır **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)**. Araştırmacı, çözüm için doğru matematiksel model oluşturabilmeleri için tabloda seçmeleri gereken iki malzemeye doğru karar vermeleri gerektiğinden ölçümleri hatasız yapmak zorunda olan grubun ölçümlerinde iki malzemede desteklemiştir. Grup üyelerinden Adin, ellerindeki cetvelin 20 cm'den kısa olması nedeniyle

ahşap çöp şiş çubuğunu iki aşamada ölçmüş **(Yorumlama)** ve bulduğu iki uzunluk olan 11 ile 9 değerini toplayarak 20 cm olarak bulmuştur **(Matematikselleştirme)**. Turan ve Utkan ise uzunlukları ölçerken başlangıç noktasını 1 almalarından dolayı 20 cm uzunluğunda olan ahşap çöp şiş çubuğunu 19 cm olarak ölçtüklerinde Necati uyarısıyla Turan ve araştırmacıya sormuştur **(Doğrulama)**.

Araştırmacı: *Arkadaşlar bireysel olarak 5 dk bakıyorsunuz. Kendi defterlerinize işlem yapmak istiyorsanız yapıyorsunuz ama sizin cetvele bir de neye ihtiyacınız var?*

Turan: *Ben ölçeyim, dur dur, ben ölçerim.*

Necati: *Ver bakayım ölçeyim. 9,5 bu, 9,5. Yazın bir yere.*

Utkan: *Benimki 14 [Başka bir malzemenin boyunu ölçer].*

Adin: *7-7.*

Necati: *7 diyelim, koy.*

Adin: *9.*

Necati: *Bu ne?*

Adin: *6-6. Bulduk bayağı bunları.*

Tuan: *Bu 20,5.*

Adin: *Nereden biliyorsun 20 olduğunu? [Cetvel 20 cm'den kısa olduğu için sorar].*

Turan: *Ölçtüm.*

Adin: *20,5 değil. Tam 20. Bak bu kaçtı?*

Necati: *Ya bir yere yazın şunları.*

Adin: *7,6.*

Necati: *Ya yazalım bir yere Adin, dur.*

Adin: *Dondurma çubuğu 9.*

Utkan: *8,5.*

Araştırmacı: *Bunu nasıl ölçtün?*

Utkan: *Hocam böyle koydum.*

Araştırmacı: *Ama burada bir fazlalık olmasın.*

Adin: *Kulak çubuğu 7, kürdan 6.*

Turan: *6, tamam.*

Necati: *Yaptık, yaptık. Pipet, pipet?*

Adin: *10-10.*

Necati: *Bu 11.*

Adin: *11 şu an tuttuğun.*

Utkan: *19, hep 19.*

Adin: *11, 9 daha 20. Tam 20 bu.*

Turan: *0'ı saymayacağız [Adin'e söyler].*

Necati: *Oradan sayacaksın. 0 ile 1 arasında sayı yok mu? Yaptığınız işte bir sıkıntı var. Yanlış söyleyecek ya.*

Turan: *Hocam bir gelir misiniz?*

Araştırmacı: *Bu sıfırdan başlamalı.*

Necati: *Evet.*

Adin: *Hocam herkes başka yapıyor ya.*

Araştırmacı: *Şuraya kadar geldiğini düşün, sonra bak.*

Adin, Necati: *20.w*

Araştırmacı: *Not alıyorsunuz değil mi?*

Necati: *Evet hocam, 20.*

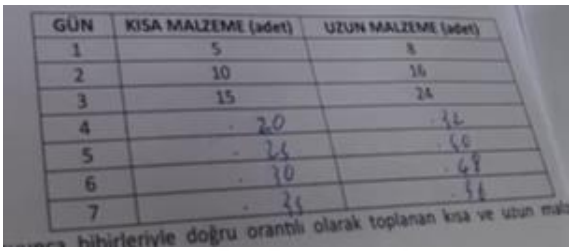
Problem durumunda ikinci tabloda verilen ilk üç değerin doğru orantılı olarak arttığını fark etmişlerdir. Gönüllü öğrenciler tarafından bir hafta boyunca toplanması gereken kısa malzeme değerlerini 20-25-30-35 uzunları ise 32-40-48-56 olarak belirlemişlerdir **(Problemi Anlama, Matematikselleştirme)**. Gönüllü öğrenciler tarafından bir hafta boyunca toplanması gereken kısa ve uzun malzemelerin adetlerinin yazmışlardır.

Adin: *Şimdi ne yapıyoruz? Bak bana bak, buradan 5-10-15-20-25-30-35 diye gidiyor. Buradan 8-16-24-32-40-48-56.*

Necati: *Tamam.*

Turan: *5-10-15-20-25 [Tabloya yazar].*

Ekran Alıntısı:



GÜN	KISA MALZEME (adet)	UZUN MALZEME (adet)
1	5	8
2	10	16
3	15	24
4	20	32
5	25	40
6	30	48
7	35	56

bilirleriyle doğru orantılı olarak toplanan kısa ve uzun mal

Bireysel olarak çalışmaya süre ayırmadan grupça çalışmaya başlayan öğrenciler, yaptıklarını bir arkadaşlarının bireysel kağıdına yazmışlardır. Bunu fark eden araştırmacı uyardığında yaptıkları çalışmaları grup çözüm kağıdına geçirmişlerdir. Ahşap tahta karıştırıcı malzemesinin uzunluğunu yazmadıklarını fark eden Turan'a, Necati daha önce ölçtüklerini ileterek 11 değerini yazmışlardır **(Doğrulama)**.

Araştırmacı: *Grup çalışmasına başladık arkadaşlar. Evet, ne istiyor bizden bu problem? Arkadaşlar, başlıyoruz hep beraber. 1. soruyu okuyorsunuz. Turuncu yazar mısın?*

Turan, Necati: *"Problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız" [1. alt soruyu birlikte okurlar].*

Necati: *Problemde ne istiyor?*

Araştırmacı: *Eksik parçanız var mı, ölçmediğiniz?*

Adin: *Yok.*

Turan: *Çay şeyi yok hocam.*

Araştırmacı: *O zaman ölçün onu da.*

Turan: *11 sanki hocam.*

Necati: *11 yazıyor zaten [Daha önce ölçülen değeri gösterir].*

Araştırmacı: *Ne kadar ölçtünüz mü?*

Necati: *11 hocam, şuraya yazalım.*

Araştırmacı: *Grup kağıdınız var sizin burada, renkli. Bu renkli sizin grup çözümünüz için. Hadi bakalım.*

Necati: *Tamam hocam. Ver bakalım şunu bir yazalım [Adin'den kâğıdı ister].*

Etkinlik başında dağıtılan tüm malzemelerin uzunluklarının ölçümünü tamamlayan grup üyeleri, problem durumunda verilen yapılacak maketin 1/10 olacak şekilde küçültülmüş olması nedeniyle modelde 75 ve 90 cm olan parçaları 10'a bölerek yapacakları makette kullanacakları parçaların uzunluklarını 7,5 ve 9 cm olarak bulmuşlardır **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)**.

Necati: *[Problemi yüksek sesle okumaya başlar] Teknoloji ve Tasarım dersinde Ebru öğretmen görselde verilen… Öğrencilerden maketin yapımı için toplamaları gereken gerekli uzunluktaki iki malzemeyi listeden seçerek işaretlemelerini istemiştir.*

Araştırmacı: *Evet, sizler bazı ölçümler yaptınız galiba.*

Necati, Turan: *Evet.*

Araştırmacı: *Şimdi arkadaşlar, sizden 1. soruda ne istiyor? Ne istenildiğini kendi cümlelerinizle ifade ediniz? [Okur]. Ne istiyor bizden bunlar?*

Turan: *Köprü.*

Necati: *Köprü yapmamız için 10 bölü.*

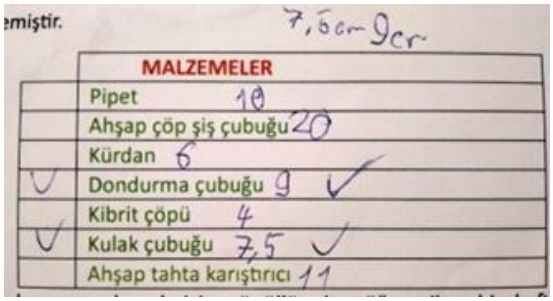
Adin: *Malzeme.*

Necati: *1/10 olacak şekilde küçültülmüş. Bunları 10'a böleceğiz .Ona göre. 90 / 10=9*

Turan: *9 cm.*

Necati: *Bu 75 bölününce 7,5 yapıyor.*

Ekran Alıntısı:


emiştir. 7,5 cm 9 cm

	MALZEMELER
	Pipet 10
	Ahşap çöp şiş çubuğu 20
	Kürdan 6
✓	Dondurma çubuğu 9 ✓
	Kibrit çöpü 4
✓	Kulak çubuğu 7,5 ✓
	Ahşap tahta karıştırıcı 11

Araştırmacı: *Neden arkadaşınız 10'a böldü?*

Necati: *1/10 oranında küçültülmesi lazımmış hocam.*

Necati'nin kulak çubuğu uzunluğunu 7,5 cm ölçmelerine rağmen 7 cm olduğunu söylediğinde araştırmacı gerçekçi varsayımlar ile doğru matematiksel model oluşturmaları amacıyla uyarmıştır. Bu uyarı sonucu öğrenciler doğrulama yaklaşımında bulunarak ölçümü tekrarladıklarında düzeltme yaklaşımında bulunarak 7,5 cm olduğunu belirtmişlerdir **(Doğrulama)**. Çözüm kağıtlarındaki "Problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız." alt başlığını; maketin yapımı için gönüllülerin gönüllülerin hangi malzemeyi seçmeleri gerektiğini ve tüm sınıf için hafta boyunca topladıkları malzemelerin yeterli olup olmadıklarını sorduğu biçiminde yanıtlamışlardır **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)**.

Turan: *Ne o? Dondurma çubuğu. Hocam, yanlarındaki boşluklara mı yazıyoruz? Ahşap çöp şiş çubuğu.*

Necati: *Kürdan 6, kulak çubuğu 7.*

Turan: *Kibrit 4 cm.*

Araştırmacı: *Ölçümlerden emin misiniz?*

Turan: *Evet, ver ben bakayım [Necati'ye söyler].*

Necati: *Kulak çubuğu 7,5 galiba.*

Turan: *Tam 7,5. Kürdana bakalım.*

Ekran Alıntısı:



Necati: *Kürdan da tam 6,5.*

Adin: *Kürdan 6.*

Ekran Alıntısı:



Necati: *Tamam, seçmemiz gerekenler… şimdi 9 cm ne var? Dondurma çubuğu.*

Araştırmacı: *Arkadaşınız 9 cm'lik dondurma çubuğunu yazdı. Sende mi onaylıyorsun? Neden 9 santimetreyi seçti?*

Necati: *Hocam, 90 cm 1/10 küçültüldüğü için 10'a böldüm hocam. O yüzden bunlar çıktı. 7,5'la kulak çubuğu.*

Turan: *Problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız [1. alt soruyu okur].*

Araştırmacı: *Evet, ne istiyor bu problemde? Evet, problemde ne istenildiğini cümlelerinizle açıklayın arkadaşlar. Sizden ne istiyor?*

Turan: *Maketin yapılması için hangi malzemeleri seçmeleri gerektiğini.*

Araştırmacı: *Başka bir şey istiyor mu?*

Turan: *Hafta boyunca topladıkları malzemelerin yeterli olup olmadığını soruyor.*

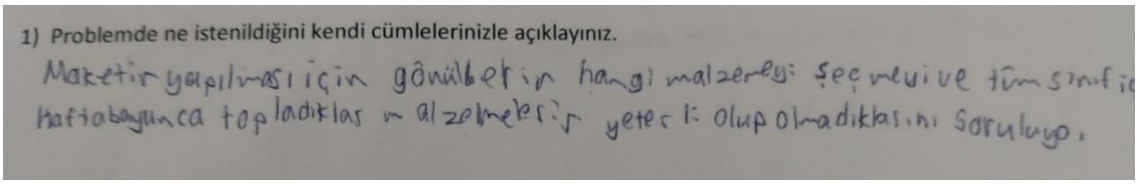
Necati: *Ne yazayım?*

Turan: *Maketin yapımı için gönüllülerin hangi malzemeyi seçmeleri gerektiğini [Necati yazar] ve tüm sınıf için hafta boyunca topladıkları malzemelerin yeterli olup olmadıklarını.*

Necati: *Yeterli olup olmadıklarını.*

Turan: *Soruyor.*

Çözüm Kağıdı:


1) Problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız.
Maketin yapılması için gönüllerin hangi malzemeleri seçmesi ve tüm sınıfın haftalarınca topladıkları malzemelerin yeterli olup olmadıklarını sorulucak.

Grup üyeleri problemde verilmeyen bilgilere ihtiyaçlarının olup olmadığını sorgulayan 2. alt soruya malzemelerin boyları ve hangi malzemelerin kullanılacağını belirterek maketin dondurma çubuğu ile kulak çubuğu kullanılarak yapılacağı varsayımını oluşturmuşlardır **(Sadeleştirme)**. Dondurma ve kulak çubuğunun seçilme nedenini sorgulatan araştırmacıya problem durumunda verilen parça uzunluklarının 1/10'unu alınarak 10'a bölünmesi sonucu değerlere bakarak karar verdiklerini ifade eden **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma ve Yorumlama)** Necati'yi grup arkadaşları onaylamıştır **(Doğrulama)**.

Necati: *Evet, problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyacınız var mı? [2. alt problemi okur].*

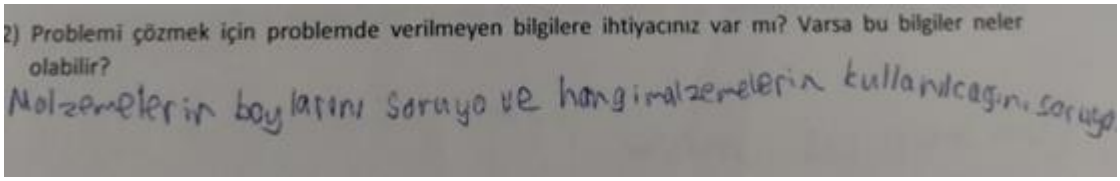
Turan: *Verilmeyen bilgiler var. Ne var?*

Turan: *Malzemelerin uzunlukları.*

Necati: *Malzemelerin boylarını.*

Turan: *Malzemelerin boylarını soruyor ve hangi malzemelerin kullanılacağını soruyor.*

Çözüm Kağıdı:


2) Problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyacınız var mı? Varsa bu bilgiler neler olabilir?
Malzemelerin boylarını soruyo ve hangi malzemelerin kullanılcağını soruyo

Araştırmacı: *Hangi ikisini seçtiniz?*

Adin: *Bunların ikisi.*

Turan: *Dondurma çubuğu ile kulak çubuğu hocam.*

Araştırmacı: *Sebebi ne? Biri 9 bulmuşsunuz, biri 7,5. Sayılarla ilgili nasıl bir ilişki kurdunuz?*

Necati: *Hocam, 90 cm olduğu için 1/10 büyüklüğünde olduğu için 10'a böldük hocam.*

Araştırmacı: *Necati'yi onaylıyor musunuz arkadaşlar?*

Turan, Adin: *Evet.*

Adin: *Bunun 10 katı 90 oluyor. Öyle. Bunun da 10 katı 7,5 [Dondurma ve kulak çubuğunu gösterir].*

Grup çözüm kağıtlarında "Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir?" alt sorusuna öğrencilerin malzemelerin boylarının ve cisimlerin farklı olması olarak yanıtlanmasına rağmen doğru iki malzemeyi seçmeleri nedeniyle gerçekçi varsayım oluşturdukları görülmüştür **(Sadeleştirme)**. Problemde; gereken iki malzemenin belirlenerek tablodaki miktarlarının toplanması ve toplam değerin tüm maketlerin yapılabilmesi için yeterli olup olmadığı kıyaslanarak varsa eksik malzeme miktarı ve türünün bulunması istenmektedir. Grup üyeleri problemde ne istenildiğini açıkladıkları bölümde; malzeme seçimi ve toplanan malzemelerin yeterli olup olmadığının belirlenmesi olarak ifade etmelerine rağmen bu aşamada yaptıkları hesaplamaları tekrar ederek gereken 9 ve 7,5 cm uzunluğundaki iki malzemeyi doğru belirledikleri için çözümü sonlandırdıklarını düşünmüştür **(Doğrulama)**.

Adin: *Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir? Varsayımlarınızı belirlerken mantıklı olmasına… [3. alt soruyu okur].*

Araştırmacı: *Varsayım var mı problemde?*

Tuncay: *Varsayım var hocam.*

Necati: *Varsayım mı? Varsayım ne hocam?*

Tuncay: *Boyları hocam, hepsi farklı farklı.*

Araştırmacı: *Onu yazın o zaman çünkü hepsini kullanmayacağınızı ifade ediyorsunuz. Siz hepsini ölçmüşsünüz ama iki tanesini seçmişsiniz.*

Adin: *Çünkü burada iki tane olduğu için. Hadi devam, devam, devam. Gerekli işlemleri yazınız [4. alt soruyu okur].*

Necati: *Bütün hepsini 10'a böldük ya.*

Adin: *Bu 90'ı bölmüş 10'a, bunu da 10'a bölmüş.*

Turan: *90/10 değil mi?*

Adin: *Yaz 9 yaz. 9 mu cevabı, Necati?*

Necati, Adin: *Haa evet.*

Adin: *75'in onu şeyi 7,5 mu? [Necati'ye sorar].*

Necati: *7,5. 7 virgül 5.*

Turan: *Evet, hadi. Var mı başka?*

Necati: *Bundan sonra bunları seçtik işte, öyle oldu.*

Adin: *İşlem diyor. Nasıl çözdün diyor?*

Turan: *Bütün yapılan işlemlerin hepsi bu mu?*

Necati: *Ölçtük işte bunları [Çözüm kağıdının arka tarafını çevirir]. Problemin yanıtı nedir? [5. alt soruyu okur].*

Adin: *Yanıtı nedir?*

Necati: *Yanıtı şey, dondurma ile kulak çubuğu.*

Araştırmacı turuncu grubun çözümlerini sonlandırdıklarını düşünmesi sebebiyle grubu doğru matematiksel model oluşturmaları için yanıtlamadıkları sorulara yönlendirmek amacıyla 1.alt probleme verdikleri yanıtı okumalarını istemiştir. Necati'nin yanıtlarını okumasının ardından araştırmacı kaç kişinin maket yapacağını sorduğunda 20 kişi olarak yanıtlanmıştır **(Problemi Anlama ve Sadeleştirme)**. Ardından grup üyeleri bir maketin yapılması için gereken kısa ve uzun parça adedini sırasıyla 7 ve 14 olarak belirleyerek toplam 7+14=21 parça kullanılması gerektiğine kara vermişlerdir **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)**.

Araştırmacı: *Burayı çözdünüz mü sayıları? [Yaptıkları işlemleri tamamlamaları için gösterir]. Sizden kaç tane eksik parça olduğunu mu istiyordu, neyi istiyordu? Burada soruda ne istemişti bakalım [1. alt probleme yazdıkları yanıtı okumalarını ister].*

Necati: *Maketin yapılması için gönüllülerin hangi malzemeyi seçmesi ve tüm sınıf hafta boyunca topladıkları tüm malzemeyi yeterli olup olmadıklarını soruyor.*

Araştırmacı: *Peki, sayı yeterli mi? Kaç kişi için yapacaklar bunu?*

Turan, Adin: *20 kişi.*

Araştırmacı: *20 kişinin ne kadar lazım, onu hesapladınız mı?*

Turan: *Hayır.*

Araştırmacı: *Siz bugün derste Da Vinci köprüsü yaparken kaç adet parça kullandınız? Onu nasıl hesaplarsın?*

Turan: *3-4-5-6-7 [Görseldeki parçaları sayar].*

Adin: *Tamam, burada da 7 oluyor, 14.*

Adin: *1-2-3-4-5-6-7 [Kısa parçaları sayar]. 21 [Toplam parça adedini söyler].*

Araştırmacı: *Hepiniz hem fikirseniz yazın parçaları.*

Adin: *Bir kişi için gerekli olan 21 mi oluyor?*

Necati: *Evet.*

Adin: *Burada 7 oluyor, burada 2 kere 7. 21 oluyor.*

Turan: *2-3-4-5-6-7 [Sayar].*

Adin: *7, tamam.*

Bir maketin yapılabilmesi için gerekli kısa ve uzun malzemelerin adedini belirleyen öğrenciler 20 kişinin maketi yapabilmesi problem durumunda verilen tabloda 1 haftada toplanan kısa ve uzun malzeme adedini hesaplama aşamasındadır. Araştırmacı bu aşamada grup üyelerinin malzeme seçiminde oluşturdukları gerçekçi varsayım doğrultusunda doğru matematiksel model oluşturabilmeleri için yeterli malzeme toplanıp toplanmadığını sorgulatmaya çalışmıştır. Bunun üzerine değerlerin doğru orantılı biçimde arttığını fark eden öğrenciler tabloda verilmeyen değerleri yazmaya başlamıştır **(Sadeleştirme, Matematikleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)**. Tabloda toplanan kısa malzeme miktarlarını yazan grup üyelerinin geldikleri aşamaya kadar yaptıklarını özetleyen araştırmacı, toplanması gereken malzeme miktarını bulmaları için yönlendirmiştir.

Araştırmacı: *Bunların hepsi birbirine eşit mi arkadaşlar?*

Adin: *Boyları eşit değil hocam.*

Araştırmacı: *Boyları eşit değil, o zaman sizin de farklı mı kullanmanız lazım? O yüzden bunları seçmişsiniz. Bütün sınıf için malzemeler yeterli mi, değil mi, nasıl anlayacaksınız?*

Emir: *Sıra sıra.*

Adin: *5-10-15-20-25 diye.*

Araştırmacı: *Doldurun o zaman tabloyu, bulduğunuz değerleri yazın arkadaşlar.*

Adin: *Gün arttıkça malzemelerde artıyor.*

Ekran Alıntısı:



GÜN	KISA MALZEME (adet)
1	5
2	10
3	15
4	. 20
5	. 25
6	. 30
7	. 35

Araştırmacı: *Peki bir haftalık mı toplayacak, 10 günlük mü? Ne kadar topluyorlarmış?*

Adin: *Hocam burada kaç günde şeyi vermiyor ki.*

Araştırmacı: *Bir hafta sonunda diyor ama.*

Adin: *Ha, bu bütün hepsi bir haftada mı şey yapıyor. Tamam o zaman.*

Araştırmacı: *Hayır, bu 1. gün topladıkları, bu 2. gün topladıkları, bu 7. gün topladıkları miktar. Şimdi o zaman burada eksik kalan yeri tamamlayalım önce.*

Adin: *Ne yapacağız yani?*

Necati: *Ben de anlamadım ki.*

Utkan: *Bir şey deneyeceğim Adin ya [Adin kağıdı ister].*

Necati: *Soruyu tekrar okuyalım. Şunlarla ilgili bir şey yapacağız.*

Araştırmacı: *Evet, siz buradan ilerleyebildiniz mi?*

Adin: *İlerleyemedik.*

Araştırmacı: *O zaman şunu dolduralım arkadaşlar. Problemin yanıtı nedir, sizde yarım kaldı değil mi? Neden yarım kaldı, hangi problemin cevabı yok şu an? Evet, problemin yanıtı nedir? Arkadaşlar, siz neleri istediğini artık grupça biliyorsunuz. Biraz önce söylediniz. Şuradaki neyi seçeceğinizi bulmuşsunuz. Mantığını da anlattınız. Ama 2. kısımdaki şeyleri yapacaksınız şu an.*

Necati: *Hıımm.*

Adin: *O zaman hocam 20'yi çarpacağız.*

Necati: *Kırmızıların hepsi kaçtı?*

Turan: *7-14.*

Necati: *14 tane mi kırmızılar?*

Turan: *Hıhım.*

Adin: *Kırmızı 14.*

Necati: *Uzun mu, kısa mı bunlar?*

Adin: *Uzun olan.*

Necati: *Bunlar uzunlar. Uzunlar 8 tane varmış [Tabloda ilk gün toplanan uzun parça adedini söyler]. Ondan sonra 56 tane olmuş.*

Ekran Alıntısı:

GÜN	KISA MALZEME (adet)	UZUN MALZEME (adet)
1	5	8
2	10	16
3	15	24
4	. 20	. 32
5	. 25	. 40
6	. 30	. 48
7	. 35	. 56

Tüm maketlerin yapımı için gereken malzeme miktarını hesaplamada tereddüt yaşamışlardır. Bu bağlamda öğrenciler hatalı matematiksel model kurarak bir maket yapımına gereken 7 ve 14 sayılarını sırayla 7. Gün toplanan uzun ve kısa malzeme adetleri olan 56 ve 35 sayılarıyla çarparak 56x14= 784 ve 35x14=490 bulmuştur **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**. Bu aşamada grup üyelerinden Necati 20 ile çarpılması gerektiğini ifade etmesi dikkate alınmamıştır. Kulak çubuğunu pipet ile karıştıran Adin, 35 ile 20'nin çarpılması gerektiğini tabloyu anlamlandırmada sıkıntı yaşamaları nedeniyle bulunan sonuçların 20'ye bölünmesi gerektiği de Necati tarafından ifade edilmiştir **(Matematikselleştirme)**.

Necati: *56 olmuş en son. 56'yı da 14 ile çarpmak lazım.*

Araştırmacı: *56'yı neden 14 ile çarpıyorsun?*

Necati: *Hocam, 14 tane şey olduğu için en sondaki gün 56 tane olmuş oluyor.*

Utkan: *Oğlum, bunlardan 14 tane yok ki burada.*

Adin: *14 tane var Utkan, bir say.*

Araştırmacı: *Ama kaç kişi için gerekli bu malzeme?*

Necati: *20 kişi. 20 ile mi çarpacağız o zaman?*

Adin: *784 [İşlemi yapar] oluyor.*

Necati: *56'yı mı 20 ile çarpacaktık?*

Araştırmacı: *7. gün toplanmış bu ama 6. gün 48 tane toplanmış.*

Adin: *Birisine 14 tane lazım olduğu için.*

Araştırmacı: *Yeşilden kaç tane lazım?*

Necati, Adin: *7 tane lazım.*

Adin: *Şimdi uzunlar için bu. Şimdi bu 5 ile 7'yi çarpacağız.*

Necati: *Tamam.*

Adin: *Ondan sonra bu 35 ile 20'yi çarpacağız.*

Turan: *Ben çok emin değilim ama.*

Adin: *Hadi, doğru mu bak buldum. Bu 784 uzun malzeme. Bu da dondurma çubuğu.*

Adin: *Dondurma çubuğu ile pipet yazdım. Bu 784. 392 [56x7 işleminin sonucunu söyler]. Bunlar yeterli o zaman. Ben "Bunlar yeterli" yazıyorum Necati.*

Necati: *Tamam. 20'ye bölseydin bulduğunu.*

Adin: *Neyi 20'ye böleceğiz?*

Necati: *Bulduğun sonucu.*

Adin: *Bunların hepsini mi?*

Necati: *Yoo, kısayla şeyini ayır. Kısayla uzunları ayır.*

Adin: *Hocam, ben bunların hepsini çarptım. 784 bu uzunlar.*

Araştırmacı: *56'yı çarpmışsın sen.*

Necati: *Evet, bu uzun dondurma çubukları.*

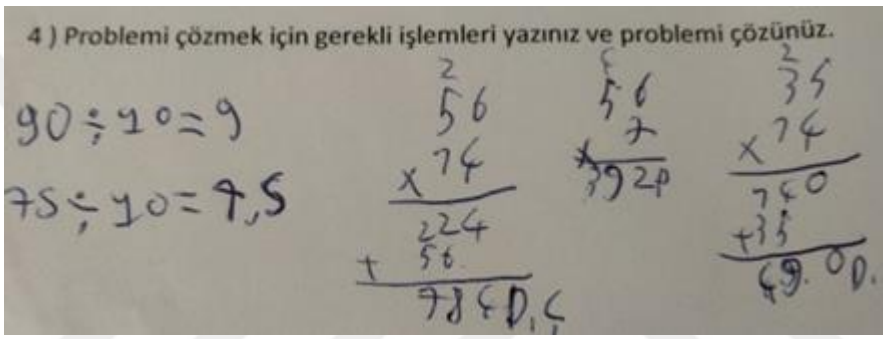
Araştırmacı: *7. gündeki 56 bu. Bir haftada bunların hepsi kaç ediyor acaba?*

Adin: *392 uzunlar.*

Araştırmacı: *Tamam, eğer hem fikirseniz tamam. Ama işlemlerde biraz düşünmeniz, şuraya biraz dikkat etmeniz lazım.*

Adin: *490 bu bir haftalık […].*

Çözüm Kağıdı:



Grup üyeleri, tablodaki değerlerin yorumlanmasında hata yapılması nedeniyle matematiksel modellerindeki hatayı araştırmacının yönlendirmeleriyle fark etmişlerdir **(Doğrulama)**. Yönlendirme sonucunda bir hafta boyunca toplanan kısa ve uzun malzemelerin toplam miktarına bakılması gerektiğinden her gün toplanan miktarların toplanması gerektiği ifade edilmiştir **(Matematikselleştirme)**.

Araştırmacı: *Tamam. Yani şu 56'yı 7. gün toplamış ama 1-2-3-4-5-6-7. gün ayrı ayrı topladığı parçalar var. Bu sadece 7. gün toplanmış, ayrı ayrı topladığı parçalar var.*

Adin: *Bütün parçaları mı şey yapacağız?*

Araştırmacı: *Yani siz karar vereceksiniz, 1 hafta sonunda kaç tane uzun, kısa parça toplanmış?*

Adin: *Haa, bunların hepsini toplayacağız. Bunların hepsini mi? Anladım hocam.*

Araştırmacı: *Senden 1 gündekini istemiyor, 1 haftadakini.*

Adin: *Anladım.*

Araştırmacı: *Son 7. günü almışsınız, bir haftadakiler bunlar.*

Necati: *Toplayalım mı?*

Adin: *Bunların hepsini toplayacağız.*

Turan: *8-16 [Tablodaki değerleri toplamaya başlar].*

Araştırmacı: *Evet, 2 dakika sonra sunumlara geçiyoruz.*

Hatalı oluşturulan matematiksel model nedeniyle sonucun 784 ve 490 olduğunu tekrarlayan öğrencilere araştırmacı malzemelerin yeterli olup olmadığını sorgulattığında yeterli olduğunu sayıların 20 veya 14'e bölünerek bulanabileceğini ifade etmişlerdir **(Yorumlama ve Matematikselleştirme)**. Modeli doğru bir şekilde oluşturabilmeleri için araştırmacı 20 veya 14'e bölündüğünde sonucun ondalıklı sayı çıkacağını belirttiğinde probleme uygun olmayan çözüm stratejilerinde düzeltme yapılmasa da çözüm kağıtlarında bölme işlemi yapılmamıştır. Çözüm yaklaşımlarındaki tereddütleri nedeniyle doğru model oluşturabilmeleri için desteklenmesi gereken gruba, araştırmacı "20 kişi için kaç tane kısa parça lazım?" sorusunu sorması üzerine 20x7=140 işlemini yaparak kısa parçaların yeterli miktarda olduğunu belirtmişlerdir **(Matematiksel Olarak Çalışma, Yorumlama)**. Araştırmacının uzun parçaların yeterli olup olmadığının sorgulatılması üzerine 14 ile 20'nin çarpılması gerektiği ifade edildiğinde çarpımı 224 olarak hesaplayan Adin'i **(Matematiksel Olarak Çalışma)** Necati uyararak 280 olduğunu söylemiştir **(Matematikselleştirme, Doğrulama)**. Grup üyeleri problemde bir hafta süresince 224 uzun malzeme toplanması nedeniyle bulunan 280 değerinin 224 kısa parça toplanması nedeniyle yetmeyeceği kararına varmıştır **(Yorumlama)**. Varsayımlarına dayalı çözümlerine devam eden öğrenciler yetmeyen parça adedini; toplanan malzeme ile gereken malzeme miktarı olan 280 ve 224'ün önce toplanmasını ardından görüşlerin, değiştirerek çıkarmaları gerektiğini ifade etmişlerdir **(Matematikselleştirme, Doğrulama)**. Ulaştıkları sonucu yorumlayarak 56 adet uzun malzemenin gerektiğine karar verilmiştir **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma ve Yorumlama)**.

Araştırmacı: *Evet. Yanıtı ne buldunuz arkadaşlar? Sonuca ulaşabildiniz mi?*

Necati: *784 ve 490.*

Araştırmacı: *Evet, öğretmen için yeterli mi bu köprüleri yapmak için malzemeler?*

Necati: *Hepsini 20'ye bölsek bulabiliriz aslında.*

Araştırmacı: *Adin, burada hesaplamışsınız. 20 kişi için ne kadar lazım? Arkadaşlar, burada 7'ye 14 dediniz. Burada da sayılar buldunuz. O zaman yeterli mi, değil mi?*

Turan: *Yeterli bence. Yeterli ya, 20'ye böldüğümüzde.*

Araştırmacı: *Neden 20'ye bölüyoruz?*

Necati: *Hayır, 14'e bölmemiz lazım.*

Araştırmacı: *Neden 14'e bölüyorsun?*

Necati: *14 tane çubuk olduğu için. Hayır ya, 20'ye bölmemiz lazım. 20 kişi olduğu için hocam, 20 kişiye paylaştıracağız.*

Araştırmacı: *Evet, paylaştırdığınız zaman buçuklu çıkar.*

Necati: *Tam çıkması mı lazım? O zaman hocam 14'e mi böleceğiz?*

Araştırmacı: *Arkadaşlar, yeterli sonuç oluşturduğuna hem fikir misiniz?*

Turan: *Bizce oluşturdu hocam.*

Araştırmacı: *20 kişi için kaç tane kısa parça lazım?*

Turan: *7 ile 20'yi.*

Adin: *20 ile çarp işte.*

Necati: *140 yapıyor işte.*

Araştırmacı: *Bu kısa parçalar mıydı, uzun muydu, siz bulmuşsunuz burada.*

Necati: *Uzun. Aaa, kaç oluyor kısalar?*

Araştırmacı: *Yetti mi o zaman?*

Necati: *Yetti hocam.*

Araştırmacı: *Senin bulduğun sonucu buldu. Topladı 140. Eee, uzunlar yetti mi? Onu nasıl bulacaksınız?*

Necati: *Uzunlar 14 tane var hocam.*

Turan: *Eee, yetmez ki o.*

Necati: *14 ile 20'yi çarp.*

Adin: *224.*

Necati: *Yoo, 28, 28. 280, 280.*

Adin: *Beklesene bir dakika… Şurada bir yapayım, ver.*

Adin: *Tamam, 280 yapıyor [İşlemi yapar].*

Necati: *O zaman yetmemiş tamamı.*

Araştırmacı: *O zaman ne yapmanız lazım?*

Necati: *Eklememiz lazım.*

Turan: *280 ile 224'ü mü toplayacağız hocam?*

Adin, Necati: *Çıkaracaksın.*

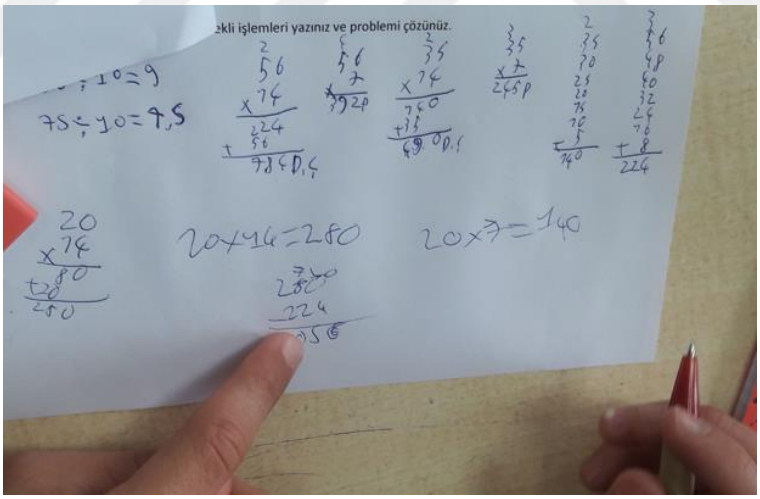
Turan: *280'den 224 çıktı [İşlemi yazar]. 56.*

Necati: *56 tane lazım.*

Turan: *56 hocam.*

Necati: *Uzunlar yetmiyor hocam.*

Ekran Alıntısı:



Grup çözüm kağıdındaki alt soruları yanıtlanmaya devam eden öğrenciler araştırmacının sorusu üzerine elde ettikleri sonucu yorumlamışlardır. "Problemin yanıtı nedir? Bulduğunuz sayısal sonuç sizin probleminiz için yeterli yanıtı oluşturdu mu? Mantıksal bir çerçevede açıklayınız." alt sorusunda yeterlilik kavramını malzemelerin yeterli olup olmaması olarak algılamaları sebebiyle ilk başta tam tersi olan "yeterli" ifadesini 56 tane daha uzun çubuk gerektiğinden yeterli olmadığı yönünde düzeltmişlerdir **(Yorumlama ve Doğrulama)**. Bilişsel modelleme yeterliği doğrulama basamağına ilişkin çözümlerinin doğruluğunu sorgulatan 6. alt

soruya işlemleri yaparak kaç tane eksik olduğunu bulduklarını ve tamamladıklarını ifade etmişlerdir **(Doğrulama)**.

Araştırmacı: *O zaman buna göre doldurun hadi bakalım şunu. Şimdi biraz önce gördünüz, değişti mi peki? Yetiyor dediniz. Şurayı doldurun bir bakalım.*

Necati, Turan: *5'i mi? [5. alt soruyu ifade eder].*

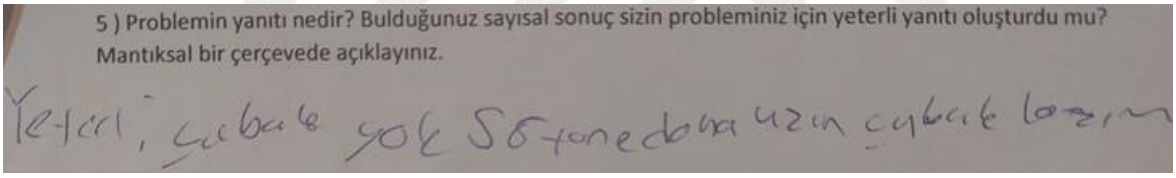
Araştırmacı: *Problemin yanıtı nedir? Bulduğunuz sonuç sizin için yeterli mi? Eğer sağlamasını yaptıysanız, biraz önce buraya "Yeterlidir" diyebilirsiniz arkadaşlar. Bulduğunuz sonuca göre ne diyorsunuz artık?*

Necati: *Bulduğumuz sonuca göre yeterli çubuk yok hocam. 56 tane daha uzun çubuk lazım.*

Turan: *56 tane mi? [Yazar].*

Necati: *Uzun çubuk.*

Çözüm Kağıdı:



Araştırmacı: *Yaptıklarınızı kontrol ettiniz biraz önce.*

Necati: *Evet hocam. Çözüm doğru bence.*

Turan: *Evet.*

Araştırmacı: *Yazın [6. alt soruyu gösterir]. Söyle, sen de fikrini [Adin'e söyler]. Yaptıklarınızı kontrol ettiniz ya, biraz önce çözümünüz doğru mu diye soruyor.*

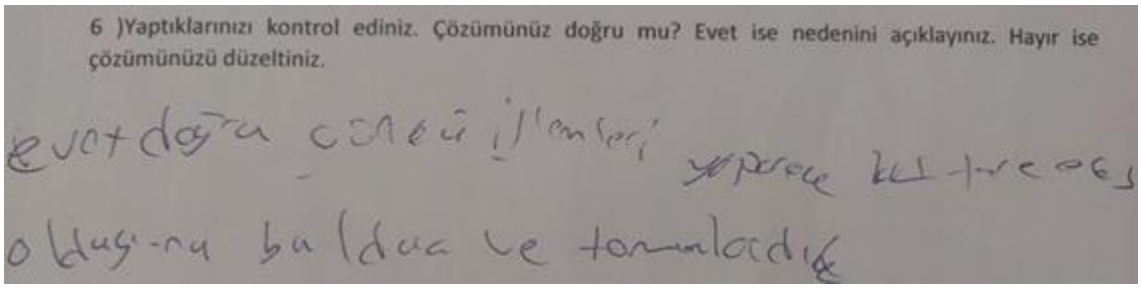
Adin: *Doğru çıktı.*

Araştırmacı: *Neden peki doğru çıktı?*

Turan: *Çünkü neden doğru.*

Necati: *Evet, çünkü 56 tane lazım. Dur [Yazar]. İşlemleri yaparak kaç tane eksik olduğunu ve tamamladık [Heceleyerek yazar].*

Çözüm Kağıdı:


6)Yaptıklarınızı kontrol ediniz. Çözümünüz doğru mu? Evet ise nedenini açıklayınız. Hayır ise çözümünüzü düzeltiniz.

Sınıfa ilk sırada sunum yapan turuncu gruptan Adin grup çözümlerini tahtaya nasıl yaptıklarını anlatmadan yazmıştır. Bu nedenle araştırmacı 56 ile 14'ün neden çarpıldığı sorularak açıklaması istendiğinde Adin 56 uzun ve 14 kısa malzemelerin adedi olduğunu ifade etmiş olmasına rağmen çarpımı neden yaptıkları belirtilmemiştir. Mavi Gruptan İmer 280 sayısının nereden geldiğini sorması üzerine Adin 20 kişi için gereken uzun malzeme olduğunu ifade etmiştir. Mavi grup turuncu gruba kendi çözümleri arasındaki farklılığı 56 ile 14' ü çarpmadıklarını belirtiğinde turuncu grup elemanları sessiz kalarak herhangi bir düzeltme yaklaşımında bulunmamıştır. Araştırmacı başka bir soru olup olmadığını sorduğunda diğer gruplar tarafından bir soru yöneltilmediği için grubun sunumu tamamlanmış ve diğer sunumlara geçilmiştir.

Araştırmacı: *Evet, grup sunumlarından sonra bunu yapacağız. Şimdi turuncu grup önce gelmek istedi. Turuncu grubu tahtaya davet ediyoruz.*

Adin: *Hocam, benim bitti [Grup çözümlerini tahtaya yazar].*

Araştırmacı: *Bir saniye Adin, dur. Arkadaşlar, arkadaşınıza sorunuz var mı? Adin, neler yaptın? 56 ile neden 14'ü çarptın?*

Sarı grup- Esra: *Evet Adin, neden öyle yaptın?*

Adin: *56 uzun malzemelerin şeyi. O da kısa malzemelerin şeyi.*

Mavi grup- İmer: *Tamam da 280 nereden geldi, ben onu anlamadım?*

Adin: *20 kişilik sınıf için bu.*

Araştırmacı: *Dinliyoruz Adin. Evet, orada 140 kısa ve 280 uzunları hesapladı arkadaşlarımız. Ondan sonra 140 tane kısa parça gerektiğini hesapladı grubunuz ama 224 tane uzun topladıklarını hesaplamışsınız. Bir de kısalar yeterli diyorlar. Uzunlardan 280 tane lazım diyorsunuz, değil mi Adin?*

Adin: *Evet hocam.*

Araştırmacı: *Ama çıkarttıklarında 56 tane eksik buluyorlar. Evet, arkadaşlarınıza sorunuz var mı? Sarı grup, sorunuz var mı turuncu gruba?*

Sarı grup: *Yok.*

Mavi grup -İmer: *Sorumuz yok.*

Mavi grup- Naz: *Evet, anladık ama sadece bizimle aramızda bir fark var.*

Araştırmacı: *Aranızdaki fark ne?*

Mavi grup- İmer: *Burada o 56 ile 14'ü çarpmış. Biz orada 56 ile 14'ü çarpmadık. Çünkü hem topladık hem de biz burada doğru orantılı olup olmadığına bakarak 8-16-24-32 diye şey yaptık. Sen orada çarparak bulmuşsun [Tahtayı gösterir]. Orada bir farklılık var.*

Mavi grup- Naz: *Bu kadar hocam.*

Araştırmacı: *Evet, farklılığınız bu. Yeşil grubumuz, sizin sorunuz var mı?*

Yeşil grup- Berat: *Yok.*

Araştırmacı: *Çözümü anladınız mı?*

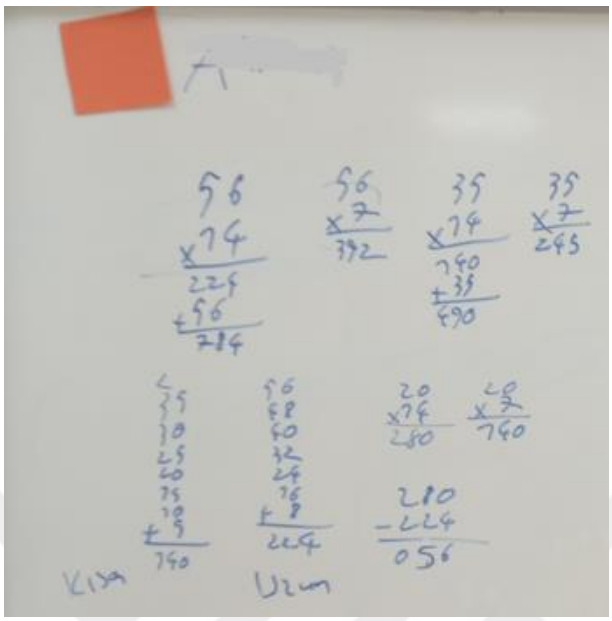
Yeşil grup- Berat: *Hıhım [Anladıklarını ifade eder].*

Araştırmacı: *Şimdi hangi grup geliyor?*

Turuncu grup Da Vinci köprüsü MOE sunumu sonunda Şekil 52'de verilen çözümlerinde hehangi bir değişiklik veya düzeltme yapmamıştır.

Şekil 52

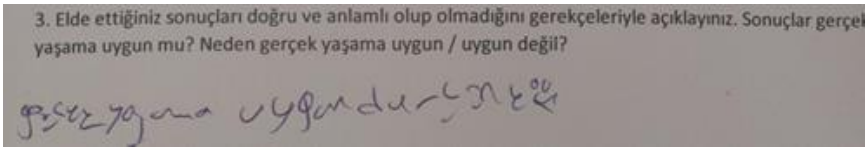
Turuncu grup Da Vinci köprüsü MOE sunum sonu revize

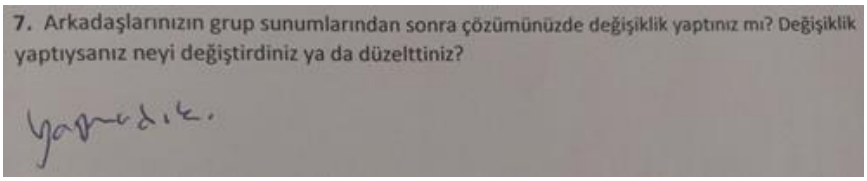


Tüm sunumların tamamlanmasının ardından etkinlik sonu dağıtılan soruları tamamlamaları istenmiştir. Etkinlik sonu verilen yorumlama ve doğrulama yeterliği kapsamında sorulan sorulara verilen yanıtlarda; problemin gerçek yaşama uygun olduğunu **(Yorumlama)** "Sunumlardan sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı?" Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzeltiniz?" sorusuna değişiklik veya düzenleme yapmadıklarını ifade etmişlerdir **(Doğrulama)**. Çözüm sürecindeki yaklaşımları ve grup sonu sorulara yazdıkları ifadeler göz önüne alındığında doğrulamayı gerçek yaşamdaki bilgileri göz önünde bulundurma ve gerçekçi olma olarak ele aldıkları düşünülmüştür. Sunum sonu etkinlik kağıdında yer alan öğrenci yanıtlarına ilişkin örnek Şekil 53'de sunulmuştur.

Şekil 53

Sunum sonu etkinlik kağıdı (Turuncu Grup – Da Vinci Köprüsü)





Grubun çözüm yaklaşımları incelendiğinde, problem köprü yapımı için kullanılacak iki malzemenin belirlenmesi, tablodaki verilmeyen miktarlarının belirlenerek toplanması ve toplam değerin tüm maketlerin yapılabilmesi için yeterli olup olmadığına karar verilmesi, varsa eksik malzeme miktarının bulunması olarak aşamalandırıldığında; bu aşamalarda araştırmacının gruba yönelttiği sorularıyla problemi anlamlandırmalarına yardımcı olarak grup üyelerinin matematiksel model oluşturabilmeleri için yönlendirdiği görülmüştür. Grup üyelerinin verilen tablodaki değerlerin yorumlanmasında, hatalarını araştırmacının yönlendirmeleriyle fark etmeleriyle yanlış varsayımlarını düzelterek gerçekçi varsayımlar oluşturdukları görülmüştür. Bu sebeple bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlarına dayalı doğru matematiksel modeller oluşturmuşlardır. Söz konusu varsayımlara dayalı doğru oluşturdukları matematiksel modellerin çözümünde tablodaki değerlerin hatalı yorumlanmasından kaynaklı yapılan işlemler yer almaktadır. Söz konusu yapılan işlemler sonucu olumsuz olarak etkilemediğinden öğrenciler çözümü gerçek yaşama uygun olarak yorumlamışlardır. Süreç boyunca varsayımlarını, modellerini ve çözümlerini doğrulayan grup elemanları belirledikleri tüm hataları düzeltilmiş fakat sunum sırasında mavi grubun turuncu grup ile kendi çözümleri arasındaki fark belirtilmesine rağmen herhangi bir düzeltme yapılmamıştır. Söz konusu değerlendirmeler sonucunda Turuncu grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeylerine Tablo 22'de yer verilmiştir.

Tablo 22

Da Vinci Köprüsü MOE uygulamasında turuncu grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri

TURUNCU Grup	**DA VİNCİ KÖPRÜSÜ MOE**
Problemi Anlama	3
Sadeleştirme	2
Matematikselleştirme	2
Matematiksel Olarak Çalışma	3
Yorumlama	2
Doğrulama	5
Toplam	**17**

4.1.4.2. Da Vinci Köprüsü Model Oluşturma Etkinliğinde Mavi Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Da Vinci köprüsü etkinliğinin problem durumu tüm sınıfa yüksek sesle okunarak problemde belirtilen malzemelerle birlikte ölçüm yapabilmeleri için cetvel gruplara dağıtılmıştır. Mavi grup üyeleri bireysel çalışma süreci yerine grup çalışmasına başlayarak gereken malzemeleri belirlemeye çalışmıştır. Malzemelerin uzunluklarını belirledikten sonra tabloda işaretlenerek problemi çözebileceklerini düşünmüşlerdir **(Sadeleştirme).** Ada ve Naz problem durumunda verilen orana göre seçim yapılması gerektiğini belirtmiştir **(Problemi Anlama).** Ada oranın 1/10 olduğunu ve bu orana göre seçilecek malzemelerin 7,5 ve 9 cm olduğunu belirtmiştir **(Problemi Anlama, Sadeleştirme ve Matematikselleştirme).** Ada'nın seçilmesi gereken malzeme uzunluklarını 7,5 ve 9 olduğunu tekraraması üzerine Naz onaylamıştır **(Doğrulama).** Ölçümleri yapmadan önce İmer malzemelerin kulak çubuğu ,pipet veya ahşap tahta olabileceği varsayımında bulunsa da ölçümlerden sonra kısa malzemenin 7,5 cm uzunluğunda kulak çubuğu olduğu ortak kararına varılmıştır **(Sadeleştirme)**.

Araştırmacı: *Evet bu hafta Teknoloji ve tasarım dersinde öğretmenimiz Ergonomi konusunu anlatmıştı.*

Naz: *Anlatmıştı.*

Araştırmacı: *Köprülerin kağıt hatta size geri dönüşümle bağlantılı olarak teknoloji tasarımda atık malzemelerden köprü yaptınız. Şimdi bireysel için 10 dakikanız var. Ben bu soruyu okuyorum arkadaşlar. [Yüksek sesle sınıfa problem durumu okunur.]*

İmer: *Bak bunların uzunluğuna göre çözeceğiz soruyu. Bunların uzunluklarının hepsi aynı. Bunları asla kaybetme.*

Naz: *Biz burada oranı bulalım. Hangisi aynı uzunlukta onları bulacağız.*

İmer: *Sonra buna göre bunu işaretleyeceğiz sonra cevap bulunacak.*

Ada: *Orantı var. 7,5'a 9 olur mu ki?*

İmer: *Bence kulak çubuğu ile pipet olacak doğru cevap veya şu ahşap tahta.*

Asya: *Haaa bunların uzunluklarına göre yapacağız.*

Ada: *7,5'a 9 olacak*

Araştırmacı: *Arkadaşlar kendi defterlerinize işlemlerinizi yapmak istiyorsanız yapıyorsunuz. Bir de neye ihtiyacınız var?*

İmer- Naz: *Cetvele.*

İmer: *O zaman şuraya yazayım ben.*

Ada: *Bunları 1/10 oranında küçülteceğiz.*

İmer: *İlk baş dondurma çubuğunu ölçeceğiz. Bu 8,5.*

Ada: *Olmuyor*

İmer: *Bak.*

Ada: *Hayır ondan demiyorum burdan oturmuyor. 7,5 olacak.Aaa tam istediğim boyutta.*

İmer: *7,5 değil mi?*

Ada : *Evet.*

Asya: *Dodurma çubuğu 8,5. 10 yazdınız mı pipete?*

İmer: *Yazdım.*

Ada: *7,5 'e 9 olacak.*

Naz: *Doğru söylüyor.*

Araştırmacı: *Evet grup çözümlerine geçelim mi?*

Naz: *Geçelim.*

İmer: *Zaten biz grupça çözüyoruz.*

Kısa malzemeyi 7,5 cm uzunluğunda kulak çubuğu olarak belirleyen grup üyeleri, diğer malzemelerin uzunluklarını ölçerek grup defterlerine yazmıştır **(Matematikselleştirme)**. Kısa malzemenin 7,5 cm uzunluğundaki malzemenin seçilmesi gerektiğini sorgulayan Naz'a, Ada problem durumunda 75 cm uzunluğundaki parçanın 10' da birinin istendiğinden bölünerek bulunması gerektiğini tekrar ifade etmiştir **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme).**

İmer: *4,4 kibrit. Hepsini tek tek yazalım ne sırasıyla söylesene bana.*

Naz: *Pipet 10 cm.*

İmer: *Ben yazmadan çözemem ki.*

Naz: *Sen orada çözmeye başla olur mu? Dondurma çubuğu kaç dedik?*

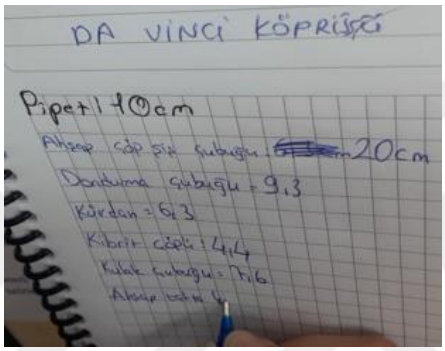
Ada: *9,3 değil miydi?*

Asya, Naz: *Evet.*

Ada: *Kibrit kaçtı ya?*

Naz: *4,4*

Ekran Alıntısı:



İmer: *Ada sen soruyu çözmeye başlasana.*

Ada: *Pipet olmuyor zaten onu biliyorum. Kısa malzemeyi bulduk ama uzunu bulamadık.*

Naz: *Kısa malzeme kaç?*

Ada: *7,5 olan yani kulak çubuğu*

Naz: *7,5 mi?*

Ada: *75'i 10'a bölünce kaç geliyor?*

Naz: *7,5. 10'a niye böldün?*

Ada: *10'da birini istiyor.*

Problem durumunda verilen "orantı sabiti 1/10 olacak şekilde küçültülmüş maket" ifadesinden orantı sabiti terimini anlamlandırmadan yaptığı çıkarımla parçaları 10 ile sadeleştiren Ada'ya Asya orantı sabitini hatırlatmıştır **(Doğrulama).** Bu aşamada grup üyeleri 1/10 orantı sabitini kullanacakları değerlere ilişkin iki varsayıma dayalı farklı matematiksel model kurulmuştur. Grup üyelerinden Ada, 75 ve 90 cm uzunluklarının 10'a bölünmesini yinelerken **(Doğrulama)** diğer grup üyeleri 1/10'un kısa ve uzun malzemelerin günlere göre

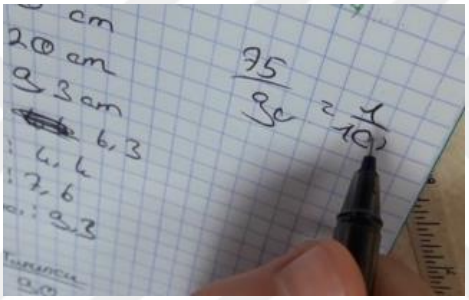
toplanan miktarlarının verildiği tablodaki değerlerin birbirine oranı olması gerektiğine ilişkin yanlış matematiksel model oluşturmuştur (**Problemi Anlama, Sadeleştirme ve Matematikselleştirme).** Kurulan yanlış model üzerinde tablodaki sayıları kullanarak hesap yapma eğiliminde olmuşlardır **(Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma).** Bu hesaplamalar sırasında Ada malzemeleden ahşap tahta karıştıcının 11 cm olması gerektiğini belirttiğinde düzeltmişlerdir **(Doğrulama).**

Ada: *Orantı sabitini istiyor dur bir dakika. Orantı sabiti neydi?*

Asya: *Orantı sabiti 1/10' muş ya. Hani 75'i [10'a böldüğünü hatırlatır].*

İmer: *75 bölü 90 eşittir 1/10'a ama olmuyor.*

Ekran Alıntısı:



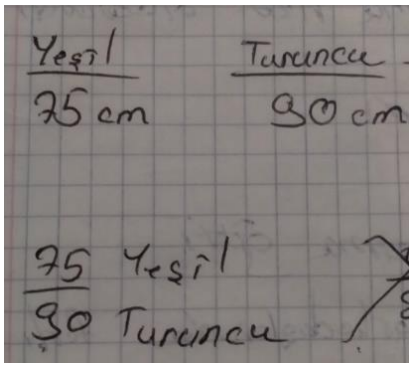
Ada: *75'i 90'a nasıl bölüyorsun. Orantı sabiti 1/10 olacak şekilde . Onda biri.*

İmer: *Naz buldum. Şimdi 75 bölü 90.. Bu 75 yeşil bu 90 turuncu.*

Naz: *Sadeleştir. 5'le olur.*

İmer: *Hayır. biz burada bunlar yan yana verilmiş ya mesela 5/8 bunların oranıyla ilgili bulacağız. Anladın mı?*

Grup Defteri:



Naz: *Haa [Anladığını ifade eder]*

Ada: *Bunların ortak katını buldum bile ben 15. Ortak katları 15 bunların.*

Naz: *Hangilerinin?*

Ada: *Hem 75' in hem 90' ın ortak katı 15.*

Naz: *Hangi sayıyı 15 e bölelim dedi?*

Ada: *15'e bölsek 5'e 6 oluyor.*

İmer: *Mesela 40'a 25 olabiliri mi?*

Naz: *Olmaz.*

Ada: *Şimdi bunu 75'e 90 yapsak. Bak 15'e böl.*

İmer: *Hayır hayır benim söylediğim yanlış olmuyor.*

Ada: *Eşittir kaç olur bu?*

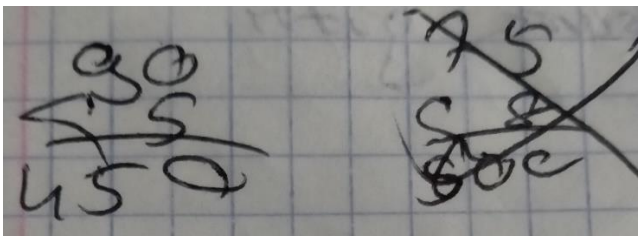
İmer: *24, 90'a bölünür mü?*

Ada: *24, 48 bölünmez? [Sadeleştirme işlemini yapar]. 5/6 geliyor. 5/6 olacak [75/90'ın sadeleştirilmiş halini söyler].*

İmer: *Tam bölünüyor mu? Çarpınca ortak katı oluyor mu? 90x5*

Naz: *450 . Aa bekle. 4 ekleyeceksin 500 yapıyor. Hayır 600 yapıyor [İmer' in işlemine yardım eder].*

Grup Defteri:



Ada: *Orantı sabiti 1/10 olacak şekilde küçültülüyor.*

İmer: *Ana evet 600 yapıyor. Dengini bulacağız o zaman biz şimdi. 10'a 16 oluyor [Tablodaki verilmeyen değeri söyler].*

Ada: *Dur bir dakika 5 le 6 'yı toplasak [Düşünür]. Ahşap tahta karıştırıcı 11 değil miydi?*

İmer: *Naz 90'la*

Naz: *9,3 [Ahşap tahta karıştıcının ölçtükleri uzunluğu söyler].*

Ada: *11 değil miydi ahşap karıştırıcı?*

Naz : *Hayır, dur. Aaa yanlış yazmışım evet 11.*

Grup üyeleri sorunun tekrar okunmasına karar vererek problem 20 kişilik sınıfta her bir öğrenciye eşit sayıda malzeme verileceğinin farkına varmıştır **(Problemi Anlama, Sadeleştirme).** Bu sırada orantı sabitinin kullanımına ilişikin oluşturdukları varsayımlarla ikiye ayrılan grup üyelerinden Ada gerçekçi oluşturduğu varsayımla kurulan matematiksel model doğrultusunda tabloda bir haftada toplanan malzeme miktarlarını toplamıştır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma).** Ada'nın bir hafta boyunca verilen değerlerden daha fazlasını topladığını belirten İmer'e, Naz ve Ada itiraz etmiş ve doğrulaması yapılmıştır **(Doğrulama).**

İmer: *Ben bir soruyu okuyabilir miyim?*

Naz: *Ver ben okuyayım.*

İmer: *Burayı okuma burayı biliyoruz. Burayı oku [Naz okur]. Bir şey söyleyebilir miyim?Ben bir şey fark ettim.*

Naz: *Ne?*

Ada: *Herbir öğrenci eşittir.*

İmer: *Öğretmenim bu turuncuyla yeşilin parça sayısı aynı mı olacak? Farklı olacak değil mi? Sayalım.1-2-3-4-5-6 ..12. 12 olan*

Ada: *Dur bir dakika eşit sayıda diyor.*

İmer: *Eşit sayıda diyor.*

Ada: *Sınıfta 20 öğrenci var. Ahaaa sınıfın sadece 4 de 1'i ise [Tabloda ilk gün toplanan kısa malzeme adetine bakar].*

İmer: *Bir dakika devam ediyoruz arkadaşlar dağılmak yok. Şimdi bak şunu biliyoruz yeşil parçaların hepsi 75 cm uzunluğunda olacakmış ve buradaki yeşil daha sonra turuncular da hangileri turuncu?*

Naz: *90 [Uzun parçanın uzunluğunu söyler]*

Ada: *20-40 [Tabloda verilen kısa malzeme adetlerine bakar] kaçtı ? Bence saçma olacak bu benim bu yazdığım [Tablodaki toplanan malzeme adetlerini toplar]. Eee 64- 96 neye bakacağız ondan sonra [Naz ve İmer'den ayrı çalışmaktadır].*

İmer: *Ada , hayır onların devamını getirme çünkü burada gün olarak 7'ye kadar demiş. Onların devamını getirirsen soruyu yanlış çözeriz.*

Ada: *Hayır.*

Naz: *Getirmiyor farklı bir şey yapıyor dur bakalım ya.*

İmer: *Farklı bir şey yapmıyor 56'dan devam ediyor böyle.*

Ada: *Hayır bir baksana.*

Naz: *12 yazıyor orada.*

Ada: *12 yok ki burada 32 var.*

Naz: *Tamam 32 orada . Tamam Ada sen devam et. 4 ile çarpmıştır bunları o.*

1/10 orantı sabitinin tabloda verilen değerlerin birbirine oranı olması gerektiğine ilişkin yanlış varsayım oluşturan grup üyeleri varsayımlarını düzelterek bir ölçüde kabul edilebilir varsayım doğrultusunda önce listede verilen en kısa ve en uzun malzemenin seçilmesi gerektiğini kararlaştırmıştır **(Doğrulama, Sadeleştirme, Matematikselleştirme).** Daha sonra bu kararı değiştirerek farklı uzunluklarda ölçtükeri malzeme uzunlukları oranının 75/90' a eşit olması gerektiği ifade edilmiş ve kurulan gerçekçi varsayım doğrultusunda oranları karşılaştırmaya başlamışlardır. Bu değerleri karşılaştırmak için içler dışlar çarpımı yöntemi tercih edilmiştir **(Doğrulama, Sadeleştirme, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma).** 1/10 orantı sabitinin seçilecek kısa malzemenin uzun malzemeye oranı olması gerektiği gerçekçi varsayım doğrultusunda ortak fikirde buluşan grup üyelerinden Ada aynı varsayım doğrultusunda bireysel çalışmasına devam etmektedir. Seçilecek malzeme türlerini doğru belirleyen Ada toplanan malzeme miktarını hesaplamaya çalışmıştır. Grup arkadaşlarına tabloda verilen malzeme adetlerinin sadeleşmiş olabileceğini soran Ada sınıfın 20 kişilik olması ve tabloda verilen ilk değerin 5 olması nedeniyle değerlerin 4 ile sadeleştirildiğini düşündüğünü ifade ederek yanlış bir matematiksel model kurmuştur. **(Matematikselleştirme, Matematiksel olarak Çalışma).**

***İmer*:** *Birbirleriyle doğru orantılı olarak toplanan kısa ve uzun malzemelerin ilk üç gün toplanan miktarları tabloda verilmiştir. Sizce maketin yapımı için gönüllülerin hangi*

malzemeleri seçmeleri gerekmektedir? Buldum burada en uzun hangini bulduk en kısa hangini bulduk ona göre yapacağız [Listedeki malzemeleri gösterir].

Naz: *Yap bakalım en uzun ahşap çöp şiş en kısa da kibrit çöpü.*

İmer: *Tamam bunlar 20 bölü [Düşünür.] Şüpheliyim Naz.*

Asya: *Naz bu sefer gerçekten buldum galiba.*

İmer: *75 / 90' ı bulduk ya biz şimdi. Bunların hangisinin çarpımı 75 / 90 yapar. [İşler dışlar çarpımını gösterir]. Biz yeşil 75 bu turuncuyu da 90 bulduk ya bunu 75/90 olarak yazdık. Daha sonra burada bir sürü malzeme var. Bunlardan hangisi bunun sadeleşmiş hali. Mesela burada 11/20 mi bunu sadeleşmiş hali? 9,3 veya 7,6 mı bunun sadeleşmiş hali böyle bulacağız [Buradan anlarız]. Çünkü burada da cm cinsinden verilmiş burada da cm cinsinden verilmiş. Bunlarla bunun bir bağlantısı olmalı yardım edin.*

Ada: *20 kişilik sınıfta sayılıyor ama burada 5 diyor [Sesli düşünür]. Bir şey diyeceğim buradaki malzeme adetleri sadeleşmiş olabilir mi? Burada herkes eşit sayıda diyor ama 20 öğrenci var ama burada 5 malzeme var. Yani dördü sadeleşmiş hali olabilir diyorum ben 4 ile.*

Naz: *Tamam 20 olur o zaman. Oradan bulsana oradan bul.*

Ada: *Hepsini buldum 20-40-60-80-100*

Naz: *Tamam orayı nereye bağlıcan işte önemli olan.*

Ada: *Adet bu adet ben adetleri buldum adetlere göre yapsak çıkmayabilir [Düşünür.] Dur bir dakika.*

Naz: *Ne yapacağız?*

Ada: *Adeti verdi burada. Bu kesin çıkmayacak ya kesin deneyeceğim.*

Asya: *Bak burada bize 75 ve 90 bir yerde lazım olacak.*

Ada: *1500-2250 [Bireysel çalışmasına devam eder].*

Ölçülen malzemelerin birbirine oranını 75/90 olarak belirlemeye çalışan Ada haricindeki grup üyeleri dondurma ve kulak çubuğunu 9,3 ve 7,6 cm ölçtükleri için malzeme türlerini belirleyememiştir. Bu nedenle problem durumunun ikinci sorusu olan malzeme adedinin yeterli olup olmadığını hesaplamaya yönelinmiştir. Tabloda verilen malzeme adetlerinin doğru orantılı olarak arttığını belirleyerek tabladaki tüm değerleri doğru

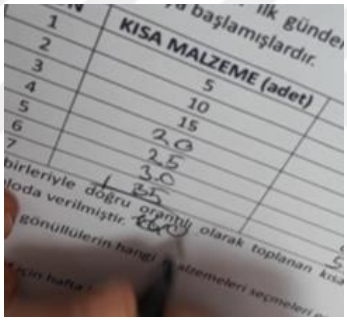
yerleştirmişlerdir **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma).** Kısa malzeme adedi 140 ve toplama işleminde yapılan hata nedeniyle uzun malzeme adedi 210 olarak hesaplanmıştır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma).** Bulunan 210 değeri doğrulama yaklaşımında bulunularak 220 olarak düzeltilse de ilk iki sayı olan 8 ve 16 değerlerinin 20 olarak toplandığını fark edememeleri nedeniyle 224 sonucuna ulaşılmamıştır **(Doğrulama).**

İmer: *Bunları toplasak ya Naz bi topla bunları.*

Naz: *Niye?*

İmer: *Toplayalım kaç tane toplam 7 günde kaç tane malzeme topladıklarını bulalım da yeterli mi değil mi bari ikinci soruyu çözelim. 15-30-50-75-105 [Bu arada Ada kendi çözümü üzerinde çalışmkatadır.] -135-140 140 tane [Kısa malzeme adetlerini toplar.]*

Ekran Alıntısı:



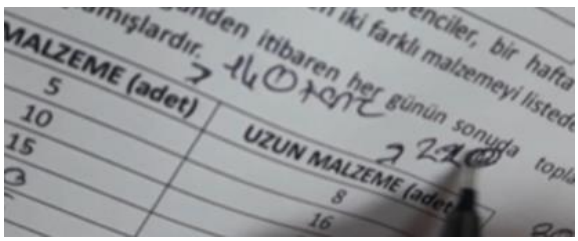
Naz: *Evet evet.*

İmer:*20-44- 76- 116 -164 -210 [8 ile 16 nın toplamını 20 olarak almıştır.]*

Ada: *2625 bu 1/10'a bölünmez 145 yapsak.*

Naz: *Bi dur hayır 210 değil 220. 164 ile 56'yı topluyoruz ya.*

Ekran Alıntısı:



İmer: *Ha doğru doğru. Ben kafamdan yaptım işlem yapmadım. Bu doğrudur inşallah bunu da kafamdan yaptım.*

Naz: *Evet 75 ile (…)Hocam biz hiçbir ilerleme kat edemedik.*

İmer: *Hayır ettik.*

Ölçümlerinden emin olmayan Naz'a, araştırmacı problemi doğru bir şekilde anlamlandırmalarını sağlamak amacıyla yönlendirmelerde bulunmuştur. Kısa malzeme olarak seçilmesi geren kulak çubuğunu tekrar ölçen Naz 7,5 olduğunu belirttiğinde aynı sonuca ulaşan Ada onaylamıştır **(Doğrulama).** Grup üyeleri toplanan malzemelerin yeterliliği konusunda kararsız kalarak görselde verilen köprüdeki malzemeler saymaya karar vermişlerdir **(Yorumlama).** Bir maketin yapılması için gereken uzun ve kısa malzeme adetlerinin 7 ve 14 olarak belirlenmiştir. Ardından orantı sabiti olan 1/10 olması nedeniyle seçilmesi gereken parçaların 7,5 ve 9 cm uzunluğunda olan kulak ve dondurma çubuğu olduğuna karar verilmiştir **(Matematikselleştirme Matematiksel Olarak Çalışma ve Yorumlama).**

Naz: *Hocam bi gelir misiniz? Biz bunları böyle ölçtük de doğru mu?*

Araştımacı: *Ona da siz karar vereceksiniz. Bence ölçümlerde buçuklara çok dikkat edin.*

Naz: *7,5 çıkıyor bu arada.*

Ada: *O doğru zaten 7,5 du o. Kulak çubuğu doğru. Hocam yuvarlasak oluyor mu?*

Araştırmacı: *Problemde ne istiyor? Buçuklu çıkması önemli mi?*

İmer: *Önemli*

Araştırmacı: *Şuradan başlarsanız takıldığınız yer anlaşılacak. Şimdi buraya bence birinci cümleyi doldurun. Bakın ne istiyor sonunu okuyun bir problemin*

Naz: *Sizce maketin yapımı için gönülllülerin hangi malzemeleri seçmeleri gerekmektedir? Diyor.*

Araştırmacı: *Evet sonra.*

Naz: *Sizce gönüllülerin tüm sınıf için hayır hayır [Sonraki soruya atlar] yeterli değil ise eksik malzemeleri tamamlayacağı için malzeme türü ve adedinin belirlenmesine yardımcı olunuz. Yeterli değil o zaman büyük ihtimal.*

İmer: *Bence yeterli.*

Asya: *Bence değil.*

Araştırmacı: *yeterli mi değil mi ona bakacaksınız. Hangilerini seçtiniz siz? Hangisini seçmeye karar verdiyseniz işaretleyin arkadaşlar.*

Naz: *Biz iki tane seçelim de ona göre yaparız bu planı.*

İmer: *Ama kaç tane olduğunu bilmiyoruz ki başta. Sayabilir miyiz?*

Araştırmacı: *Evet.*

İmer: *Öğretmenim şuraya bi çizeyim mi? 14 tane bunlar 14'e .*

Naz: *İki katı yani. Şimdi biz bunları bulduk da orantı sabiti şey. Demek ki bunlarla bir şey eşitmiş 1/10' u oluyor yani.*

Araştırmacı: *Şurayı bir daha okuyun bakalım.*

İmer, Naz: *75 cm yeşil ve 90 cm turuncu renkli parçalardan oluşmaktadır. Bir hafta sonraki derslerinde bu köprünün orantı sabiti 1/10 olacak şekilde küçültülmüş maketini eşit sayıda parça kullanarak [Soruyu okurlar.]*

İmer: *75 ile 90' ın 1/10'unu bulacağız. Küçültülmüş 75'i 10'a bölüp 1 ile çarpcağız gibi bir şey oluyor. 75'i 10'a böl.*

Naz, Ada: *7,5*

İmer: *90'ı da 10 böleceksin 9*

Ada: *9.*

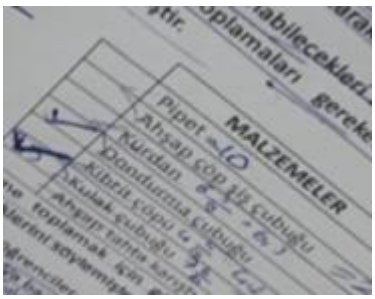
İmer: *Hangisi 7,5 ve 9*

Ada: *Kulak çubuğu 7,5 . Allah aşkına yarım saattir nee diyorum burada*

Naz, İmer: *Aaaa.*

Naz: *Dondurma çubuğu o zaman. Tamam cevap o olacak.*

Ekran Alıntısı:



Ada: *Yarım saatttir dedim size.*

Kısa ve uzun malzeme türünün belirlenmesinin ardından maketin yapımı için toplanan malzemelerin yeterli olup olmadığını bulmak amacıyla grup üyelerinden Ada toplam kısa parça adedinin 20'ye tam bölünmesi gerektiği üzerine oluşturduğu matematiksel model ile 140:20= 7 tam sayısına ulaşmıştır. Böylelikle her bir öğrenciye maket yapımı için düşmesi gereken yeter sayıda kısa parça olduğunu doğrulamıştır (**Matematiksel Olarak Çalışma ve Yorumlama, Doğrulama).**

İmer: *Dondurma çubuğu mu kısa? Kulak çubuğundan bize kaç tane lazım?*

Ada: *Dur bir dakika.*

İmer: *Bulduk be.*

Ada: *Dur bi dakika şimdi 140 desek her öğrenciye 7 adet düşüyor. Oluyor dur bir dakika hani ben burada 140'a kadar yazdım ya bunları. 20'ye böldüğümüzde [140'ı gösterir.] 7 geliyor.*

Naz: *Hıımm.*

Ada: *20 öğrenci istiyor. Burada 20 olduğunda 20'ye böldüğümüzde 7 geliyor. Ama bu yeşiller 7 olduğu için tam oluyor. Yani burada uzun parçalar 224 ama bu 20' ye bölünmüyor o sorun.*

Naz: *Turuncular 14 yeşiller de şimdi sen neyi buldun.*

Ada: *Kısayı buldum*

Naz: *Kısa 140'mı?*

Ada: *Evet . Her öğrenciye 7 tane düşüyor. Uzun kaldı.*

Grup üyeleri tarafından toplanan uzun parçaların yeter miktarda olup olmadığının belirlenebilmesi için iki matematiksel model oluşturulmuştur. Gerçekçi varsayıma dayalı olarak Ada'nın kurduğu modelde tablodaki uzun malzemelerden verilmeyen değerlerin, toplanan gün ile doğru orantılı olarak arttığı belirlenerek yazdıktan sonra toplanan toplam miktar 8+16+24+32+40+48+56 =224 olarak hesaplanmıştır **(Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma).** Her maket için 14 adet uzun parça gerektiğinden toplanan uzun parça adedinin 14' e tam bölünmesi gerektiği ifade edilmiştir. 224'ün 16'ya bölündüğünde 224: 16 = 14 çıkması nedeniyle sadece 16 öğrenciye yetecek uzun malzeme toplandığı sonucuna

ulaşılmış 4 öğrenci için eksik uzun malzeme 4x14=56 miktarı belirtilmemiştir **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma).** Bu modeli sorgulayan Asya'ya, Naz 20 kişiye eşitlemek istediğini söyleyer açıklamıştır **(Doğrulama).** Kurulan modelin çözümünde ikna olmayan İmer **(Yorumlama)** toplanan kısa malzeme miktarının 140 olduğunu onaylattırdıktan sonra **(Doğrulama)** bir maket yapımı için 7 kısa 14 uzun malzeme gerektiğinden buldukları 140 kısa malzeme miktarının iki katı kadar uzun malzemenin yeterli olacağı üzerine farklı matematiksel modeli oluşturmuştur **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma).** İlk modelde doğru hesaplanan 224 adet uzun parça adedinin doğrulaması yapılmadığı için önceden bulunan 220 değeri alındığından eksik uzun malzeme adedi 280-220 = 60 olarak hesaplanmıştır **(Matematikselleştirme, Matematiksel olarak Çalışma).** Mavi grup üyeleri işlem hatası yapmış olsa da elde edilen çözümü doğru bir şekilde uzun malzeme eksik olarak yorumlamıştır **(Yorumlama).**

Naz: *Tamam uzununu bulalım biz onun.*

Ada: *14 olacak.*

Naz:*14'e bölünen bir sayı olmayacak mı?*

Ada:*16 [Ada kağıdındaki işlemlere bakar].*

Asya: *Ee uzunu nasıl buldun?*

Naz: *Bak şimdi şöyle yaptı Ada bunlar 20 kişi ya hani. 20 kişiye eşitlemek istedi.*

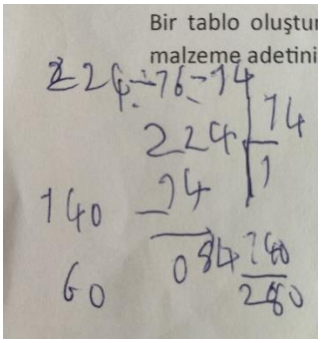
İmer: *56'yı da 4 ile çarp.*

Ada: *224.*

İmer: *O zaman nasıl 20 yaptın bunu?*

Ada: *Onu daha yeni buldum ki ben. 224'ü 16' ya böldüm 14 geldi.*

Çalışma Kağıdı:



İmer: *Bence bu 20 mantığı saçma çünkü birinci gün herkes toplam 5 tane yapmış.*

Naz: *Hayır 20 kişi değil 20 kişinin 20' si de bulmuyor zaten gönüllüler topluyor.*

İmer: *Şimdi kulak çubuğu bizim kısa olandı. Burada kulak çubuğu kaç taneydi? Kaç tane lazım.*

Ada, Naz: *140.*

İmer: *O zaman bu iki katı olması lazım burada da 7' ye 14 dü ya. 140'ın iki katı olması lazım. 140' a 280 . Naz biz burda 140 tane bulduk tamam bizim burda kesin var. Ama burada 220 eksik bizim 60 tane daha uzun malzemeye ihtiyacımız var.*

Ada: *Ama uzun malzeme eksik işte.*

Naz: *Şey diyor ya zaten malzemelerden yeterli midir değil midir diyor.*

İmer: *Hayır*

Naz: *Değil eksik değil mi? (Çözüm kağıdına yazar) Şimdi ne diyor? Yeterli değilse eksik malzemeleri Ebru hoca tamamlayacağı için malzemelerin adetini ve türünün belirlemesine .. Uzun malzeme neydi ?*

İmer: *Şey neydi dondurma çubuğu daha uzundu di mi?*

Naz: *Kaç adet daha lazım?*

İmer: *60.*

İmer yaptıkları çözümde yanlışlık olduğunu grup arkadaşlarına belirttiğinde; Asya ve Ada çözümlerinde eksik olmadığını Naz ise emin olmadığını ifade etmiştir **(Doğrulama)**. Ardından araştırmacıya çözümlerini anlatarak buldukları 60 değerinden emin olmadığını belirttiğinde ise araştırmacı grupça çözüm kağıdındaki alt soruları yanıtlamaları için yönlendirmiştir. Grup çözüm kağıdındaki alt soruları yanıtlamaya başlayan Mavi grup 1. alt "Problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız" alt başlığını problemde gönüllülerin hangi malzemeleri seçerek malzemelerin yeterli olup olmadığının sorulduğunu belirtmeleri nedeniyle problemi tam olarak anlamlandırdıkları ve verilenlerle istenenleri belirleyerek aralarında uygun bir ilişki kurdukları görülmüştür **(Problemi Anlama, Sadeleştirme).**

Naz: *Bitti yani sen deneye koy. Ben soruları cevaplayayım. Beraber daha doğrusu [Grup çözüm kağıdındaki alt soruları ifade eder].*

İmer: *Öğretmeni bi çağırsak. Bence yanlış bu ya bir yerde yanlış var.*

Naz: *Ada sen yanlış yaptım diyor musun şunu?*

Ada: *Yok yok ben bakıyorum.*

Naz: *Hayır onu demiyorum soruda eksik var mı? Hani uzun malzeme 220 dedik ya.*

Ada: *Yani bence bana göre pek eksik yok bana göre.*

Asya: *Biz cevabı bulduk.*

Naz: *Ama emin değiliz.*

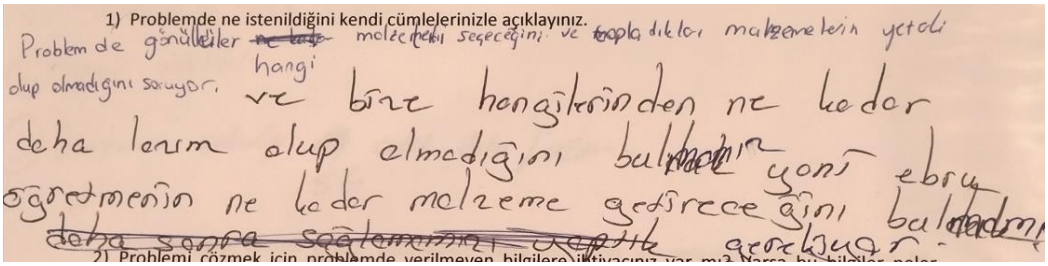
İmer: *Öğretmenim bakar mısınız? Biz buraya toplamlarını, bir hafta boyunca kaç tane eksik bulmuşlar. Kısa malzeme toplamı 140 oluyor. Uzun malzemeyi de bulduk.*

Araştırmacı: *Problemde ne istenildiğini açıklayın grupça yazın.*

Naz: *Ne kadar malzeme seçeceğini ve topladıkları malzemelerin seçileceğini [1. Alt başlığı yanıtlar].*

İmer: *Hangi malzemelerin ne kadar değil diyor. İşte hangisinden ne kadar yazacaksın.*

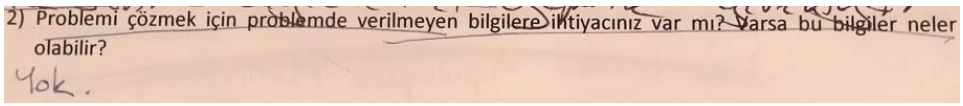
Çözüm Kağıdı:



Naz: *Problemi çözmek için verilmeyen bilgilere ihtiyacınız var mı ? Var mı?*

İmer, Ada, Asya: *Yok.*

Çözüm Kağıdı:



İmer: *Bakın öğretmenim ben size bir şey söyleyebilir miyim?*

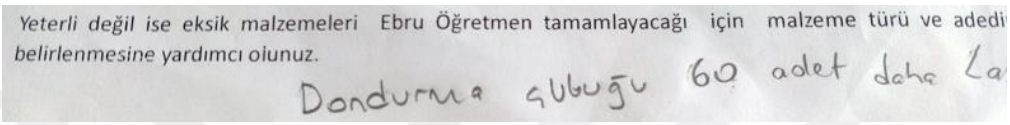
Araştırmacı: *Evet.*

İmer: *Biz bütün değerleri bulduk. Kaç tane olduğunu bulduk. İkisinden de kaç tane topladığını bulduk. Hangileri lazım onu bulduk.*

Araştırmacı: *İşaretlediniz mi?*

İmer: *İşaretledik şurada. Dondurma çubuğu ve [Kulak çubuğunu gösterir.] bunları işaretledik. Daha sonra bunların 1/10'unu bulduk. Daha sonra bize hangi malzemeler lazım onu yazdık. Yeterli olmadığını bulduk onu yazdık. Daha sonra yeterli olduğunu bulduk ama bundan emin değiliz. Bundan emin değiliz.*

Ekran Alıntısı:



Gerçekçi varsayımda bulunarak oluşturulan matematiksel modelde sonucu yanlış bulan grup üyelerinin işlem hatalarını fark etmeleri amacıyla araştırmacı kontrol etmeleri gerektiğini yinelediğinde buldukları değerleri tekrar gözden geçirmişlerdir **(Doğrulama).** Yedi günde toplanan uzun parça toplam adetinin hesaplanmasında yapılan toplama işlemindeki hata fark edilemediği için 220 değeri değiştirilmemiştir. Bu nedenle İmer, 220: 20 =11 işlemini yaparak her bir öğrenciye 11 adet uzun parça düşmesi nedeniyle 14-11 =3 ve 3x20=60 işlemlerini yapmış ve eksik parça adedi değiştirilmemiştir **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma ve Doğrulama).**

Araştırmacı: *O zaman kontrol etmeniz gerekiyor.*

İmer: *Evet. Bunların toplamı bu oluyor[Toplanan kısa parça adedini gösterir]. Biz bunları topadık 20 ile çarpmadan 140 bulduk . Ama biz bu 20'yi kaç ile çarpacağız da kaç tane lazım olduğunu bulacağız? [Uzun parçaları ifade eder].*

Araştırmacı: *Tamam. 20 kişi için ne kadar lazımdı yazın eksik var mı kontrol edin.*

Naz: *Şimdi 20 kişi için 20'ye böleceğiz.*

Araştırmacı: *140 tane lazım diyorsunuz arkadaşınız katılıyor musunuz?*

İmer: *Evet 220' yi de 20' ye böleceğiz şimdi 11 oluyor. Şimdi bu 11'i 14 yapmamız lazım.*

Naz: *3 mü?*

İmer: *3 tane yani 60 tane daha lazım. Doğru.*

Naz: *Tamam o zaman.*

Araştırmacı: *Doğrulamasını yaptıysanız.*

Naz: *Evet yaptık.*

Araştırmacı: *Şunları doldurulım hemen sunumlara geçelim.*

Belirlenen malzemelerin 1/10 oranına göre hesaplandığı için varsayım olduğunu düşünmeyen İmer'e yapılan açıklama ardından grup çözüm kağıdında yer alan "Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir?" 3. alt sorusu; varsayım olduğu, 1/10 orantı sabiti kullanılarak dondurma ve kulak çubuğu bulunduğu biçiminde yanıtlanmıştır **(Problemi Anlama, Sadeleştirme).** Grup çalışmasında yapılan ölçülen tüm değerler ve çözüm için gereken tüm işlemler tekrar açıklanarak 4. alt problem bölümüne maketin yapımı için kulak ve dondurma çubuğunun seçilmesi gerektiği, Toplanan malzemelerin yeterli olmadığı ve 60 adet uzun parçanın eksik olduğu yazılmıştır. **(Problemi Anlama, Sadeleştirme, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)**

Naz: *Bu varsayım dediğimiz şey nasıl olacak?*

İmer: *Varsayımımız yok.*

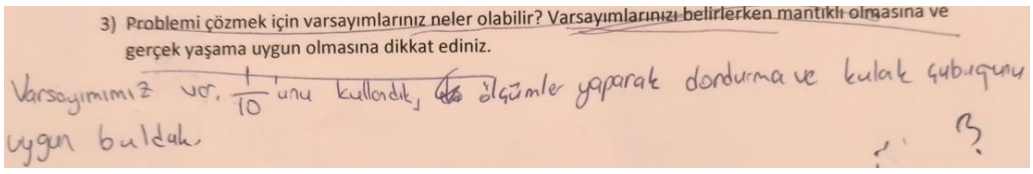
Naz: *Ama mesela bunları almadık ya onları bulduk mesela oradan değil mi?*

İmer: *Ya nerede var? Ama biz bunun 1/10'unu bulduk buna göre kaç cm ise onları işaretledik.*

Naz: *Evet onlar varsayım .Bu da bir varsayım. İşte bu da bir varsayım tamam mı? Soruda illa şey değil mesela atıyorum 75'i de kullanmayadabilirdik o da bir varsayım olurdu işte öyle.*

Naz: *Dondurma ve ölçümler yaparak dondurma ve [3.alt problemi yanıtlar].*

Çözüm Kağıdı:


3) Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir? Varsayımlarınızı belirlerken mantıklı olmasına ve gerçek yaşama uygun olmasına dikkat ediniz.

Varsayımımız 10. $\frac{1}{10}$ unu kullandık, ölçümler yaparak dondurma ve kulak çubuğunu uygun bulduk.

İmer: *Kısa malzeme miktarını topladım [4. Alt soruyu yanıtlamaya başlar].*

Naz: *5+10+15+20+ 25 kaça kadar?*

İmer: *140 olacak.*

Naz: *Bir daha toplasana. Ama doğru bulduk ya.*

İmer:*15- 30 -50-75-105 -140 evet.*

Ada: *Doğru orantı.*

İmer: *220 yi de yazdın mı?*

Naz: *Evet yazdım.*

İmer: *Daha sonra bu 140'ı 20' ye böleceğiz.*

Naz: *220'yi de 20'ye böleceğiz. 11.*

İmer: *Hayır öyle çıkarmayacaksın Bize 3 tane lazım şundan 3 ile de 20 yi çarp.*

Naz: *Problemin yanıtı nedir? [5. Alt problemi okur.]*

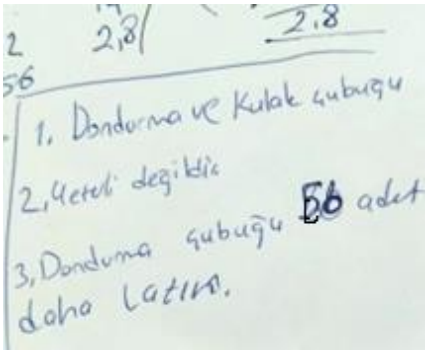
Ada: *72. Kaçtı o 40-212 [Ada yağtığı işlemleri kontrol eder.] Yanlış mı yaptım ben?*

Asya: *Hocam 3 tane yanıtı bulduk ki biz.*

Araştırmacı: *İki dakika sonra sunumlara geçiyoruz.*

Naz: *Hocam şimdi bize 3 tane soru somuştu ya. Problemin yanıtı diye hepsini yazdık.*

Çözüm Kağıdı:



Sunum yapacakları için yaptıklarını tekrar kontrol etme gereği duyan Naz toplama işleminde yapılan hatayı fark etmiş ve toplanan uzun malzeme miktarının 224 olduğunu belirtmiştir **(Doğrulama).** 224 olduğunu daha önce söylediğini daha sonra işlemlerin gerisi getirmediğini belirterek ardından Ada, 224:16=14 işlemini yaparak 16 öğrenciye yetecek kadar parça olduğunu bu nedenle 56 parçaya ihtiyaç olduğunu söylemiştir. Bunun üzerine işlemleri

kontrol eden Naz ve İmer oluşturulan varsayım ile kurulan modelde değişiklik olmadığını (Yorumlama) sadece 220 yerine 224 alınması gerektiğini ifade ederek 224:20=11,2 , 14-11,2= 2,8 ve 2,8 x20=56 işlemlerini yazmışlardır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma ve Doğrulama**). 56 adet uzun parçanın eksik olduğunu kararlaştıran **(Yorumlama)** grup üyelerine araştırmacı işlem hatalarını fark ettiğinde yapılanları doğruladınız mı sorusu yöneltmesiyle grup çözümlerini aktarmışlardır **(Doğrulama).**

Naz: *Bunları toplayınca 220 yapıyor değil mi?*

İmer: *Bir daha toplayalım.*

Naz: *Birşey söyleyeyim mi? 224 çıkıyor.*

İmer: *Bi daha bi kontrol edelim biz.*

Ada: *Bak eğer 224 çıktıysa fena kızarım.*

Naz: *Ya hayır ya 80 yapıyor tekrar 120, 168 .. [İşlemleri kontrol eder.] Evet 224 yapıyor.*

Ada: *Tamam uzatmayayım sabahten beri konuştum, sonra u dönüşü iyi ki silmedim.*

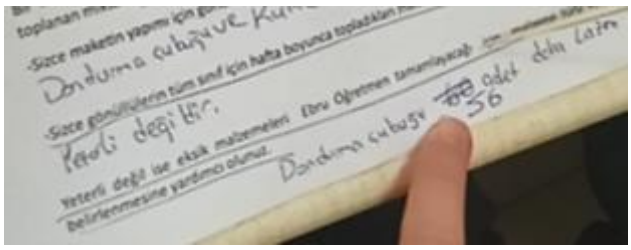
Naz: *224 bulmuş Ada. Evet söyledin. Tamam şimdi devam. Hocam biz baştan yapacağız.*

Ada: *Yap o zaman. Siz değiştirdiniz ben devamını getimedim ki 16' ya böldüm. 14 geliyor ama 20 öğrenciyle yetmiyor yani o yüzden buraya 56 tane daha gelecek. 16'ya bölünce 14 geliyor. Yani 16 öğrenciye yetecek kadar parça var. 20 öğrenci istiyor değil mi?*

Ada: *224, 16 ya bölündüğünde*

İmer: *[Bölme işlemini yapar.] 56 tane lazım çubuk.*

Ekran Alıntısı:



Ada: *Az kaldı kaybediyorduk ya.*

Naz: *56 yı nasıl bulacağız? Hocam bir dakika durun bir dakika öğretmenim.*

İmer: *Naz bak daha önce demin 220 bulmuştuk ya hiçbir şey değişmedi biz burada 224'ü 20' ye böldük. 11,2 geldi. Daha sonra 14'den 11,2'yi çıkardık 2,8 geldi 2,8 ile de 20'yi çarptık. 56 geldi.*

Naz: *Bir dakika 11,2 ile neyi çarpıyoruz?*

İmer: *Daha sonra 14 de 11,2 yi çıkar. 2, 8 oluyor.*

Naz: *Nasıl 2,8 oluyor?*

İmer: *Şimdi bak. 14'den 11 çıkınca 3 kalıyor birde 2 çıkarmış 2,8*

Naz: *Tamam bişey değişmiyor şükürler olsun.*

Araştırmacı: *Doğruladınız mı yaptıklarınızı?*

Naz, İmer: *Evet*

Naz: *Şimdi bunları yazacağız.*

İmer: *Öğretmenim siz hani buurada neden 11,2 buldunuz dediniz ya? Burada Ada arkadaşımızla bunları çarptık. Bunun üzerine kaç eklersek 14 olur diye yaptık. Hani biz burada 1/10'unu bulduk ya 75 ile şeyin. Daha sonra bunların sayısının 7/14 bulduk.*

Araştırmacı: *Kısayı uzuna neden oranladınız? Kısa parçayı uzun parçaya oranlamışsınız.*

İmer: *Evet ona göre bulduk biz sonucu. Ondan sonrada burayı 224 burayı da 140 bulduk. Daha sonra bu 140'ı 20'ye böldük 14 . Yok 20'ye böldük 7. 7 çıkıyordu buradan (7/14 oranını gösterir.) o yüzden sorun yok dedik. Daha sonra burada 224'ü 20'ye böldük 11,2 çıkıyordu ama 14 olması gerekiyor bunun. 14 'den 11,2 'yi çıkardık 2,8 yapıyordu. Sonra bunu 20 ile çarptık*

Naz: *20 kişi olduğu için.*

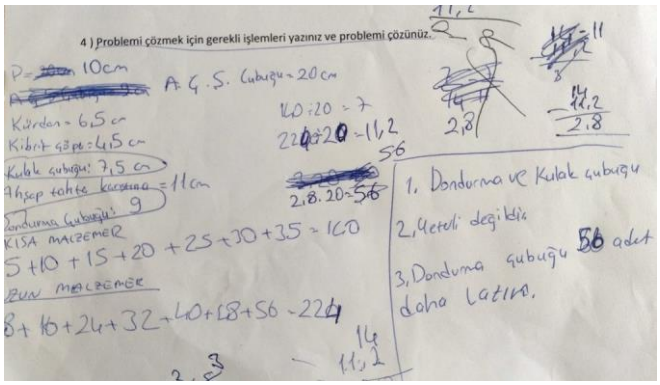
İmer: *56 oluyor.*

Naz: *56 eksik oluyor.*

İmer: *Burada uzun çubuk yeterli değil desene .[Naz'a söyler.]*

Naz: *Yazdım ben.*

Ekran Alıntısı:



Davi Vanci köprüsü etkinliğinde sunumlarını ikinci sırada gerçekleştiren Mavi grup üyelerinden İmer ve Naz yaptıkları grup çözümlerini sınıf arkadaşlarıyla paylaşarak sunum yapmıştır. Sunum sonunda diğer gruplardan mavi grubun çözümüne eleştiri ve soru gelmemiştir. İlk sunumu yapan truncu grup ile kendi çözümlerini karşılaştıran İmer aynı sonucu farklı yollarla bulduklarını ifade etmiştir **(Yorumlama).** Araştırmacı başka bir soru olup olmadığını sorduğunda diğer gruplar tarafından bir soru yöneltilmediği için grubun sunumu tamamlanmış ve diğer sunumlara geçilmiştir.

Araştırmacı: *Mavi grubu dinliyoruz İmer ve Naz'ı.*

İmer: *Biz ilk baş her bir eşyanın santimetresini ölçtük. Bunları bulduktan sonra virgülleri buçuk veya tama yuvarladık.Daha sonra kısa ve uzun malzemeleri haftanın 1. Günü 2. Günü 7. Gününe kadar topladıkları şeyleri yaptık . İlk baş kısaları topladık ne kadar toplamış 7 günde. 7 günde kısa malzemelerin toplamı 140'dı. Daha sonra uzun malzemelere baktık 7 günde onların toplamı*

Araştırmacı: *Kısa ve uzun malzemelerin toplamlarını yazıver istersen yanına. Evet 224 uzun*

İmer : *İmer 224 bulduk daha sonra biz burada 75 ve 90'ın 1/10'unu bulduk. Daha sonra burada 7,5'e 9 yapıyordu. Daha sonra bunlardan hangisi [Malzemeleri gösterir.] 7,5 kulak çubuğuydu. 9 olan da dondurma çubuğuydu. Biz kulak çubuğuyla dondurma çubuğunu seçtik. Eşitlenmesi gerekiyordu. 2, 8 bulup daha sonra bunu 20 ile çarptık. Biz burada 14 ile 7'ye tamamalamamızın sebebi burada 7 tane şey kısa ve 14 tane uzun çubuk vardı resimlerdekinlerde öyleydi. Ona göre bunları bulduk.*

Araştırmacı: *Arkadaşlarınız da farklı bir çözüm yapmış. Burada 11,2 'yi 224 yani toplanan parçaları 20'ye bölmüşler ama ortalaması 11,2 etmiş . Diyorlar ki bu 11,2 değil 14*

tane parça olması gerekiyor. Farklı bir yöntemle yapmışlar. Aradaki fark bu. Aradaki farkı da toplayabilmek için mi 20 ile çarptınız? Yani bunu 20 ile çarptığınızda eksik olan malzeme miktarı. Sarı grup mavi gruba söylemek istediğiniz bir şey var mı?

Sarı Grup: *Yok.*

Araştırmacı: *Truncu grup arkadaşlarınız farklı bir yolla çözdü , sormak istediğiniz bir şey var mı? Bence kısaca bir anlat. Bu parçaların uzunluklarını buldular. Bulduktan sonra kısa malzemelere 140 dediler. Uzun malzemelre 224 dediler 140'ı 20'ye böldüler 7 adet düştü. 224 adedi 20 kşiye böldüler. 11,2 çıktı ama 11,2 lik bir parça yoktu. 14 vardı , aradaki farka baktılar 2,8 çıktı. Bunu da 20 ile çarptılar.*

İmer: *56*

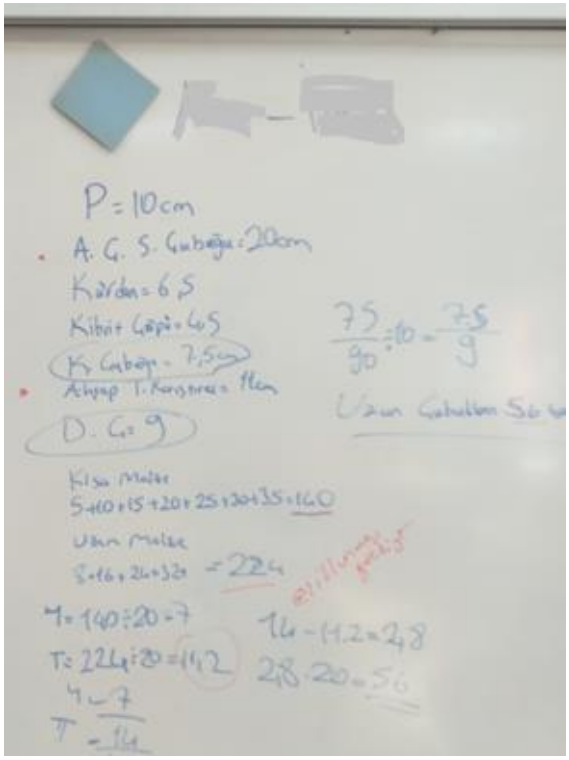
Araştırmacı: *56 tane tamamlanmalı. Truncu grup çözümü anladı mı?*

İmer: *Cevap aynı ama çözümlerimiz farklı.*

Mavi grup sunum sonunda Şekil 54'de verilen çözümlerinde hehangi bir değişiklik veya düzeltme yapmamıştır.

Şekil 54

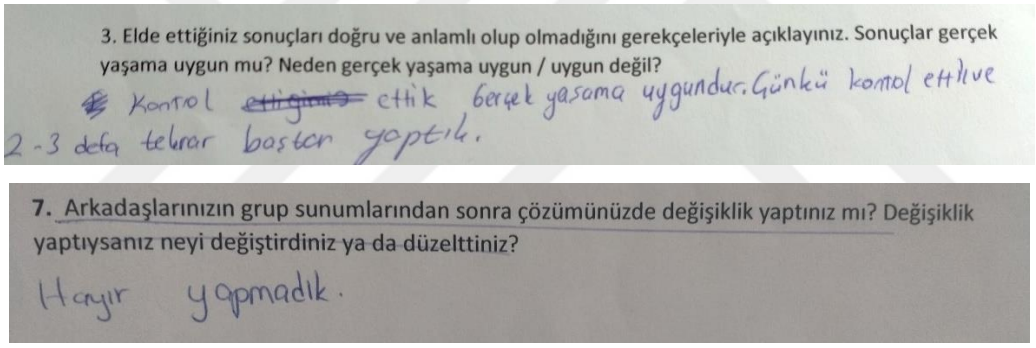
Mavi grup Da Vinci köprüsü MOE sunum sonu revize



Tüm sunumların ardından etkinlik sonu dağıtılan soruları tamamlamaları istenmiştir. Etkinlik sonu verilen yorumlama ve doğrulama yeterliği kapsamında sorulan "Elde ettiğiniz sonuçları doğru ve anlamlı olup olmadığını gerekçeleriyle açıklayınız. Sonuçlar gerçek yaşama uygun mu? Neden gerçek yaşama uygun/ uygun değil?" sorusunda 2, 3 defa kontrol ederek baştan yaptıklarını ve gerçek yaşama uygun olduğunu **(Yorumlama)**, "Sunumlardan sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı?" Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzeltiniz?" sorusuna ise değişiklik yapmadıklarını ifade etmişlerdir **(Doğrulama)**. Çözüm sürecindeki yaklaşımları ve grup sonu sorulara yazdıkları ifadeler göz önüne alındığında doğrulamayı gerçek yaşamdaki bilgileri göz önünde bulundurma ve gerçekçi olma olarak ele aldıkları düşünülmüştür. Sunum sonu etkinlik kağıdında yer alan öğrenci yanıtlarına ilişkin örnek Şekil 55'de sunulmuştur.

Şekil 55

Sunum sonu etkinlik kağıdı (Sarı Grup – Deterjan Tüketimi)


3. Elde ettiğiniz sonuçları doğru ve anlamlı olup olmadığını gerekçeleriyle açıklayınız. Sonuçlar gerçek yaşama uygun mu? Neden gerçek yaşama uygun / uygun değil?

Kontrol ettiğimiz ettik gerçek yaşama uygundur. Çünkü kontol ettiğimiz 2-3 defa tekrar baştan yaptık.

7. Arkadaşlarınızın grup sunumlarından sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı? Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzelttiniz?

Hayır yapmadık.

Grubun çözüm yaklaşımları incelendiğinde, çalışma sırasında biri gerçekçi diğeri bir ölçüde kabul edilebilir varsayımda bulunarak kurulan farklı matematiksel modeller üzerinde çalışmaya başlayan grup üyeleri süreçte varsayımlarını düzellterek farklı modellerde gerçekçi varsayımlara dayalı olarak gerekli değişkenleri doğru bir şekilde belirledikleri görülmüştür. Söz konusu değişkenlere dayalı olarak problem durumunda verilmeyen belirlenmesi gereken malzeme türleri belirlenmiştir. Doğru oluşturulan matematiksel modellerin çözümlerinin son aşamasında yapılan işlem hatası nedeniyle eksiklik saptanmıştır. Elde edilen doğru matematiksel çözüm gerçek yaşam bağlamında doğru biçimde yorumlanmıştır. Doğrulama yeterlikleri kapsamında çözüm yaklaşımları göz önünde bulundurulduğunda, sunumlarından önce işlem hatalarını fark ederek düzelttikleri ve öğrencilerin çözüm sürecinin başından sonuna kadar varsayımlarındaki, modellerindeki ve modellerin çözümlerindeki hataları belirleyip düzelttikleri görülmüştür. Söz konusu değerlendirmeler sonucunda sarı grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeylerine Tablo 23'de yer verilmiştir.

Tablo 23

Da Vinci köprüsü MOE uygulamasında mavi grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri

MAVİ GRUP	**DA VİNCİ KÖPRÜSÜ**
Problemi Anlama	4
Sadeleştirme	3
Matematikselleştirme	4
Matematiksel Olarak Çalışma	3
Yorumlama	4
Doğrulama	6
Toplam	**24**

4.1.4.3. Da Vinci Köprüsü Model Oluşturma Etkinliğinde Sarı Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Da Vinci köprüsü model oluşturma etkinliği probleminin tüm sınıfa yüksek sesle okunmasının ardından Sarı grup üyeleri bireysel incelemeleri için verilen süreyi, soruyu birkaç kez yüksek sesle okuyarak değerlendirmiştir. Grup çalışmasına geçmede zorlandıklarından araştırmacı, problemi anlamlandırmalarına yardımcı olmak amacıyla verilen listeden kaç malzeme seçmeleri gerektiği sorusunu yönelttiğinde iki olarak yanıtlanmıştır (**Problemi Anlama**).

Nisan: [*Soruyu okur*] *4-Dondurma çubuğu, 5-Kibrit çöpü, 6- Kulak çubuğu, 7- Ahşap tahta çubuğu 20 kişilik sınıfta malzeme toplamak için gönüllü olan öğrenciler bir hafta boyunca tüm sınıf için malzemeleri toplayabileceklerini söylemişler ve gereken iki farklı malzemeyi listeden seçmişler.*

Araştırmacı: *Sizler daha önce de okudunuz zaten, bu listeden kaç malzemeyi seçmişler?*

Sare: *Şey iki tane.*

Araştırmacı: *Tamam. Sizler uzunluklarına baktınız mı? Neye karar verdiniz? Soruyu anladınız sanırım.*

Nisan: *Soruyu daha okuyoruz daha problem kısmına geçmedik.*

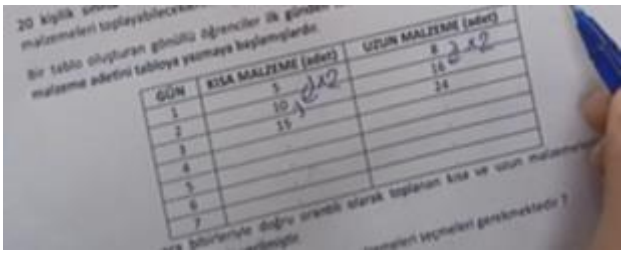
Araştırmacı: *Grup çözümüne geçelim artık.*

Nisan: *Teknoloji ve Tasarım dersi öğretmeni Ebru Öğretmen, görselde verilen okullarının bahçesindeki truncu ve yeşile boyanmış kereste parçalarından oluşan Da Vinci Köprüsü modelinin yapılışını göstermiştir. Bahçedeki köprü 75 cm uzunluğunda yeşil ve 90 cm uzunluğunda truncu renkli parçalardan oluşmaktadır. Bir hafta sonraki derslerinde bu köprünün, orantı sabiti 1/10 olacak şekilde küçültülmüş maketini eşit sayıda parça kullanarak herbir öğrencinin yapacağını söylemiştir* [Soruyu okur]. *Ebru Öğretmen, sınıfa kullanabilecekleri malzemelerden birer örnek ile cetvel getirmiştir. Öğrencilerden maketin yapımı için toplamaları gereken gerekli uzunluktaki iki malzemeyi listeden seçerek işaretlemelerini istemiştir. "Sizce maketin yapımı için gönüllülerin hangi malzemeleri seçmeleri gerekmektedir ?" Evet Esra sıra sende.*

Grup üyelerinden Nisan, problemde yer alan tablodaki her iki malzeme türünün doğru orantılı bir şekilde arttığını ifade etmiştir **(Problemi Anlama, Sadeleştirme).** Doğru orantılı çokluklarda verilen iki çokluğun birbirine bölümü sabit bir sayı olması kuralından hareketle; iki çokluğu birbirine bölmek yerine aynı çokluğun farklı günlerdeki toplanan 24 ve 16 değerlerini birbirine bölünmüştür **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme).** Problem bir ölçüde anlamlandırılmış olmasına rağmen sadeleştirmede yeterli yaklaşım sergilenmeyerek malezmelerin günlere göre doğru orantılı bir şekilde arttığı ifade edilmemiştir. Bu nedenle gerçekçi varsayımlar oluşturmaları amacıyla araştırmacı problemi tekrar okumaları için yönlendirdiğinde ölçümleri tamamlamadan seçilecek malzeme bir önceki ders teknoloji ve tasarım derslerinde köprü modelini tek malzeme ile yapmalarıyla bağdaştırılarak yanlış ifade edilmiştir. **(Problemi Anlama , Sadeleştirme**).

Nisan: *İlk baş buradaki orantıyı bulacağız kısa malzemelerde görüldüğü gibi ikiyle çarpılmış bu da ikiyle çarpılmış [İki sutundaki sayıları gösterir]. Şimdi 24 bölü 16.*

Ekran Alıntısı:



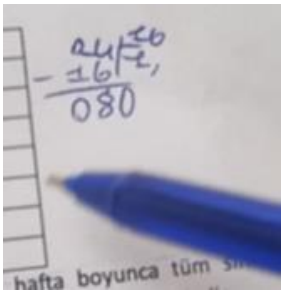
İlkan : *24/ 16 mı?*

Nisan: *Hıhım.*

İlkan: *24/16 1 yapar*

Nisan: *Bekle ben çözüyorum. 8'in içinde 16 yok sıfır koyduk virgül.*

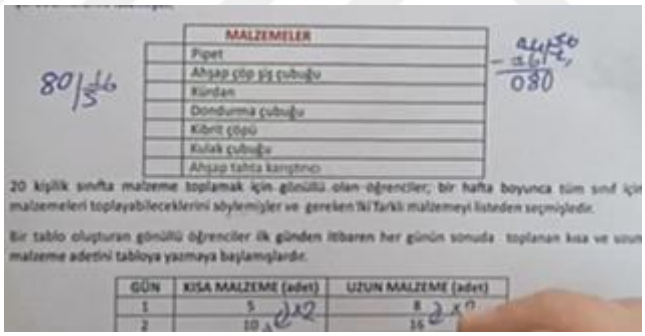
Ekran Alıntısı:



İlkan: *Evet devam et. Hadi devam edelim.*

Nisan: *80'in [Bölme işlemini yapar.]. 1 saniye 80/16 İlkan çabuk bul bunu çabuk çabuk. Böl bunu burada. 80/16 kaç?*

Ekran Alıntısı:



Sare: *Evet şimdi buraya yerleştirmişiz biz bunu . . "Sizce maketin yapımı için gönüllülerin hangi malzemeleri seçmeleri gerekmekte" [Okur.] Yani bu malzemelerin hepsini seçmelidir. Şimdi burada diyor ki hangi malzemeleri seçmesi gerekmekte. Burada da malzemeleri diyor [Tabloyu gösterir.] yani bunları seçecek işte.*

Araştırmacı: *Bir daha okur musunuz? Bence problemi bir daha okumanız gerekmekte. Siz bugün Da Vinci Köprüsünü yaparken tek malzeme kullandınız.*

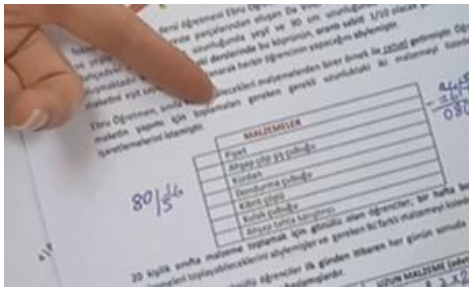
Sare: *Hıuımmmm evet. Hocam bence şeyi kullanmalılar. Dondurma çubuğu*

Araştırmacı: *Neden dondurma çubuğunu kullanmalılar?*

Sare: *Dondurma çubuğuyla yaptık.*

Araştırmacı: *Ama yani bunların [Tablodaki malzemeleri gösterir.] hangisini seçmeniz için bir nedeniniz olmalı.*

Ekran Alıntısı:

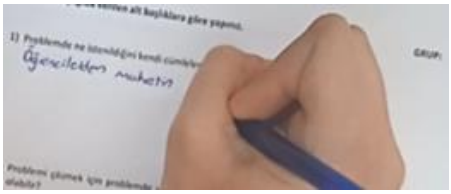


Grup üyelerinin soruyu tekrar okuyarak çözüm kağıtlarındaki alt başlıkları cevaplamaları için yönlendirildiğinde problemde istenilenlerin sorgulandığı alt başlığı öğrencilerin maketin yapımı için toplanması gereken gerekli uzunluktaki iki malzemeyi listeden seçerek işaretlemeleri istendiği ve malzemelerin eksik olması durumunda türünün ve adedinin belirlenmesine yardımcı olmaları gerektiği biçiminde açıklanmıştır. Grup üyeleri çözüm kağıtlarında yer alan iki alt soruya ise problemi çözmek için problemde verilenlerin yeterli olduğunu, verilmeyen bilgilere ihtiyaçları olmadığı biçiminde ifade etmiştir **(Problemi Anlama, Sadeleştirme).**

Araştırmacı: *Bence bir daha okuyun şurasını. Çünkü burayı ifade edeceksiniz doğru ilerlerseniz. [1. Alt problemi gösterir.]*

Nisan: *Ebru Öğretmen, sınıfa kullanabilecekleri malzemelerden birer örnek ile cetvel getirmiştir. Öğrencilerden maketin yapımı için toplamaları gereken gerekli uzunluktaki iki malzemeyi listeden seçerek işaretlemelerini istemiştir…. Bu cümlemiz birinci sorumuzun cevabı.*

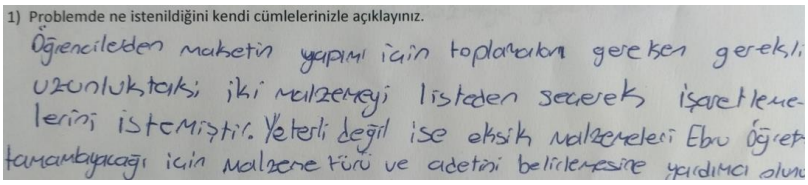
Ekran Alıntısı:



Araştırmacı: *Kaç malzeme istiyormuş sizden?*

Nisan: *Yapımı için gerekli uzunlukta iki malzeme istiyomuş.*

Çözüm Kağıdı:

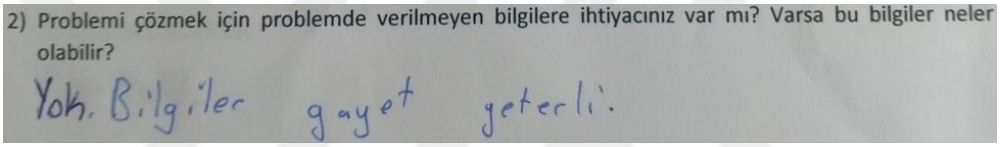

1) Problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız.
Öğrencilerden maketin yapımı için toplamaları gereken gerekli uzunluktaki iki malzemeyi listeden seçerek işaretlemelerini istemiştir. Yeterli değil ise eksik malzemeleri Ebu öğretmanbuyacağı için malzeme türü ve adetini belirlemesine yardımcı olun

Sare: *İlkan malzeme ölçeceğiz gelsene. Esra şuraya kay.*

Esra: *1'den ölçmediniz değı mi ? Şuradan ölçtünüz. (Yeşil grup elemanına sorar) Biz ölçmeye başlamdaık 1 dakika.*

Nisan: *Problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyacınız var mı? Varsa bu bilgiler neler olabilr? [2. Alt okur.]*

Çözüm Kağıdı:


2) Problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyacınız var mı? Varsa bu bilgiler neler olabilir?
Yok. Bilgiler gayet geterli.

Grup üyeleri malzemelerin uzunluklarını ölçerek değerlerini tabloya yazmaya başlamıştır **(Sadeleştirme).** Seçilmesi gereken iki malzemeden biri olan dondurma çubuğunun uzunluğunu yanlış yazdıklarını fark eden araştırmacı ölçümü tekrarlamalarını istediğinde 10 cm olarak alınan değeri 9 cm ölçerek düzeltmişlerdir **(Doğrulama).** Bu sırada çözüm kağıdında yer alan "Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir? Varsayımlarınızı belirlerken mantıklı olmasına ve gerçek yaşama uygun olmasına dikkat ediniz." alt başlığını yanıtlayamadan ölçümlere devam edilmiştir **(Matematikselleştirme).** Maketin yapımı için seçilmesi gereken malzemelere ilişkin değişkenleri bir ölçüde belirlemelerinin ardından orantı sabitini göz önünde bulunmamaları nedeniyle iki malzemeyi 12,5 ve 20 cm uzunlukta ölçtükleri tahta karıştırıcı ve çöp şiş çubuğu seçerek yanlış bir varsayımda bulunulmuştur **(Sadeleştirme).**

İlkan: *7,5*

Sare: *Ya İlkan nasıl 7,5 yazacağız ya?*

Nisan: *Grup arkadaşlarım varsayımlarımızı beraber bulalım Sare ve ilkan . "Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir? Varsayımlarınızı belirlerken mantıklı olmasına ve*

gerçek yaşama uygun olmasına dikkat ediniz." [4. Alt soruyu okur.] Varsayımlarınız ne arkadaşlar?

Sare: *Bu o bu 20. [Ahşap çöp şişi gösterir].*

Esra, Sare: *4,5*

İlkan: *Bir yere yazalım da.*

İlkan: *Bu 4,5 bu 7,5, bu 20 bu da 10.*

Nisan : *Pipet ne kadar ?[Tabloya yazar.]*

Sare: *10.*

İlkan : *Kulak çubuğu 7,5.*

Sare: *Kibrit de ığğ [Hatırlamaya çalışır.] Kibrit kaçtı?*

Esra: *4,5-4,5.*

İlkan: *evet 4,5.*

Nisan: *dondurma çubuğu?*

Araştırmacı: *Evet dondurma çubuğunu ölçün bakalım.*

İlkan: *10 , 10 hocam bu.*

Sare: *Kürdan?*

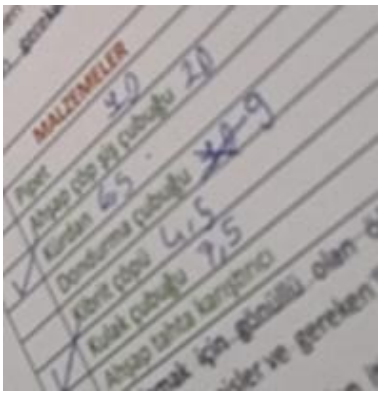
İlkan: *Kürdanın ölçmedik. 6,5 [Ölçer]. Kulak çubuğu .*

Nisan: *Hepsini yazdım.*

İlkan: *Yazdın mı kulak çubuğunu falan?*

Nisan: *Ahşap tahta kaıştırıcımız yok. Yanlış ölçmüşsünüz de [Dondurma çubuğunu ölçer ve 9 olarak değiştirir.]*

Ekran Alıntısı:



Nisan: *10,5 gibi.*

Ekran Alıntısı:



Nisan: *Şimdi arkadaşlar pipet ve ahşap tahta karıştırıcıyı kullanması en iyi tercih olur değil mi arkadaşlar?*

Ekran Alıntısı:



Varsayım oluşturma ile ilgili alt soruyu daha önce yanıtlayamayan grup üyeleri bu aşamada alt soruyu tekrar okuyarak varsayımlarını olmadığını ifade etmişler ve sadeleştirme bilişsel modelelleme yeterliğini açığa çıkarmaya ilişkin alt soruda ise problemi çözmek için verilmeyen bilgilere ihtiyaçlarının olmadığını verilenlerin yeterli olduğunu belirtmiştir **(Sadeleştirme).** Varsayıma dayalı olarak bir matematiksel model oluşturamayan grup üyeleri çözüm için gerekli şişlemler bölümüne sadece çalışma başında iki çokluğu birbirine bölmek yerine aynı çokluğun farklı günlerdeki toplanan 24 ve 16 değerlerini birbirine bölerek yaptıkları 80 /16= 5 ve 24/ 16 =5 işlemlerini yazmıştır. **(Matematiksel OLarak Çalışma).**

Nisan: *Hadi Sare okuyucusun sen.*

Sare: *Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir ?Varsayımlarınızı belirlerken mantıklı olmasına gerçek yaşama uygunolmasına dikkat ediniz [3. Alt başlığı okur].*

Nisan: *Varsayımlarınız ne arkadaşlar?*

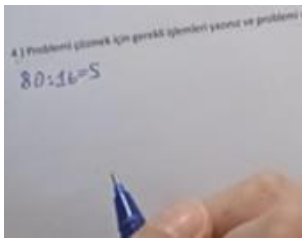
İlkan: *Bilmiyorum.*

Nisan: *Varsayımlarımız yok. Sare oku.*

Sare: *Problemi çözmek için gerekli işlemleri yazınız ve problemi çözünüz. [4. Alt başlığı okur].*

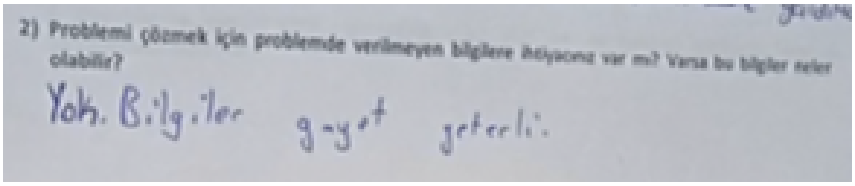
Nisan: *80:16= 5. [Yazar].*

Ekran Alıntısı:



Sare: [*2. Alt poblemin yanıtını yazar]. Yok bilgiler yeterli.*

Ekran Alıntısı:



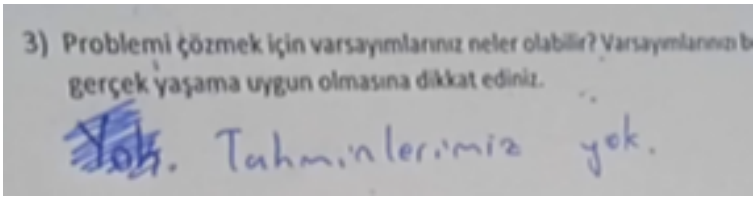
Nisan: *Bilgiler gayet yeterli .Açıklayıcı.*

Sare: *Varsayım ne oluyor tam olarak?*

Nisan: *Varsayım mesela tahmin gibi.*

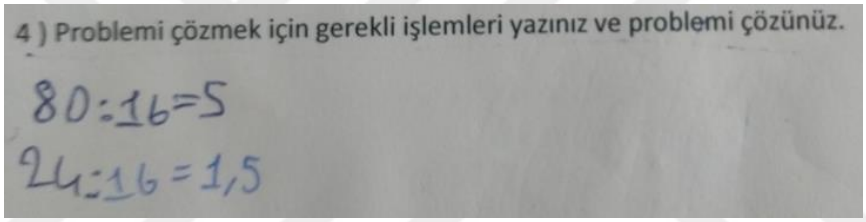
Sare: *Tahmin.*

Ekran Alıntısı:



Nisan: *Ne farketti bir tane kelime ekledin. Hadi Sare işlemlerimizi yaz. Biz problemi çözemedik ne sunacağız?*

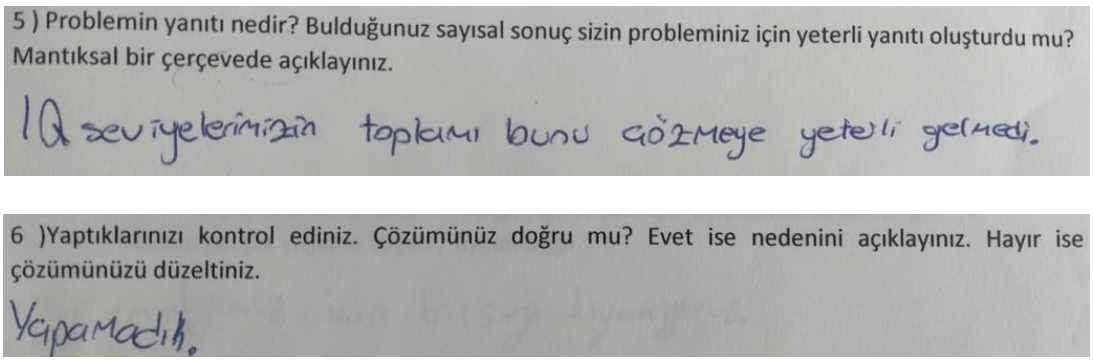
Çözüm Kağıdı:



Şekil 56'da verilen grup çözüm kağıtlarında yer alan yorumlama ve doğrulama basamaklarına ilişkin düşünme süreçlerini açığa çıkarmayı hedefleyen; "Problemin yanıtı nedir? Bulduğunuz sonuç sizin probleminiz için yeterli yanıtı oluşturdu mu?" ve "Yaptıklarınızı kontrol ediniz. Çözümleriz doğru mu? Evet ise nedenini açıklayınız. Hayır ise çözümünüzü düzeltiniz" alt başlıklarına Problemi yapamadıklarından dolayı bir düzeltme yaklaşımınında bulunamadıklarını ifade etmişlerdir **(Yorumlama, Doğrulama).**

Şekil 56

Çözüm kağıdı (Da Vinci Köprüsü- Sarı Grup)



Davi Vanci köprüsü MOEnde sunumlarını üçüncü sırada gerçekleştiren Sarı grup üyelerinden gönüllü olarak Nisan sınıf arkadaşlarıyla paylaşarak sunum yapmıştır.Yaptıkları çalışmada sadece malzemelerin uzunluklarını belirlediklerini paylaştığında araştırmacı tarafından malzeme adetlerini mi hesaplayamadınız? Sorusuna daha hesaplı olacağını hesapladıklarını, başlangıçta gün sayısındaki denklemi kuramadıkları için problemi çözemediklerini ifade etmiştir **(Yorumlama).** Diğer gruplar tarafından bir soru yöneltilmediği için grubun sunumu tamamlanmış ve diğer sunumlara geçilmiştir.

Araştırmacı: *Şimdi hangi gruptayız?*

Mavi Grup-Naz: *Sarı*

Nisan: *Şimdi şöyle biz grubumuzla tam bir sonuca varamadık. Mesela sadece şunu bulabildik malzemelerin santimetrelerini. Boylarını.*

Araştırmacı: *Şu doğru mudur? Biraz önce yazmıştık ahşap çubuk 20 cm pardon birde ahşap karıştırıcı siz 10, 5 almışsınız tamam. Sonra ki adetleri mi hesaplayamadınız?*

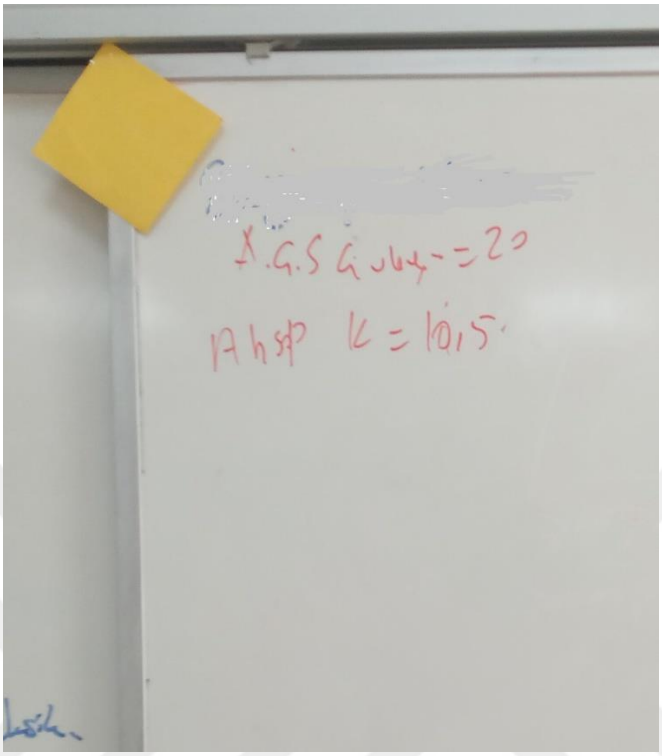
Nisan: *Mesela daha hesaplı olacağını hesapladık mesela ama şu şekilde gün sayısındaki denklemi zaten kuramadık en başında bundan sonra da problemi çok da fazla çözemedik.*

Araştırmacı: *Tamam problemin nerede tıkandığını söyledi. Arkadaşlarınız gündelik toplanan miktarlarda takılmışsınız. Şimdi o zaman yeşil grup da çıksın siz de kendi çözümünüzü hangisi size göre doğruysa ona göre revize edeceksiniz son kağıt da. Evet yeşil grup geliyorsunuz herhalde. Teşekkür ederiz.*

Sarı grup sunum sonunda Şekil 57'de verilen çözümlerinde hehangi bir değişiklik veya düzeltme yapmamıştır.

Şekil 57

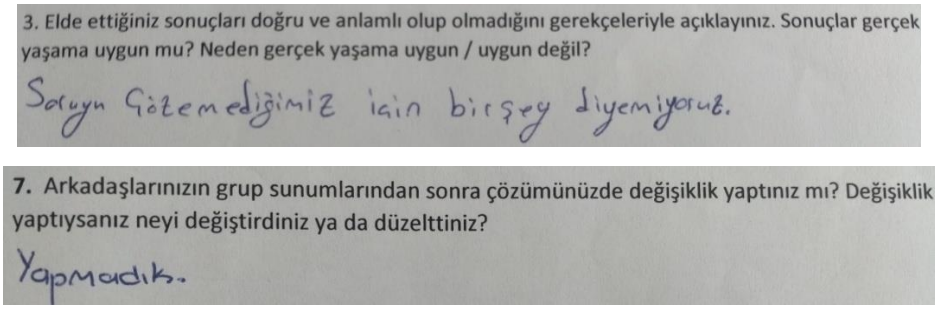
Sarı grup Da Vinci köprüsü MOE sunum sonu revize



Tüm sunumların ardından etkinlik sonu dağıtılan soruları tamamlamaları istenmiştir. Etkinlik sonu verilen yorumlama ve doğrulama yeterliği kapsamında sorulan "Elde ettiğiniz sonuçları doğru ve anlamlı olup olmadığını gerekçeleriyle açıklayınız. Sonuçlar gerçek yaşama uygun mu? Neden gerçek yaşama uygun/ uygun değil?" sorusunda çözemedikleri için ifade edemediklerini **(Yorumlama)**, "Sunumlardan sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı?" Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzeltiniz?" sorusuna ise yapmadıklarını belirtmişlerdir. Öğrencilerin yalnızca problemde isteneni bir ölçüde belirledikleri, sadece malzeme uzunlukların ölçümlerinde düzeltme yaptıkları ve matematiksel model kuramadıkları için çözümlerinde herhangi bir düzeltme yaklaşımında bulunmadıkları sonucuna ulaşılmıştır **(Doğrulama).** Sunum sonu etkinlik kağıdında yer alan öğrenci yanıtlarına ilişkin örnek Şekil 58'de sunulmuştur.

Şekil 58

Sunum sonu etkinlik kağıdı (Sarı Grup – Da Vinci Köprüsü)


3. Elde ettiğiniz sonuçları doğru ve anlamlı olup olmadığını gerekçeleriyle açıklayınız. Sonuçlar gerçek yaşama uygun mu? Neden gerçek yaşama uygun / uygun değil?

Soruyu çözemediğimiz için birşey diyemiyoruz.

7. Arkadaşlarınızın grup sunumlarından sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı? Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzelttiniz?

Yapmadık.

Grubun çözüm yaklaşımları incelendiğinde, öğrencilerin köprü modelinin yapımı için seçilecek malzeme türlerine ilişkin yanlış varsayımlar oluşturarak çözüm yapmaya çalıştıkları görülmüştür. Model oluşturulamadığı için yorumlama yaklaşımı gözlemlenememiştir. Yalnızca ölçümlerine ilişkin doğrulama yaparak hatalarını düzeltmişlerdir. Söz konusu değerlendirmeler sonucunda Sarı grubunun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri Tablo 24'de verilmiştir.

Tablo 24

Da Vinci köprüsü MOE uygulamasında sarı grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri

SARI GRUP	DA VİNCİ KÖPRÜSÜ MOE
Problemi Anlama	4
Sadeleştirme	1
Matematikselleştirme	0
Matematiksel Olarak Çalışma	0
Yorumlama	1
Doğrulama	2
Toplam	**8**

4.1.4.4. Da Vinci Köprüsü Model Oluşturma Etkinliğinde Yeşil Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Tanıtıcı makalede yer alan soruların yanıtlanmasının ardından Da Vinci Köprüsü MOE problem durumu araştırmacı tarafından yüksek sesle tüm sınıfa okunarak gerekli açıklamaların yapılmasının ardından problem durumu için gerekli malzemeler dağıtılmıştır.

Araştırmacı: *Evet bu hafta Teknoloji ve Tasarım dersinde öğretmenimiz Ergonomi konusunu anlatmıştı. Köprülerin kağıt hatta size geri dönüşümle bağlantılı olarak teknoloji*

tasarımda atık malzemelerden köprü yaptınız. Şimdi bireysel için 10 dakikanız var. Ben bu soruyu okuyorum arkadaşlar. [Yüksek sesle sınıfa problem durumu okunur.] Evet arkadaşlar, malzemeleri birer birer söylüyorum. Pipet vardı. Başka ne var?[Malzemeler dağıtılır.]

Sude: *Ahşap çöp şiş çubuğu.*

Berat: *Ahşap çöp şiş çubuğundan başka ne var?*

Sude: *Kürdan.*

Berat: *Şu renkli kağıdı bir verebilir misiniz? Hocam bize verdiniz [Malzemeyi gösterir].*

Araştırmacı: *Kürdandan sonra ne var?*

Sude: *Dondurma çubuğu.*

Araştırmacı: *İki tane daha malzememiz kaldı.*

Berat: *Bana niye vermiyorsunuz onlardan?*

Banu: *Alabilirsin.*

Araştırmacı: *[Malzemelerin dağıtımı tamamlanır.] 20 kişilik sınıfta malzeme toplamak için gönüllü olan öğrenciler, bir hafta boyunca tüm sınıf için malzemeleri toplayabileceklerini söylemişler ve gereken iki farklı malzemeyi listeden seçmişledir. [Problem yüksek sesle okunmaya devam eder]. Arkadaşlar listenin başında tik işareti koyabileceğiniz kutucuklar var. Sonra bir tablo oluşturmuş bu gönüllü öğrenciler ilk günden itibaren her günün sonuda toplanan kısa ve uzun malzeme adetini tabloya yazmaya başlamışlardır. Bir hafta boyunca bibirleriyle doğru orantılı olarak toplanan kısa ve uzun malzemelerin ilk üç gün toplanan miktarları tobloda verilmiştir. Sizce maketin yapımı için gönüllülerin hangi malzemeleri seçmeleri gerekmektedir ? Bu birinci soru. İkincisi; "Sizce gönüllülerin tüm sınıf için hafta boyunca topladıkları malzemeler yeterli midir?" Arkadaşlar bireysel olarak bakıyorsunuz kendi defterlerinize işlemlerinizi yapmak istiyorsanız yapıyorsunuz ama sizin neye ihtiyacınız var?*

Sınıf: *Cetvele.*

Tuna: *Ben ölçüvereyim.*

Berat: *Hocam bir şey sorabilir miyim? Burada nedenini de yazmamıza gerek var mı?*

Araştırmacı: *Onu öbür sayfaya yaz [Çözüm kağıdını gösterir].*

Bireysel olarak incelemeleri için verilen sürede yeşil grup üyeleri malzemeleri ölçmeye başlayarak malzeme listesi tablosuna uzunlukları yazmaya başlamıştır **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)**. Bu sırada Berat araştırmacıya yönelttiği soruyla verilen orantı sabitini göstererek köprünün yapılacak modellerinde 1/10 olacak şekilde küçüleceğini onaylatmak istemiştir **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme)**. Malzemelerden ahşap çöp şiş çubuğu uzunluğunun 18-19-19,5, 19,8 cm ölçülmesi nedeniyle Tuna arkadaşlarına cetvelin başlangıç noktası olan sıfırdan başlamaları gerektiğini ifade etmiştir **(Yorumlama)**. Ardından uzunluğun 20 cm olduğu ortak kararına varılmıştır. Dondurma çubuğu malzemesinin farklı değerleri için de tekrar ölçüm yapılarak doğrulama yapılmıştır **(Yorumlama, Doğrulama).**

Tuna: *23 cm [Malzeme uzunluğu ölçer]. 20 cm [Ahşap çöp şiş çubuğunu tekrar ölçer].*

Sude: *10 cm [Pipet uzunluğunu söyler].*

Berat: *Hocam şimdi burada 1/10 olacak şekilde diyor ya. Bir hafta sonra köprünün boyutu küçülecek değil mi?*

Araştırmacı: *Evet. Ölçüyor musunuz?*

Tuna: *Ben ölçtüm hocam.*

Banu: *Hocam tam 20 cm.*

Sude:*Ben 19 buldum [Ahşap çöp şiş uzunluğunu söyler].*

Tuna: *Evet işte 19,8 çıkıyor benimkisi.*

Sude: *Benim ki mi doğru çıkmıyor?*

Berat: *Neyde 19 çıkıyor ya? Ya niye gerçek hayattan ölçüyorsunuz?*

Sude: *Neden ölçmeyelim Berat?*

Berat: *Bana vesenize cetveli ya. Dondurma çubuğu kaç cm çıkıyor?*

Sude: *9.*

Ümit: *9 muş 9.*

Sude : *Buda 19.*

Tuna: *Ya 20 çıkyor Sude.*

Berat: *Bunun 19'dan da az çıkıyor. Bütün çöp şişlerin boyu aynı değil ki.*

Tuna: *Aynı aynı ver şunu. Kaç çıktı?*

Berat: *18.*

Tuna: *Hayır nasıl 18 çıkıyor? Gel Sude bak koydum sıfıra. Siz nereye koydunuz? 10 burası. Şuraya işaret koy. Bak gördün mü 19,5.*

Berat: *Benim bulduğumda 19'du.*

Tuna: *Bak bu sıfırdan başlayacaksınız.*

Berat: *Evet tamam işte sıfırdan başlıyorsun. Bana cetvel verebilir misiniz?*

Tuna: *20 değil mi hocam? Pipeti getirin bakalım amaan cetvel.*

Banu: *Ben 20 buldum.*

Köprü modelinin yapılabilmesi için problem durumunda verilen uzunlukların 1/10'unun alınması gerektiğini daha önce belirten Berat tüm malzemeleri ölçmeden ikisinin seçilmesi gerektiğini ifade ettiğinde grup arkadaşları 75 cm uzunluğunun 1/10'unun alınması gerektiğini belirtmiştir **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme).**

Araştırmacı: *Evet ölçümler tamam mı? [Tüm sınıfa sorar].*

Banu: *Tuna bu da tam 10 cm çıkıyor.*

Berat: *Siz neden onları ölçüyorsunuz ki?*

Sude: *Ölçmemiz gerekiyor çünkü.*

Tuna: *Pipet 10 cm.*

Berat: *Arasından iki tanesini seçeceksiniz size lazım olanları.*

Sude: *Ölçüp bakacağız.*

Tuna: *Bak, 75 cm 1/10'u boyutunda olacakmış yapacakları o yüzden bu pipet falan hepsi 1/10'u kadar olacak.*

Berat: *Hayır bak alttaki soruda da yeterli. Değilse eksik malzemeleri diyor. Yeterli de olmayabilir. Sen lazım olanı bulacaksın.*

Bireysel olarak tüm malzemeleri ölçmeyi tercih eden grup üyeleri her bir malzemenin uzunluğunu bireysel kağıtlarına yazdıktan sonra ortak karara vardıkları ölçüm değerlerini grup çözüm kağıdında yer alan tabloya geçirmiştir **(Doğrulama**). Bu sırada grup üyelerinden Banu

arkadaşlarına bir hafta sürecinde toplanacak malzeme miktarının doğru orantılı bir şekilde artması gerektiğini sorgulatmıştır **(Matematikselleştirme).**

Araştırmacı: *Arkadaşlar grup çözümlerine başlıyoruz.*

Banu: *Bunlar doğru orantılıysa 25 diye gitmez mi 5'er 5'er?*

Sude: *Ben 4 buldum.6,4 [Kürdanın uzunluğunu söyler]. Ver de bir dondurma çubuğunu ölçsün.*

Berat: *9 cm [Dondurma çubuğu uzunluğunu söyler.]*

Tuna: *9,1 falan ama 9 yazıyorum. Niye buraya işaretliyorsun?*

Banu: *İşaretlemen gerekiyorda ondan. 9 çıkıyor.*

Tuna: *4,2 çıkıyor bu daha kulak çubuğunu ölçeceğiz. Banu ölçtüğüm şeyi niye bir daha ölçüyorsun sen?*

Banu: *4,4 buldum bende.*

Berat: *4 virgül 5, 4,5.*

Tuna: *Hadi ordan ikinizde yanlış ölçüyorsunuz.*

Sude, Banu: *4,4 çıkıyor.*

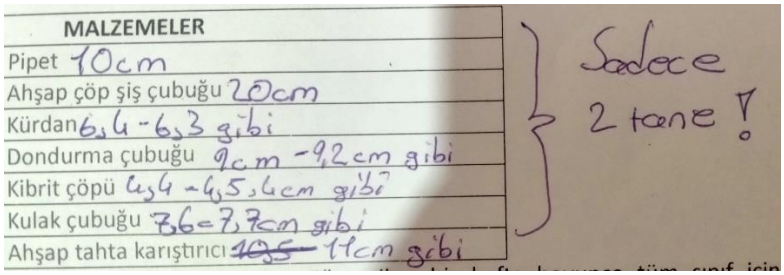
Sude: *4,4 yazalım.*

Tuna: *Tahta karıştırıcıyı ver bana az önce senin elindeydi o.*

Sude: *7,6 ya da 7,7.*

Tuna: *Bak gördün mü? [Diğer grup üyelerine söyler.] Ben 7,6 yazdım.*

Bireysel Çözüm Kağıdı:



Berat: *Benim bitti.*

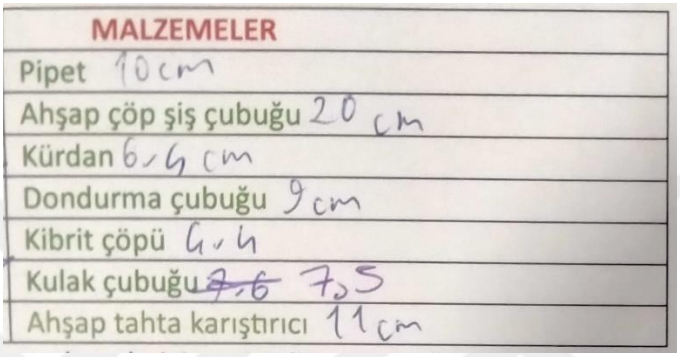
Tuna: *Üçüncüye mi ölçeceğizaynı şeyi. Bunun yüzünden biz o kadar yavaş gidiyoruz ki.*

Banu: *Ne yazacağız şimdi? (Ahşap tahta karıştırıcıyı Tuna'ya uzatır) Ölç hadi şunu.*

Tuna: *11 cm. bu.*

Banu: *Evet 11 çıkıyor Tuna haklıymış. Ne kadar güvenmesem de haklıymış.*

Grup Çözüm Kağıdı:



Araştırmacı: *Arkadaşlar grup kağıdına geçirin bence. Yazman kim? En hızlı kim yazıyorsa o olsun.*

Sude: *Ama detaylı yazan da olsun bence.*

Yeşil grup üylerinden Berat malzeme türünün öneminin olmadığını, malzemelerin orantı sabitini kullanarak 7,5 ve 9 cm uzunluğunda **(Matematikselleştirme)** olduğunu belirttiğinde Tuna gereken malzeme adedinin görselde verilen köprüyü oluşturan parça adetlerinin sayılarak hesaplanması gerektiği ifade ederek görseldeki parça adedini saymıştır **(Yorumlama, Matematikselleştirme).** Tuna'nın bir maket için gereken kısa malzeme adedinin 7 olarak belirlemesinin ardından Berat'ın 7 ile 7,5 sayılarını çarpması, malzeme türünün öneminin olmaması nedenini yanlış varsayım doğrultusunda oluşturduğu matematiksel modelin parça adedinin hesaplanması yerine parçaların uzunluğunun hesaplanması üzerine kurduğunu ortaya çıkarmıştır **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme).** Grup üyeleri bu varsayımın üzerinde durmamışlardır.

Berat: *Siz niye buraları buldunuz ki?*

Sude: *Lazım değil mi?*

Berat: *Hayır.*

Sude: *Eee bunları niye verdi?*

Berat: *Küçülüyormuş. Bu 7,5 cm oluyor. Bu da 9 cm oluyor.*

Tuna: *Evet o yüzden kulak çubuğuyla dondurma çubuğu.*

Sude: *Tamam.*

Tuna: *1,2,3,4,5,6,7 tane şey var burada*

Berat: *Soruları cevaplasanız ya. 7 kere 7,5 kaç yapar? Altta ne kadar isteğini de soruyor eksik malzemenin. 7 kere 7= 49, 7 kere buçuk kaç yapar*?

Malzeme adetleri tablosunda verilmeyen değerlerin doğru orantılı olarak arttığını belirleyen öğrenciler çözüm kağıtlarına verilmeyen değerleri yazmıştır. Ardından bir hafta sürecinde toplanan malzeme adetleri toplanarak 35 ve 56 adet olarak hesaplamıştır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma).**

Tuna: *Malzeme türü ve adedinin belirlenmesine yardımcı olunuz. Bak ... Problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız [1. Alt soruyu okur.]*

Banu: *Grup çözümünü yapmadık daha biz.*

Berat: *Gelin çözelim hadi.*

Tuna: *Bak doğru orantılı olduğu için böyle böyle artıyor.*

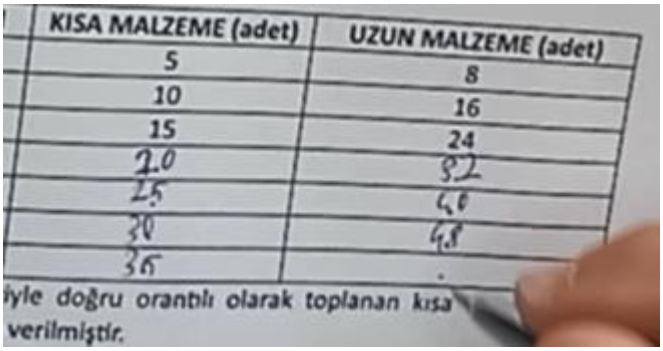
Ekran Alıntısı:



Berat: *5'er 5'er gedecek o.*

Sude: *Aynen doğru orantılı o.*

Ekran Alıntısı:



KISA MALZEME (adet)	UZUN MALZEME (adet)
5	8
10	16
15	24
20	32
25	40
30	48
35	

iyle doğru orantılı olarak toplanan kısa
verilmiştir.

Berat: *56 ile 35 oluyor*.

Tüm grup üyeleri kurulan gerçekçi varsayım doğrultusunda maketlerin yapımı için seçilecek iki malzemenin, dondurma ve kulak çubuğu olarak belirlenmesinde ortak karara varmış ve 1/10 orantı sabitininin kullanılarak gereken hesaplamalar tekrar edilmiştir **(Doğrulama, Yorumlama).**

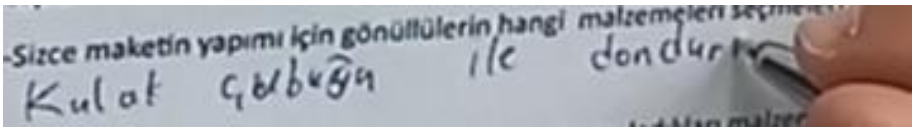
Sude: *Şimdi ben soruyu okuyorum. Sizce maketin yapımı için gönüllülerin hangi malzemeleri seçmeleri gerekmektedir?" Hangilerini seçeceğiz?*

Tuna: *Ben şey yazmıştım. Kulak çubuğu ile dondurma çubuğu çünkü 1/10 orantılı oldukları için.*

Berat: *Tamam işte yaz.*

Tuna: *75'i 10'a böleceğiz birde 90'ı 10'a böleceğiz.*

Ekran Alıntısı:



Sude: *Kaç defa kullanmışlar bunu söylüyor mu?*

Berat: *Hayır üstünde bak gösteriyor ya 1,2,3,4 diye sayacaksın onları.*

Sude: *Tamam sayayım kaç tane?*

Berat: *1,2,3,4,5,6,7. [Kısa parça adedini sayar.] Bak bunlar kesin dondurma çubuğu de, bu kulak çubuğu bence.*

Tuna: *Dondurma çubuğunun boyutu ne kadardı? 9 cm.*

Sude: *Tamam aa evet 10 ile çarpacaksın.*

Tuna: *90.*

Sude: *Tamam dondurma çubuğu kesin var.*

Tuna: *Evet.*

Sude: *Yazalım şuraya dondurma çubuğunu.*

Yeşil grup üyelerinden Berat'ın 7 x 7,5 işlemini tekrar yaparak yanlış varsayım doğrultusunda oluşturduğu matematiksel modeli yinelemesi üzerine grup arkadaşlarından Sude ve Tuna gerçekçi varsayıma dayalı matematiksel model üzerinde uzunluğun değil malzeme adetlerinin bulunmasını ifade etmiştir **(Sadeleştirme, Doğrulama).** Tabloda verilen değerlerden son gün toplanan kısa malzeme adedinin yeter miktarda olduğunu Tuna'nın söylemesi üzerine Sude tüm sütundaki değerlerin toplanması gerektiğini ifade etmiştir **(Doğrulama, Yorumlama).** Ardından Sude uzun malzemenin nasıl belirlendiğini grup arkadaşlarına sorduğunda Tuna işlemleri nedenleriyle açıklayarak ifade etmiştir **(Doğrulama, Yorumlama).**

Berat: *Ama hangisi eksik oluyordu dondurma çubuğu mu?*

Tuna: *Bak kulak çubuğu 7,5 ,) 1,2,3,4,5,6,7 [Görseldeki malzeme adedini sayar.] 7 kere*

Berat: *7,5. 49 . 3,5 daha 52,5*

Tuna, Sude: *Tamam.*

Berat: *52,5 yapıyor. Tamam Tuna 75 den 52,5 'i çıkar.*

Tuna: *75 den 52,5'u niye çıkarıyoruz?*

Berat: *Ya şeyi bulacağız ya eksik olanı bulacağız ya.*

Sude: *Dondurma çubuğuyla.*

Berat: *Kulak çubuğu.*

Sude: *7,5 tamam şimdi yazmışız buraya. Gönüllülerin topladıkları malzemeler yeterli midir? Yetiyor.*

Berat: *Hayır yetmiyor.*

Sude: *Nasıl yetmiyor?*

Berat: *Burada 7 tane olduğu için eksik kalıyor ya.*

Tuna: *Ama oğlum adet diyor ama ya. Santim ney santimi demiyor ki.*

Berat: *Santimi eksik olunca adedi de eksik olur.*

Sude: *Bunlar santim değil ki adet.*

Tuna: *Ama bak burada 7 tane kulak çubuğu var galiba. 1,2,3,4,5,6,7*

Berat: *Evet.*

Tuna: *Tamam burada 35 tane var bu yeterli galiba.*

Berat: *Hayır. 35 tane mi var?*

Sude:*Bunları toplayacağız. Bunları toplayacağız. Öyle mi yapacağız?*

Berat: *Ne 35'i oğlum?*

Sude: *Bunun dondurma çubuğu olduğunu nereden buldunuz?*

Tuna: *90'ı 10'a böldüm 9. O yüzden dondurma çubuğu. 1/10'la orantılı olacakmış ya.*

Sude: *Tamam 90'ı 10'a böldük 9 çıktı bunlar 8'er 8'er gidiyor.*

Berat: *Onunla ne alakası var? Bunlar 5'er 5'er gidiyor. Neden kulak çubuğu o zaman?*

Tuna: *Bunlarla alakası yok. Bunlar topladıkları malzemeler.*

Grup çözüm kağıtlarında "Hafta boyunca toplanan malzemeleri yeterli midir?" alt sorusununu yanıtlamada kararsız kalan yeşil gruba varsayımlarına dayalı toplanan malzeme miktarlarının 20 kişiye yeter miktarda olmasını göz ardı etmeleri nedeniyle oluşturdukları eksik matematiksel modeldeki eksikliği fark etmeleri amacıyla araştırmacı tarafından sorular yöneltilmiştir. Verilen yanıtlar sonucunda yeter miktarın 20 kişi için belirlenmesi gerektiği fark edilmiştir **(Yorumlama).** Ardından grup üyeleri; önce görseldeki kısa ve uzun malzeme adedini sayarak 7 ve 14 olduğunu **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme)** sonra tüm maketlerin yapımı için gerekli malzeme adetlerini 7x20 ve 14x20 işlemlerini yapaparak 140 ve 280 olduğunu belirlemiştir **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma).**

Araştırmacı: *Tamam.Şimdi size ne gerekiyor? Ne istiyor sizden?*

Berat: *Bence yeterli değil.*

Tuna: *Yeterli midir diyor.*

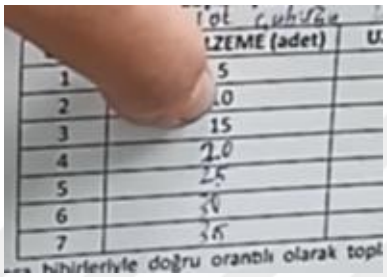
Sude: *Yeterli olup olmadığını nereden bulacağız?*

Araştırmacı: *Evet onu nasıl bulacağız? Yeterli malzeme toplamışlar mı onu nereden bulacaksınız?*

Tuna: *Nerede yazıyor topladıkları?*

Berat: *Şunlardan değil mi işte?*

Ekran Alıntısı:



Tuna: *Gereken malzemeler değil mi?*

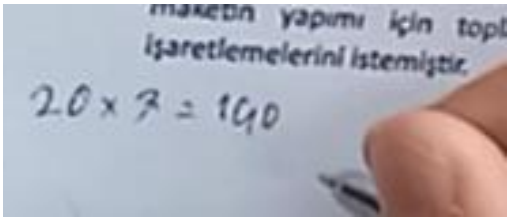
Araştırmacı: *Gereken malzeme ne? Yeterli mi? Yani burada bir kişilik olmuyor anladığım kadarıyla.*

Sude: *Ha evet 20 kişilik sınıf yapıyor bunu. Tuna 20 kişi yapıyor bundan. Şimdi bunları toplayacağız.*

Tuna, Berat: *7 kere 20.*

Tuna: *70, 140 [Çarpma ilemini yapar] 1,2,3,4,5 ya ben bunları sayamıyorum ki.*

Ekran Alıntısı:



Sude: *140 dondurma çubuğu.*

Berat: *Ben sayayım mı?*

Araştırmacı: *Üstüne yaz numaralandır faydası olur.*

Tuna: *3-3-4… 14 tane [Sude ile birlikte sayar] yok mu onlardan?*

Sude: *3-4-5-6, 6+6 12 tane.*

Berat: *14 tane var.*

Tuna: *14 tane mi? İki tarafı da saydın değil mi?*

Sude: *Tamam 20.*

Tuna: *Çarpı.*

Berat: *14.*

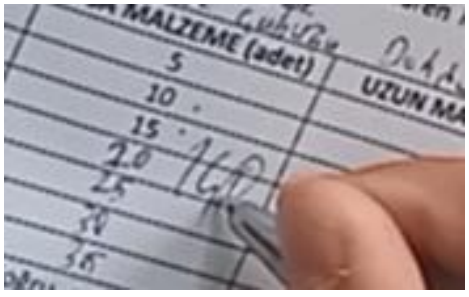
Sude: *280 yapıyor. Tamam biz şuraya yazalım.*

Yeşil grup öğrencileri tüm maketlerin yapımı için gereken malzeme adetlerini 140 ve 280 olarak belirledikten sonra toplanan malzeme miktarlarlarının yeterli olup olmadığını bulabilmek amacıyla hafta boyunca tabloda verilen değerleri toplamış ve sağlamasını yapmıştır **(Matematikselleştirme, Doğrulama).** Kısa malzemenin yeterli miktarda olduğunu uzun malzemenin ise gereken miktardan toplanan miktarı çıkararak 280–224=56 adet eksik olduğu belirlenmiştir **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma ve Yorumlama)**

Sude: *Şimdi bunları toplayacağız.*

Tuna: *20-30-50 -75-105-140 kısa malzeme.*

Ekran Alıntısı:



Berat: *8, 16, 24,48. 48 32 daha 80, 80 40 daha*

Tuna: *120 dur sayıyorum.*

Sude: *Toplayalım bence.*

Tuna: *120, 178.*

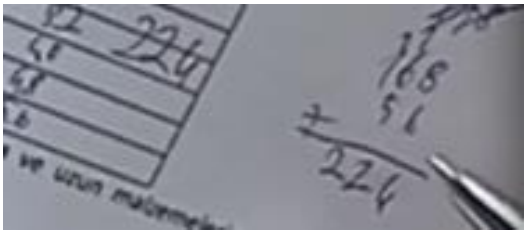
Berat: *Hayır 168, 120 48 daha 168 56 daha daha.*

Tuna: *120,48 daha.*

Berat: *168. 168, 56 daha.*

Tuna: *224.*

Ekran Alıntısı:



Banu: *224 mü?*

Tuna: *Evet.*

Sude: *Tamam biz bir daha bi kontrol edelim.*

Banu: *30-50 75 di mi?*

Sude: *75'e 30 ekle 105.*

Tuna: *105.*

Berat: *140 yapıyor.*

Sude: *Ha evet 140 oluyor.*

Tuna: *Uzun malzeme yeterli değil ama kısa malzeme yeterli.*

Berat: *Ne kadar olduğunu da yazacağız.*

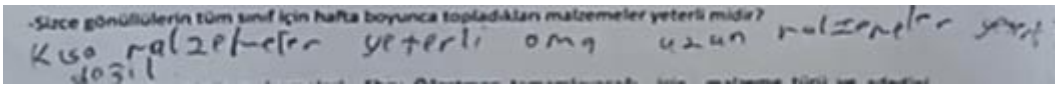
Tuna: *Bak 280 tane gerekiyor.*

Sude: *Burada 224 tane var tamam.*

Tuna: *Sizce gönüllülerin hafta boyunca tüm sınıf için topladıkları malzemeler yeterli midir? [Soruyu okur.]*

Sude: *Kısa malzemeler yeterli ama uzun malzemeler yeterli değildir. Burada da adedini falan yazacağız.*

Çözüm Kağıdı:



Berat: *O zaman alta da dondurma çubuğunun ne kadar şey olduğunu yazacağız.*

Sude: *Yeterli değil ise eksik malzemeleri Ebru öğretmen tamamlayacağı için malzeme türü ve adedini. Buraya da ben yazacağım küçük yazayım.*

Berat: *Dondurma çubuğu 280 ile 224'ü çıkartalım farkı buluruz.*

Tuna: *56*

Berat: *Aynen.*

Tuna: *56 tane daha dondurma çubuğu tamamlanacak*

Berat: *56 adet.*

Sude: *Dondurma çubuğu yazıyorum.*

Berat: *Tamam bitti değil mi? Şimdi buna geçelim kesin doğru bizim ki bence.*

Grup çözüm kağıdında yer alan alt başlıkları sırasıyla yanıtlamak yerine önce çözüm için gerekli işlemleri tamamladıktan sonra çözüm kağıtlarında yer alan alt soruları tamamlamaya başlamıştır. "Problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız" alt başlığını "Ebru Öğetmen 20 kişilik bir sınıfa Da Vinci köprüsü yapacaktır. 2 tür malzemeden yapacaktır. Ebru öğetmen malzemeleri 1 haftada toplamalarını istemiştir. Eksik kalan malzemelei Ebru öğretmen getirecektir ve bize sorulan soru ise hangi tür malzemeleri kullanacaklarını ve malzemelerin eksik olup olmadığını bulmak" biçiminde yanıtlamışlardır **(Problemi anlama, Sadeleştirme).**

Sude: *Malzemeleri sormuştur. İki tür malzeme gereklidir.*

Berat: *Haydi haydi Ebru Öğretmen 20 kişilik sınıfta Da Vinci Köprüsünü yapmak için [Heceleyerek söyler.]*

Sude: *Toplayamadıkları eksik malzemeler, Ebru Öğretmen getirecek*

Banu: *Toplamalarını istemiştir [1. alt başlığın yanıtlamaya devam eder.]*

Berat: *Bu arada bizimki kesin doğru bence.*

Sude: *Bence de.*

Berkan: *Soruyu göstersene ikinciye mi geçtin?*

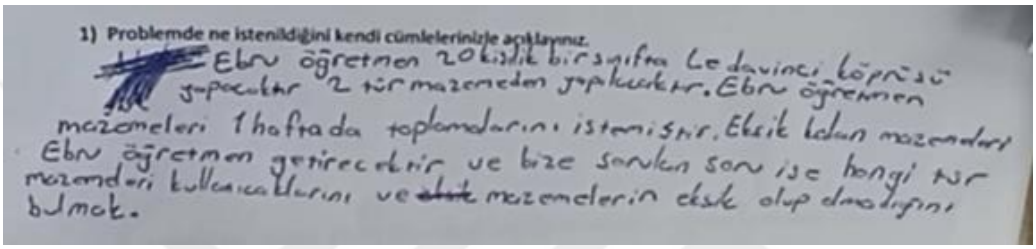
Sude: *Hayır.*

Tuna: *Daha birincide misin?*

Sude: *Evet, uzun yazıyorum.*

Berat: *Aynen. Eksik olup olmadığını bulmak*

Grup Çözüm Kağıdı:



Grup çözüm kağıdında yer alan "Problemi çözmek için gerekli işlemleri yazınız ve problemi çözünüz." alt başlığını yanıtlmak için yaptıkları işlemleri çözüm kağıdına geçirme aşamasında yaptıklarını kontrol eden Banu, malzemelerden 10 cm uzunluğunda ölçülen pipetin de olabileceğini söylemiştir. Bunun üzerine Tuna 90 cm'nin 1/10'unun 9 cm olduğunu değeri sağlayan en yakın uzunluktaki malzemenin seçilmesi gerektiğini açıklamıştır **(Doğrulama).**

Sude: *Nerede bizim işlem kağıdı?*

Berat: *Renkliydi bizim işlem kağıdı. İşlem kağıdı nerede Tuna?*

Tuna: *En altdaydı bunun altındaydı.*

Banu: *Pipet de olabilir.*

Berat: *Ya karıştırma şimdi.*

Banu: *Olabilir.*

Berat: *Pipet de olabilir diyor.*

Tuna: *Ya neden?*

Sude: *10 cm çünkü bu da.*

Tuna: *90'ı 10'a böl kısa olan 9 cm değil mi? Pipet 9 cm mi?*

Sude: *Hayır.*

Tuna: *En yakın hangisi? En yakın hangisiyse onu yap.*

Sude: *Tamam bekle . Kullanılan dondurma çubuğu [Yazar.]*

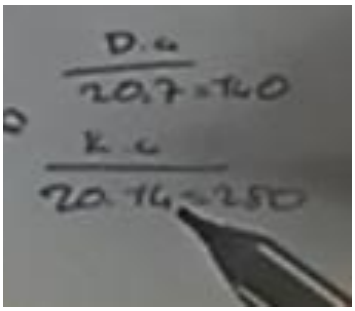
Yaptıkları çalışmayı grup çözüm kağıdına aktarmaya devam eden grup üyeleri 140 adet kısa malzemenin yeterli olduğu ve 56 adet uzun malzemenin yetersiz olduğu sonucuna ulaştıran işlemleri açıklayarak yazmıştır **(Matematiksel Olarak Çalışma, Doğrulama ve Yorumlama).** Grup çalışması sırasında yanlış varsayımda bulunarak kurduğu matematiksel modelin yanlış olduğunu belirten Berat eksik malzemenin 56 adet dondurma çubuğu olduğunu ifade etmiştir **(Doğrulama).** Ardından öğrenciler bulunan sonucun yeterli yanıtı oluşturup oluşturmadığını sorgulayan 5. Alt başlığı kısa malzemelerin yeterli ve uzun malzeme olan dondurma çubuğunun 56 tane gerektiğini mantıksal çerçevede açıklamıştır. Yaptıklarını kontrol ederek çözümlerinin sorgulatan 6. Alt başlığı ise çözümklerini kontrol ederek mantıklı bulduklarını belirtmişlerdir **(Yorumlama, Doğrulama).**

Sude: *Dondurma çubuğu 20x7=140 , kulak çubuğu*

Berat: *20 ile kaçı çarptı?*

Sude: *Bir dakika dur. 20 çarpı 14 = 280. Tamam.*

Ekran Alıntısı:



Berat: *Tamam işte 280'den de 224'ü çıkar.*

Sude: *Eksik malzeme ne kadar?*

Berat: *280'den 224'ü çıkart eksik malzeme yaz yanına [Sude'ye söyler.]*

Sude: *Yeterli [Çözümlerini grup kağıdına geçirmektedir.]*

Berat: *Aha burada burada. Sen benimkini iyi ki almamışsız benim ki yanlış zaten.*

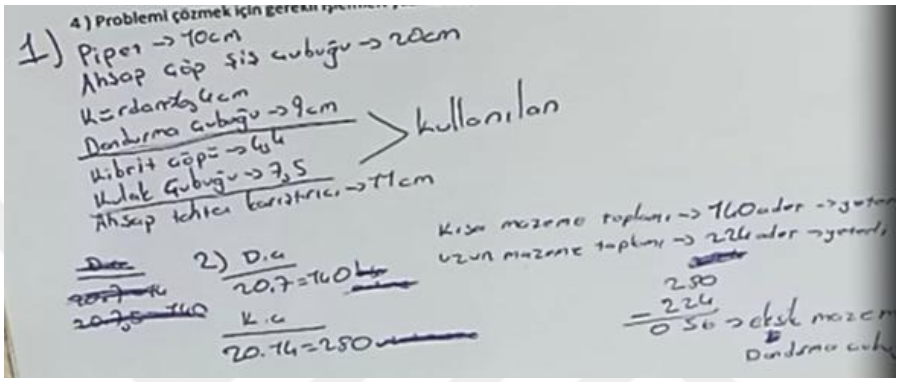
Banu: *280 den 224'ü çıkart 56 etti.*

Berat: *Eksik yaz.*

Sude: *56 mı yazıyoruz?*

Berat: *56 eder. 56 eksik malzeme yaz yanına. Tamam bitti. Eksik malzeme dondurma çubuğu.*

Çözüm Kağıdı:

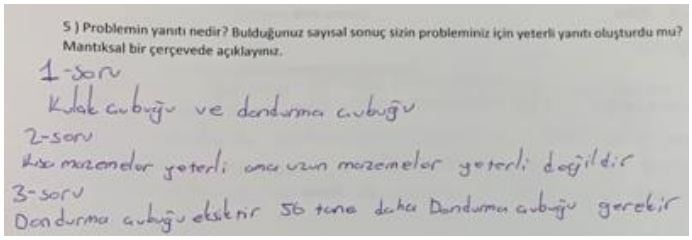


Sude: *Bulduk ya yanıtını. Ha şuradaki şeyi yazacağız* [*5. Alt soruyu arkadaşı okur.*]

Tuna: *Oluşturdu dondurma çubuğuyla kulak çubuğu.*

Berat: *Kısa malzeme yeterli uzun malzeme yeterli değildir.*

Çözüm Kağıdı:



Tuna: *Yaptıklarınızı kontrol edininiz. [6. Alt başlığı okur.]*

Sude: *Tamam.*

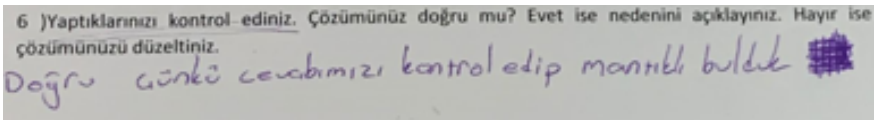
Berat: *Doğru.*

Sude: *Doğru olduğunu düşünüyoruz*

Berat: *Çünkü cevabımızın mantıklı olduğunu düşünüyoruz.*

Sude: *Kontrol edip çünkü burada yatıklarımızı kontrol ediyoruz.*

Çözüm Kağıdı:


6)Yaptıklarınızı kontrol ediniz. Çözümünüz doğru mu? Evet ise nedenini açıklayınız. Hayır ise çözümünüzü düzeltiniz.
Doğru çünkü cevabımızı kontrol edip mantıklı bulduk

Davi Vanci köprüsü etkinliğinde sunumlarını son sırada gerçekleştiren Yeşil grup üyelerinden Sude grup çözümlerini sınıf arkadaşlarıyla paylaşarak sunum yapmıştır. Sunum sonunda mavi gruptan tahtada yazan 224-140=56 işlemine yönelik 224 den 140 çıkartılınca 56 kalmadığı ifade edildiğinde yeşil grup üyeleri çözümlerini tahtaya yazarken yanlış yazdıklarını 280'den 224'ün çıkarılması gerektiğini belirterek düzeltmiştir **(Doğrulama).** Araştırmacı başka bir soru olup olmadığını sorduğunda diğer gruplardan bir soru yöneltilmediği için grubun sunumuyla sunum aşaması tamamlanmıştır.

Araştırmacı: *Yeşil Grup anlatıyor.*

Sude: *Şimdi biz bunların hepsinin ölçülerini bulduk. Sonra 75/90'ın 1/10'unu bulduk. 7,5 /9 çıkıyor. 7,5 kulak çubuğu oluyor. 9 cm olan da dondurma çubuğu çıkıyor. Sonrasında dondurma çubuğunu 20 ile çarpıyoruz.Hani kağıt da diyordu 1/10' u aralarındaki orantı olduğundan ya bundan yola çıkarak bunu bulduk. Doğruluğunu kanıtlamak için de bununla bunu 10'la çarptığımızda [Kulak çubuğu ve dondurma çubuğu uzunluklarını tahtada gösterir.]*

Araştırmacı: *Kişi sayısı, kısa parça uzun parça sayısı**:** 140'a 280. Siz yukarıda hangi parçaları seçtiğinizi ispatladınız. Aşağıda da gerekli parçaları buldular. Eksik veya fazla parça var mı?*

Sude: *Var. Şimdi biz kısa malzeme ve uzun malzeme toplamını bulduk. Kısa malzeme dondurma çubuğuydu. Dondurma çubuğu yetiyor ama kulak çubuğu yetmiyor. İşte bu yüzden 224'den 140 çıkartıyoruz.*

Araştırmacı: *Yani hocanın tamamlaması gereken parça 56 tane değil mi?*

Sude: *Hıhım.*

Araştırmacı: *Teşekkür ederim. Sorular varsa alıyoruz. Sarı grubun sorusu varsa alıyoruz. Çözümü anladık mı? Sormak istediğiniz yer var mı?*

Sarı Grup: *Yok.*

Mavi Grup-Naz: *Sude biraz çekilir misin? Hocam birincisi 224 den 140 çıkınca 56 kalmıyor bir bakın.*

Berat: *Böyle değil ki zaten.*

Sude: *Pardon 280'den.*

Berat: *280'den 224 çıkartıyordun.*

Sude: *Aslında biz bunu buraya böyle yaptık*

Araştırmacı: *Tahtaya geçirirken biliyorum. Var mı sorunuz gruba turuncu grup?*

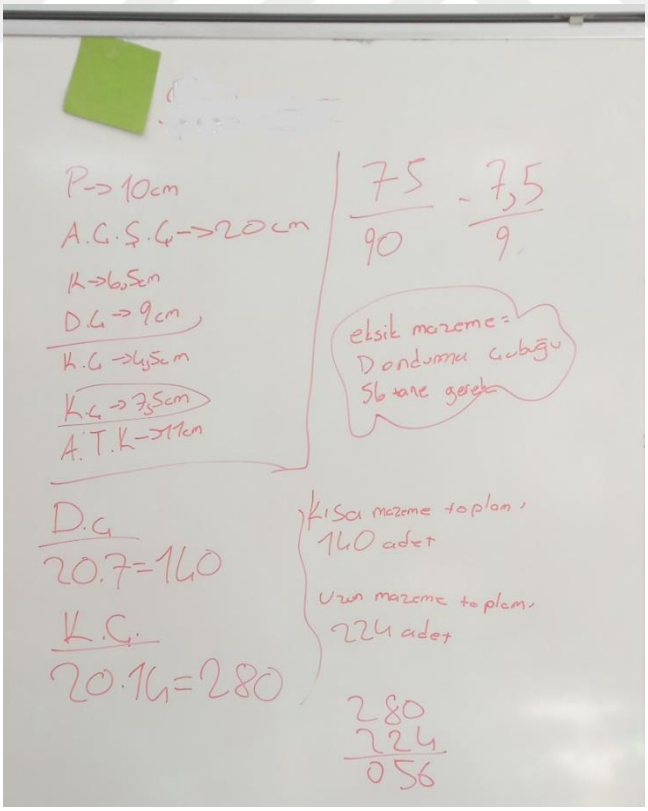
Turuncu Grup: *Yok.*

Araştırmacı: *Teşekkür ediyoruz o zaman arkadaşımıza. Şimdi tahtaya baktığımızda üç farklı çözüm, üçünde de 56 var.*

Grup sunum sonunda Şekil 59'da verilen çözümlerinde hehangi bir değişiklik veya düzeltme yapmamıştır.

Şekil 59

Yeşil grup Da Vinci köprüsü MOE sunum

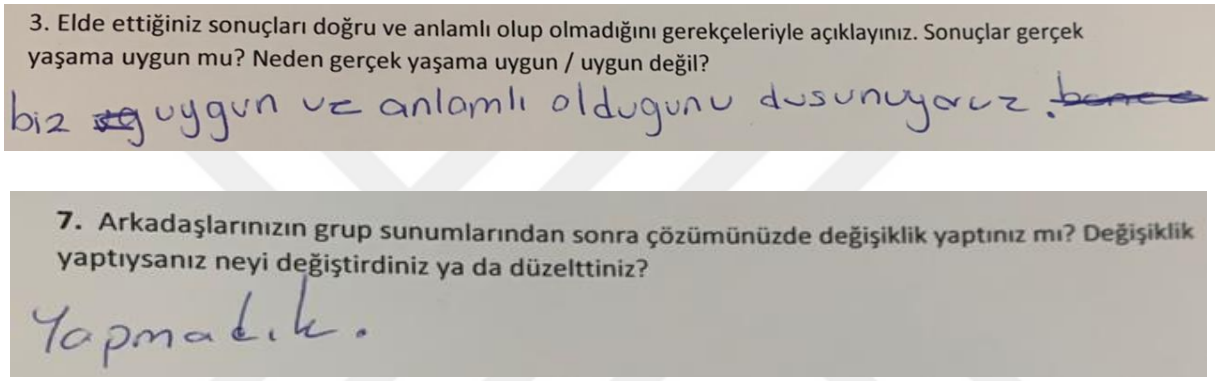


Tüm sunumların ardından etkinlik sonu dağıtılan soruları tamamlamaları istenmiştir. Etkinlik sonu verilen yorumlama ve doğrulama yeterliği kapsamında sorulan "Elde ettiğiniz sonuçları doğru ve anlamlı olup olmadığını gerekçeleriyle açıklayınız. Sonuçlar gerçek yaşama

uygun mu? Neden gerçek yaşama uygun/ uygun değil?" sorusunda 2, 3 defa kontrol ederek uygun ve anlamlı olduğunu düşündüklerini **(Yorumlama)**, "Sunumlardan sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı?" Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzeltiniz?" sorusuna ise değişiklik yapmadıklarını ifade etmişlerdir **(Doğrulama)**. Çözüm sürecindeki yaklaşımları ve grup sonu sorulara yazdıkları ifadeler göz önüne alındığında doğrulamayı gerçek yaşamdaki bilgileri göz önünde bulundurma ve gerçekçi olma olarak ele aldıkları düşünülmüştür. Sunum sonu etkinlik kağıdında yer alan öğrenci yanıtlarına ilişkin örnek Şekil 60'da sunulmuştur.

Şekil 60

Sunum sonu etkinlik kağıdı (Yeşil Grup – Da Vinci Köprüsü)



Grubun çözüm yaklaşımları incelendiğinde, gerçekçi varsayım oluşturan öğrencilerin bu varsayıma dayalı olarak gerekli değişkenleri doğru bir şekilde belirledikleri görülmüştür. Söz konusu değişkenlere dayalı olarak problem durumunda verilmeyen toplanan kısa ve uzun malzeme adetleri belirlenerek doğru matematiksel modeller oluşturulduğu ve bu modelleri doğru bir şekilde çözerek gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlama yapıldığı belirlenmiştir. Süreç boyunca varsayımlarını, modellerini ve çözümlerini doğrulayan grup elemanları, belirledikleri tüm hataları düzeltilmiştir. Söz konusu değerlendirmeler sonucunda Yeşil grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeylerine Tablo 25'de yer verilmiştir.

Tablo 25

Da Vinci köprüsü MOE uygulamasında yeşil grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri

YEŞİL GRUP	DA VİNCİ KÖPRÜSÜ MOE
Problemi Anlama	4
Sadeleştirme	3
Matematikselleştirme	4
Matematiksel Olarak Çalışma	4
Yorumlama	4
Doğrulama	6
TOPLAM	**25**

4.1.5. Sensörlü Musluk Model Oluşturma Etkinliğine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Her iki dersin uygulama haftasında görülen kaynakların etkili kullanımı, araç gereç ve zaman kullanımında aşırıya kaçılmaması gerektiği ve günlük yaşamda kaynak (su, gıda, para, enerji vb.) kullanımında israfın ahlaka uygun olmadığı konularının işlenmesi nedeniyle Sensörlü Musluk MOEnin "İsraftan Tasarrufa Yolculuk" başlıklı uygulamadan bir gün önce öğrencilere dağtılılan tanıtıcı makale bileşeninde yer alan sorular etkinlik başında öğrencilere söz hakkı verilerek yanıtlanmıştır. Ardından öğrecilere bireysel etkinlik kâğıtları dağıtılarak problem üzerinde çalışmaları için süre verilmiştir. Verilen süre tamamlandıktan sonra grup çalışmalarına geçilmiştir.

Araştırmacı: *İsraftan Tasarrufa Yolculuk adında bir metin verildi sizlere. Okuduysanız cevapladınız mı arkadaşlar? Arkadaşlar nüfusumuzun hızlıca artması ama kaynaklarımızın sınırlı olması sebebiyle kaynaklarımızdan yapacağımız tasarruf miktarı çok önemli. Hatta metin içerisinde çok büyük alışveriş merkezlerinin olduğu ve hafta sonu ziyaretçi sayılarından bahsetmişler oralarda kullanılan musluklardan boşa akan sular ya da diş fırçalarken dişimize macunu sürüyoruz veya tıraş olurken babalarınız çeşme açık olursa 10-15 litre arası su boşa gidiyormuş arkadaşlar bu nedenle yenilenen teknolojiden yararlanma imkanı var. Mesela elinizi musluğa yaklaştırdığınızda fotosel algılıyor ona göre açılır kapanır kapılar gibi elimizi çektiğimizde su kesiliyor. Bu da neye yol açıyor su tasarrufuna kısıtlı olan kaynaklarımızın daha verimli kullanılmasına. Mesela bu alışveriş merkezinde hafta sonu 20000 kişi ziyaret etmiş*

ama bunun gibi musluklar fotoselli batarya ile adları sensörlü diye de geçiyor. 384 ton su tasarrufu sağlayabiliyorlarmış yılda. Mesela oraya 3000 kişi gitse kaç ton su tasarrufu olur diye merak ettik. Nasıl yapılırdı bu? 20000 kişi ziyaret edince 384 ton.

Mavi Grup-İmer:*384 tonu 20000'e böleriz sonra 3000 ile çarparız.*

Sarı Grup- Esra: *Doğru orantı şeklinde.*

Araştırmacı: *20000 kişi için 384 ise bu şekilde alt alta yazarak da buluyorsunuz [Tahtaya yazar] değil mi doğru orantıda?*

Sınıf: *Evet.*

Araştırmacı: *Peki günlük yaşantımızda kaynaklarımızın, kaynaklarımız deyince aklımıza sadece sular gelmiyor su, gıda, para, enerji kullanımında israfın azaltılması ya da önlenmesi için sizce okulda ya da sosyal medyada ne yapılabilir? Düşüncelerinizi alalım ve geçelim.*

Yeşil Grup- Sude: *Para cezası.*

Araştırmacı: *Engeller mi? Evet. Var mı başka fikriniz? O zaman arkadaşlar bireysel kağıtlarınızı dağıtayım 10 dakika bakalım. Burada 10 dakikada çözmek mümkün değil ama amacımız güçlerinizi birleştirip çözmek arkadaşlar. Sizden isimlerinizi yazmanızı istiyorum. Grup defterlerinize karalamanızı yapabilirsiniz başlığı sayfaya attım arkadaşlar.*

4.1.5.1. Sensörlü Musluk Model Oluşturma Etkinliğinde Yeşil Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Yeşil grup üyelerinden Tuna problem durumunu anlamadığını ifade ettiği sırada araştırmacı, tüm grubun çözüme odaklanabilmesi için grup çözüm kağıdında yer alan "Problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız" alt başlığına yönlendirmiş ve Sude, maliyeti sorguluyor biçiminde açıklama yapmıştır **(Problemi Anlama, Sadeleştirme).** Öğrencilere bireysel olarak incelemeleri için verilen sürede; problem durumunda verilen yedi maddeden oluşan problemi çözmek için gerekli olduğunu düşündükleri varsayımları seçmeleri ve bu varsayımları işaretleyerek çözüme geçmeleri istenmiştir. Varsayımlar; (1) dairede yaşayan kişi sayısı, (2) sensörlü musluk maliyeti, (3) apartman sayısı, (4) faturalardaki indirim oranı, (5) aralık ayına ait daire başına düşen su tüketim ücreti, (6) apartmandaki daire sayısı, ve (7) firma yetkililerinin çalıştıracağı işçi sayısı biçiminde sıralanmıştır. Ayrıca bunların dışında gerekli varsayım ya da varsayımlar var ise eklemeleri istenmiştir. Sude ve Banu sensörlü

musluk maliyetinin problem durumunda verilmesi nedeniyle işaretlenmemesi gerektiğini düşünerek araştırmacıya onaylatma gereği ve duymuş ardından kararlarını değiştirmişlerdir **(Doğrulama, Sadeleştirme).** Grup üyelerinden Sude, 2-3-6., Banu ise 2-3-5-6. varsayımı işaretlemiş Ümit ve Tuna ise gerekli varsayımları işaretlememiştir. **(Problemi Anlama, Sadeleştirme).**

Tuna: *Anlamadım ben bunu.*

Sude: *Ben böyle altını çiziyorum. Çizdiğin yerleri anlarsın.*

Tuna: *Sen her yeri çizmişsin (Banu'ya söyler.)*

Araştırmacı: *Veriyorum grup çözüm kağıdını arkalı önlü. Bir saniye önce birincisi ne idi? Neler anladığınızı.*

Sude: *Maliyeti sorguluyor.*

Banu: *Zaten maliyeti vermiş ya burada maliyeti işaretlememize gerek yok.*

Sude: *Orada işaretlememize gerek kalmadı.*

Araştırmacı: *Arkadaşlar birinci soruyu yapıyoruz.*

Sude: *Hocam bir şey diyeceğim. Şimdi burada maliyeti vermiş ya işaretlememize gerek var mı?*

Araştırmacı: *Hangilerini kullanmalıdır diye soruyor.*

Sude: *Yani burada verse de işaretliyoruz. Tamam şimdi çözüme geçiyoruz.*

Banu: *Tuna, Ümit siz bir şey yapmamışsınız.*

Sude: *Ümit önce işaretle çözmek için hangileri lazım?*

Problem durumunun yüksek sesle okunmasıyla geçilen grup çalışmasında öğrenciler birbirlerine anlayıp anlamadıklarını sormuşlardır **(Problemi Anlama).** Beş kişiden oluşan yeşil grupta okulda olmayan Berat'ın katılmaması nedeniyle etkinlik dört öğrenciyle gerçekleşmiştir. Bu durumun çalışmada motivasyonu düşürdüğü, grup çalışmasında pasif kalındığı gözlemlendiğinden grubun gerçekçi varsayımlar doğrultusunda matematiksel model oluşturabilmeleri amacıyla yönlendirme yapılmasına gerek duyulmuştur. 1. Alt başlığı doldurmaları istenen yönlendirme sonucu; grup üyeleri tarafından problem anlamlandırarak ne istenildiği grafiği çizmek olarak yanıtlanmıştır **(Problemi Anlama, Sadeleştirme).** Tuna'nın

varsayımlarla ilgili işaretleme yapmamasının nedeni problemin çözümü için istenenleri anlasa da varsayım kavramının tam olarak oturmamasından kaynaklanmaktadır.

[….]

Banu: *Ben okurum. Her bir apartmanda 5'er dairenin bulunduğu 6 apartmanlı Kepsutlu Sitesi'nde su tüketimin. (Problemi okur.)*

Tuna: *Anlamadım ben hocam.*

Sude: *Şimdi şuradaki soruyu okuyalım.*

Tuna: *Anladın mı Banu?*

Sude, Banu: *Anladım.*

Sude: *Anladın mı Ümit?*

Ümit: *Anladım ben.*

Araştırmacı: *O zaman şunu doldurabilir misiniz? Ne istiyor?*

Sude: *Ben burayı okuyayım. Kim dolduracak ben sunucuyum?*

Tuna: *Hadi söyleyin. Söylediğini yazacağım hocam. [1. Alt soruyu gösterir.]*

Banu: *Çözüm için yer yetmezse diye hatta buna yapalım. [Grup defterini gösterir.]*

Banu: *Canımızı sıkıyorsun yanımızda.*

Tuna: *Canın sıkılıyorsa sen kendin tek başına yapabilirsin… Doğru orantılı olunca yukarıya çıkıyordu çapraz değil mi hocam? Ters olunca böyle iniyordu. Dinlemişim değil mi hocam? Görüyorsunuz.*

Banu: *Grafik çizeceğiz grafik.*

Tuna: *Bunu yazayım mı ben bunu yazayım mı?*

[…]

Banu: *Tasarruf sağlıyor derken ne diyor Sude?*

Sude: *Tasarruf ne demek Banu? Ziyan etmemek.*

Araştırmacı: *Kendi cümlelerinizle yani buradan buraya değil de ocak haziran ayı sürecinde sitenin aylık toplam fatura tutarının aylara göre değişimi, sizlerden ne istiyor?*

Tuna: *Grafiği çizmemizi.*

Araştırmacı: *Grafiği çizmenizi istiyor. Tamam. Bu grafik değişecek mi?*

Sude: *Öğretmen anlattı hatta bir önceki ders anlattı. Arkadaşlar dinlemediyse.*

Tuna: *Ben dinledim doğru orantı olunca böyle oluyor ters orantı olunca böyle oluyor.*

Banu: *Bu doğru mu ters mi? Tek tek mi böldün? (Sude'ye sorar)*

Sude: *Ocak Haziran ya ama ocak haziran da dahilmiş mi?*

Tuna: *Varsayımları ben yazmadım Banu yazar. Bilmiyorum ki ben varsayımları.*

Grafiğin çizimi için oluşturdukları varsayımları matematiksel modellerine yansıtan hesaplamaları bireysel olarak gerçekleştiren Tuna ve Sude farklı modeller üzerinde çalışmıştır. Tuna yanlış varsayım doğrultusunda 4/10 tasarruf miktarını her aya yansıtarak kurduğu modelde aylık su tüketim ücretinin 4/10'unu hesaplayarak 400:10= 40, 40x4=160, her ay daire başı ödenecek miktarı 400-160=240 TL olarak hesaplamıştır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma).** Doğru modeli oluşturmaları için araştırmacı tarafından aylık faturayı nasıl hesaplandığı sorgulatıldığında; Sude tasarrufa göre mi yapacağız? sorusunu yöneltmiştir. Ardından Banu ve Sude faturaya tasarruf miktarının her ay yansıtılacağının farkına vararak onaylamıştır **(Sadeleştirme, Doğrulama)**. Araştırmacı soruyu yanıtlamak yerine "Ne zamandır tasarruf ediyor?" sorusunu yönelterek birlikte karar vermeleri gerektiğini ifade ettiğinde Sude gerçekçi varsayım doğrultusunda doğru bir şekilde oluşturduğu modelde her ay 800'er TL tasarruf edileceğinden toplam fatura miktarından 800 TL çıkartarak işlemleri yapmaya başlamıştır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**.

Banu: *Hocam ben hiçbir şey anlamadım.*

Sude: *Ben anladım yaptım, yapamıyorum şimdi. Yapacağım işte toparlayacağım grafiği.*

Sude*-Bireysel****:***

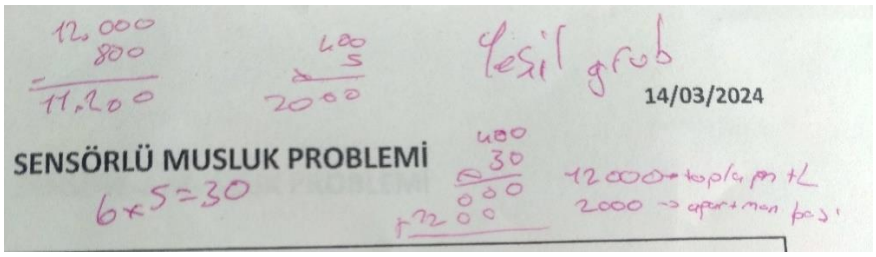
Banu: *Hocam burada ne istediğini anlamadık.*

Araştırmacı: *Anlatır mısınız yazmamışsınız şuraya.*

Banu: *Ne hakkında grafik çiziyoruz?*

Sude: *Şey aylık fatura işte. Ben burada hesapladım. (Yaptıklarını gösterir.)*

Sude Bireysel Çözüm Kağıdı:



Araştırmacı: *Aylık faturayı nasıl hesaplıyorsun Sude?*

Sude: *Şimdi tasarrufa göre mi yapacağız aylık faturayı?*

Banu: *Ha tamam o zaman.*

Araştırmacı: *Ne zamandır tasarruf ediyor?*

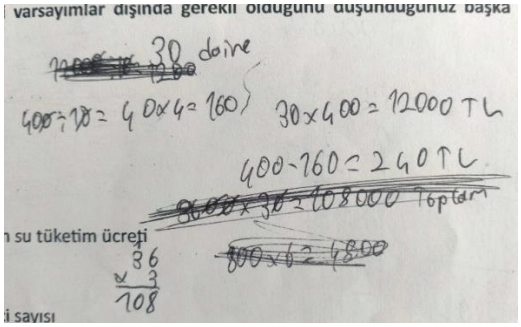
Sude: *İşte ocak haziran arası? Öğretmenim ocak haziran arası mı yoksa ocakla haziran dahil mi?*

Araştırmacı: *Arkadaşlarınızla karar veriyorsunuz.*

Sude: *Tuna bak haziran ayı dahil olmak üzere diyor.*

Tuna: *Ha tamam o zaman.*

Tuna Bireysel Çözüm Kağıdı:



Sunumlara başlar iken tasarruf miktarlarını aylara göre faturalara yansıtıldığını gösteren değerleri grafiğin eksenlerine işaretleyen **(Matematiksel Olarak Çalışma, Yorumlama)** yeşil grup çözümün tamamlanmadığını iletmiştir. Mavi grup sunumunu tamamladığında yeşil gruba soru yönelttiği sırada Sude işlemleri yapmaya devam etmektedir. Bu sırada Tuna bir ölçüde kabul edilebilir varsayıma dayalı matematiksel modelde yaptığı çözümünde yaptıklarını anlatmaktadır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**. Banu'nun çizdiği grafikte Sude eksene yazılacak değerleri hesaplayarak söylemeye devam etmektedir

(Matematiksel Olarak Çalışma). Tuna ve Banu yapılan işlemlerde fatura değerinden 800 TL nin çıkartılma nedenini anlamadıklarını ilettiklerinde Sude her ay 800 tl indirim yapıldığını açıklamıştır **(Doğrulama).** Ardından Tuna modelindeki hataları fark ederek yaptıklarını karalamıştır **(Doğrulama, Yorumlama)**.

[…]

Sude: *Öğretmenim onlar çözdü değil mi? Biz çözemedik bunların yüzünden.*

Tuna: *Çözemedim. Çözemedim.*

Sude: *Dene biz de çözemedik. Ben soruyu okuyacağım en baştan tamam mı?*

Araştırmacı: *Evet çözümlere geçiyoruz arkadaşlar.*

Sude: *Biz daha çözmedik.*

Tuna: *Anlamadım diyorum ya.*

Sude: *Tamam çabala ben çok anladım sanki. Sizin dırdırınızdan*

Tuna: *Geçen de onlar çözemedi oldu mu bir şey?*

Sude: *Ama onlar çabaladı biz çabalamıyoruz.*

Banu: *Grafikte şuraya kadar geldik yapayım mı buraya?*

Sude: *Yap.*

Araştırmacı: *Aynı. [Mavi grup sunumu bitirir]. Yeşil grup sorunuz varsa anlamadığınız bir yer varsa söyleyebilir misiniz arkadaşınıza? Anladınız mı peki çözümü?*

Sude: *Ben yapıyorum. Anladım herhalde.*

Tuna: *Bunları çarparsak daha ucuza geliyor bence. Sude hesapladım ben bunu.*

Sude: *Öyle mi diyoruz?*

Tuna: *Zaten 108.000 tl şey gidiyor. Bir de aylık 240 tl ödüyor bir daire. Aylık toplam 30 daire 7200 TL ediyor. 7200x12=86400 topladım 180000 ile (108000 demek ister) 194000 yapıyor. Takmayınca 144000 ödüyorlar yıllık.*

Sude: *Grafiği yapalım.*

Tuna: *Grafiği mi? Bak ben nasıl yaptım.*

Sude: *10400'den 800'ü çıkar.*

Tuna: *10400 nereden geldi?*

Sude: *9600'den 800 çıkar.*

Banu: *Onlar nereden geliyor?*

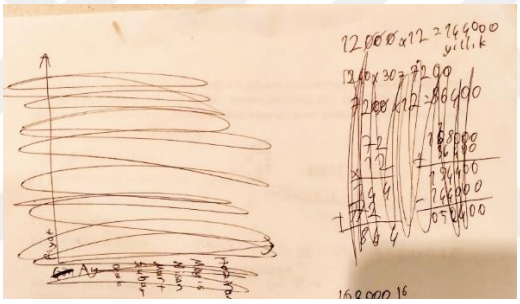
Sude: *800 -800 indirim yapıyorlar ya.*

Tuna: *800 -800 indirim mi yapıyorlar?*

Sude: *Hıhım her ay 800 indirim yapıyorlar.*

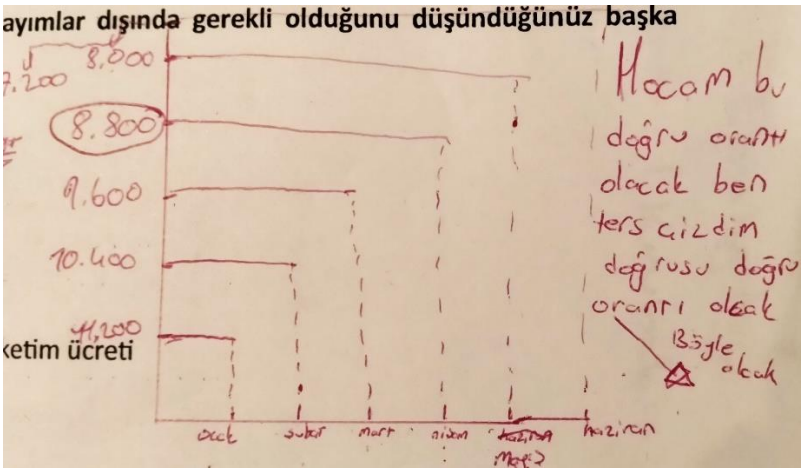
Tuna: *Nasıl 800? Valla o zaman bir dakika yanlış. Dur dur yanlış o zaman. [Karalar.]*

Ekran Alıntısı:



Sude: *Grafik böyle gidiyor… Bir şey söyleyeceğim bu doğru orantılıydı. Öğretmenim ben buraya hepsini yazdım böyle olacaktı doğru orantılı olunca. [Bireysel çalışmasını gösterir.]*

Ekran Alıntısı:



Araştırmacı: *Evet keşke sunum yapsaydınız buraya kadar. Buraya kadar gelmedin mi zaten gelemediniz mi?*

Sude: *Hayır gelemedim onlar anlatıyorken ben yapıyordum.*

Diğer grupların çözümlerini tamamlamasının ardından grupların sunumları aşamasında çözümlerini grup çözüm kağıdı yerine grup defterlerine yapan öğrenciler çözümlerinin kontrol edildiğini ifade etmiştir **(Doğrulama).**

Sude: *Sunum yapamadık ama doğru yolda gidiyor muyuz diye baktım öyle gidiyormuş.*

Araştırmacı: *Bak mayısta 8000'e gelmişsiniz buraya kadar doğru zaten. Onların da karşılayıp karşılayamadığını indirim ne kadar? 12000'den 8000' i çıkarttılar 4000 tl muslukları da 3600 tl verdikleri için tasarruf miktarını karşılamak için çıkardılar. Evet.*

Sude: *Olmadı mı?*

[…]

Sude: *Neyse doğru ya bir şey olmaz. Ya şunu yazın ben bunu devam ettireyim.12' den 8 çıktı_Burada değişim bedeli 3600 tl idi. 3600 çıkartacağız 400 kalıyor evet. Doldurdum.*

Banu: *Ben şunu hemen çizivereyim. Şunları da Tuna doldursun.*

Öğretmen: *Tuna yardımcı oldu mu çözümde?*

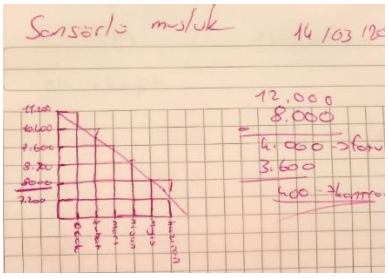
Araştırmacı: *Siz sunumu yapabilirdiniz.*

Banu: *Yapamadık yaz [4. Alt soruyu gösterir.]*

Sude: *Ben grafiklerini yapıp şey çizdim anlaşılır artık değil mi?*

Banu: *Hocam yeşil grubun cevaplarını deftere yaptık ama ne yazayım buraya.*

Grup Defteri:

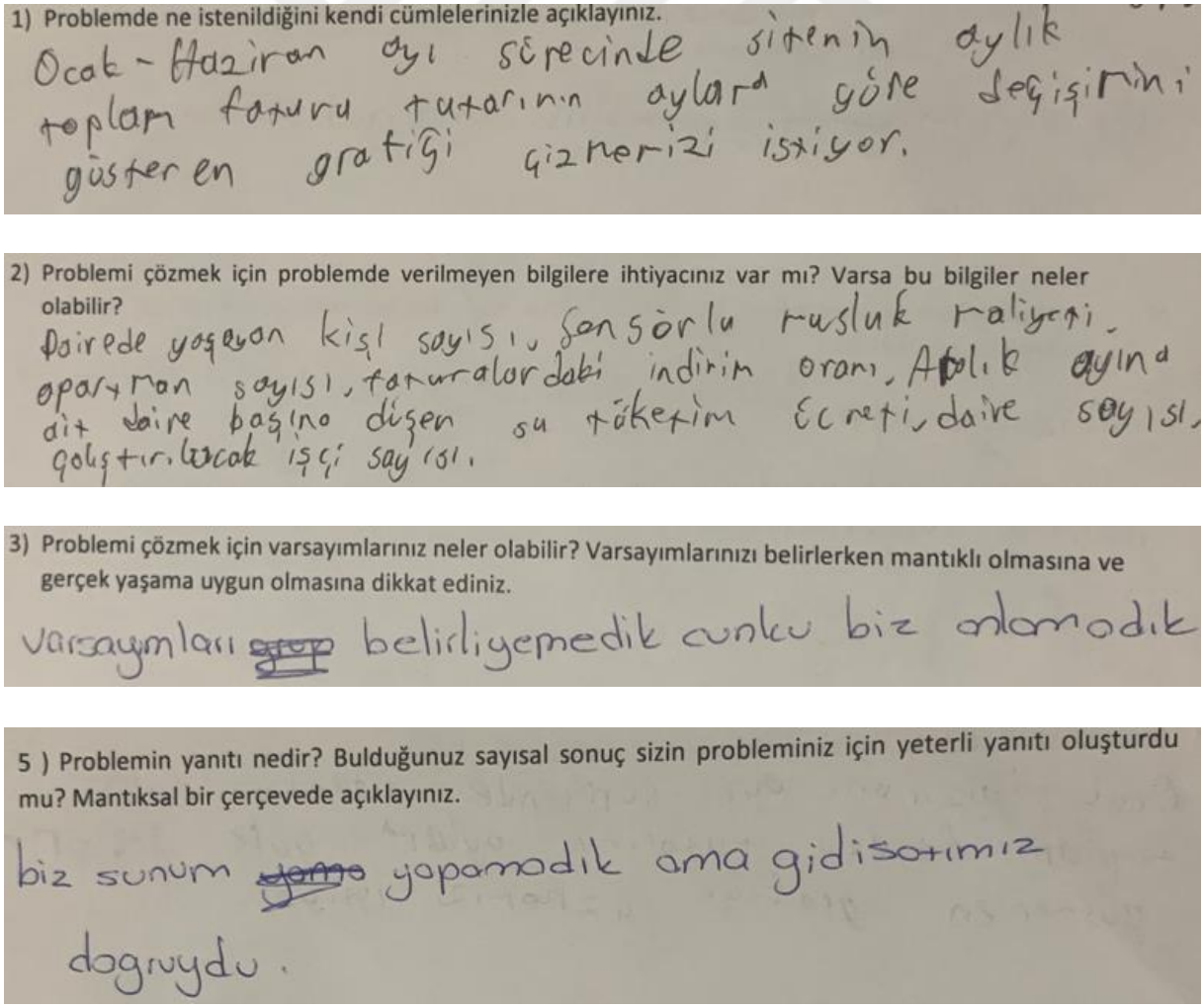


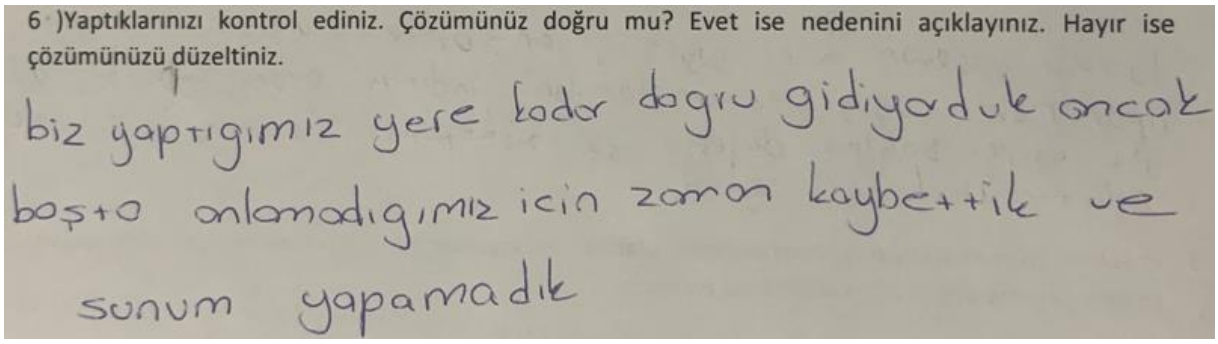
Araştırmacı: *Deftere yazdık de.*

Şekil 61'de yeşil grubun modelleme bilişsel yeterliği basamaklarını açığa çıkarmak amacıyla grup çözüm kağıdında yer alan alt başlıklara verilen yanıtlar incelenmiştir. Problemi anlama basamağıyla ilgili 1. alt başlıkta problemde ne istenildiğini açıkça ifade edilmiştir **(Problemi Anlama)**. Problemi sadeleştirerek gerekli ve gereksiz değişkenleri belirlenmesine rağmen sadeleştirme bilişsel basamağına ait alt başlığı varsayımları anlamadıkları için belirleyemediklerini ifade etmişlerdir **(Sadeleştirme)**. Ulaşılan sonucun problemin yanıtı için yeterli olup olmadığını sorgulayan alt başlığa sunum yapmadıklarını fakat gidiş yollarının doğru olduğunu, çözümlerinin doğruluğunu kontrol etmelerini isteyen alt başlığa yaptıkları yere kadar doğru olduğunu başlangıçta anlamlandırma da yaşadıkları güçlükten dolayı zaman kaybederek sunum yapmadıklarını belirtmişlerdir **(Doğrulama)**.

Şekil 61

Çözüm kağıdı (Yeşil Grup – Sensörlü Musluk)

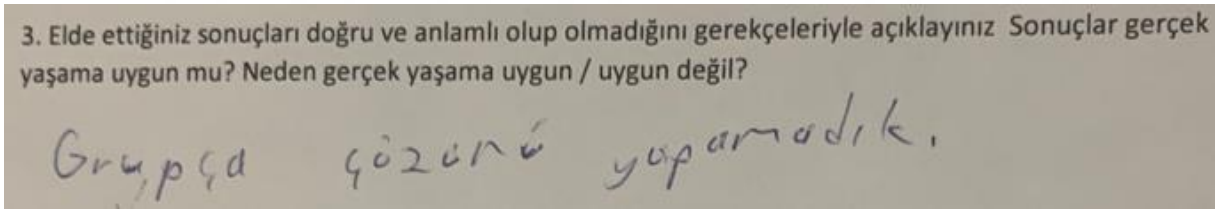


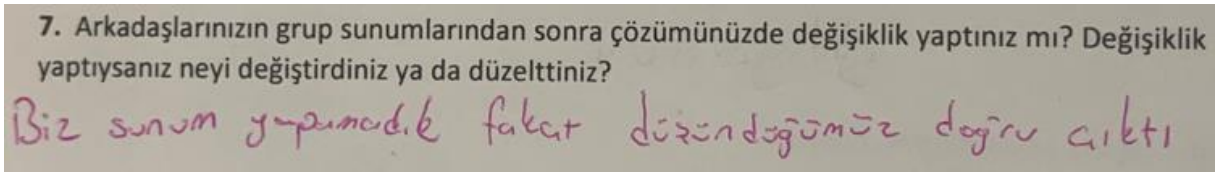


Tüm sunumların ardından etkinlik sonu dağıtılan soruları tamamlamaları istenmiştir. Şekil 61'de verilen etkinlik sonu verilen yorumlama ve doğrulama yeterliği kapsamında sorulan "Elde ettiğiniz sonuçları doğru ve anlamlı olup olmadığını gerekçeleriyle açıklayınız. Sonuçlar gerçek yaşama uygun mu? Neden gerçek yaşama uygun/ uygun değil?" sorusunda grupça çözüm yapamadıklarını, "Sunumlardan sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı?" Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzeltiniz?" sorusuna ise sunum yapmadıklarını fakat düşündüklerinin doğru olduğunu ifade etmişlerdir **(Doğrulama, Yorumlama)**. Sunum sonu etkinlik kağıdında yer alan öğrenci yanıtlarına ilişkin örnek Şekil 62'desunulmuştur.

Şekil 62

Sunum sonu etkinlik kağıdı (Yeşil Grup – Sensörlü Musluk)





Sensörlü musluk model oluşturma etkinliğinde grup çalışmasına odaklanmada zorluk yaşayan öğrenciler başlangıçta çalışmalarını bireysel olarak yürütmüştür. Grubun çözüm yaklaşımları incelendiğinde, çalışma sırasında biri gerçekçi diğeri bir ölçüde kabul edilebilir varsayımda bulunarak kurulan farklı matematiksel modeller üzerinde çalışmaya başlayan grup üyeleri iki matematiksel model üzerinde çalışmıştır. Tuna, bir ölçüde kabul edilebilir varsayımları doğrultusunda oluşturduğu hatalı matematiksel modeli arkadaşlarına aktardığında hatalarını fark ederek diğer matematiksel modeli doğrulaması nedeniyle fikir birliğine varılmıştır. Grup çözüm yaklaşımı gerçekçi varsayımlara göre doğru oluşturulan modele ilişkin

grup defteri ve grup çözüm kağıtları üzerinde yapılan değerlendirmeler sonucu çözüm yaklaşımları incelendiğinde; gerçekçi varsayım oluşturan öğrencilerin bu varsayıma dayalı olarak gerekli değişkenleri doğru bir şekilde belirledikleri görülmüştür. Bu varsayımlardan hareketle doğru matematiksel model oluşturdukları ve çözdükleri görülmüştür. Grup çalışmasında yaşadıkları zaman kaybı nedeniyle çözümlerini sunumlar sırasında tamamlayabilen grup üyeleri elde edilen doğru matematiksel çözüm gerçek yaşam bağlamında doğru biçimde yorumlanmıştır. Doğrulama yeterlikleri kapsamında öğrenciler çözüm boyunca varsayımlarını, modellerini ve çözümlerini doğruladıkları ve belirledikleri tüm hataları düzelttikleri görülmüştür. Söz konusu değerlendirmeler sonucunda sarı grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeylerine Tablo 26'da yer verilmiştir.

Tablo 26

Sensörlü musluk MOE uygulamasında yeşil *grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri*

YEŞİL GRUP	SENSÖRLÜ MUSLUK MOE
Problemi Anlama	4
Sadeleştirme	3
Matematikselleştirme	4
Matematiksel Olarak Çalışma	4
Yorumlama	4
Doğrulama	6
TOPLAM	**25**

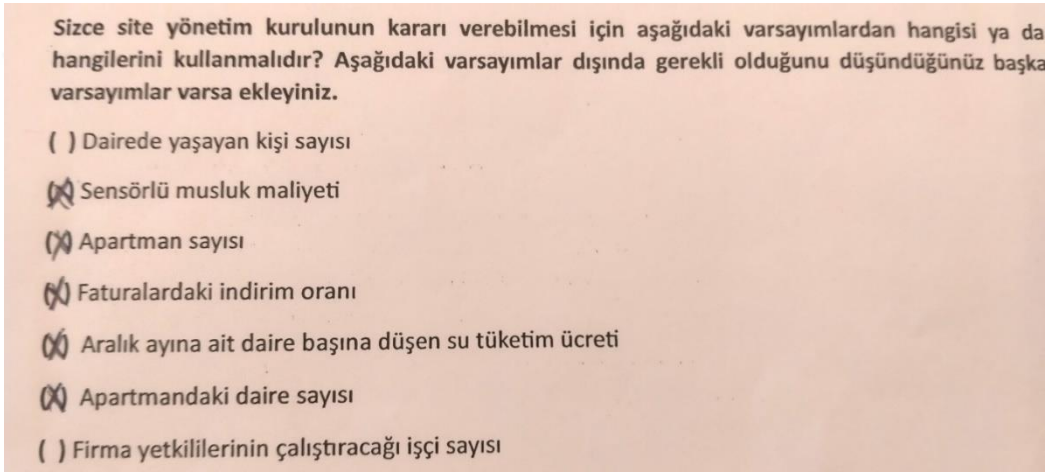
4.1.5.2. Sensörlü Musluk Model Oluşturma Etkinliğinde Turuncu Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Sensörlü musluk MOEnin "İsraftan Tasarrufa Yolculuk" başlıklı tanıtıcı makale bileşeninde yer alan sorular etkinlik başında öğrencilere söz hakkı verilerek yanıtlanması sırasında turuncu grup üyelerinden söz hakkı alan olmamıştır. Öğrecilere bireysel etkinlik kâğıtları dağıtılarak problem üzerinde çalışmaları için süre verilen sürenin ardından sonra grup çalışmalarına geçilmiştir. Grup çalışmasında ilk 15-20 dakika içerisinde problemi birkaç defa okuyarak anlamlandırmaya çalışmışlardır. Bu aşamada Sensörlü Musluk problem durumunda gerekli ve gereksiz değişkenleri belirleyerek gerçekçi varsayımlar doğrultusunda matematiksel model oluşturabilmeleri amacıyla verilen varsayımlardan hangisi ya da hangilerinin

kullanılması gerektiğinin işaretlemesi ve bunların dışında gerekli olduğunu düşündükleri varsayımların eklenmesi istenmiştir. Problem durumunda; 1. Dairede yaşayan kişi sayısı, 2. Sensörlü musluk maliyeti, 3. Apartman sayısı, 4. Faturalardaki indirim oranı, 5. Aralık ayına ait daire başına düşen su tüketim ücreti, 6. Apartmandaki daire sayısı, 7. Firma yetkililerinin çalıştıracağı işçi sayısı olarak verilen yedi varsayım arasından Şekil 63'de 2-3-4-5-6. maddeyi işaretleyen turuncu grup üyelerinin problemi sadeleşetirerek gerekli ve gereksiz değişkenleri doğru bir şekilde belirledikleri görülmüştür **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)**.

Şekil 63

Sensörlü musluk MOE grup çözüm kağıdı belirlenen varsayımlar


Sizce site yönetim kurulunun kararı verebilmesi için aşağıdaki varsayımlardan hangisi ya da hangilerini kullanmalıdır? Aşağıdaki varsayımlar dışında gerekli olduğunu düşündüğünüz başka varsayımlar varsa ekleyiniz.

( ) Dairede yaşayan kişi sayısı

(X) Sensörlü musluk maliyeti

(X) Apartman sayısı

(X) Faturalardaki indirim oranı

(X) Aralık ayına ait daire başına düşen su tüketim ücreti

(X) Apartmandaki daire sayısı

( ) Firma yetkililerinin çalıştıracağı işçi sayısı

İlk dersin sonunda teneffüse çıkan turuncu grup üyelerinin ses kayıt cihazını kapatmaları nedeniyle ikinci ders ses kayıt transkripti yapılamamıştır. Etkinlik sırasında Turuncu grup üyelerinin gerçekçi varsayımları belirlemesi dışında herhangi bir çözüm yaklaşımında bulunmadıkları gözlenlenmiştir. Bu durumu sunumlara başlama aşamasında matematiksel model oluşturamayarak çözümü yapamayan grup elemanları araştırmacıya grup olarak hiçbir şey yapamadıkları için grup çözüm kağıtlarının boş olduğunu ifade etmiştir.

Adin: *Hocam bir şey yapmadık bu kâğıtta bir şey yok.*

Araştırmacı: *Yapamadıysak ne yapacağız çözümü dikkatli dinleyeceğiz o zaman. Tamam mı?*

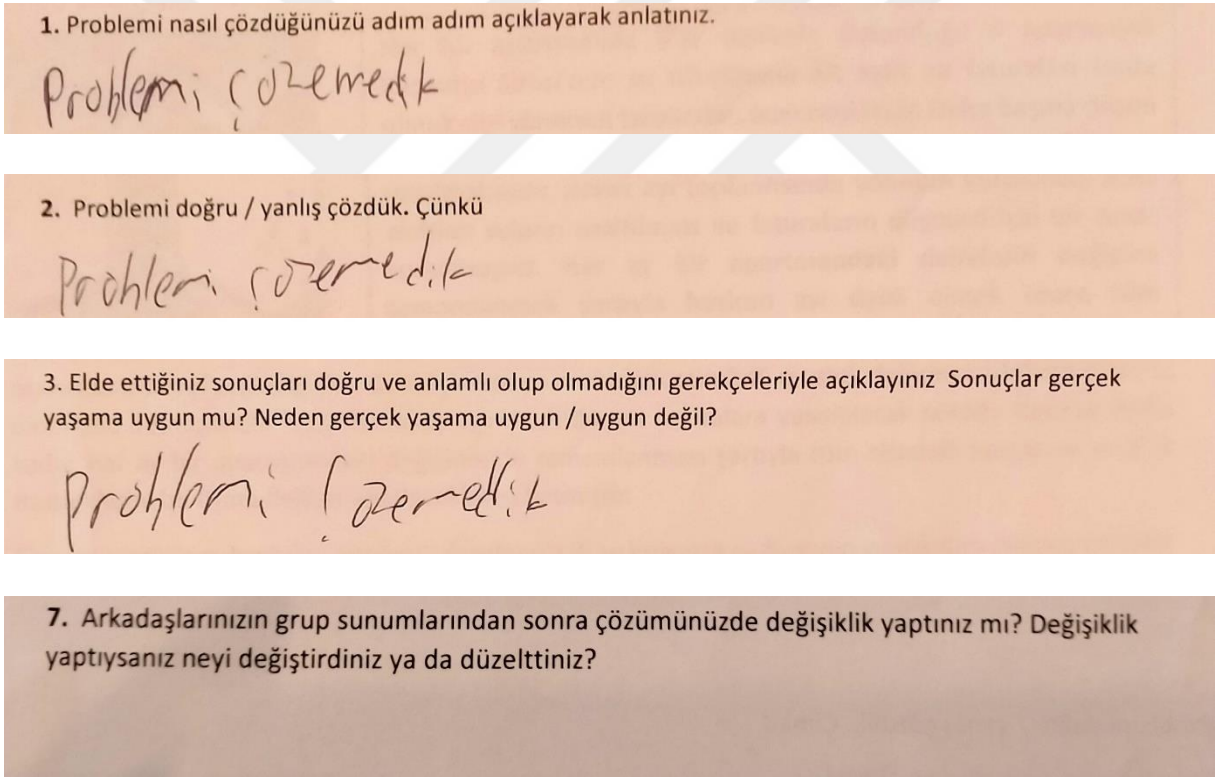
Adin: *Yapmaya çalıştık ama bir şey yapamadık yani.*

Araştırmacı: *Tamam haftaya daha dikkatli çalışalım.*

Çözümü gerçekleştirememeleri nedeniyle sunum yapmayan turuncu gruptan, diğer grupların sunumlarının tamamlanmasının ardından etkinlik sonu dağıtılan alt başlıkları tamamlamaları istenmiştir. Matematiksel Modelleme yeterliği bilişsel düzeylerinin belirlenmesini desteklemek amacıyla oluşturulan etkinlik sonu alt başlıklarda; problemin çözüm aşamalarını, doğru ya da yanlış çözüm yaptıklarını yorumlamaları, ulaşılan sonucun gerçek yaşama uygunluğunu, grup sunumlarından sonra çözümlerinde yapılan değişiklik ve düzenlemeleri belirtmeleri istenmiştir. Alt başlıklara problemi çözemediklerini belirtirken, grup sunumlarından sonra çözümlerde yapılan değişikliği sorgulatan alt başlığı boş bıraktıkları Şekil 64'de etkinlik sonu alt başlıklara verilen yanıtlarda gösterilmiştir.

Şekil 64

Sensörlü musluk MOE etkinlik sonu 1., 2. ,3.,7. alt başlıklara verilen yanıtlar



Turuncu grubun problemi anlamlandırarak problemi sadeleştirmeleri sonucunda gerekli ve gereksiz değişkenleri doğru bir şekilde belirledikleri, bu varsayımlardan hareketle matematiksel model oluşturmadıkları görülmüştür. Tüm sunumların tamamlanmasının ardında da bir düzeltme yaklaşımında bulunmadıkları görülmüştür. Söz konusu değerlendirmeler sonucunda turuncu grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeylerine Tablo 27'de yer verilmiştir.

Tablo 27

Sensörlü musluk MOE uygulamasında turuncu grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri

TURUNCU GRUP	SENSÖRLÜ MUSLUK MOE
Problemi Anlama	4
Sadeleştirme	3
Matematikselleştirme	0
Matematiksel Olarak Çalışma	0
Yorumlama	0
Doğrulama	0
TOPLAM	**7**

4.1.5.3. Sensörlü Musluk Model Oluşturma Etkinliğinde Mavi Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Sensörlü musluk MOEnin "İsraftan Tasarrufa Yolculuk" başlıklı tanıtıcı makale bileşeninde yer alan soruların öğrencilere söz hakkı verilerek yanıtlanmasını ardından sınıfa bireysel etkinlik kağıtları dağıtılmış ve problem durumu yüksek sesle okunmuştur. Okuma aşaması tamamlanmadan mavi grup üyelerinden Naz ve İmer problemi anlamadıklarını ifade ettikleri için araştırmacı tarafından problem durumunda yer alan ifade yinelenmiş ve İmer problemi neden anlamadığını belirtmiştir **(Problemi Anlama)**. Problemin okunmasının ardından bireysel çalışmaları için verilen sürede sarı grup üyeleri birbirleriyle iletişim halinde bulunmuşlardır. İmer aralarında uygun ilişki kurarak problemde verilenlerle istenilenleri belirlediğini açığa çıkaran **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)** bireysel defterine yaptığı tüm daireler için gereken musluk adedi ve gereken maliyeti arkadaşlarına göstermiştir **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)**.

Araştırmacı: *Engeller mi? Evet. Var mı başka fikriniz? O zaman arkadaşlar bireysel kağıtlarınızı dağıtayım 10 dakika bakalım. Sizden isimlerinizi yazmanızı istiyorum. Grup defterlerinize karalamanızı yapabilirsiniz başlığı sayfaya attım arkadaşlar [Bireysel etkinlik kağıtları dağıtılır.] Şöyle yapalım ben problemi yüksek sesle okuyayım. "Her bir apartmanda 5'er dairenin bulunduğu 6 apartmanlı Kepsutlu Sitesi'nde su tüketimine ait aylık su faturaları toplu olarak site yönetimi tarafından ödenmektedir. Daire başına düşen ödeme ise gelen toplu*

fatura tutarının daire sayısına bölünerek bulunmaktadır. Aralık ayında daire başına düşen su tüketim ücreti 400 TL olarak hesaplanmıştır ...” [Problemi okur.]

Naz: *Ben hiçbir şey anlamadım.*

İmer: *Okurken de takip ettim bir yerde kaçırdım.*

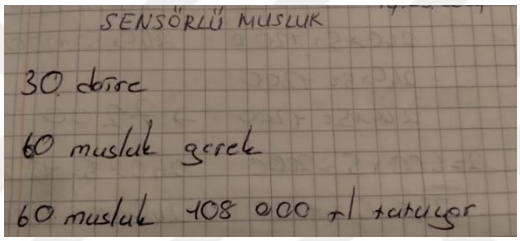
Araştırmacı: *Altı apartmanlı bir site var ve her bir apartmanda 5’er tane daire var.*

İmer: *Haa orayı atladım.*

Naz: *Bir şey soracağım hocam grafik çizilecek diyor. Çizecek miyiz?*

İmer: *Toplam bu kadar tutuyor bütün musluklar.*

Ekran Alıntısı:



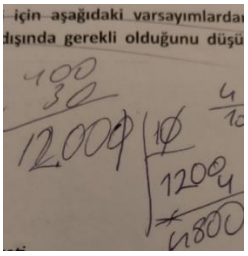
Mavi grup üyelerinden Ada, Naz ve İmer sitenin ödediği aylık fatura 3 x 400 = 12000 tl olarak hesaplayarak doğrulamıştır **(Matematiksel Olarak Çalışma, Doğrulama).** Gerçekçi varsayımda bulunarak kurulan matematiksel modelde her bir dairedeki muslukların değişimiyle tasarruf miktarı 160 tl olarak hesaplanmış ve bir daire başına düşen ödeme miktarı 400-160=240 tl olarak bulunarak çözüm kağıdına yazılmıştır **(Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma).**

Naz: *Tamam. Bak ayın şeyi bulsak ya. Aylık faturalar şimdi 400 tl yapmıyor muymuş?*

Ada: *Evet. Toplam faturayı mı diyorsun? 12000 tl.*

Naz: *Evet 12000.*

Çalışma Kağıdı:



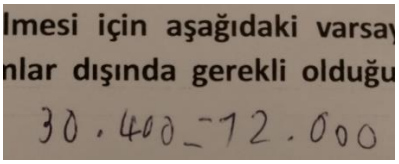
Ada: *30 daire var 400 ile çarp.*

Naz: *12000 tl yapıyor. 4'de 1 oranında azalmış.*

İmer: *160 tl azalıyor.*

Ada: *Evet.*

Çalışma Kağıdı:



İmer: *400'den 160'ı çıkarın.*

Ada: *240.*

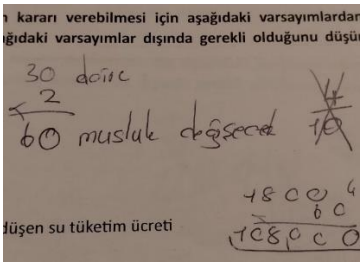
İmer: *240. Artık her daire ayda 240 tl verecek. Kaç ay?*

Naz: *Ocak - Haziran diyor.*

Ada: *Her ay bir apartmanı tamamlayacaklar diyor burası.*

İmer: *Şimdi yazalım 30 daire var. Yani bir apartmanda 5'er dairenin bulunduğu 6 apartmanlı ya Kepsutlu Sitesi 6 apartmanda 30 daire var. 60 musluk gerek. 108000 tl.*

Çalışma Kağıdı:



Mavi grubun bir daire başına düşen ödeme miktarını bulmasından sonra Ada, her ay bir dairenin mi yoksa bir apartmanın musluklarının değişimi olacağını sorduğunda Naz bilginin problemde verildiği yeri göstermiştir **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)**. Tüm sınıfın grup çalışmasına geçme aşamasında Ada muslukların değişimi itibariyle aylara göre toplam fatura bedelini hesaplamaya başlamış ve ocak, şubat ve mart aylarına ait değerleri sırasıyla 11200,10600 ve 9600 olarak bulmuştur **(Matematiksel Olarak Çalışma)**. İrem de ikilemde kalarak muslukların değişim sürecinde daire başına düşen fatura bedeli olan 400 liranın ilk ay

ödeyip ödemeyeceğini sormuş ve tüm muslukların ilk ay değişmediğini ifade etmiştir (**Sadeleştirme)**. Problemi tam olarak anlamlandırabilmeleri amacıyla araştırmacı grup çözüm kağıtlarında yer alan alt başlığın doldurulması için yönlendirdiğinde çalışma sürecinde tüm muslukların değişim bedeli ve tasarruf miktarının nasıl hesaplandığı tekrarlanmıştır **(Doğrulama)**. Araştırmacının yönlendirici sorularının ardından grup elemanları muslukları değişmeyen apartmanlardaki ücretin daire başına düşen 400 TL olduğu ifade etmiştir **(Doğrulama, Yorumlama)**.

Ada: *Hocam bir şey soracağım. Burada her ay bir apartman mı bitiyor yoksa her ay bir daire mi bitiyor? Her ay bir apartman bitecek [Naz açıklamanın olduğu yeri Ada'ya gösterir.]*

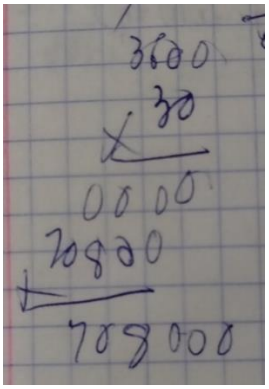
Araştırmacı: *Arkadaşlar ben grup kağıtlarınızı dağıtıyorum. O kağıt karışmasın diye renklerinizi yazmanız yeterli.*

Ada: *9600 tl desek [Toplam fatura ücretlerini hesaplamaktadır.]*

Araştırmacı: *Öncelikle 1.alt başlıkta ne istiyordu arkadaşlar? Problemde ne istenildiğini beraber tartışarak özetleyelim.*

Ada: *Karıştırdım yine 12000'i. Şimdi olur mu olmaz mı? 108000 desek.*

Grup Defteri:



İmer: *Ben şimdi her dairenin 400 tl şey yapması için şimdi bunu birinci ayda bitiriyor ya bunun su faturasını bir ayda ödüyor mu? Hepsini bir ayda yapmıyor ki. Hepsini farklı farklı aylarda diyor. İkinci ay birini üçüncü ay birini bu bittikten sonra.*

Araştırmacı: *Arkadaşınız diyor ki her ay bir apartmana ait muslukların değiştiğini söylüyor. Problemden ne anladıysanız açıklayın. [1. alt başlığı gösterir.] Burayı kendi cümlelerinizle ifade edin. Şimdi sizden ne istiyor?*

İmer: *Biz ilk şimdi daire sayısını bulup daha sonra kaç tane musluklarının olduğunu daha sonra bu muslukların bütün apartmanlardaki ne kadar tuttuğu buna göre.*

Araştırmacı: *Nasıl buldunuz? 30 daire dediniz. Ama burada ikisinin bedeli değil mi?*

İmer: *Evet. İkiye böldüm ben bunu 1800 TL 60'ı çarptım 108000 tl tutuyor. Daha sonra da şey mi yapacağız? Ben burada hepsini buldum da şeyi anlamadım. Mesela bu ilk ay tutuyor ya bunlar olurken biz bunun parasını yine faturasını ödüyor muyuz?*

[…]

Araştırmacı: *Bundan dolayı bir değişim olacak mı? Nasıl değişim olacak ona bakacaksınız.*

İmer: *Baktık. Onu da bulduk 400'ü 10'a böldük 240 oluyor.*

Araştırmacı: *Şubat da nasıl olacak arkadaşlar?*

İmer: *Şubat da yine mi değişiyor? O zaman bizi bunu bu olduktan sonra 400 ile çarpacağız.*

Araştırmacı: *Arkadaşlarınızla tartışın. [Sessizlik] Arkadaşlar diyor ki arkadaşınız birinci dairedeki tamam değişti ama ikinci daire de tam fatura ödüyor mu?*

Naz: *Ödüyor.*

İmer: *400 ile hesaplayacağız. Çünkü daha o değişmemiş.*

Naz: *Şey demiş ya takılmadan önce 400 liraymış daire başına takılınca.*

Faturalara yansıyacak tasarruf miktarında ortak karara varan grup üyeleri aylık toplam fatura tutarının değişimini bulmaya çalışırken iki matematiksel model üzerinde çalışmıştır. İlk modeli İmer "birinci ay ödedikleri toplam bu süreç boyunca bir apartmanın ne kadar ödediğini buldum" biçiminde açıklamıştır **(Matematikselleştirme).** Ada ise aylara göre tasarruf bedelini 800 tl ve katları olarak hesaplayarak toplam fatura bedelinden düşürmüştür. Her iki modelde gerçekçi varsayımlara dayalı doğru matematiksel modeller oluşturulmuştur **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma).** Ada'nın çözümünü onaylayan İmer bireysel defterine tüm sitedeki her bir apartmanın ay ay ne kadar ödediğini bireysel defterinden göstermiştir. **(Doğrulama, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma).**

Naz: *Daire başına aynı şeye geliyor neyse sonra bu kadar azalma yaşanmış tasarruf yapmışlar bunu bulacağız.*

İmer: *Hayır ben onu buldum. Hani birinci daire ikinci daire üçüncü daire yazdık ya biz. Şu anda bunun musluğu bir ayda değişecek o zaman bunun da bir ayı geçmiş oluyor diyelim.O zaman bu bir ayda bunu 400 TL diye mi hesaplayacağız?*

Naz: *Haaa.*

Ada: *Şimdi ocak ayından bakacaksak dairelerin 2000, 10000 liradan oradan 10 orada var 240-480 [işlem yapar bir daire ve iki daireye düşen fatura miktarının indirilmiş fiyatını hesaplar.]*

Naz: *Ne istiyordu problem bizden?*

Ada: *11200 (işlemlere devam eder) İlk ay 11200. İkinci ay 10400 üçüncü ay 9600. Kaç eder? Ocak, şubat, mart, nisan 8800 evet. Ocak, şubat, mart, nisan, mayıs 8000 lira haziranda 7200…Aylık 18000 [Bir apartmanın musluk değişim bedelini söyler.] Bu apartmanda aylık faturalar fena yansımış ha.*

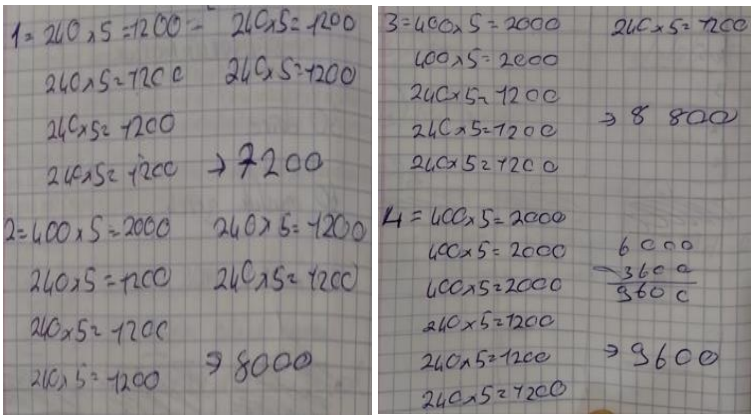
Araştırmacı: *Alt başlıkları yazın arkadaşlar soruyu anladınız çünkü.*

İmer: *Ben şöyle yaptım. Şimdi bunların hepsinin ne kadar ödediğini ay ay hesaplayacağım. Şimdi hepsini tek tek yazdım.*

Ada: *Şeyi mi diyorsun şu aylıkları mı diyorsun?*

İmer: *Apartman başına ne kadar ödeneceğini buldum bundan. Sonra bunun 400 ile başlıyordu çünkü bunu daha ilk şeyi olmamış. Bunda 2 tane 400 ile başlıyor. Çünkü iki ay geçmiş. Bunda 3 tane başlıyordu çünkü 3 ay geçmiş. Bunda 4 oluyordu. Bide bunun şeyi 240 şeyi ekleyeceğim şimdi. Sonra her apartmanın şeyini bulacağım. Daha sonra işte ne kadar ödeneceğini bulacağım.*

Ekran Alıntısı:



Araştırmacı: *Ada'da başka bir hesaplama yapıyor.*

Ada: *Ben şey yapıyorum hocam. Şurada diyor ki [Problemi okur.] "Site sakinlerinin çoğunluğu, günümüz fiyatlarıyla 6 ay boyunca su fiyatının ve tüketim miktarının sabit kaldığını düşünerek mayıs ayında oluşan sitenin toplam fatura bedeli üzerindeki tasarruf miktarının bir daireye takılacak sensörlü musluklar için verilen değişim bedelini karşılarsa önerinin kabul edilebileceği kararlaştırılmıştır." Karşıladığı için yani takılacak.*

Araştırmacı: *Karşılıyor mu sence?*

Ada: *Karşılıyor hocam burada 8000 TL. Fatura 8000 TL bir musluk takımı zaten 3600 iki tane 7200.*

İmer: *Evet. Tamam Ada'da böyle yapmış.*

Ada: *Ben önce toplam gelen faturayı buldum. Ocak ayından önce aralık ayında gelen fatura 12000 ya. Sonra ilk birinci apartmana takıldığında her biri 160 lira zaten şeyi karşılıyor. 5 ile çarparsak 800 lira. 12000'den çıkarsak bunu 11200. 10400, 9600,8800,8000 diye gidiyor. Her ay 800 lira tasarruf.*

İmer: *Ben şunu buldum mesela bu birinci ay ödedikleri toplam bu süreç boyunca bir apartmanın ne kadar ödediğini buldum.*

Araştırmacı, mavi grubun gereken tüm değerleri bulmaları nedeniyle ocak ile haziran arasında sitenin aylık toplam fatura tutarının aylara göre değişimini gösteren grafiğin çizilmesi için yönlendirerek Ada ile İrem'in yaklaşımları arasındaki farkı açıklamıştır. Açıklamanın ardından İmer farkın nereden kaynaklandığını onaylayarak grafiğe yerleştirecekleri değerlerin

aralarında ters orantılı bir ilişki olduğunu ifade etmiş ve grupça karar verilerek grafik çizilmiştir **(Doğrulama, Yorumlama).**

Araştırmacı: *Sizden nasıl bir grafik istiyor? Yani grafiğin bir ekseninde ne isteniyor? Diğerinde ne isteniyor? Ona göre düşüneceğiz bunu. Sen tasarrufa göre yapmışsın, arkadaşınız da gelen faturaya göre yazmış.*

İmer: *Birinci ay ikinci ay diyerek buraya da ne kadar olduğunu yazacağız.*

Naz: *Onu mu yazacağız? Tamam hepsini hesaplayalım tek tek. Bir şey yokmuş ya soruda.*

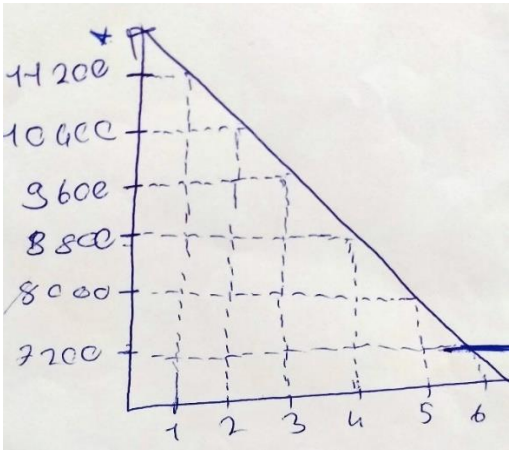
Araştırmacı: *Arkadaşınız da bütün dairelere gelen faturaları tek tek yazdığı için ocağı satır satır hesaplayıp topladığı için böyle bir sonuç çıktı değil mi?*

İmer: *Evet. Bu arada bunlar ters orantılı bunu biz böyle yapıp daha sonra 11200. İlk ay 11200 ödüyor ama ikinci ayda aylar arttıkça daha az fatura ödüyor.*

Naz: *İstersen bunu buraya çiz. [İmer'e söyler.]*

İmer: *Biz çizdik öğretmenim. Grafik şöyle olmayacak mı?*

Çözüm Kağıdı:



Araştırmacı: *Hepiniz aynı fikirde misiniz?*

Naz: *Evet.*

Grafiğin çizimini tamamlayan öğrenciler çözüm kağıtlarında yer alan eksik bölüm ve alt başlıkları tamamlamaya başlamıştır. Problem durumunda belirlemeleri istenen 7 varsayım arasından grup çalışması sırasında oluşturulan matematiksel modelde kullandıkları 5 varsayımı doğru bir şekilde işaretleyerek problemi çözmek için verilmeyen bilgilere ihtiyaçlarının

olmadığını belirtilmiştir **(Sadeleştirme)**. Çözüm kağıtlarındaki eksiklikleri tamamlayan öğrenciler grup sunumlarına ilk sırada çıkmak istemiştir.

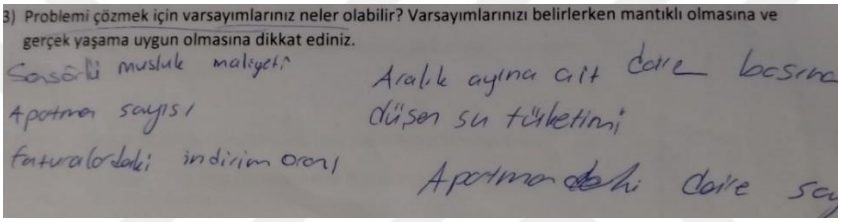
Araştırmacı: *Varsayımlarınız ne oldu?*

Naz: *Hangilerini seçeceğiz?*

İmer: *Varsayımları ben seçmiştim. Apartman sayısı lazım sensörlü musluk maliyeti lazım, apartmandaki daire sayısı lazım, indirim oranı hepsi lazım bize bunların. Şu sonuncu değil [Gösterir.]*

Naz: *Kişi sayısı lazım değil.*

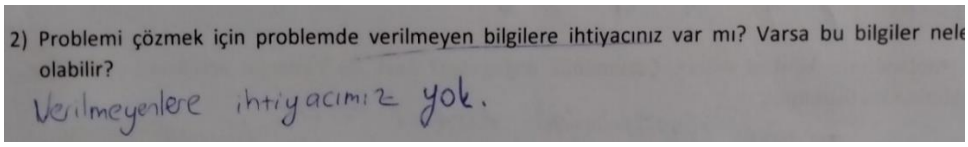
Çözüm Kağıdı:



İmer: *Değil. Tamam bununla bunu da işaretle diğerleri lazım değil.*

Naz: *Verilmeyen bilgilere ihtiyacımız yok [İkinci alt başlığı yanıtlar.]*

Çözüm Kağıdı:



Araştırmacı: *Evet çözümlere geçiyoruz arkadaşlar. Hangi grup gelmek ister?*

Naz: *Hocam biz yapsak olur mu? Bir dakika soruyu da alayım da.*

Sensörlü musluk MOEnde sunumlarını ilk sırada gerçekleştiren Mavi grup üyelerinden İmer ve Naz grup çözümlerini sınıf arkadaşlarına anlatmış ve oluşturdukları grafiği tahtaya çizmişlerdir. Sunum sonunda sarı grup üyeleri çözümlerinin mavi grubun çözümüyle aynı olduğunu ifade etmiştir. Araştırmacı başka bir soru olup olmadığını sorduğunda diğer gruplar tarafından bir soru yöneltilmediği için grubun sunumu tamamlanmış ve diğer sunumlara geçilmiştir.

Araştırmacı: *Mavi grup çıkmak istedi.*

İmer: *İlk baş daire sayısını bulduk. 30 tane daire için fiyatları hesapladık.*

Araştırmacı: *Grafiği çizerken boşluk mu bırakıyorsunuz orada? Üstünden başlattınız tamam. Şimdi anlatalım arkadaşlarımıza. Arkadaşlar her grubun sorusu olacak. Evet dinliyoruz.*

İmer: *İlk baş biz ne kadar daire olduğunu bulduk. Daha sonra daire başına musluk fiyatı 60 musluk gerektiğini bulduk. Daha sonra bu 60 musluğun ne kadar tuttuğunu bulduk. Sonra her apartmanın aylarda ne kadar şey olduğunu bulduk. Burada ters orantı var çünkü gün geçtikçe musluklar takıldığı için daha az su harcanmış oluyor. O yüzden ocak ayında diğer aylara göre daha fazla miktar var. Ona göre ters orantıyı direk olarak çizdik.*

Araştırmacı: *Evet sarı grubun sorusu?*

Sarı Grup: *Yok hocam çükü bizimkiyle aynı.*

Araştırmacı: *Grafik de mi aynı sizinkiyle?*

Sarı Grup*-Esra****:*** *Evet.*

Araştırmacı: *Tamam. Bekleyelim. Soruları yok arkadaşların teşekkürler.*

Mavi Grup-Naz: *Biz zaten aynı yaptık değiştireceğimizi çok düşünmüyoruz yapabiliriz ama.*

Araştırmacı: *Mavi grup bu arada tasarruf karşılıyor muydu sizin cevabınızda?*

Mavi Grup- Naz: *Biz burada sensörlü musluk maliyetini, apartman sayısına faturalardaki indirim oranını aralık ayına ait daire başına düşen su tüketim ücretini apartmandaki daire sayısını çıkarır.*

Araştırmacı: *Burada da silmişsiniz kim sildi?*

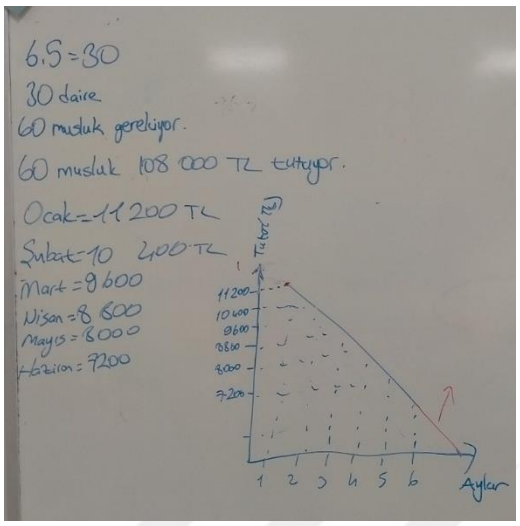
Mavi Grup: *Biz sildik biz sildik.*

Araştırmacı: *Nedenini anlayalım. Burada sıfıra kadar iniyor ya bu şu anlama geliyor. Temmuza kadar gelince 0 TL olduğu anlamına geliyor. İyi oluyor düzelttiğimizde.*

Sunumun tamalanmasının ardından Mavi Grup sunum sonunda Şekil 65'de verilen çözümlerinde, grafik üzerinde çizdikleri doğrunun ekseni kesmemesi gerektiğini fark ederek düzeltme yapmıştır. **(Doğrulama).**

Şekil 65

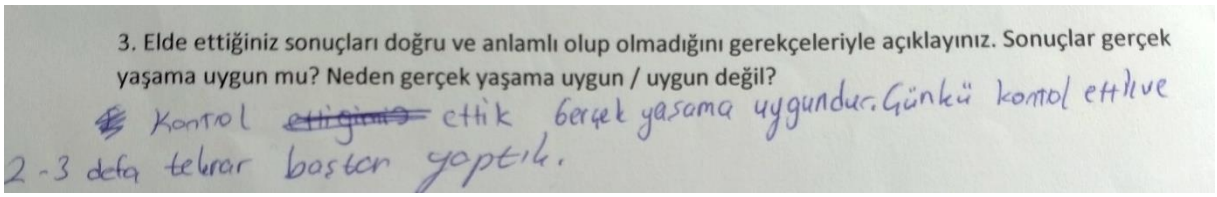
Mavi grup sensörlü musluk MOE sunum

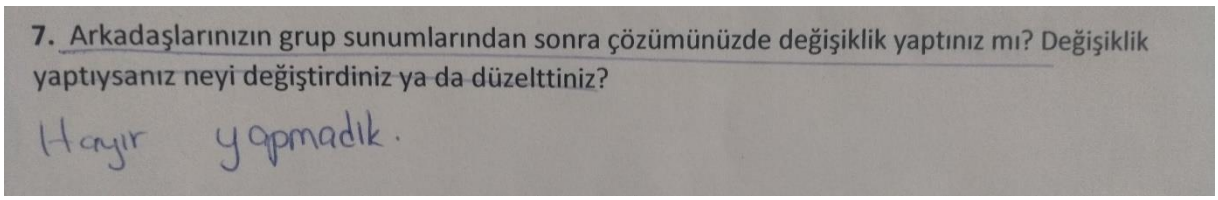


Etkinlik sonu verilen yorumlama ve doğrulama yeterliği kapsamında sorulara Şekil Y'de verilen yanıtlar incelendiğinde "Elde ettiğiniz sonuçları doğru ve anlamlı olup olmadığını gerekçeleriyle açıklayınız. Sonuçlar gerçek yaşama uygun mu? Neden gerçek yaşama uygun/ uygun değil?" sorusunda kontrolü birden fazla yapmaları nedeniyle buldukları sonucun gerçek yaşama uygun olduğunu, **(Yorumlama)**, "Sunumlardan sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı?" Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzeltiniz?" sorusuna ise değişiklik yapmadıklarını ifade etmişlerdir **(Doğrulama).** Çözüm sürecindeki yaklaşımları ve grup sonu sorulara yazdıkları ifadeler göz önüne alındığında doğrulamayı gerçek yaşamdaki bilgileri göz önünde bulundurma ve gerçekçi olma olarak ele aldıkları düşünülmüştür. Sunum sonu etkinlik kağıdında yer alan öğrenci yanıtlarına ilişkin örnek Şekil 66'da sunulmuştur.

Şekil 66

Sunum sonu etkinlik kağıdı (Mavi Grup – Sensörlü Musluk)





Grubun çözüm yaklaşımları incelendiğinde, öğrencilerin gerçek yaşama uygun varsayımlar doğrultusunda matematiksel modeller oluşturdukları ve çözdükleri görülmüştür. Çözümü gerçek yaşamda doğru bir şekilde yorumlamışlardır. Doğrulama yaklaşımında bulunan öğrenciler çözümlerini gerçek yaşamda doğru bir şekilde yorumlamışlardır. Öğrenciler çözüm boyunca varsayımlarını, modellerini ve çözümlerini doğrulamışlar ve belirledikleri hataların tümünü düzeltmişlerdir. Söz konusu değerlendirmeler sonucunda mavi grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri Tablo 28'de verilmiştir.

Tablo 28

Sensörlü musluk MOE uygulamasında mavi grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri

MAVİ GRUP	SENSÖRLÜ MUSLUK MOE
Problemi Anlama	4
Sadeleştirme	3
Matematikselleştirme	4
Matematiksel Olarak Çalışma	4
Yorumlama	4
Doğrulama	6
Toplam	**25**

4.1.5.4. Sensörlü Musluk Model Oluşturma Etkinliğinde Sarı Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Sensörlü musluk MOEnin "İsraftan Tasarrufa Yolculuk" başlıklı tanıtıcı makale bileşeninde yer alan sorular etkinlik başında öğrencilere söz hakkı verilerek yanıtlanmıştır. Tanıtıcı makalede yer alan 20 bin kapasiteli bir merkezde sensörlü musluklar sayesinde yılda 384 ton su tasarrufu sağlanması verisiyle 3 bin kişinin ziyaret ettiği bir merkezde sağlanacak yıllık tasarruf sorulduğunda, sarı gruptan Esra miktarın doğru orantı kurularak hesaplanacağını ifade etmiştir. Ardından öğrecilere bireysel etkinlik kâğıtları dağıtılarak problem durumu yüksek sesle okunmuştur. Problem durumu tüm sınıfa yüksek sesle okunduktan sonra sarı grup üyelerinden Esra problemden ne istenildiğini sorarak problemi anlamadığını ifade ettiğinde araştırmacı problem durumunda verilenleri yinelemiştir. Grafik çizmeleri gerektiği tekrarlandığında, Esra 6 ayda her ay bir apartmanın musluklarının değişimi olacağını belirtmiştir **(Problemi Anlama, Sadeleştirme).**

Araştırmacı: *İsraftan tasarrufa adlı bir metin verildi sizlere. İlk üç soruyu metin içinden cevaplayabilirdiniz. Cevapladınız mı? Arkadaşlar nüfusun hızlıca artması kaynaklarımızın sınırlı olması sebebiyle kaynaklarımızdan yapacağımız tasarruf miktarı çok önemli. Hatta metin içerisinde çok büyük alışveriş merkezlerinde hafta sonu ziyaretçi sayılarından bahsetmişler. Oralarda kullanılan musluklardan boşa akan suları azaltmak amacıyla yenilenen teknolojilerden yararlanılabilir. Fotoselli musluklar su tasarrufuna, kısıtlı olan kaynaklarımızın daha verimli kullanılmasını sağlar. Metinde verilen bilgilere göre 20 bin kapasiteli bir merkezde sensörlü musluklar sayesinde yılda 384 ton su tasarrufu sağlanıyormuş. Daha küçük kapasiteli bir alışveriş merkezinde mesela 3000 kişi ziyaret etseydi nasıl yapardınız?*

Esra: *Doğru orantı şeklinde yapardık.*

Araştırmacı: *20 bin kişi var 384 ise bu şekilde alt alta yazarak [Tahtaya yazar]. Bu şekilde de buluyorsunuz değil mi alt alta yazarak. Tamam bu konuda da anlaştık. Şöyle yapalım ben problemi yüksek sesle okuyayım [Problem tüm sınıfa okunur].*

[…]

Araştırmacı: *Sizce yönetim kurulunun kararı verebilmesi için aşağıdaki varsayımlardan hangisi ya da hangilerini kullanmalıdır? Aşağıdaki varsayımlar dışında sizler gerekli olduğunu düşündüğünüz başka varsayımlar varsa ekleyebilirsiniz [Problemi okur].*

Esra: *Hocan ben ne anlattığını anlayamadım ki. Hocam bizden ne istiyor? Şimdi biz burada ne yapacağız?*

Araştırmacı: *Aşağıda bazı veriler verilmiş. Sizden ne istiyor? Yönetim kurulu üyeleri karar vermekte güçlük çekiyorlarmış. Kurul üyelerine biz yardımcı olacağız. Bunun için grup arkadaşlarınızla tartışarak bu süreçte tasarruf miktarıyla ilgili ocaktan haziran ayına kadar bu sitenin toplam fatura miktarının aylara göre değişimini gösteren grafiği çizeceğiz.*

Esra: *Şimdi 6 ay var ya. 1 ayda 1 apartman.*

Araştırmacı: *Şimdi problemi iyice okuyup anlamlandırmanız gerekiyor. Bu aşamada defterinde gerekli hesaplamaları yapabilirsiniz. Evet 7-8 dakikamız var arkadaşlar sonra gruplara geçeceğiz. Mesela buradakileri işaretleyebilirsiniz. Problemin çözümünde bu varsayımlardan yararlanıyorum şeklinde. Mesela sizce yönetim kurulunun karar verebilmesi için aşağıdaki varsayımlardan hangisi ya da hangilerini kullanır? Yani alttakiler dışında varsa sizde yazabilirsiniz. [Tüm sınıfa söyler].*

Gurup üyelerinin sitenin aylık toplam fatura tutarının değişimini gösteren grafiğin ocak ayından haziran ayına kadar çizilmesi istenmesine rağmen hangi aylara ait fatura değerlerinin hesaplanacağını belirlemeye çalışmaları ve dairelerin eşit miktarda ödeme yapacağını fark etmemeleri nedeniyle problemi tam olarak anlamlandıramadıklarını göstermiştir. Bu nedenle araştırmacı tarafından problemde verilen daire başına ödenecek miktarın nasıl belirlendiğini fark etmeleri sağlayacak sorular sorularak yönlendirilmişlerdir. Yönlendirme sonucunda su tüketim bedelinin sabit olduğu ifade edilmiştir **(Problemi Anlama).**

Sare: *Nisan ayından sonra mayıs sonra ne?*

Nisan: *Mayıs ayından sonra haziran.*

Esra: *Hayır temmuzdan hazirana kadar soruyor.*

Nisan: *Bak ocak, şubat, mart, nisan, mayıs haziran, temmuz, eylül…*

Sare: *Hayır ağustos, eylül, ekim, kasım*

Esra: *Hayır mayıs demiyor hazirana kadar istiyor.*

Nisan: *Şey şöyle değil mi? Ocak, şubat, mart, nisan, mayıs eylül, ekim, kasım, aralık*

Esra: *Bize bir şey vermemiş ki belki bu apartmandaki bir daire daha çok su harcıyor.*

Araştırmacı: *Peki daire başına düşen ödeme nasıl hesaplanıyormuş?*

Esra: *Toplam tutarı dairelere bölünmüş. Biz ne kadar geldiğini nereden biliyoruz?*

Araştırmacı: *Yani bir daireye bu düşüyorsa nasıl hesaplayabilirsiniz sitede?*

Esra: *Sürekli aynı mıymış fiyatları?*

Araştırmacı: *Orada belirtmiş olması lazım.*

Esra: *Haa su tüketim miktarı sabit. Tamam.*

Tüm sınıfa grup çözüm kağıtlarının dağıtılmasının ardından sarı grup çözüm kağıtlarında yer alan "problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız" alt başlığından başlamaları için araştırmacı tarafından yönlendirilmiştir. Sarı grubun problemi tam olarak anlamdıramaması sebebiyle grup çözüm kağıtlarında yer alan 6 alt başlığa geçmeden önce problemin çözülebilmesi için problem durumunda verilen yedi maddeden oluşan varsayımlardan gerekli olanları belirlemeleri ya da verilenler dışında gerekli olduklarını düşündüklerini yazmaları istenen bölüme odaklanılmıştır. Varsayımlar*; (1) dairede yaşayan*

kişi sayısı, (2) sensörlü musluk maliyeti, (3) apartman sayısı, (4) faturalardaki indirim oranı, (5) aralık ayına ait daire başına düşen su tüketim ücreti, (6) apartmandaki daire sayısı, (7) firma yetkililerinin çalıştıracağı işçi sayısı biçiminde sıralanmıştır. Varsayımların belirlenmesinde ortak karar almada zorlanan sarı gurubun 1. maddede yer alan *dairede yaşayan kişi sayısı çözümü için gerekmemesine rağmen* 1-3-4-5-6. maddeyi işaretlemeleri ve verilenler dışında gerekli olduklarını düşündükleri bir dairedeki banyo ve mutfak sayısı ve musluk sayısını eklemeleri **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)** problemi tam olarak anlamdıramadıklarını göstermektedir. Varsayımların belirlenmesinde zorlanmalarının bir diğer sebebi; problem durumunda verilenlerin kullanılacak olması tahmin sonucu bir veri kullanmalarını gerektirmediğinden varsayım olarak kabul etmemeleridir. Nisan problemde verilenlerin varsayım olmadığını ifade ettiğinde Esra bu mantıkla apartman sayısının da işaretlenmemesi gerektiğini söylemiştir **(Yorumlama, Sadeleştirme).** Bunun üzerine önce işaretledikleri firma yetkililerinin çalıştıracağı işçi sayısını ortak karara vararak çıkarmışlardır **(Doğrulama)** faturadaki indirim oranı ve apartmandaki daire sayısını ise işaretlenmişlerdir **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)**.

Araştırmacı: *Arkadaşlar ben grup kağıtlarınızı dağıtıyorum. Karışmasın diye renklerinizi yazmanız yeterli. Grup çözümünde doldurmanız gereken kağıt arkalı önlü tamam mı? Evet, öncelikle 1. soruda ne diyordu arkadaşlar? Şuradan başlayacaksınız ya problemde ne istenildiğini beraberce özetleyin.*

Sare: *Ben daha hiçbir şey yapmadım. Hocam daha yeni okuyordum ben en baştan.*

Esra: *Hocam yetişmez ki bizim. Daha ben hiç başlamadım.*

Araştırmacı: *Ortak çözüm yapacaksınız. Beraber kararlarınızı alın.*

Sare: *Esra buradan çözmeye başla.*

Esra: *Şeyde var bence bir dairede kaç [6. Varsayımı gösterir].*

Nisan: *Bir dairede kaç banyo [Heceleyerek yazar] ve mutfak var. Kaç musluk var?*

Esra: *Bence bunları alalım. 6 apartmanda da 5'er daire varmış.*

Nisan: *Ama kaç tane lavabo olduğunu söylüyor mu soruda?*

Esra: *İşte bunlar varsayımlarımız.*

Sare: *Hayır bunları işaretleyeceksin bir de öncelikle burada diyor ki dairede yaşayan kişi sayısı [1. Varsayımı okur].*

Nisan: *Faturalardaki indirim oranı yok* [*4. Varsayımı gösterir*].

Sare: *Yok zaten vermiş bize ne kadar fatura olduğunu.*

Esra: *Ya indirimsiz fatura deniyor.*

Nisan: *Belki indirim yapacaklar.*

Esra: *Soruda yazmıyor.*

Nisan: *Ya tamam da varsayım ya. Esra veriyorsa varsayım olamaz. Varsayım ne demek biliyor musun?*

Esra: *Biliyorum.*

Nisan: *Varsayım bize verdikleri için o varsayım olmuyor.*

Esra: *O zaman o apartman sayısını da biliyoruz ama işaretlediniz.*

Sare: *İşaretlettirdin.*

Nisan: *Tamam sileriz ben işaretlettirmedim.*

Sare: *O zaman indirim fiyatı da olmaz.*

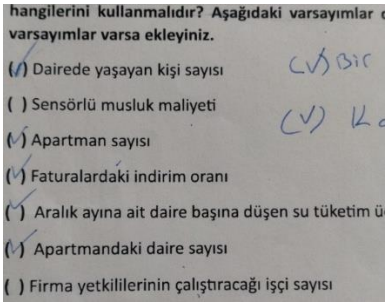
Nisan: *Olur ama bak o varsayım. Varsayım tahmin demek.*

Esra: *Ya buna gerek yok musluk fiyatıyla çalışan içi ne alaka.*

Nisan: *Esra 2'ye 1.*

Sare: *Apartmandaki kişi sayısıyla bize verilecek para ne alaka. Bunun alakası yok ama.*

Çözüm Kağıdı:


hangilerini kullanmalıdır? Aşağıdaki varsayımlar
varsayımlar varsa ekleyiniz.
(✓) Dairede yaşayan kişi sayısı (✓) Bir
( ) Sensörlü musluk maliyeti
(✓) Apartman sayısı (✓) K
(✓) Faturalardaki indirim oranı
(✓) Aralık ayına ait daire başına düşen su tüketim
(✓) Apartmandaki daire sayısı
( ) Firma yetkililerinin çalıştıracağı işçi sayısı

Öğrenciler problemi tekrar okuduktan sonra doğru anlamlandırarak grafiği çizme ve çizim için gereken değerlerin hesaplanmasıyla ilgili aralarında görev paylaşımı yapmıştır **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)**. Nisan'ın musluk sayısı ile daire sayısını birbirine karıştırması üzerine Sare 30 olarak düzeltmiştir **(Doğrulama)**. Gerçekçi oluşturulan varsayımlar doğrultusunda grup üyelerinden Sare ve Esra sitede bulunan daire sayısı 5x6= 30 ile sitenin aralık ayına ait su tüketim ücretini 30x400=12000 olarak bulmuştur **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**. Grup üyelerinden Esra'nın daire başına yapılan tasarruf miktarının, 400'ü 10'a bölerek, 4 ile çarpılması sonucu hesaplanacağını belirtmesinden sonra tenefüse çıkarak ara vermişlerdir **(Matematikselleşirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**.

Nisan: *Yönetim kurulu üyeleri kararsızlık çekmektedirler. Kurul üyelerine yardımcı olmak için grup arkadaşlarınızla tartışarak süreçteki tasarruf miktarıyla ilgili ocak, haziran ayı sürecinde sitedeki toplam fatura tutarını gösteren grafiğin çizimine yardımcı olunuz. [Okur].*

Sare: *Ben şunlara başlayayım sen grafiği şey yap.*

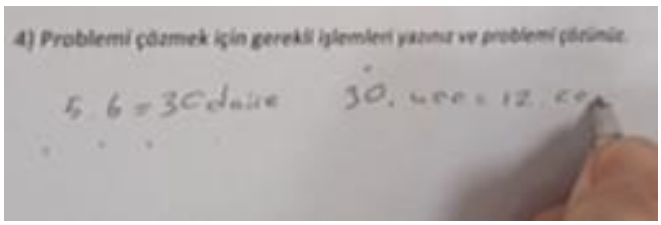
Esra: *Ben şimdi bunları yapıyorum.*

Nisan: *Şimdi 60 musluk var desek. 60 tane daire varsa.*

Sare: *60 tane daire mi var?*

Nisan: *Pardon 30 tane. 30 tane daire var. 2'yle çarpalım. Her birinde iki tane var diyelim. Yani bu ne olacak? 60 tane musluk var diyelim. 400 TL geliyormuş her ay.*

Ekran Alıntısı:



Esra: *12000 TL. 400'ü 10'a böleceğiz 4 ile çarpacağız.*

Araştırmacı: *İsterseniz ara da verebilirsiniz.*

Esra: *Verelim hocam.*

Teneffüsün ardından daire başına ödenecek su tüketim ücretine yansıyacak indirim tutarının, birinci apartmana ait tüm muslukların değişmesi sebebiyle sitenin toplu faturasında 160x5= 800 tl olacağı ifade edilmiştir. Araştırmacı, aylık indirimin nasıl hesapladıklarını grup çözüm kağıtlarına aktarmaları için yönlendirdiğinde gerçekçi varsayımlar doğrultusunda oluşturdukları model üzerinde çalışma anına kadar olan bölüm açıklanarak musluk değişimi yapılmadan önce bir apartmana düşen tüketim bedelinin 400x5=2000 tl olduğu açıklanmıştır **(Doğrulama, Matematikselleştirme)**. Esra indirimi; 2000:10=200, 200X4=800 olarak hesaplayarak birinci apartmandaki muslukların değişimiyle sitenin ocak ayına ait toplu faturasını önce 12000 yerine 2000'den 800'ün çıkarılmasıyla bulunacağını ifade ettiğinde **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)** Sare, modellerindeki hatayı fark etmiş ve düzeltme yaparak 12000-800=11200 tl olması gerektiğini belirtmiştir **(Doğrulama, Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**. Ocak ayına ait toplu faturanın 11200 bulunmasının ardından hazirana ayına kadar toplu su tüketim tutarları bir önceki aya ait değerden 800 Tl çıkartılarak 10400, 9600, 8800, 8000, 7200 olarak bulunmuştur **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)**. Şubat ayının tutarı bulunurken yapılan hata hatayı fark edilerek düzeltilmiş ve sitenin ocaktan hazirana kadar aylara göre değişimini gösteren grafik çizilmiştir **(Doğrulama, Yorumlama)**.

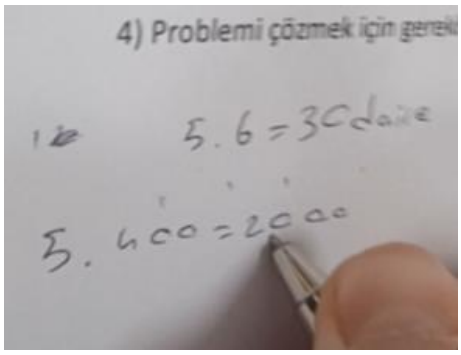
Araştırmacı: *Apartmanı çizmişsiniz arkadaşlar. Neyi hesaplamak için çizdiniz onu?*

Esra: *Hani demiş ya grafik çizin diye onun için. İkinci ay 800 tl indirim.*

Araştırmacı: *800'ü nasıl bulduğunuzu buraya yazmanız gerekmekte.*

Esra: *5x6, 30 daire. 30x400, 12000 oluyor. Bir daire 5x400 =2000 ediyor.*

Ekran Alıntısı:

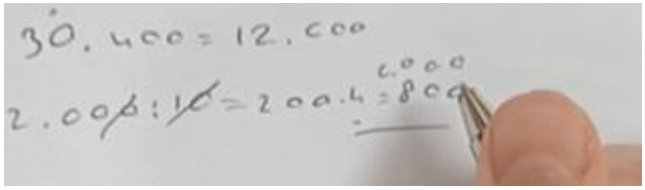


Araştırmacı: *Aynı fikirde misiniz 12000 lira mı bu fatura?*

Sare: *Evet hocam, zaten burada da konuşmuştuk.*

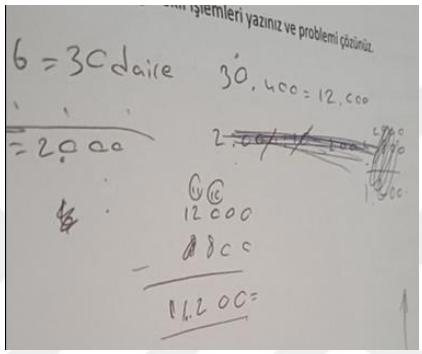
Esra: *2000. Sonra biz bu 2000'in 4/10'unu hesaplayacağız çıkartacağız.*

Ekran Alıntısı:



Sare: *Bu ocak. Yok bunlar yok yanlış oldu. Hocam bu ocak.*

Ekran Alıntısı:



Araştırmacı: *Arkadaşlarına göster. 11200' mü buldunuz ocak ayını gençler?*

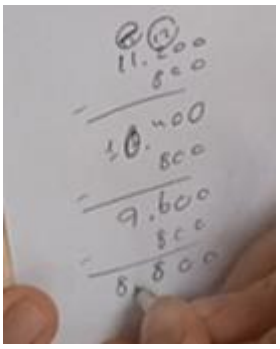
Esra: *Evet. Bu ocak oluyor. Bundan da 800 çıkartacağız. 11200' den 800'ü çıkartıyoruz.*

Nisan: *7200.*

Esra: *Hayır.*

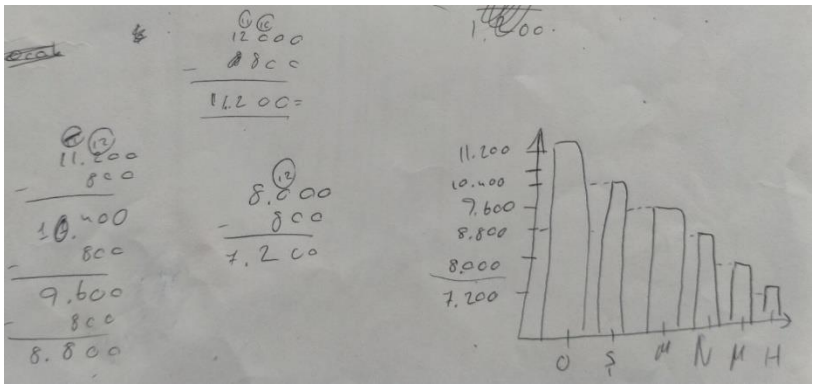
Sare: *10400.*

Ekran Alıntısı:



Esra: *Bu da hazirana eşit o zaman. Bunları bulduk şimdi ne yapacağız?*

Çözüm Kağıdı:



Nisan: *Ne kaldı ki başka?*

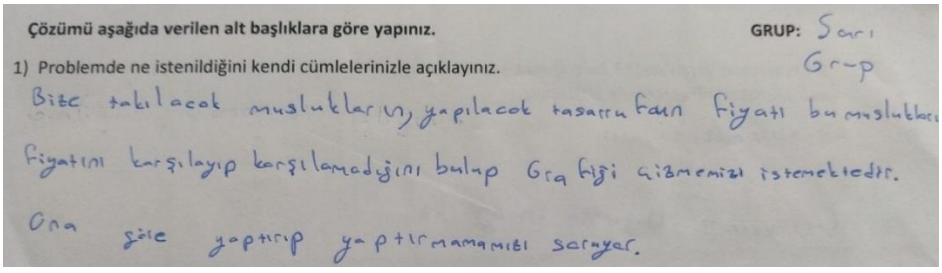
Sunumlara geçmeden önce öğrenciler gup çözüm kağıtlarında yer alan alt başlıkları tamamlamaktadır. Problemde ne istenildiğini açıklamaları gereken alt başlığı; yapılacak tasarrufun takılacak muslukların fiyatını karşılayıp karşılamadığına göre karar vermeleri ve grafik çizmeleri olarak açıklamışlardır **(Problemi anlama , Sadeleştirme).** Öğrencilerin doğrulama yeterliğine ilişkin; elde edilen çözümlerinin doğruluğunu sorgulayan 6.alt başlığa yaptıklarının doğru olduğunu ifade etmişlerdir **(Doğrulama).**

Araştırmacı: *Arkadaşlar iki dakika kaldı grup sunumlarına geçiyoruz [Tüm sınıfa hatırlatır].*

Esra: *Şimdi detaylıca yazarsak biz birinci olacağız.*

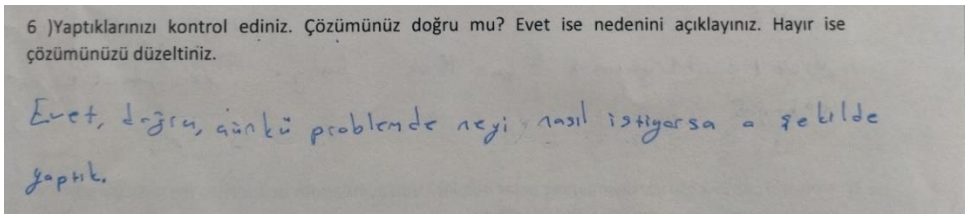
Sare: *En son biz çıkalım o zaman bayağı bir yazalım.*

Çözüm Kağıdı:


Çözümü aşağıda verilen alt başlıklara göre yapınız. GRUP: Sarı Grup

1) Problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız.

Bitc takılacak muslukların, yapılacak tasarrufun fiyatı bu musluklarc
fiyatını karşılayıp karşılamadığını bulup Grafiği çizmemizi istemektedir.
Ona göre yaptırıp yaptırmamamızı sarayar.


6)Yaptıklarınızı kontrol ediniz. Çözümünüz doğru mu? Evet ise nedenini açıklayınız. Hayır ise çözümünüzü düzeltiniz.

Evet, doğru, çünkü problemde neyi nasıl istiyorsa o şekilde yaptık.

Sunum aşamasında gönüllü olarak belirlenen Esra, sarı grubun çözümlerini tahtada anlatmıştır. Sunum sonunda araştırmacı diğer gruplara çözümle ilgili sorularının olup olmadığını sorduğunda mavi grup üyeleri kendi çözümleriyle aynı olduğu için bir sorularının olmadığını, yeşil grup çözümlerine devam ettiklerini ifade etmiştir. Turuncu grup ise soru ve eleştiride bulunmamıştır.

Araştırmacı: *Sarı gruptan Esra arkadaşımız çıkıyor.*

Esra: *İlk baş biz 5 çarpı 6 yaptık. Sonra 30x400 eşittir 12000.*

Araştırmacı: *400 neydi Esra?*

Esra: *400 bir dairenin toplam su faturası. Bütün daireler 12000 ediyormuş. Sonra biz ocak ayı için 12000'den 800'ü çıkarttık 11200. 11200'den 800'ü çıkarttık (tahtaya 9600 yazar) mart ayında 8800. Bu da 8000 ve 7200 (Mayıs ve haziran ayı fatura miktarını söyler)12000'den 8000'i çıkartıp tasarruf miktarını bulacağız. 4000 TL tutuyor. Sonra da diyordu ki bir daireye takılacak olan musluk bedelini karşılıyor mu diyordu. Bir tane sensörlü musluğun fiyatı 3600 tl idi. Bunu çıkarttığımızda 400 TL kalıyor yani daha kara geçiyoruz o yüzden takılıyor diyoruz*

Araştırmacı: *Evet sorular varsa alalım. Mavi grup sorunuz var mı?*

Mavi Grup-İmer: *Hayır aynı zaten.*

Araştırmacı: *Yeşil grup sorunuz varsa anlamadığınız bir yer varsa söyleyebilir misiniz arkadaşınıza. Anladınız mı problemin çözümünü.*

Yeşil Gurup- Sude: *Biz yapıyoruz.*

Araştırmacı: *Turuncu gruptan ses çıkacak mı?*

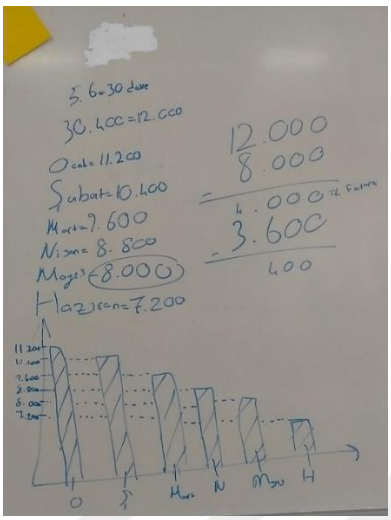
Turuncu Grup: *Biraz takıldık.*

Araştırmacı: *Tamam teşekkür ederiz. Siz sütun grafiği çizmişsiniz. Sizin sadece grafikleriniz farklı. Mavi grup çizgi grafiği, sarı grupta sütun grafiği kullandı arkadaşlar.*

Sarı grup sunum sonunda Şekil 67'de verilen çözümlerinde hehangi bir değişiklik veya düzeltme yapmamıştır.

Şekil 67

Sarı grup sensörlü musluk MOE sunum sonu revize



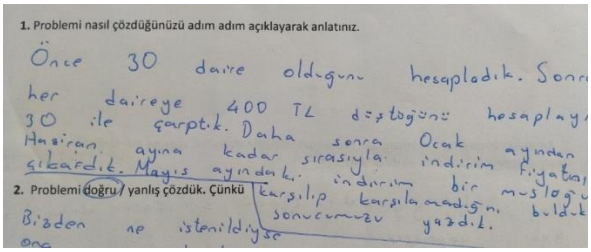
Tüm sunumların tamamlanmasının ardından etkinlik sonu dağıtılan soruları tamamlamaları istenmiştir. Birinci alt başlığa problemi nasıl çözdüklerini ikinci alt başlığa ise işlemleri istenilenlere göre yaparak çözümlerinden emin olarak doğru yaptıklarını ifade etmişlerdir **(Doğrulama)**. Yorumlama yeterliği kapsamında sorulan 3. alt başlığa gerçek yaşamda yaşanan bir olayın problem olarak sorulması nedeniyle sonuçların gerek yaşama uygun olduğunu belirtmişlerdir **(Yorumlama)**.

Esra: *Problemi nasıl çözdüğünüzü [Sunum sonu soru 1. Alt başlığı Nisan'a okur]. Ne yazdın?*

Nisan: *Problemi nasıl çözdüğünüzü adım adım açıklayarak [Alt başlığı okur]. Önce 30 daire olduğunu hesapladık sonra o daireye 400 tl düştüğünü hesaplayıp 30 ile çarptık. Sonra ocak ayından haziran ayına kadar sırasıyla 800 sayısını çıkartıp [Yazar].*

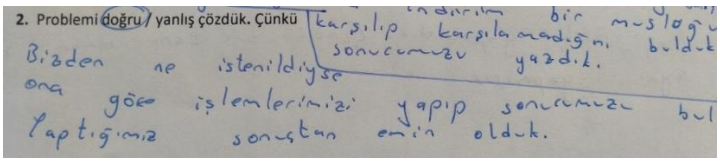
Esra: *800 sayısını çıkarttık deme ocak ayında indirim fiyatını çıkarttık. Çıkardık evet sonra ne yaptık? Mayıs ayındaki indirimi bir musluğu karşılıyor mu onu bulduk.*

Çözüm Kağıdı:



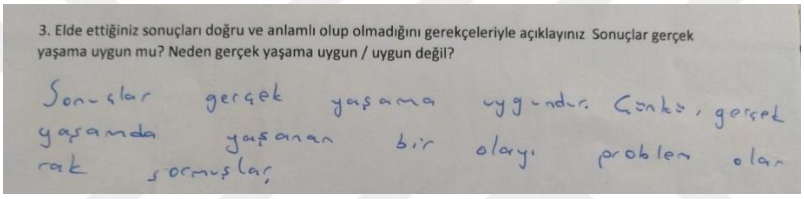
Esra: *Karşılayıp karşılamadığını bulduk biz sonucumuzu yazdık [Nisan'ın yazdığını okur]. Doğru çözdüğümüze inanıyoruz çünkü bizden ne istenildiyse ona göre sonucumuzu yazıp işlemlerimizi kontrol ettik.*

Nisan: *Yaptığımız sonuçtan emin olduk yazayım mı?*



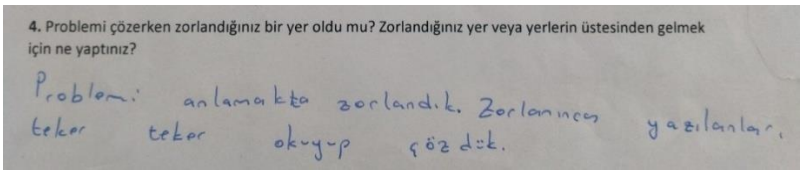
Esra: *Hıhım [Onaylar]. Nisan sen yazıver. Sonuçlar gerçek yaşama uygundur. Çünkü gerçek yaşamda da yaşanan bir olay bir probleme dönüştü.*

Çözüm Kağıdı:



Nisan: *Grafiği çizmekte zorlandık sonra tekrar tekrar okuduk yazdım.*

Çözüm Kağıdı:

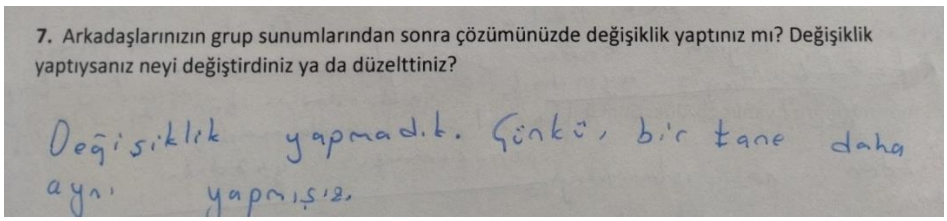


Sarı Grup: *Hocam yaptık.*

Etkinlik sonu verilen doğrulama yeterliği kapsamında sorulan "Sunumlardan sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı?" Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzeltiniz?" alt başlığına farklı bir grup ile çözümlerinin aynı olması nedeniyle değişiklik yapmadıklarını yazmışlardır **(Doğrulama).** Çözüm sürecindeki yaklaşımları ve grup sonu sorulara yazdıkları ifadeler göz önüne alındığında doğrulamayı gerçek yaşamdaki bilgileri göz önünde bulundurma ve gerçekçi olma olarak ele aldıkları düşünülmüştür. Sunum sonu etkinlik kağıdında yer alan öğrenci yanıtlarına ilişkin örnek Şekil 68'de sunulmuştur.

Şekil 68

Sunum sonu etkinlik kağıdı (Sarı Grup – Sensörlü Musluk)



Grubun çözüm yaklaşımları incelendiğinde, problem durumunda verilen varsayımlardan doğru olanları seçmedikleri için bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlarda bulundukları görülmüştür. Söz konusu varsayımlarına dayalı doğru bir matematiksel model kurup doğru bir şekilde çözmüşlerdir. Modelin çözümünden elde edilen sonuçları gerçek yaşamda doğru bir şekilde yorumlamışlardır. Süreç boyunca varsayımlarını, modellerini ve çözümlerini doğrulayarak tüm hataları düzeltmişlerdir. Söz konusu değerlendirmeler sonucunda Sarı grubunun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri Tablo 29'da verilmiştir.

Tablo 29

Sensörlü musluk MOE uygulamasında sarı grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri

SARI GRUP	**SENSÖRLÜ MUSLUK MOE**
Problemi Anlama	4
Sadeleştirme	2
Matematikselleştirme	2
Matematiksel Olarak Çalışma	4
Yorumlama	4
Doğrulama	6
Toplam	**22**

4.1.6. Damla Sulama Sistemi Model Oluşturma Etkinliğine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Damla sulama sistemi MOE uygulanma haftasında Geri Dönüşüm teması altında Sosyal Bilgiler ve Ahlak ve Yurttaşlık Bilgisi dersleri ile ilişkili; kaynakların etkili kullanımı, günlük yaşamda kaynak (su, gıda, para, enerji vb.) kullanımında israfın ahlaka uygun olmadığı konusu ile üretim ve yönetimde toprağın öneminin geçmişten ve günümüz örneklendirilmesini kapsamaktadır. Bu nedenle problemin bağlamını günümüz teknolojileriyle yenilenmiş

sitemlerle oluşturulan damla sulama sitemi ile toprakların sulanmasında doğal kaynaklarımızın bilinçli kullanımı oluşturmaktadır. Damla Sulama Sistemi MOEne başlarken öğrencilere damla sulama sistemini hakkında bilgi verilerek günümüz teknolojilerinden yararlanılarak yapılan sistemin işleyişini tanıtan video izletilmiştir. Ardından öğrecilere bireysel etkinlik kâğıtları dağıtılarak problem üzerinde bireysel olarak çalışmaları için süre verilmiştir. Verilen süre tamamlandıktan sonra grup çalışmalarına geçilmiştir.

Araştırmacı: *Günümüzde ekonominin güçlenmesi teknolojinin verimli şekilde kullanımına bağlıdır. Güncel tarım uygulamalarından haberdar olan üreticiler artık tarlalarında teknolojik ürünler kullanmaktadırlar. Bu akıllı teknolojik ürünlere akıllı sulama sitemlerini örnek olarak verilebilir. Akıllı sulama sistemleri ile toprağın istediği su miktarı ayarlanabilmekte ve böylece su israfının önüne geçilmektedir. Toprak altı damla sulama, suyun yavaş ve devamlı bir şekilde damlalar halinde bitki kök bölgesine, toprak ve bitki nem eksikliği hissetmeden sık aralıklarla verilmesidir. Toprak yüzeyi kuru tutularak suyun kök bölgesine en verimli şekilde yayılması sağlanır. Fasulye bitkisi, suya ihtiyaç duyduğunda yaprakları solar ve hızlı bir şekilde büyümesini durdurur. Bu nedenle, bitkinin su ihtiyacını karşılamak için toprağın nem oranını düzenli olarak kontrol etmek önemlidir. Sistem sayesinde yabancı ot gelişimi azalır, bitkinin yeşil kısmı ıslanmayacağından sebzelerde lekelenme ve mantar hastalıklar olmaz. Gübreleme ve ilaçlamada maddelerin su ile yıkanıp ortadan gitme olasılığı ortadan kalkacağı için daha verimli şekilde yapılır. Su kaybını en aza indiren sistemdir.*

Araştırmacı: *Sizlere verilen tanıtıcı makalenin videosunu izleyeceğiz. Bugünkü konumuz sosyal bilgiler dersinizde Üretimde ve Tüketimde Toprağın Önemi konusuyla bağlantılı. Tarlaları sulamak için değişik değişik sistemler geliştirmeye başlamışlar. Amaç ne biliyor musunuz? Sulardaki tasarrufu arttırmak. Bir de toprağa ilaç ve gübre veriliyor ya daha verim artsın diye. Bu maddeler verilirse ne kadar yüzeye yayılırsa boşa gidiyor ama bu damlama sistemiyle köklerin direk dibine su veriyorlar. Bir de akıllı telefonlara uygulamalar yüklenebiliyor. Tarladaki sensörlere, bu arada sensör nedir biliyor musunuz?*

Sınıf: *Evet*

Araştırmacı: *O sensörler mesela toprağın nemini ölçüyor. Nem değeri düşükse telefonundaki akıllı uygulamayla tarlanı sen sulayabiliyorsun. Dolayısıyla kesinlikle sudan tasarruf sağlayan bir sistem problemimiz onunla ilgili olacak. Hadi bakalım dikkatlice dinleyelim istemi anlatıyor [Video izletilir.]*

[…]

Araştırmacı: *Evet böyle bir sistem hem işçi sayısında hem suda hem de enerjide tasarruf sağlayan bir sistem. Evet farkın ne olduğunu gördük değil mi? Sizin de yaşadığınız bölgede büyük arazilerde tarımla uğraşılıyor değil mi hocam? [Ders öğretmenine sorar.]*

Öğretmen: *Tarım, hayvancılık*

Sude: *Her evin bahçesi var.*

4.1.6.1. Damla Sulama Sistemi Model Oluşturma Etkinliğinde Sarı Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Damla sulama sistemi MOEnin problem durumunda yer alan iki çiftçiye ait diyalog turuncu gruptan Turan ile araştırmacı tarafından yüksek sesle tüm sınıfa okunmasının ardından sarı gruptan Esra, problem durumunda çözüm için gerekli arazi ve ağırlık ölçü birimi olan dekar ile tonun açıklanmasını istemiştir **(Problemi Anlama, Sadeleştirme).** Araştırmacının, 1 dönümün 1 dekara eşit olduğu ve 1 ton = 1000 m^3 tahtaya yazılmasının ardından problem durumunu bireysel olarak incelemeleri için süre verilmiştir.

Araştırmacı: *Bu problemdeki diyalogta çiftçi Erdem ve komşusu Cihan fasulye üretiyorlar. Erdem'in ekim yaptığı tarım arazilerine kurdurduğu yeni sulama sitemiyle ilgili aşağıda şu diyalog geçmiştir. [Erdem 'in diyaloğunu okur]. Fasulye ektiğim daha önce yağmurlama, karık gibi sistemlerle suladığım 15 dekar tarlamda, başta işçilik olmak üzere maliyetlerim çok yüksekti. Toplam 60 ton su harcamıştım. 2023 yılında araştırmalarım sonucunda toprak altı damla sulama sistemi sayesinde, su tüketiminden %40 tasarruf ederken ürün verimim de %35 oranında arttı.*

Turuncu Grup-Turan: *[Cihan'ın diyaloğunu okur]. Erdem sistemi kurdurmadan önce kaç dönümden ne kadar ürün alıyordun?*

Araştırmacı: *[Erdem 'in diyaloğunu okur]. Benim 15 dönümlük arazide 9 ton ürün yetişti.*

Turuncu Grup-Turan: *[Cihan 'ın diyaloğunu okur]. Muhtarlıkta ki yazıda okudum devlet bu yıl damla sulama yöntemini kullananlara su bedelinde indirim yapıyormuş Erdem. Ben sana yazıyı getirdim, o yazıyı da kısaca okuyayım mı? Devlet bize şöyle yardım ediyormuş diyorsun, yazıda diyor ki: Sulama sistemi yağmurlama ve damlama yöntemine göre sistem işletme basıncı vb. uygun olan işletmelerde su ve enerji tasarrufunu teşvik etmek amacıyla bu hükümler saklı kalmak kaydıyla damla sulama yöntemiyle sulama yapan su kullanıcılarına*

sulama birliğinin kararı ve DSİ Bölge Müdürlüğünün onayı ile su kullanım bedeli %50' ye kadar indirimli uygulanabilir.

Araştırmacı: *[Erdem 'in diyaloğunu okur]. Bu daha da güzel bir haber. Toprak altı damla sulama sistemi bizler için daha da avantajlı oldu.*

Turuncu Grup-Turan: *[Cihan 'ın diyaloğunu okur] Ben, sisteme geçmeden önce dönüm başına düşen, tükettiğimiz su ile topladığımız ürün miktarı aynıydı Erdem. Bu yıl ton başı su bedeli ne kadar olmuş? Demek ki hizmet bedeli indiriminden en fazla yararlanacağım şekilde bir hesap yapayım.*

Araştırmacı: *[Erdem 'in diyaloğunu okur].2024 yılı için m^3 başına belirlenen ücret, 0, 783 tl olmuş gençler.*

Esra: *Hocam şeyi buraya yazsak ya dekar, ton.*

Araştırmacı: *Yazacağım onları, tamam. Arkadaşlar, soruda şunu diyor: 2024 yılında ürünlerini toprak altı damlama sulama sistemine geçerek yetiştirmeye karar vermiş. Fasulye ekimi yaptığı Cihan'ın 5 dönümlük tarlası var. Bunun için ödeyeceğim su bedeli ve toplayacağım ürün miktarının hesaplanmasına yardımcı olur musunuz? Öncelikle 10 dk bireysel defterlerinize bireysel çalışmalarınızı yapalım sonra grup defterinde yapacağız. Ben tahtaya yine yazayım. 1 dönüm 1 dekara eşit ikisi aynı anlamda. 1 ton = 1000 m^3 [Tahtaya yazar]. Bireysel 10 dk kendi defterlerinize karalamalarınızı yapabilirsiniz.*

Problemin yüksek sesle okunmasının ardından sarı grup üyeleri verilenler ve istenilenleri belirlemeye çalışmışlardır **(Problemi Anlama)**. Su ücretinin belirlenmesinde 1 m^3 'ün 0,783 kuruş olarak verilmesi İlkan'ın ücretin yaklaşık olarak 1 Tl olarak ifade etmesi üzerine Esra itiraz ederek 7 lira 83 kuruş olduğunu söylemiştir. Bu durum problem durumunda geçen diyalogda Cihan Erdem'e ton başı su bedelinin ne kadar olduğunu sorduğunda verilen yanıtın m^3 başına belirlenen ücret olması fakat 15 dekarlık tarlada 60 ton su kullanılması, öğrencileri 1 ton suyun ücretini hesaplamaya yöneltmesinden kaynaklanmıştır **(Problemi Anlama, Sadeleştirme).** Öğrencilerin hacim ölçülerini 6. sınıfta görmeleri ve gerekli değişkenleri belirleyerek gerçekçi varsayımlarda bulunabilmeleri amacıyla araştırmacının yönlendirmesi sonucunda 1 tonun 783 tl olduğu belirlenmiştir **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme)**. Ardından öğrencilerin bir ton su ücretinin 15 çarpılması gerektiğini ifade ettiklerinde **(Matematikselleştirme)** araştırmacı tarafından oluşturacakları matematiksel

model için grupça karar vermeye yönlendirilmişler ve 1000 m^3 için bulunan 783 TL ücret grupça onaylanmıştır **(Doğrulama)**.

Nisan: *Biz direk girelim yapalım.*

Esra: *Hocam, şimdi nasıl yapacağız biz bunu?*

Nisan: *Soru sormamış ki bize, %30, %40 tasarruf oluyormuş.*

İlkan: *Burası 793 mü yoksa 783 kuruş mu?*

Nisan: *793 kuruş. [Bir m^3 su ücretini söyler.]*

İlkan: *1 lira değil mi?*

Esra: *Hayır, 7 lira 83 kuruş,*

Araştırmacı: *Ne istiyor soruda? Önce problemde ne istediğini anlamaya çalışacağız.*

Esra: *Hocam bu şey mi 7 lira 83 kuruş.*

Araştırmacı: *7 lira 83 kuruş değil o, 0,783. Siz onun on katını aldığınızda öyle çıkıyor. Yani sen 10 $m^{3'}$ü yazdın buraya. 10 ile çarptığında virgül bir basamak sağa kaydı ya o yüzden sen 10 m^3 için buldun ama 1 ton kaç m^3 tü?*

Sare: *15 dekara 60 ton su harcıyormuş,*

Esra: *Tamam anladık. 1 tonu 783 lira ediyor. 783'ü 15 ile çarp (Nisan'a söyler). Tamam bunu buldum ben şimdi su miktarını.*

Araştırmacı: *Sonra 783'ü ne ile çarptınız?*

Esra: *15. Burada 15 vermiş.*

Araştırmacı: *15 dekara 60 ton su harcamış.*

Esra: *Hıhım onu bölecek miyiz?*

Araştırmacı: *Beraber karar verin. Arkadaşınız 1000 m^3 ü 783 tl bulmuş. Hepiniz arkadaşınız ile aynı fikirde misiniz?*

İlkan: *Evet.*

Araştırmacı: *Tamam, o zaman neyi hesaplamak istiyorsunuz onu bir düşünün?*

Nisan: *Suyu.*

Bir şey anlamadıklarını ifade eden öğrencilerin araştırmacı problemi tekrar okumaları için yönlendirilmesi ardından problemin verilerini nasıl kullanacaklarına ilişkin fikir yürütmeye başlamışlardır. Grup çözüm kağıtlarında yer alan problemde ne istediğini kendi cümlelerinizle açıklamalarını isteyen alt başlıkta Esra 5 dönümlük tarlada tüketilen su ve çıkan ürün miktarının sorulduğunu ifade etmiştir **(Problemi Anlama ve Sadeleştirme).** Öğrenciler 5 dönümlük tarlada da 60 ton su kullanıldığını belirttiklerinde araştırmacı tarafından problemi tam olarak anlamlandırarak doğru matematiksel model kurabilmeleri için farklı büyüklükteki bir tarlada neden aynı miktar suyun kullanıldığının sorgulanması sağladığında grup üyelerinden Sare ve İlkan 60' In 3'e bölünerek 5 dönümlük tarlada 20 ton suyun kullanıldığını hesaplamıştır **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma).** Ardından problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklanmaları istenen 1. Alt başlığa; Cihan'ın 2024 yılındaki 5 dönümlük tarlası için ne kadar su faturası ve ne kadar ürün çıktığını bulmamızı istiyor şeklinde yanıtlanarak tüm grup onaylamıştır **(Problemi Anlama, Sadeleştirme ve Doğrulama).**

Araştırmacı-*17.07****:*** *Sarı grup, grup çözümlerine geçiyoruz artık.*

Esra: *Hocam, biz bir şey anlamadık ki.*

Araştırmacı: *Tekrar okuyacağız o zaman biriniz yüksek sesle okusun.*

Nisan: *Ben okurum hocam. Toprak altı damlama …. [Problem yeniden okunur].*

Esra: *Ben bundan sonrasını yapamıyorum gençler görev size ait.*

Nisan: *Şey diyeceğim hiçbir şey anlamadım ki ben. Problemde ne istediğini kendi cümlelerinizle açıklayın diyor, arkadaşlar [Grup çözüm kağıdındaki 1. Alt başlığı okur].*

Esra: *2024 de 5 dönümlük yere işte ne kadar su ne kadar ürün çıkartır? Hocam, biz gerisini getiremiyoruz. O zaman diğerinde de mi 60 ton harcanıyor?*

Araştırmacı: *Senin 5 dönüm tarlan var.*

Esra: *Gene 60 ton.*

Araştırmacı: *Niye sen, aynı miktar su harcayasın?*

Sare: *60'ı 3'e mi böleceğiz?*

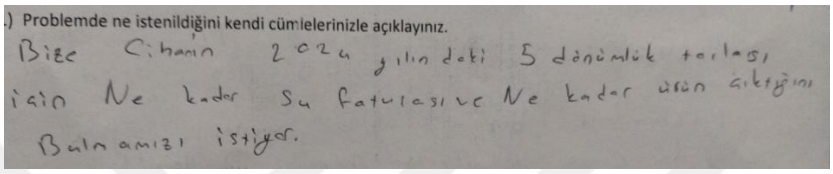
İlkan: *20 mi hocam?*

Esra: *Hocam işte o zaman 20 ton ağırlığında mı? Şimdi hocam, 5 dönüme 20 ton harcıyor.*

Araştırmacı: *Şimdi birinci problemi okur musun?[Çözüm kağıdındaki 1. Alt başlığı gösterir.]*

Sare: *Okurum hocam. Problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayın. Bize Cihan'ın 2024 yılındaki 5 dönümlük tarlası için ne kadar su faturası ve ne kadar ürün çıktığını bulmamızı. istiyor.*

Çözüm Kağıdı:



Araştırmacı: *Bütün sarı grup aynı fikirde mi?*

Sare, Esra, Nisan: *Evet*

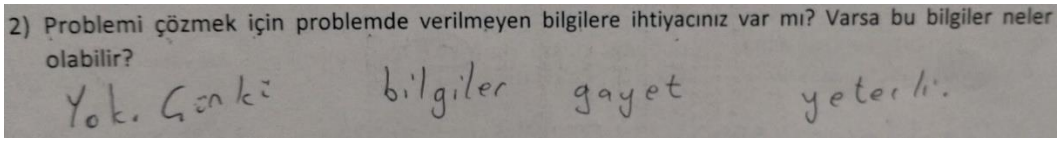
Araştırmacı: *İlkan dahil İlkan aynı fikirde misin?*

İlkan: *Evet.*

Öğrenciler grup çözüm kağıtlarında problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyaçlarının olup olmadığını sorgulatan ikinci alt başlığa verdikleri yanıtta; problemi çözmek için verilen bilgilerin yeterli olmasından dolayı verilmeyen bilgilere ihtiyaçları olmadığını ifade ederek grupça onaylamışlardır **(Sadeleştirme, Doğrulama).** Bilişsel modelleme yeterliği sadeleştirme basamağındaki oluşturdukları varsayımları sorgulatan üçüncü alt başlığı, problem durumunda DSİ (Devlet Su İşleri) genel müdürlüğünün yapacağı indirimin %50 veya daha az olabilir biçiminde verilmesi nedeniyle %50 olarak almaları olduğunu ifade etmişlerdir **(Sadeleştirme).**

Sare: *Problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyacınız var mı? Varsa bu bilgiler neler olabilir [İkinci alt başlığı okur.] Yok çünkü bilgiler gayet yeterli.*

Çözüm Kağıdı:



Araştırmacı: *Ekstra bir bilgiye ihtiyacınız olmadığını düşünüyorsunuz.*

Sarı Grup: *[Onaylar.]*

Sare: *Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir? Varsayımlarınızı belirlerken. [3. Alt başlığı okur.]*

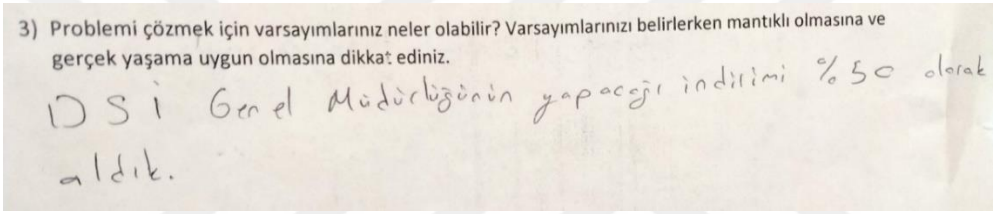
Araştırmacı: *DSİ genel müdürlüğünün yapacağı indirimi %50 olarak almışsınız.*

Sare, Esra: *Evet.*

Araştırmacı: *Varsayım olarak neden kabul ettiniz arkadaşlar bunu?*

Esra: *Çünkü hocam %50 veya daha az olabilir dediği için. Yani tam söylemiyor.*

Çözüm Kağıdı:

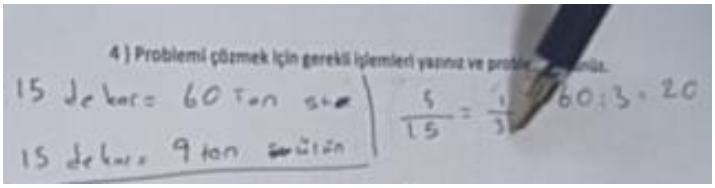

3) Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir? Varsayımlarınızı belirlerken mantıklı olmasına ve gerçek yaşama uygun olmasına dikkat ediniz.
DSİ Genel Müdürlüğünün yapacağı indirimi %50 olarak aldık.

Araştırmacı problem durumunda Cihan'ın 5 dönümlük tarlası için ödeyeceği su bedeli ve toplayacağı ürün miktarını, çalışmalarını erken tamamlayan grup üyelerinden problemi çözmek için yaptıkları işlemleri açıklamalarını istemiştir. Öğrenciler, damla sulama sistemine geçmeden önce 15 dekar tarlada 60 ton su tükettiğinden 5 dönüm tarlada kullanılacak su miktarını orantı kullanılarak 20 ton su kullanıldığını, sisteme geçildiğinde su tüketim miktarının %40 azalması nedeniyle 20 tonun %60'ını hesaplayarak su tüketiminin 20 x 60/100 = 12 ton olduğunu ödenecek su bedelinin ise 783x12= 9396 TL olarak bulduklarını ifade etmişlerdir **(Matematikselleştirme, Matematiksel olarak Çalışma ve Doğrulama)**. Gerçekçi varsayımlar doğrultusunda kurulan matematiksel modellerinde sisteme geçmeden toplanacak ürün miktarı tarlaların büyüklüklerine göre oranlanarak 3 bulunduğu ve sisteme geçişten sonra verimin %35 artması nedeniyle 3 tonun %135'ini 3 x %135 işlemlerini yaparak 4,05 ton olarak hesapladıklarını açıklamışlardır (**Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma ve Doğrulama).** Damla sulama sistemine geçildiğinde su hizmetinin %50 indirimli uygulanması nedeniyle bulunan 9783 değeri 2'ye bölünerek ödenecek su bedeli 4698 Tl olarak bulunmuştur **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma ve Doğrulama).**

Araştırmacı: *Şurayı açıklar mısınız arkadaşlar [Çözümlerini açıklamalarını ister.]*

Esra: *15 dekara 60 ton su, 15 dekara 9 ton ürün çıkarıyormuş. Biz de ilk baş bu Cihan 15 dönümlükmüş. Kesir olarak yazdık sonra bu çıktı 5/15=1/3. Sonra biz 60'ı 3'e böldük 5 dekarı bulmak için [5 dönümlük arazi için gereken su miktarını söyler].*

Ekran Alıntısı:



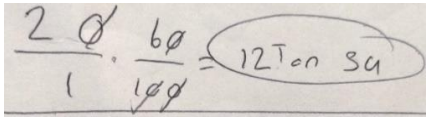
Araştırmacı: *Neden 5/15 olarak alarak sadeleştirdiniz.*

Esra: *Erdem 15 dekara 60 ton su kullanıyormuş Cihan'ın 5 dekara ne kadar kullanır diye bunu orantıladık o yüzden böyle yaptık. Sonra sadeleştirdik. Sadeleştirdikten sonra 3 bulduk. Yani bu 60 ton suyun 3'de 1'i bu 5 dekarlık yere eşitmiş 20 tona.*

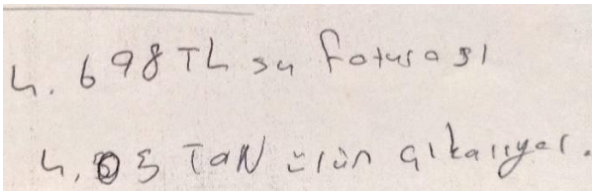
Araştırmacı: *Sonra %60 ile niye çarptınız?*

Esra: *Bize %40 indirim yapıldığını söylüyordu. Yani geriye %60' ı kalıyordu. Bizde 20'nin %60'ını bulup 12 ton suyu bulduk.*

Ekran Alıntısı:



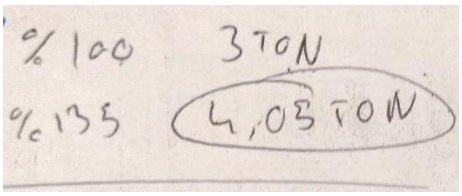
Esra: *12 ton suyu bulduktan sonra biz buraya şey ürünleri yaptık %100'ü 3 tonmuş %135'i 4,05 ton.*



Araştırmacı: *Artmış halini mi yazdınız oraya?*

Esra: *Evet, %35 daha fazla artıyormuş. Sonra bunu bulduk.*

Ekran Alıntısı:



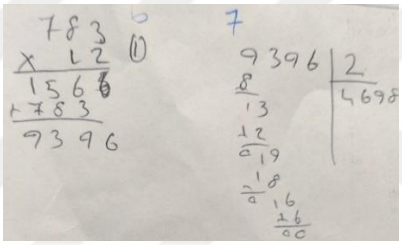
Araştırmacı: *Aynı fikirde misiniz?*

Esra: *A tabi biz ilk baş 9'u 3'e de böldük. Orada 9 ton ürün yazıyor ya.*

Araştırmacı: *Birbirine oranladınız.*

Esra: *9'u 3'e böldük. Evet gene öyle yaptık 3 bulduk. İşte sonra 783 vardı orada m^3 fiyatını bulduk. Sonra biz bunun %50 olarak aldık indirim fiyatını sayının yarısı olduğu için bu.*

Ekran Alıntısı:



Damla sulama sistemi MOEnde sunumlarını ilk sırada gerçekleştiren Sarı grup üyelerinden Esra ve Sare grup çözümlerini sınıf arkadaşlarına anlatmıştır. Sunum sonunda araştırmacı gruba sorularının olup olmadığını sorduğunda diğer gruplar tarafından bir soru yöneltilmemiş ve mavi grup üyeleri çözümlerinin sarı grubun çözümüyle aynı yeşil grup ise farklılık olduğunu ifade etmiştir. Sunumlara çözümlerinde farklılık olduğunu belirten yeşil grup ile devam edilmiştir.

Esra: *Biz ilk baş buraya bize verilen bilgileri yazdık. Bunları yazdıktan sonra Cihan'la Erdem'in tarla dekarlarının oranına baktık. Sonra bunlar Erdem'in 3 dekarı Cihan'ın 1 dönümüne eşitmiş yani 60'ı 3'e böldük 20 bulduk. 2'nin sonra %60'ını bulmaya çalıştık çünkü bize %40 indirim yapıldığı söyleniyordu geriye de %60'ı kalıyordu. Biz çıkartmak yerine direk %60'ını bulduk. 12 ton su elde ediliyor. Burada 9 ton ürün çıkıyormuş 15 dönümlük tarladan, bunlardan direk) 9'u, 3'e böldük Cihan'ın şeysini bulmak için. Sonra 3 ton ürün bulduktan sonra %100'ü 3 tonsa %35'ini bulduk (Tahtaya %135'i gösterir.) 4,05 ton bulduk. Sonra bizden su faturasını istiyordu. Su faturasını bulduktan sonra bulduğumuz sonuçları yazdık.*

Araştırmacı: *Tamam şimdi sırasıyla sorularımızı soralım [Sınıfa söyler.]*

Mavi Grup: *Bizim yok.*

Araştırmacı: *Farklılık var mı çözümünüzde?*

Mavi Grup- İmer: *Hayır.*

Araştırmacı: *Aynı mı çözümünüzle?*

Mavi Grup-Naz ve İmer: *Evet*

Yeşil Grup – Berat: *Var.*

Araştırmacı: *Var mı çözümünüzde farkınız?*

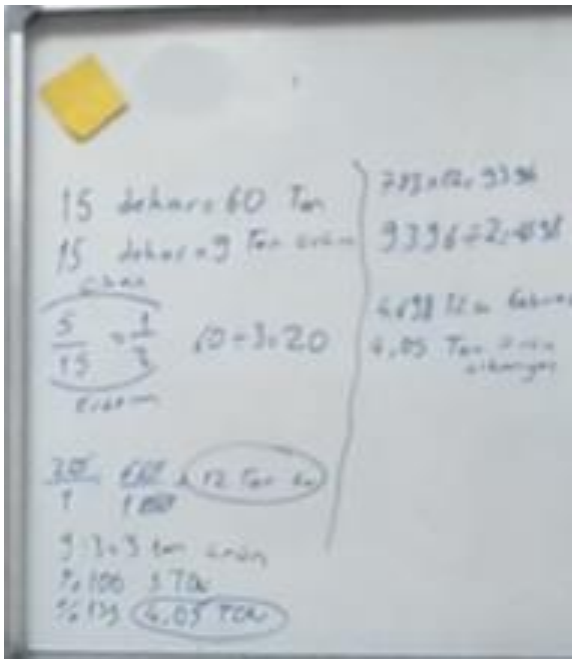
Yeşil Grup: *Var.*

Araştırmacı: *Yeşil grubun çözümlerinde farklılık varmış. O zaman yeşil grubu sunuma alalım. Teşekkür ediyoruz.*

Sarı grup sunum sonunda Şekil 69'da verilen çözümlerinde değişiklik ya da düzeltme yapmamıştır.

Şekil 69

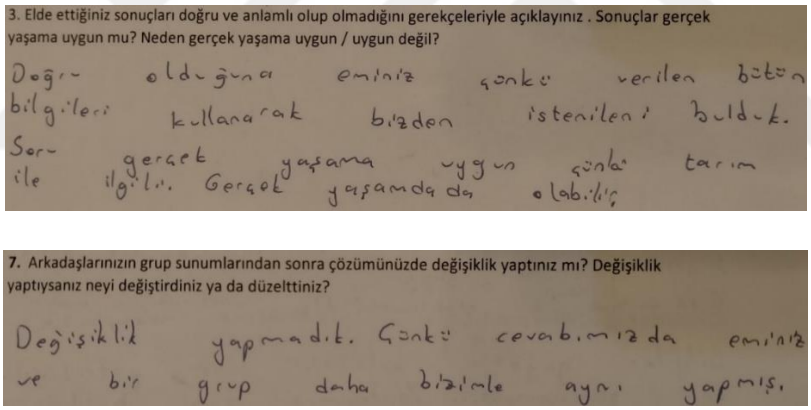
Sarı grup damla sulama MOE sunum



Etkinlik sonu verilen yorumlama ve doğrulama yeterliği kapsamında sorulara Şekil 64'de verilen yanıtlar incelendiğinde "Elde ettiğiniz sonuçları doğru ve anlamlı olup olmadığını gerekçeleriyle açıklayınız. Sonuçlar gerçek yaşama uygun mu? Neden gerçek yaşama uygun/ uygun değil?" sorusunda verilen tüm bilgileri kullanarak istenileni buldukları için doğruluğundan emin olduklarını ve tarımla ilgili bir soru olduğu için gerçek yaşama uygun bir olduğunu, **(Yorumlama)**, "Sunumlardan sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı?" Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzeltiniz?" sorusuna ise cevaplarından emin oldukları için değişiklik yapmadıklarını ve farklı bir grubun da çözümlerinin aynı olduğunu belirtmişlerdir **(Doğrulama).** Çözüm sürecindeki yaklaşımları ve grup sonu sorulara yazdıkları ifadeler göz önüne alındığında doğrulamayı gerçek yaşamdaki bilgileri göz önünde bulundurma ve gerçekçi olma olarak ele aldıkları düşünülmüştür. Sunum sonu etkinlik kağıdında yer alan öğrenci yanıtlarına ilişkin örnek Şekil 70'de sunulmuştur.

Şekil 70

Sunum sonu etkinlik kağıdı (Sarı Grup – Damla Sulama)



Grubun çözüm yaklaşımları incelendiğinde, öğrencilerin gerçek yaşama uygun varsayımlar doğrultusunda matematiksel modeller oluşturdukları ve çözdükleri görülmüştür. Çözümü gerçek yaşamda doğru bir şekilde yorumlamışlardır. Doğrulama yaklaşımında bulunan öğrenciler çözümlerini gerçek yaşamda doğru bir şekilde yorumlamışlardır. Öğrenciler çözüm boyunca varsayımlarını, modellerini ve çözümlerini doğrulamışlar ve belirledikleri hataların tümünü düzeltmişlerdir. Söz konusu değerlendirmeler sonucunda mavi grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri Tablo 30'da verilmiştir.

Tablo 30

Damla sulama sistemi MOE uygulamasında sarı grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri

SARI GRUP	DAMLA SULAMA SİSTEMİ MOE
Problemi Anlama	4
Sadeleştirme	3
Matematikselleştirme	4
Matematiksel Olarak Çalışma	4
Yorumlama	4
Doğrulama	6
Toplam	**25**

4.1.6.2. Damla Sulama Sistemi Model Oluşturma Etkinliğinde Yeşil Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Damla sulama sistemi MOEnin problem durumu yüksek sesle tüm sınıfa okunurken Sude karığın ne anlama geldiğini arkadaşlarına sormuştur. Araştırmacının, problem durumunda yararlanılması gereken ölçü birimlerini yazılmasının ardından problem durumunu bireysel olarak okuyarak incelemeleri aşamasında problem anlamlandırılarak verilen ve istenilenler grup üyeleri tarafından ifade edilmiştir **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)**. Bu süreçte Berat, iki çiftçinin tarla büyüklüklerinin birbirine oranını 1/3 alarak 15 dönüm tarladan 9 ton ürün elde edilmesinden 9'u 3'e bölerek, 5 dönüme 3 ton ürün alındığını ifade etmiştir **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)**. Nisan problem durumunda damla sulama sistemine geçmeden önce 60 ton su harcayan Erdem'in %40 tasarruf ettiğini ifade etmiş ve 60 tonu 60000 m^3'e çevirerek %60'ını hesaplamıştır **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma).**

Sude: *Karık ne?*

Berat: *Karık nerede yazıyor? Onu bilmiyor musun?*

Araştırmacı: *Cihan, 2024 yılında ürünlerini toprak altı damlama sulama sistemine geçerek yetiştirmeye karar vermiş. Fasulye ekimi yaptığı Cihan'ın 5 dönümlük tarlası var. Bunun için ödeyeceğim su bedeli ve toplayacağım ürün miktarının hesaplanmasına yardımcı olur musunuz? Öncelikle 10 dk bireysel defterlerinize bireysel çalışmalarınızı yapalım sonra*

grup defterinde yapacağız. Ben tahtaya yararlanabileceğiniz bilgileri yazayım. 1 dönüm 1 dekara eşit ikisi aynı anlamda. 1 ton = 1000 m^3 [Tahtaya yazar]. Bireysel 10 dk kendi defterlerinize karalamalarınızı yapabilirsiniz.

Sude: *Hocam daha okumadık ki biz.*

Araştırmacı: *Beraber okuduk. Bir daha okuyun. Arkadaşlar 8 dakika bireysel hadi.*

Berat: *5 dönüme 3 ton alıyor.*

Banu: *Dekar neye eşit?*

Berat: *Dönüme, 1000 m^2.*

Tuna: *9000 kg yine çok da kazanmıyor yani.*

Banu: *%40 tasarruf.*

Tuna: *Bende buldum arkadaşlar.*

Berat: *Ben de aynısını buldum.*

Sude: *Ya karık ne?*

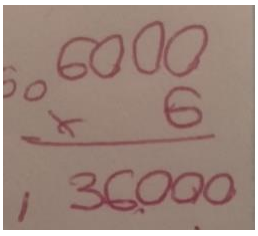
Tuna: *Hani böyle çukurlar oluyor ya.*

Sude: *Haa anladım.*

[…]

Banu: *Ben birini 36000 buldum su tasarrufunu diğerini şey yapmadım. Ne kadar indirim olduğunu hesaplıyoruz.*

Ekran Alıntısı:



Problem durumunda verilen "damla sulama yapan su kullanıcılarına su kullanım hizmet bedelinin %50'ye kadar indirimli uygulanabilir" ifadesini doğru bir şekilde anlamlandıran Tuna ve Sude verilen ifadeyi göstererk arkadaşlarını ikna etmeye çalışılmıştır **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)**. Ardından Berat 1 dönüm için 1 ton su tüketilmesini kabul ederek oluşturduğu

varsayım doğrultusunda kurduğu matematiksel modelde; su bedelinin %50 indirimini bulabilmek için 3915'yi 2'ye bölmüş ve işlem hatası nedeniyle 1807,5 tl olarak bulmuştur **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma).**

Berat: *İndirim ne alaka? Tamam ben kontrol de ettim. Bir şey söyleyeceğim beni dinleyin.*

Sude: *İndirim %50'ye kadar. İndirim yazıyor ya.*

Berat: *Hani nerede yazıyor indirim?*

Tuna: *Tutarda indirim yapıyor.*

Sude: *Evet.*

Tuna: *Ama Erdem söylüyor zaten indirim olduğunu. En altta yazıyor.*

Berat: *Ee tamam %50 yarısı [İşlem yapar.] Yapmadınız mı siz?*

Sude: *Hayır. Ben başladım.*

Banu: *%50'ye kadar indirim uygulanabilir diyor.*

Berat: *%50'ye kadar mı? %50 mi?*

Tuna: *%50.*

Berat: *%50.*

Sude: *0 ile 50 arası.*

Banu: *Ama oradaki belli değil ki.*

Berat: *Ama belli bir şey vermemiş o yüzden belli. 1807, 5 yapıyor. %50 indirim.*

Tuna: *Ben daha bitirmedim.*

Berat'ın tarladaki ürün miktarına nasıl ulaştığını Sude'ye aktarması sırada **(Matematiksel Olarak Çalışma, Doğrulama).** Problemde verilen ve istenilenleri anlamlandırmaya devam eden Banu araştırmacıya problemin doğru mu orantı ters orantıyla mı ilgili olduğunu sorduğunda Sude verimin %35 olduğunu ifade etmiştir. Sude'nin açıklaması üzerine Berat'ın karık sitemi yapılınca suyun %35 daha az tüketildiğini söylemesi üzerine maliyet ve su tüketimindeki artış ve azalışı birbirine karıştırması nedeniyle Tuna itiraz etmiştir.

Arkadaşını tekrar okuması için yönlendirmesiyle ürün veriminin %35 arttığı kararlaştırılmıştır **(Problemi Anlama, Sadeleştirme).**

Berat: *Sude şurada 15 dönüme 9 ton diyor değil mi? 15'i 3'e böl, 5. 9'u 3'e böl, 3. 5 dönüm yapmak için 3'e bölününce 5 dönüm ediyor ya. Siz çözün de bakalım. Sude kaç buldun? Ne kadar olduğunu buldun mu? 3 ton ya.*

Sude: *3 tonu şey yapsak.*

Berat: *3 tonla hiçbir şey hesaplamıyorsun. Direk 3 ton.*

Banu: *Hocam bu neyle ilgili doğru orantı ters orantıyla mı ilgili?*

Sude: *Ama verimi %35 oranında verim artmış. [Berat'a söyler.]*

Araştırmacı: *Sizce ne ile ilgili arkadaşlar?*

Banu: *Orantıyla ilgili ama nasıl yapacağız?*

Berat: *Sude karık sistemine göre %35 artmış. Sude karık sitemi yapılınca %35 daha az. [Suyun daha az harcandığını söyler.]*

Tuna: *Karık sistemi yapılınca daha fazla. [Ürün miktarının arttığını belirtir.]*

Berat: *Hayır.*

Tuna: *Evet. Karık sistemi yapınca daha fazla su kullanıyor.*

Berat: *Oku, oku.*

Tuna: *Karık gibi sistemlerle suladığım 15 dekar tarlamda başta işçilik olmak üzere maliyetlerim çok yüksekti diyor işte [Soruda geçen bölümü okur.] Karık sistemi yapınca maliyeti yüksek oluyor.*

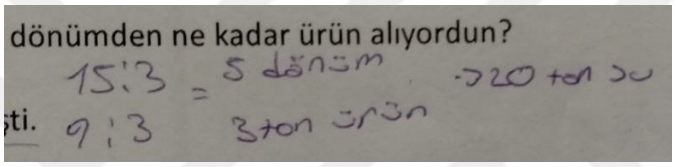
Berat: *Tamam zaten biz ürünün veriminin %35'ini diyor sen ne anlıyorsun?*

Grup üyelerinden Sude ve Banu bireysel kağıdında, geçekçi varsayımlar doğrultusunda oluşturduğu matematiksel modelinde doğru orantıyı kullanarak tarla büyüklükleri ile tüketilen su miktarlarının doğru orantılı olmasını kullanarak Cihan'ın tükettiği su miktarının 20 ton olduğunu hesaplamıştır. **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma).** Tuna ise tüketilen su miktarından %40 tasarruf edilmesi nedeniyle 60 tonun %40'ını 24 olarak hesaplamış olmasına rağmen 60'dan 24'ü çıkarmamıştır. Tarla büyüklüklerinin birbirine oranını 1/3 alarak 60'dan 24'ü çıkarmayarak oluşturduğu hatalı matematiksel

modelde işlemlere devam ederek 24'ü 3'e bölmüş ve tüketilen su miktarını 8 ton olarak hesaplamıştır **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma**). Sude su miktarındaki tasarruf miktarının bulunmasından önce 20 ton üzerinden hesaplamaların yapılmasını ifade etmiş fakat arkadaşları tarafından üzerinde durulmamış bu nedenle Tuna ve Berat oluşturdukları hatalı matematiksel modellerinde su tüketim ücretlerini birbirinden farklı olarak 3132 ve 3915 tl olduğunu ifade etmişlerdir. (**Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma**). Berat ürün miktarını ise gerçekçi varsayım doğrultusunda yaptığı işlemler ile 4,05 ton bulduğunu ifade etmiştir (**Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma**).

Sude: *20 ton su kullanmış.*

Ekran Alıntısı:



Tuna: *24 ton su harcıyor değil mi? [Su tüketiminden %40 tasarruf etmesi nedeniyle 60 ton üzerinden hesaplar.]*

Sude: *Verim miktarım %35 arttı diyor verim miktarını etkiliyor.*

Berat: *Baştan oku diyorum baştan.*

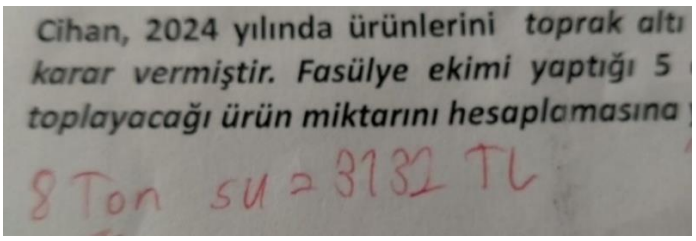
Tuna: *0,783 ile çarpılacak.*

Banu: *20 tonu bulduktan sonra ne yapıyoruz?*

Berat: *3,15 mi çıkıyor?*

Tuna: *3132 yapıyor.*

Ekran Alıntısı:



Berat: *3915 [783x5=3915 işlemini gösterir.]*

Tuna: *O başka bir şey.*

Berat: *Ben buldum su parasını.*

Berat: *3132 bin mi? Sude ne kadar ton olduğunu buldun mu?*

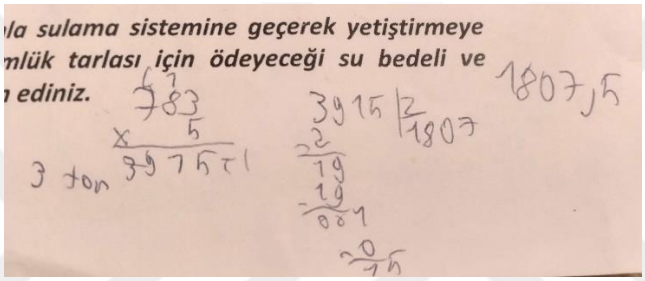
Sude: *1 m^3 0,783 tl*

Berat: *Evet. Tamam işte o da 3915 tl yapıyor. 5 dönümü hesaplayınca.*

Banu: *Öyle mi yapıyor? Bir daha söyle.*

Berat: *Evet öyle yaptım. 3915 tl. Sonra %50'ye kadar indirimli diyor. Yarısı 1807,5.*

Ekran Alıntısı:



Tuna: *Ben yaptım.*

Berat: *Ben tonunu bulamadım.*

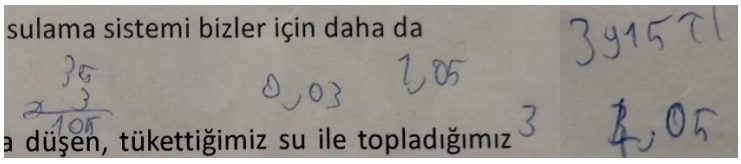
Tuna: *0,03 ile çarptım.*

Berat: *Bu su mu verim mi?*

Tuna: *Su bu 3132 tl.*

Berat: *Ben tonunu buldum 4,05.*

Ekran Alıntısı:



Sude'nin kendi bulduğu sonucun farklı olduğunu söylemesi üzerine Berat çözümündeki hatayı fark etmeden yanıtından emin olduğunu ifade etmiş ve yaptığı bölme işlemini anlatması üzerine Sude onaylamıştır **(Doğrulama).** Tuna'nın da bitirdiğini ifade etmesiyle gurup çözüm kağıtlarında yer alan alt başlıkları tamamlamaya başlanmıştır. Yeşil gurup bilişsel modelleme

yeterliklerinin problemi anlama basamağına ilişkin problemde ne istenildiğinin açıklanması istenen alt başlığı; Cihan'ın 5 dönümlük tarlayı sulamak için ödeyeceği su bedeli ve toplanan ürün miktarının bulunması biçiminde yanıtlanmıştır **(Problemi Anlama, Sadeleştirme).** Grup üyelerinden Berat gereken tüm işlemleri yazdığını ifade ettiğinde Sude tüm yaptıklarının kontrol etmeleri gerektiğini belirtmiş ve işlemler kontrol edilmiştir. Bu sırada verimdeki artışın 3,15 yerine 1,05 olduğu belirtilerek düzeltilmiş **(Doğulama)** fakat grup üyeleri tarafından matematiksel modeldeki hata fark edilmemiştir**.** Çözüm kağıtlarında yer alan diğer alt başlıkları; buldukları sayısal sonucun detaylı bir çözüm yaptıkları için yeterli yanıtı oluşturduğunu, problemi aşama aşama yapmaları nedeniyle çözümlerinin doğru olduğunu belirtmişlerdir (**Doğrulama).**

Berat: *Sude problemde ne istenildiğini yazıyorum.*

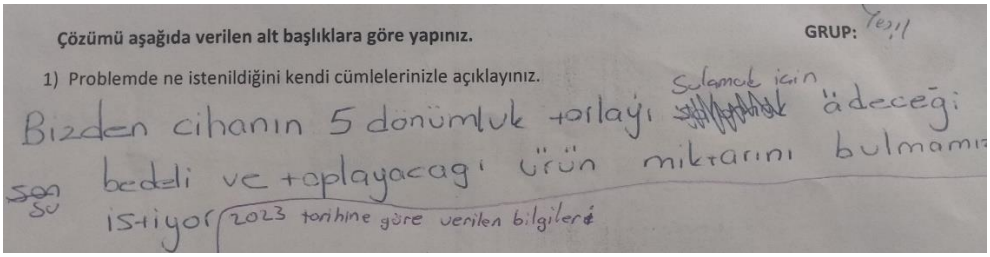
Araştırmacı: *Ne istiyor problemde Banu, sende bayağı altını çizmişsin.*

Banu: *2024 yılında 5 dönümlük tarlası için ödeyeceği şeyi istiyor.*

Araştırmacı: *Berat öyle mi özetliyorsun sende?*

Berat: *Yazdım. Bizden Cihan'ın 5 dönümlük tarlayı sulamak için ödeyeceği su bedeli ve toplayacağı ürün miktarını bulmamızı istiyor.*

Çözüm Kağıdı:



Sude: *Şey sen ne bulmuştun? 78,3 mü?*

Berat: *Neyi?*

Sude: *%50 indirimini.*

Berat: *1807,5.*

Sude: *Ben öyle bulmadım.*

Berat: *3915'i ikiye bölüyorsun. Ben ürünü 4,05 buldum. Hocam ben cevaptan eminim.*

Tuna: *Ben de bitirdim.*

Berat: *Gereken işlemleri yazıyorum. 4,05 ton buldum.*

Sude: *En baştan bir yapalım en sona bırak.*

Berat: *Fiyattan eminiz değil mi? Çözmedin mi daha ikiye bölemiyor musun Sude? Hadi bekliyorum.3915 tl bunu ikiye bölüyoruz değil mi? 3'ün içinde 1 defa var. [İşlemi gösterir.]*

Sude: *1807,5*

Berat: *Aynen.*

Sude: *Kontrol edelim ama.*

Berat: *1807,5 çıkmıyor mu? Sen kaç bulduydun?*

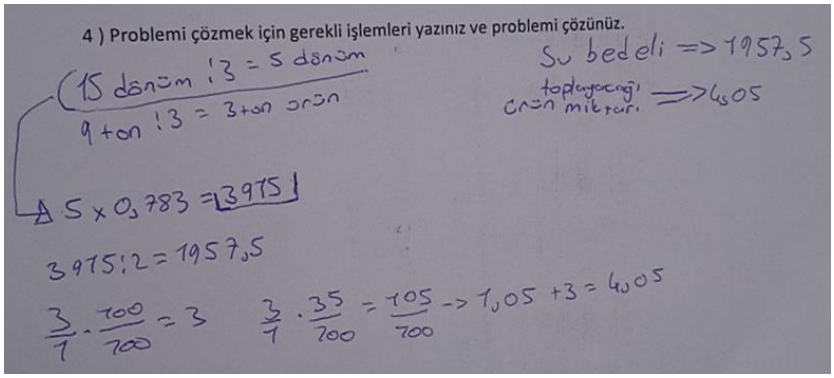
Sude: *Ben de öyle buldum.*

Berat: *Tamam. Şimdi burda 3 ton diyor değil mi? Bak şimdi Burada %35 diyor. İlk baş bunun %1'ini bulmak için 100'e böleceğiz. 15' 3'e bölünce 5 dönüm yapıyor ya bunu da 3' e böleceğiz. Dönüm azalırsa ürün de azalmaz mı? Azalır. 0,03 Şimdi bunu 35 ile çarpacağız. Ne kadar arttı diyor ya verimini arttırmak için bunu yapıyoruz .3,15 çıkıyor.*

Sude: *1,05.*

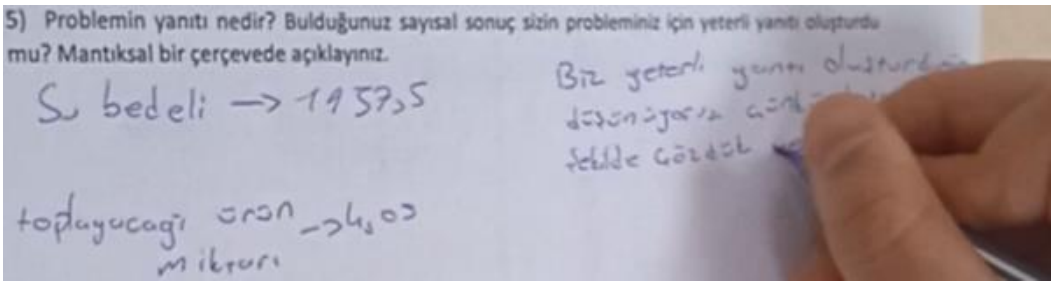
Berat: *Tamam 1,05 çıkıyor. Şimdi bu arttığı için 3 tonun üzerine ekliyoruz. Bunda eminim %100. 1,05 buldum ben zaten 3 ile topluyoruz 4,05 yapıyor. Emin miyiz şu an. [Sude onaylar.] Tamam yaz şimdi.*

Çözüm Kağıdı:



Sude: *Bunun aynısını buraya yazacağız. [5. Alt başlıktaki sonuçları gösterir.] Biz yeterli yanıtı oluşturduğunu düşünüyoruz çünkü detaylı bir şekilde çözdük.*

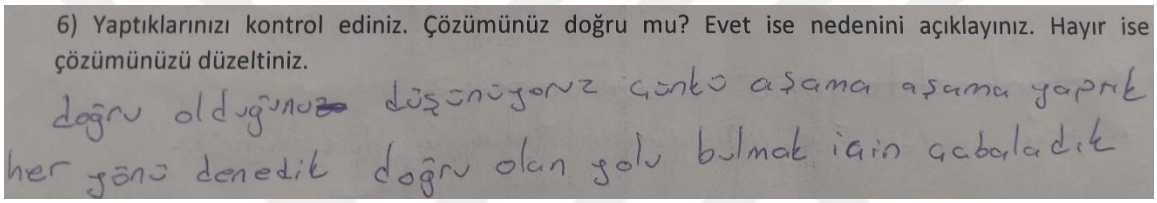
Ekran Alıntısı:



Berat: *Aşama aşama yaptık.*

Sude: *Her yönü denedik. Doğru yolu bulana kadar çabaladık [6. Alt başlığı yanıtlar.]*

Çözüm Kağıdı:



Yeşil grup üyeleri tarladaki ürün miktarını 4,05 olarak bulmıştur. Fakat su tüketim bedelini bireysel olarak oluşturdukları farklı matematiksel modeller ve yapılan işlem hataları nedeniyle 1957,5 - 1807,5 ve 3132 tl olarak üç farklı sonuç bulan grup üyeleri ortak kararlarıyla su tüketim bedelinin 1957,5 olduğunu kararlaştırmıştır. Damla Sulama Sistemi MOEnde sunumlarını ikinci sırada gerçekleştiren Yeşil grup üyelerinden Sude grup çözümlerini sınıfa tahtaya yazarak açıklamıştır. Sunum sonunda mavi gruptan Naz, 5 dönümü neden 0,783 ile çarpıldığını sormuş ve Sarı grup üyelerinden Esra aynı soruyu soracağını ifade etmiştir. Sude soruyu, 1 ton =1000 m^3 olması nedeniyle 5 dönüm için su bedelini 0,783 ile çarptıklarını söylemiştir. Ardından araştırmacı, "0,783 kuruş 5 ile çapıldığını fakat virgülün 3 basamak kaydırmasıyla 1000 ile çarpılarak dönüm başına 1 ton su hesapladıklarını belirtmiştir. Açıklama üzerine Berat, kaç ton harcanacağını sorduğunda araştırmacı kişinin neden 20 ton harcayabileceğini sorgulatmıştır. Sorgulatma üzerine Berat,15 dekarda 60 ton su tüketilmesi nedeniyle 3'de birinin alınması gerektiği ifade etmiştir **(Doğrulama, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma).** Diğer gruplar tarafından başka bir soru yöneltilmediği için grubun sunumu tamamlanmış ve diğer sunumlara geçilmiştir.

Araştırmacı: *Şimdi arkadaşlar grup sunumlarına geçelim artık. Arkadaşlar yeşil gurupta sıra. [Sude grup çözümlerini tahtaya yazar.] Evet anlatır mısın? 15 dönümü bu sefer siz 3'e bölmüşsünüz.*

Sude: *Erdem bize bir bilgi vermişti. 1 dönüm 0,783 tl idi. Buna göre şey yaptık 15 dönümü 3'e böldük 5 yapabilmek için. Ondan sonra 5 dönümü 0,783 ile çarptık. %50 indirim yapıyorduk. 1957,5 bulduk. Sonra 3 tonun %35'ini bulduk. Sonra ekledik 4,05 oldu.*

Berat: *Ton ile tl yaz. [Sude'den tahtaya yazmasını ister.]*

Araştırmacı: *Diğer gurupların sorusu var mı?*

Naz: *Benim var. 5 dönümü neden 0,783 ile çarptınız onu anlamadım.*

Esra: *Ben de onu anlamadım.*

Sude: *Çünkü 1 ton 1000 m^3 işte 5 dönüm ile bunu çarptım.*

Naz: *Ne buldun yani dönüm mü şey mi?*

Berat: *Su şeyini.*

Sude: *Su ücreti evet. 2024 zamanındaki su fiyatını buldum.*

Araştırmacı: *0,783 kuruş 5 ile çapılmış ama sonra sen virgülü 3 basamak kaydırmışsın yani aslında 1000 ile çarpmışsın. Yani grup olarak 1000 m^3'e 1 tona çevirmişler. Sizler arkadaşlar dönüm başına 1 ton harcamışsınız.*

Berat: *Kaç ton harcayacaktık?*

Araştırmacı: *Arkadaşlarınızla aranızdaki farkı yakaladınız mı?*

Naz: *Evet.*

Berat: *Ama hocam o da toprak altı damlama su sistemindeki değil ki. Karık sistemindeki değil mi o?*

Esra: *Hocam onlar parasını da çarpmış su bedelinde.*

Sude: *Hıhım.*

Araştırmacı: *Ama bu kişi 20 ton su harcamış. Neden 20 ton harcamış?*

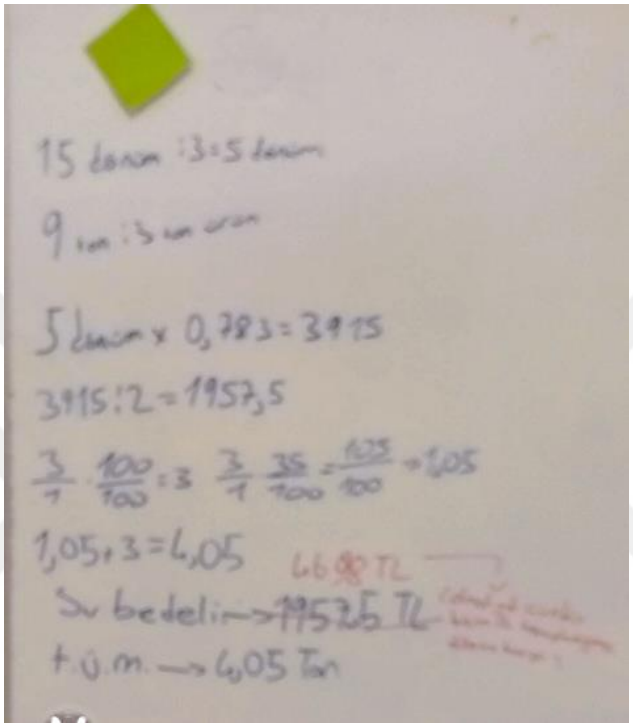
Berat: *Çünkü orada 15 dekara 60 ton olmuş. 3'de birini almış.*

Araştırmacı: *Ama ikinci bölümleriniz aynı. Var mı başka sorunuz? [Gruplardan soru soran olmamıştır.] Teşekkür ediyoruz.*

Sunumun tamalanmasının ardından Yeşil Grup sunum sonunda Şekil 71'de verilen çözümlerinde buldukları su bedelinin 4698 TL olması gerektiği yazılarak düzeltme yapılmıştır. **(Doğrulama).**

Şekil 71

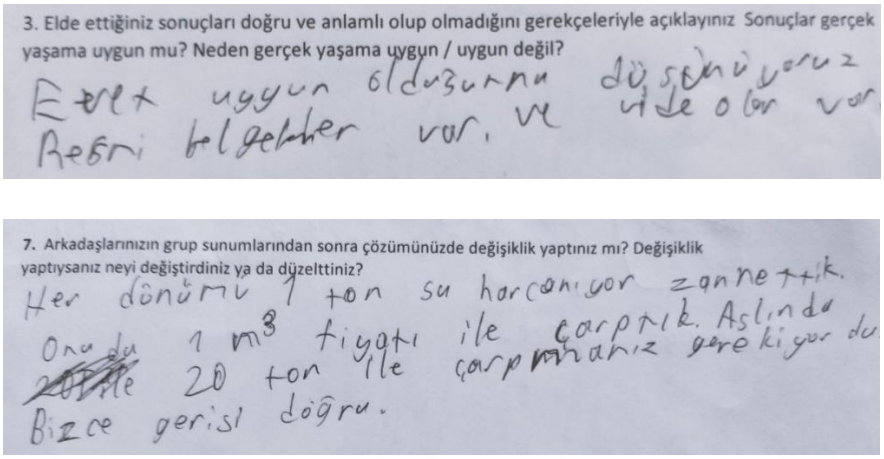
Yeşil grup damla sulama sistemi MOE sunum



Etkinlik sonu verilen yorumlama ve doğrulama yeterliği kapsamında sorulan Şekil 65'de verilen yanıtlar incelendiğinde "Elde ettiğiniz sonuçları doğru ve anlamlı olup olmadığını gerekçeleriyle açıklayınız. Sonuçlar gerçek yaşama uygun mu? Neden gerçek yaşama uygun/ uygun değil?" sorusunda kontrolü birden fazla yapmaları nedeniyle buldukları sonucun izlenen video ve problem durumunda verilen resmi belge nedeniyle gerçek yaşama uygun olduğunu, **(Yorumlama)**, "Sunumlardan sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı?" Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzeltiniz?" sorusuna ise 20 ton ile ilgili hesaplama yapmaları gerekirken her dönüm için 1 ton su tüketildiğini düşünmeleri sebebiyle 1 m^3 fiyatı ile çarptıklarını, gerisinin doğru olduğunu ifade ederek sunum sonrası tahtada revize yapmışlardır **(Doğrulama).** Çözüm sürecindeki yaklaşımları ve grup sonu sorulara yazdıkları ifadeler göz önüne alındığında doğrulamayı gerçek yaşamdaki bilgileri göz önünde bulundurma ve gerçekçi olma olarak ele aldıkları düşünülmüştür. Sunum sonu etkinlik kağıdında yer alan öğrenci yanıtlarına ilişkin örnek Şekil 72'de sunulmuştur.

Şekil 72

Sunum sonu etkinlik kağıdı (Yeşil Grup – Damla Sulama Sistemi)



Grubun çözüm yaklaşımları incelendiğinde, ödenecek su bedeli ve toplanacak ürün miktarına ilişkin gerçekçi varsayımlarda bulunmalarına rağmen, yalnızca su bedelinin belirlenmesinde dönüm başına harcanan su miktarını 1 ton kabul etmelerine ilişkin varsayımlarına dayalı hatalı bir model oluşturdukları görülmüştür. Ürün miktarına ilişkin matematiksel modelleri doğru olması sebebiyle eksik matematiksel model oluşturdukları düşünülmüştür. Eksik oluşturulan matematiksel modellerin çözümü doğru bir şekilde yapılmıştır. Öğrencilerin elde ettikleri çözüm ne kadar problem durumu için hatalı olsa da oluşturulan modelin çözümünden elde edilen sonuçları gerçek yaşamda doğru bir şekilde yorumlamışlardır. Öğrenciler süreç boyunca varsayımlarını, modelleri ve çözümlerini doğrulayarak belirlenen hataları düzelttikleri görülmüştür. Söz konusu değerlendirmeler sonucunda Yeşil grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeylerine Tablo 31'de yer verilmiştir.

Tablo 31

Damla sulama sistemi MOE uygulamasında yeşil grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri

YEŞİL GRUP	DAMLA SULAMA SİSTEMİ MOE
Problemi Anlama	4
Sadeleştirme	3
Matematikselleştirme	3
Matematiksel Olarak Çalışma	2
Yorumlama	4
Doğrulama	6
Toplam	**22**

4.1.6.3. Damla Sulama Sistemi Model Oluşturma Etkinliğinde Turuncu Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Problem durumunun tüm sınıfa yüksek sesle okunmasının ardından grup elemanları bireysel kağıtları üzerinde çalışmadan grup çözüm kağıtlarına odaklanmıştır. Necati grup arkadaşlarını ne istenildiği kendi cümleleriyle açıklamaları çözüm kağıdında yer alan ilk alt başlığa yönlendirmiştir. Ardından Necati yüksek sesle problemi okumuş ve herhangi bir hesaplama yapmadan 5000 m^3 su harcanacağı tahmininde bulunmuş **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)** ve 5 dönüm için 5 ton su tüketilmesi üzerine oluşturduğu bir ölçüde kabul edilebilir varsayım doğrultusundaki model ile 5000 m^3'ün 0,783 ile çarpılacağını ifade etmiştir **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma).** Arkadaşlarının 3915 değerini onaylaması üzerine **(Doğrulama)** ürün miktarının %35 arttığı belirtilmiş fakat herhangi bir işlem yapılmadan **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)** grup üyeleri teneffüse çıkmıştır.

Adin: *Hadi ne istenildiğini soruyor. Problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız diyor. Buraya yazacağız buraya.*

Necati: *Buraya mı yazacağız?*

Adin: *Evet.*

Turan: *Ne istiyor?*

Adin: *Ben soruyu okusam ya. [Problemi yüksek sesle okur.]*

Turan: *Hadi okuyun da söyleyin bana yazayım.*

Necati: *Ben anladım da anlatamıyorum şimdi. 5000 m^3 mü oluyor?*

Araştırmacı: *Haydi kendi cümlelerinizle arkadaşlar, takıldığınız yer varsa grup arkadaşlarınızla tartışarak.*

Necati: *5000 m^3 oluyor. 5000 m^3 'ü 0,783 ile çarpacağız. Nereye hesaplıyoruz bunu?*

Adin: *Buraya, buraya.*

Necati: *Çözelim hadi şimdi. 5000 yaz [Adin'e söyler.]* 5000 çarpı 0,783.

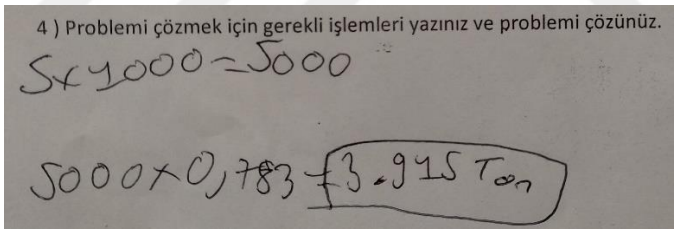
Adin: *3915 yaz.*

Turan: *Neyle neyi çarpıyoruz?*

Necati: *5000 çarpı 0,783. [Çözüm kağıdına yazar.]*

Adin: *Eşittir 3915.*

Çözüm Kağıdı:



Necati: *Bitti. Bu su bedeli. Yüzde kaç artıyordu bakayım.*

Turan: *Yap.*

Necati: *Dur hesaplıyorum %35 artmış.*

[…]

Emir: *Yapmıyorsunuz ki.*

Adin: *Hocam zil çalmış.*

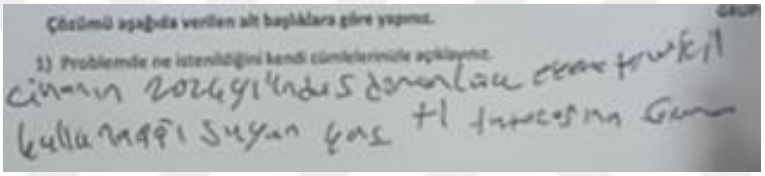
Araştırmacı: *Teneffüse çıkmak istiyorsanız buyurun çıkın.*

Necati: *Tamam hocam.*

Turuncu grup teneffüs için verdikleri aradan sonra ürün miktarını belirleyebilmek amacıyla matematiksel model oluşturmamışlardan grup çözüm kağıtlarında yer alan alt başlıkları tamamlamaya çalışmışlardır. Problemden ne istenildiğini kendi cümleleriyle açıklamaları istenen alt başlığa; Cihan'ın 2024 yılında 5 dönümlük ekeceği tarlasındaki kullanacağı suyun kaç tl tutacağı **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)** ifade edilmiştir. Problemi çözmek için verilmeyen bilgilere ihtiyaçlarının olmadığını belirten turuncu grup, varsayımlarını tarlanın sulanabilmesi için suyun ne kadar tüketileceğini belirterek ürün miktarıyla ilgili bir ifade yapmamaları nedeniyle bir ölçüde kabul edilebilir varsayımda bulunmuşlardır **(Sadeleştirme).**

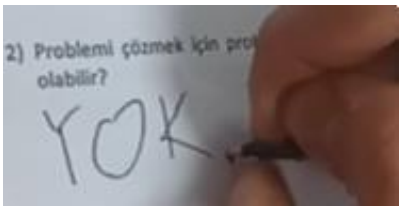
Turan: *Cihan'ın 2024 yılında 5 dönümlük ekeceği tarlasındaki kullanacağı suyun kaç tl tutacağını soruyor.*

Ekran Alıntısı:



Necati: *Yok ki. [2. Alt başlığı gösterir.]*

Ekran Alıntısı:

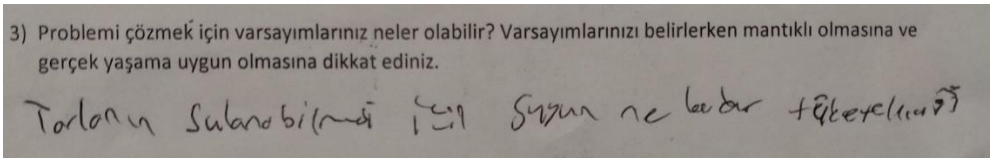


Adin: *Şimdi bu soru ne demiş bakalım [3. Alt başlığı gösterir.] Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir? Varsayımlarımız yok. Varsayım var mı oğlum?*

Necati: *Yok. Tarlanın sulanabilmesi için suyun ne kadar tüketileceğini*

Turan: *Tamam.*

Çözüm Kağıdı:

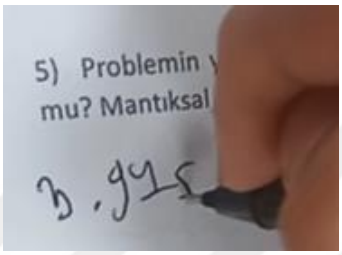


Turuncu grup buldukları sayısal sonucun yeterli olup olmadığını mantıksal çerçevede açıklamaları istenen alt başlığa bulunan 3915 değeri yazmıştır. Grup çalışması sırasında üründeki verimin %35 arttığı ifade edilmesine rağmen çözümlerinin doğruluğunu kontrol etmeleri gereken bölümde model ve çözüm kontrol etmeyen turuncu grup ürün miktarındaki değişime ilişkin bir açıklama yapmadan çözümün tamamladığını düşünmüştür.

Adin: *Arkası da var. Ne diyor? Problemin yanıtı nedir? [5. Alt başlığı okur.]*

Turan: *Problemin yanıtı ne? Bu işlem mi bu işlem mi?*

Ekran Alıntısı:

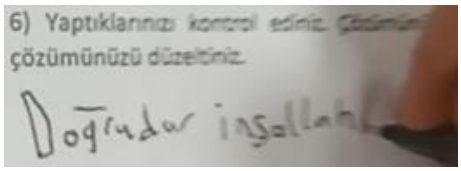


Adin: *Tamam şunu yap. Bu neymiş? Yaptıklarınızı kontrol ediniz.*

Turan: *Çözümünüz doğru mu?*

Adin: *Doğru yaz ya.*

Ekran Alıntısı:



Adin, Turan: Hocam bizim bitti.

Sunumlarını 3. sırada gerçekleştiren Turuncu gruptan gönüllü olarak belirlenen Emir yapılanları tahtaya yazmıştır. Diğer gruplar tarafından bir soru yöneltilmediği için araştırmacı hem model hem de çözümlerini sorgulamalarını sağlamak amacıyla Emir'e 5 ile neden çarpıldığını sorulmuştur. Çözümü bireysel yapmadığını ifade eden Emir'e açıklama yapmak için grup arkadaşlarından Necati yardımcı olarak su bedelini bulmak için çarptıklarını ve tarladan çıkan mahsulleri hesaplamadıklarını ifade etmiştir. Açıklama ardından tahtaya yazılan ton biriminin tl olması gerektiğini söyleyerek düzeltmiştir. **(Doğrulama).** Grubun sunumu tamamlanmış ve diğer sunumlara geçilmiştir.

Araştırmacı: *Turuncu gruptan Emir geldi. Yaptıklarınızı anlatabilir misin?*

Emir: *Ben yapmadım.*

Necati: *Hep beraber yaptık.*

Araştırmacı: *Neden 5 ile çarptınız?*

Necati: *Suya kaç lira ödediğini bulmak için.*

Araştırmacı: *Peki arkadaşlarınızın çözümünün devamını anladınız mı? Siz neyi hesaplamışsınız?*

Necati: *Biz şeyi hesaplamamışız hocam. Tarladan çıkan mahsulleri*

Araştırmacı: *Tamam mahsulleri hesaplamadınız. O tarlada ne kadar su harcadığını hesapladınız mı? 60 ton biri harcıyorken diğeri kaç ton harcıyormuş?*

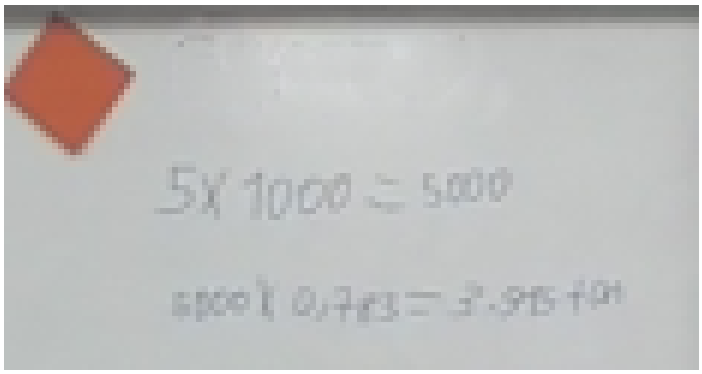
Necati: *O ton değil. [Tahtadaki ifadeyi gösterir.] O tl hocam. Kaç tl olduğu.*

Araştırmacı: *O zaman ben yanlış mı anlıyorum. 783'ü 1 dönüm başına harcıyor. Yani siz 1 ton su harcamışsınız dönüm başına. Arkadaşlarınızın çözümünü anladınız mı diye merak ediyorum. Arkadaşlarınız 20 ton harcattı. [Yanıt gelmez.] Tamam revize edilecek artık. Teşekkür ediyoruz.*

Turuncu grup sunum sonunda Şekil 73'de verilen çözümlerinde değişiklik ya da düzeltme yapmadan sadece ton ifadesinin TL olduğu belirtilmiştir. **(Doğrulama).** Tüm sunumların tamamlanmasının ardından grup üyeleri etkinlik sonu dağıtılın alt başlıkları tamamlamamıştır.

Şekil 73

Turuncu grup damla sulama sistemi MOE sunum



Grubun çözüm yaklaşımları incelendiğinde, problemi tam olarak anlamlandıramamaları nedeniyle yanlış bir çözüm geliştirdikleri görülmüştür. Çözüm sürecinde ürün miktarı göz ardı edilerek tüketilen su bedelinin bulunmasına yönelik bir ölçüde kabul edilebilir varsayım doğrultusunda su bedeli ve ürün miktarındaki artış ve azalış göz ardı edilerek hatalı oluşturulan modelin çözümünde hatalar yapılarak gerçek yaşam bağlamında eksik yorumlanmıştır. Doğrulama yaklaşımında bulunularak, hatalar belirlenmesine rağmen hatalar düzeltilmemiştir. Söz konusu değerlendirmeler sonucunda Turuncu gurubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri Tablo 32'de verilmiştir.

Tablo 32

Damla sulama sistemi MOE uygulamasında turuncu grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri

TURUNCU GRUP	DAMLA SULAMA SİSTEMİ MOE
Problemi Anlama	1
Sadeleştirme	2
Matematikselleştirme	1
Matematiksel Olarak Çalışma	1
Yorumlama	1
Doğrulama	4
Toplam	**10**

4.1.6.4. Damla Sulama Sistemi Model Oluşturma Etkinliğinde Mavi Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar

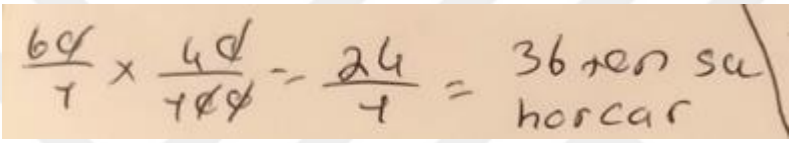
Damla sulama sistemi MOEnin problem durumunun yüksek sesle tüm sınıfa okunarak araştırmacının, problem durumunda yararlanılması gereken ölçü birimlerini tahtaya yazmasının ardından Naz grup arkadaşlarına iki tarla mı var sorusunu yöneltmiştir. Sorunun üzerine İmer, problemin bir bölümünü okuduktan sonra su miktarı ile ilgili verilen ile istenileni belirleyerek aralarında ilişki kurmuş 60 ton suyun %40'ını hesaplayarak 60'dan çıkarmış ve 36 ton olduğunu belirtmiştir. **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma).** Naz'ın neyi bulacaklarını sorguladığında İmer, iki çiftçinin tarla büyüklüklerinin birbirine oranını 1/3 alarak 15 dönüm tarladan 9 ton ürün elde edilmesi nedeniyle 5 dönümden 3 ton ürün alındığını ifade etmiştir **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak**

Çalışma). Ürün miktarının artıp azalmasıyla ilgili arada kalan grup üyeleri %35'lik artışı iki farklı yoldan bulunabileceğini birbirlerine açıklanarak ürün miktarı olan 3000'in %35 artışla 3000+1050= 4050 kg olduğu ifade edilmiştir. **(Doğrulama, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma).**

Naz: *Nasıl? İki tane mi tarla var?*

İmer: *Ama Cihan'ın tarlası bu. Burada diyor ya Erdem'in tarlası .... başta işçilik olmak üzere maliyeti.... Burada diyor ya fasulye ektiğim daha önce yağmurlama, karık gibi sistemlerle suladığım 15 dekar tarlamda, başta işçilik olmak üzere maliyetlerim çok yüksekti. [Problemi okur.] Toplam 60 ton su harcamıştım diyor ya 60 tonun %40' ını bulup 36 ton.*

Çözüm Kağıdı:



Naz: *Biz neyi bulacağız?*

İmer: *Dekarı 15 diyor ya. Mesela 15 dönümü 9 ton ya Cihan'ın 5 dönümü varmış demek ki 5 dönümü 3 ton, 3 ton da 3 bin yapıyordu değil mi? 3000 bölü 1000 çarpı % 35 mi azalıyor bu?*

Naz: *%35 artıyor. Tamam eşittir 135.*

İmer: *30 ile 35 in çarpımı 135 mi?*

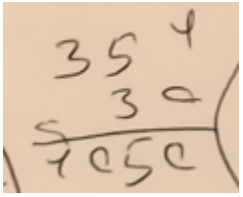
Naz: *Hayır, 135 ile 30'un çarpımı hani artıyor ya.*

İmer: *İlk baş çarpıyoruz,*

Naz: *Ne fark eder, daha kolay oluyor, otuz tane işlem yapıyoruz. Hayır, 35 artmıyor, %35 artıyor,*

İmer: *Tamam işte %35. %35 ini bulup bununla toplayacağım.*

Çözüm Kağıdı:



Naz: *Diğer türlü daha kolay olur. Böyle oldu mu, otuz tane işlem var.*

İmer: *4050.*

Ada bireysel olarak çalışmaya devam ederken İmer, Naz'a soruda ne istenildiğini sorduğunda Naz beş dönümlük arazide su bedeli ve ürün miktarının sorulduğunu söylemiştir **(Problemi Anlama, Sadeleştirme).** Bunun üzerine İmer, %40 tasarruf edildiğinden tüketilen su miktarını 20000 x %40=8000, 20000-8000=12000 kg olduğunu hesaplamıştır. **(Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma).** Grup üyelerinden İmer damla sulama sistemine geçiş yapıldığında su bedelinde %50'ye kadar yapılacak indime dikkat etmemesi nedeniyle çözümlerini tamamladığını düşünmüştür.

İmer: *Soruda ne soruyor?*

Naz: *Beş dönümlük arazide su bedeli ve miktarı [Ürün miktarını ifade eder.]*

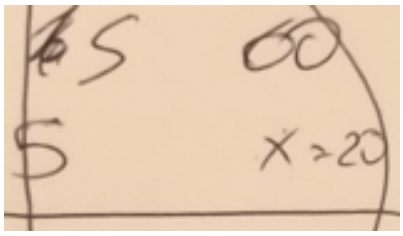
İmer: *Eee çok kolay.*

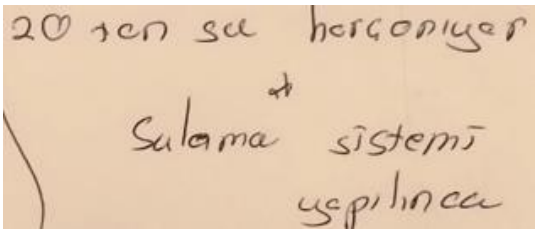
Naz: *Bitti mi?*

İmer:*Evet, bir de suyu bulacağım bitti. 15' e 60 tonsa 5'i kaç oluyor? Daha azalacak.*

Naz: *20 ton.*

Çözüm Kağıdı:



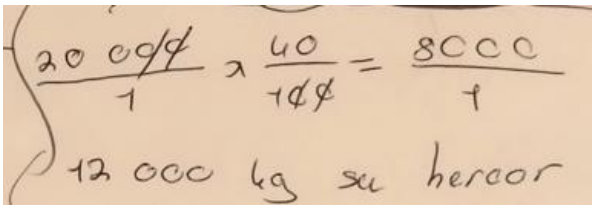


İmer: *Nasıl azalması gerekiyor? 20 ton ödüyor. Beş dönümde 20 ton. Ama azalıyor ya yüzde kırk azalıyor ya.*

Naz: *6o'ı bulsana direkt.*

İmer: *Ben öyle yapamıyorum. 60'la 4'ü çarpsana. 12000. Öğretmenim bizim soru bitti.*

***Çözüm Kağıdı*:**



Naz: *Bu kadar mı?*

İmer: *Evet bu kadar.*

Asya: *Bu değil mi?*

Araştırmacı: *Bitti mi?*

Mavi Grup: Evet, bitti.

İmer: *Cihan'ınki çıktı Erdem'inki de arkada . Ada ile karşılaştıralım. Bence kolay çok ama Ada zora kaçıyor bence. Ona göre de ben zora kaçıyorum.*

Ada: *4170 pardon. [Ada bireysel kağıdında işlem yapmaya devam eder.]*

Araştırmacı: *Arkadaşlar! Problem özümsendi mi?*

Naz: *Evet, yaptık bile biz, bitti bizim. Sağlama kontrol mü yapıyor Ada? Yanlışmış mı? Hocam İmer'in cevabına bakar mısınız, yanlış mı?*

Araştırmacı: *Arkadaşlar, o zaman şu grup çözümlerinizi grup defterlerine yapalım ve benim size dağıtmam gereken ne vardı? Yeşil grup hadi grup çözümlerine geçelim artık.*

Naz: *Hadi geçelim.*

Modeli oluştururken su tüketim bedelindeki indirimi fark etmeyen İmer, varsayımı düzelterek %50 indirim olacağını ifade etmiştir.**(Sadeleştirme)**. Naz'ın indirim ile ilgili %50'ye kadar olduğuna dikkat çekmesiyle indirimin en fazla olacak biçimde seçilmesi kararlaştırılarak %50 kabulün varsayım olduğu ifade edilmiştir. **(Yorumlama).**

İmer: *% 50 miktarında azalır Naz, bir şey diyeceğim? %50 kendisi azalırken.*

Naz: *Tamam hesapla onu da.*

İmer: *O kısma baksana bir.*

Araştırmacı: *Evet bana sorunuz vardı.*

Naz:*Bir de bak şöyle bir şey var %50 indirim yapmıyor haberin olsun. % 50'ye kadar diyor. %45 de olabilir.*

İmer: *%50 yapalım. Çünkü en fazla %50 indirim bence bunların daha çok işine yarayacağı için % 50 yapalım.*

Naz: *Varsayım işte orada zaten.*

Problem durumunda verilen damla sulama sistemine geçiş yapıldığında harcanan su bedelinin belirlenmesinde tereddüt yaşayan Mavi grup üyeleri yaptıklarını karşılaştırarak ondalıklı sayı ile çarpma işlemini nasıl yapacaklarını belirlemeye çalışmışlardır. Ada'nın arkadaşlarına çarpılan sayılarda virgül yokmuş gibi düşünülerek işlem yapılabileceğini onaylatmaya çalıştığı sırada İmer araştırmacıya danışmıştır. **(Doğrulama).** Araştırmacıya virgülü kaydırarak 12 ile mi çarpılacağını sorduğunda 12 bin ifadesini kullanması nedeniyle ürün ve su miktarının karıştırıldığı belirlenerek sorgulaması sağlanmıştır. İfadenin düzeltilerek su miktarı olduğu belirtilmesinden sonra **(Doğrulama)** 5 dekara 20 ton su tüketileceği ve üzerinden %40 tasarruf edilerek 20000 x %40 = 8 ton azalacağı bu nedenle 20 - 8=12 ton üzerinden hesaplama yapılacağı açıklanmıştır. **(Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma).** Açıklamada indirim oranını yanlış söylediğini fark eden Ada düzeltmiştir. **(Doğrulama).** Açıklamanın ardından **g**erçekçi varsayımlar doğrultusunda oluşturdukları modeldeki işlemler tüm grup üyeleri tarafından onaylanmıştır. Bu sırada Naz grup defterinde çarpma işlemini yaparak 12 ton su bedelini 9396 tl olarak hesaplamıştır**. (Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma).** %50 indirim nedeniyle 9396'nın yarısının bulunacağını ifade edilerek 9396:2=4698 sonucuna ulaşılmıştır **(Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma).**

Asya: *Bitmemiş bizim ki.*

İmer: *Yo kolay ki yine 0, 783 ile onu çarpacağız.*

Naz: *Ada ne yaptın bakabilir miyim bir?*

İmer: *Ada sana bir şey diyeceğim ben burada ne kadar su harcadıklarını buldum ya bu bedel var ya onu 0,783 ile mi çarpacağız?*

Ada: *Orada ben tıkandım.*

İmer: *Ha orada ben de tıkandım gerisini buldum da.*

Ada: *Dur bir dakika virgülden kurtarsak bunu 3 ile çarpacağız. 1000 ile çarpacağız değil mi?*

İmer: *Öğretmenim bir şey göstereceğim hani biz burada 0, 783 ile çarpıyoruz ya tekrar 0'larla da çarpacak mıyız?*

Araştırmacı: *0'ı 10 ile çarpmak ne demek, kısa bir yöntem yok muydu? Virgülü sağa kaydırarak yapabiliyorsunuz diye düşünüyorum.*

İmer: *Onu demeyeceğim, virgülü kaydırıp direkt 12 ile çarpıyor muyuz? 12 ton. burada Cihan'ın 12 ton su harcadığını söylüyor. Şey diyor ya öğretmenim, 15 dönüme 9 ton diyor. Demek ki biz 5 ton*

Araştırmacı: *O, ürün ama.*

İmer: *Ay pardon, 15 dekara 60 ton harcıyor ya,*

Araştırmacı: *Evet.*

İmer: *Bizden 5 dekara kaç ton harcar diyor, 20 ton harcıyor. 20 ton'dan da yüzde elli, yok yüzde 50 değil.*

Ada: *Yüzde kırk.*

İmer: *Yüzde kırk indirim diyordu. Burada 20 binde yüzde kırkını bulup 8 ton azalır.*

Araştırmacı: *Aynı fikirde misiniz?*

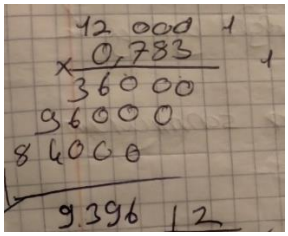
Grup: *Evet.*

Araştırmacı: *Sonra, başka indirim var mı?*

İmer: *Ama biz yüzde elliyi şimdi hesaplıyoruz.*

Naz: *Buldum, işte buldum. Fiyatını buldum, 9396 yapıyor. Bunun çarpımı 9396 yapıyor.*

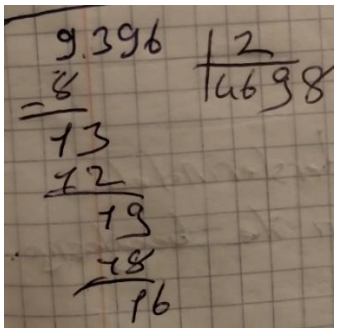
Grup Defteri:



İmer: *Ama biz onun yarısını bulup.*

Naz: *Bulacağız işte [İşlem yapar.]*

Grup Defteri:



İmer: *4698.*

Grup üyelerinden Naz ve İmer toplanan ürün miktarının kg ve ton cinsinden belirtilmesinde kararsız kalmıştır. Birimleri birbirine çevirmede zorlanan İmer'in 4050 kilogramın 4,5 tona eşit olduğunu söylediğinde hata fark edilerek 4,05 tona eşit olduğu açıklanmaya çalışılmıştır. **(Doğrulama, Matematikselleştirme).** İmer, araştırmacıya problem durumunda ton olarak istenmemesi ve yanlış yapma ihtimali nedeniyle kilogramı tona çevirmeden bırakmak istediklerini iletmiştir.

Naz: *Şimdi bizden toplayacağı ürün miktarı.*

İmer: *Onu bulduk ya.*

Asya: *Bak şurada 4050 kg.*

Naz: *Yani ne kadar ton yapıyor o?*

İmer: *4 ton, yüze, şey bine böleceğiz,*

Naz: *Beş diyor, yani 1 tonda 5 diyor.*

İmer: *4.5 ton.*

Naz: *Hayır, 4500 ton yapar o. Yetmiyor ki.*

İmer: *Hayır ya kilogramları da tona çevir demiyor ki bak.*

Naz: *Hayır çevir demesi değil kilogramları da ton olarak yazalım. Oraya sıfır koymamız gerekiyor.*

İmer: *4,5 mi?*

Naz: *Evet. Araya sıfır koyuluyor.*

İmer: *Boşver ben tonunu bulmayacağım. Koyuyorum olmuyor işte.*

[…]

İmer: *Hayır hayır, yine yanlış olacak, boş ver, kilogramda kalsın, burada da öyle budum ama öyle yapmayın burada da bizi yönlendiriyordur herhalde. Öğretmenim bir gelir misiniz? Kilogramı tona çevirmesek lütfen, biz burada 4050'yi kilogramı, tona çevirmesek ne olur? Burada çünkü demiyor.*

Araştırmacı: *Böyle olur, bu da olur diye belirtin ama. Tamam, o zaman kalsın bu.*

Çalışmalarını hem grup çözüm kağıdında hem grup defterlerinde yapan mavi grup sunum yaparken yararlanacakları için tek sayfaya geçirmiştir. Damlama Sulama Sistemi etkinliğinde sunumlarını son sırada gerçekleştiren Mavi grup üyelerinden İmer ve Naz yaptıkları grup çözümlerini sınıf arkadaşlarıyla paylaşarak sunum yapmıştır. Sunum sonunda diğer gruplardan mavi grubun çözümüne eleştiri ve soru gelmemiş ve sunum tamamlanmıştır. Araştırmacı son sırada sunumlarını gerçekleştiren mavi gruba sarı grup ile mavi grubun çözümleri aynı, yeşil grup ile farklılıklar olduğunu söylemiştir.

İmer: *Erdem'e göre Cihan'ı buluyoruz ya o yüzden onu da yazalım bence.*

Naz: *Tamam İrem Hanım, yazın o zaman.*

İmer: *Öğretmenim, bir şey söyleyebilir miyim? Ben burada soruyu okuyarak bunları yaptım ama soruda verilen bilgileri buraya da yazayım mı?*

Araştırmacı: *Karalamalarınız kalsın, bayağı yapmışsınız,*

İmer: *Bitti zaten bizim soru.*

Naz: *İrem, yazsana şunları.*

Araştırmacı: *Mavi grubu dinliyoruz arkadaşlar. [Sunuma çağrılır.]*

İmer: *Biz ilk baş Erdem ile Cihan'ın şeylerini bulduk. Erdem'in 15 dönüm tarlası varken 60 ton su harcıyormuş. Dönüm tarlası olan ne kadar harcar diye şey yaptık 20 ton su harcıyor. Daha sonra bu 20 tonu %40 indirim oluyormuş damla sulama sistemi olduğu için 8000 kg bulduk. Sonra 20 tondan çıkardık.*

Naz: *Çıkardık yazayım mı?*

Araştırmacı: *Tamam.*

İmer: *12000 kg su harcıyordu. Daha sonra burada 15 dönüme 9 ton hasat ediyordu. Biz burada 5 dönüme 3 ton hasat eder diyoruz. Daha sonra 3000 kilogramın %35'ini bulduk. Ondan sonra o 4050 kilo hasat eder çıkıyordu. Daha sonra 12000 kilogramı 0,783 ile çarptık çünkü bize burada ederini soruyordu. Onu da*

Naz: *Biz %50 kadar indirimi %50 aldık.*

Araştırmacı: *Varsayımınızı %50 yapmışsınız.*

İmer: *Evet.*

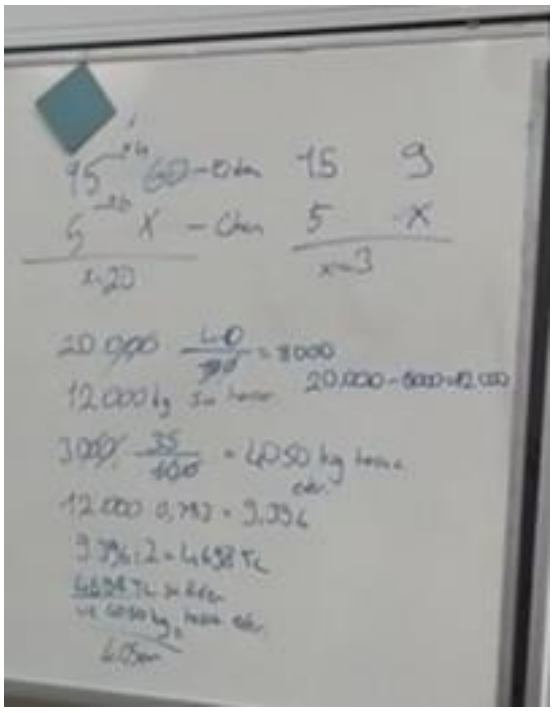
Naz: *4698 ediyordu. Yani 4698 su faturası ödüyor. 4,05 tonda hasat ediyor.*

Araştırmacı: *Evet arı grup ile mavi grubun çözümleri aynı. Yeşil ile farklılıklarınız var.*

Mavi Grup sunum sonunda Şekil 74'de verilen çözümlerinde hehangi bir değişiklik veya düzeltme yapmamıştır.

Şekil 74

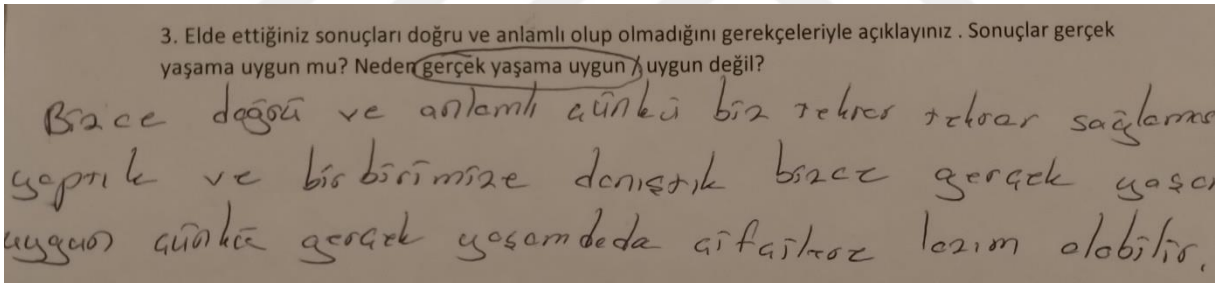
Mavi grup damla sulama sistemi MOE sunum sonu revize



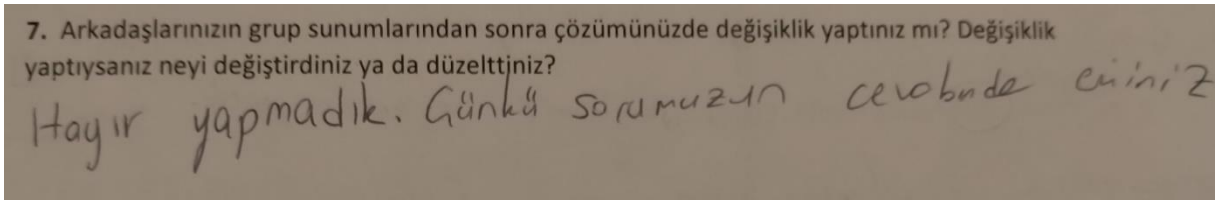
Etkinlik sonu verilen yorumlama ve doğrulama yeterliği kapsamında sorulan Şekil 75'de verilen yanıtlar incelendiğinde "Elde ettiğiniz sonuçları doğru ve anlamlı olup olmadığını gerekçeleriyle açıklayınız. Sonuçlar gerçek yaşama uygun mu? Neden gerçek yaşama uygun/ uygun değil?" sorusunda elde ettikleri sonucun sağlamasını birden fazla yapmaları ve birbirlerine danışmaları nedeniyle doğru ve anlamlı olduğunu gerçek yaşamda çiftçilere lazım olabileceğinden gerçek yaşama uygun olduğunu, **(Yorumlama)**, "Sunumlardan sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı?" Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzeltiniz?" sorusuna ise %50'ye kadar olan indirimi net bir şekilde indirim olarak belirlediklerini, farklı oranlarda da olabileceğinden net bir şekilde belirlediklerini ifade etmişlerdir **(Doğrulama).** Çözüm sürecindeki yaklaşımları ve grup sonu sorulara yazdıkları ifadeler göz önüne alındığında doğrulamayı gerçek yaşamdaki bilgileri göz önünde bulundurma ve gerçekçi olma olarak ele aldıkları düşünülmüştür. Sunum sonu etkinlik kağıdında yer alan öğrenci yanıtlarına ilişkin örnek Şekil 75'de sunulmuştur.

Şekil 75

Sunum sonu etkinlik kağıdı (Mavi Grup – Damla Sulama)


3. Elde ettiğiniz sonuçları doğru ve anlamlı olup olmadığını gerekçeleriyle açıklayınız . Sonuçlar gerçek yaşama uygun mu? Neden gerçek yaşama uygun / uygun değil?

Bence doğru ve anlamlı çünkü biz tekrar tekrar sağlama yaptık ve birbirimize danıştık bence gerçek yaşa uygun çünkü gerçek yaşamdada çiftçiler lazım olabilir.


7. Arkadaşlarınızın grup sunumlarından sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı? Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzelttiniz?

Hayır yapmadık. Çünkü sorumuzun cevabında eminiz

Grubun çözüm yaklaşımları incelendiğinde, öğrencilerin gerçek yaşama uygun varsayımlar doğrultusunda matematiksel modeller oluşturdukları ve çözdükleri görülmüştür. Çözümü gerçek yaşamda doğru bir şekilde yorumlamışlardır. Doğrulama yaklaşımında bulunan öğrenciler çözümlerini gerçek yaşamda doğru bir şekilde yorumlamışlardır. Öğrenciler çözüm boyunca varsayımlarını, modellerini ve çözümlerini doğrulamışlar ve belirledikleri hataların tümünü düzeltmişlerdir. Söz konusu değerlendirmeler sonucunda mavi grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri Tablo 33'de verilmiştir.

Tablo 33

Damla sulama sistemi MOE uygulamasında mavi grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri

MAVİ GRUP	**DAMLA SULAMA SİSTEMİ MOE**
Problemi Anlama	4
Sadeleştirme	3
Matematikselleştirme	4
Matematiksel Olarak Çalışma	4
Yorumlama	4
Doğrulama	6
Toplam	**25**

4.1.7. Hurda Model Oluşturma Etkinliğine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Sınıfta "Üretim Teknolojisindeki Gelişimle Değişen Geri Dönüşüm" başlıklı tanıtıcı makale okunarak soruları yanıtlanmıştır. Ardından problem durumunu bağlamı olan tartı toleransı hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Model Oluşturma Etkinliğinin problem durumu sınıfa araştırmacı ve Mavi gruptan Naz tarafından yüksek sesle okunarak bireysel çalışma kağıtları dağıtılmıştır.

Araştırmacı: *Köyünüzün bulunduğu yer de karayollarına çok yakın bağlantılı ve tırlarda çok geçmekte yol kenarlarında sizlerde dikkat ettiniz mi? Denetleme istasyonları var. Ne oluyor orada biliyor musunuz? Kamyonetlerin veya farklı türlerdeki araçların alması gereken yükü daha fazla geçmişler mi diye kantara çıkıyorlar? O kantarda, bazı değerler var, o değerlere göre sınırı geçerlerse ya ceza alıyorlar ya da devam ediyorlar. Problemimiz bununla ilgili*.

Araştırmacı: *[Öğrencilere bireysel etkinlik kağıtları öğrencilere dağıtılır.]*

Araştırmacı: *Ülkemizde ticari araçların ağırlık sınırlarını aşıp aşmadıklarını belirlemek için yollarda araç denetim istasyonları bulunmaktadır. Azami yüklü ağırlık, aracın güvenle taşıyabileceği azami yükle birlikte ağırlığıdır. Denetim istasyonunda kantara çıkan araçta; aracın azami yüklü ağırlığı ile tartı toleransının toplamı esas alınır. Kantarda bu toplamdan daha fazla bir ağırlık çıkarsa araca ceza uygulanır. Tartı toleransı ise aracın azami*

yüklü ağırlığı kullanılarak hesaplanmaktadır. Tartı toleransı en çok; [(aracın azami yüklü ağırlığı x % 3,75) + 500] kg *olmaktadır. Denetim istasyonunda kantarda aracın azami yüklü ağırlığı ile tartı toleransının toplamından daha fazla bir değer çıkarsa araca ceza uygulanır. Arkadaşlar şimdi bizim problemimize gelince; "Murat, çevre ilçelerde üretim yapan işletmelerden çıkan hurda toplama demir ve hurda teneke ürünlerini alarak geri dönüşüm tesisine satmaktadır. Aldığı ürünleri satacağı, Bursa organize sanayi bölgesinde bulunan geri dönüşüm tesisinin firma yetkilileriyle güncel fiyatları almak için görüşmüştür." Evet devam etmek isteyen var mı?*

Naz: *Okuyayım mı?*

Araştırmacı: *Evet.*

Naz: *[Problemi okumaya kalınan yerden devam eder.] Yetkililer, demirin kilosunu 10,80 TL, tenekelerin kilosunu 5 TL'den almaktadır. İki gün önceden haber verilirse 1600 kilograma kadar hurdaları şirket aracı göndererek aldırabileceklerini söylemişlerdir. %40'ını tenekelerin oluşturduğu teneke ve demirden oluşan hurdaların toplam ağırlığı 2 tondur. Murat'ın azami yüklü ağırlığı 4 ton olan kamyonetinin boş ağırlığı ise 2240 kg'dır. Murat denetim istasyonlarında ceza alma riski yoksa hurdaları kendi kamyonetiyle götürmek istemekte fakat yol masrafı da olacağından şirket yetkililerine haber verme konusunda kararsız kalmıştır.*

Araştırmacı: *Peki Murat'ın karar verebilmesi için aşağıdaki soruları yanıtlayarak yardımcı olunuz. İki tane sorumuz var.*

4.1.7.1. Hurda Model Oluşturma Etkinliğinde Turuncu Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Sınıfta "Üretim Teknolojisindeki Gelişimle Değişen Geri Dönüşüm" başlıklı tanıtıcı makale okunarak soruları yanıtlanmıştır. Model Oluşturma Etkinliğinin problem durumu sınıfa yüksek sesle okunarak bireysel çalışma kağıtları dağıtılmış ve kendilerine verilen bireysel çalışma sürecinde problem durumunu okuyarak çözmeye çalışmaları istenmiştir. Problemi anlamlandırmalarına yardımcı olmak amacıyla turuncu gruba, araştırmacı tarafından hurdaları işyerinden kendi götürürse denetleme istasyonlarında ceza ödeme riski olup olmayacağı sorulmuştur. Gruptan Utkan sorunun işlem yapılarak yanıtlanabileceğinin farkında olmadan olmaz yanıtını vermiştir **(Problemi Anlama).** Problem durumunun bireysel olarak incelenmesi

için verilen sürede araştırmacı tahtaya 1 ton=1000 kilogram açıklamasını yazdığı sırada grup üyeleri sunumu kimin yapacağını kararlaştırmıştır.

Araştırmacı: *Sizce, Murat hurdaları işyerinden kendi götürürse denetleme istasyonlarında ceza ödeme riski olur mu?*

Utkan: *Olmaz.*

Araştırmacı: *Hesaplamanız lazım. Hurdaları işyerinden kamyonetiyle götürdüğünde karlı çıkabilmesi için yol masrafı en fazla ne kadar olmalıdır? Bireysel olarak bir beş dakika inceleyelim. Sonra grup kağıtlarını dağıtacağım arkadaşlar.*

Utkan: *Tamam hocam.*

Araştırmacı: *Arkadaşlar tahtaya birimleri yazayım. 1 ton=1000 kilogramdı [Tahtaya yazar.]*

Utkan: *Tahtaya kim çıkacak bu hafta?*

Turan: *Sen çıkacaksın.*

Necati: *Geçen hafta Emir çıktı.*

Utkan: *Benle Adin çıkarız.*

Öğrenciler grup çözüm kağıtlarında yer alan problemde ne istenildiğini kendi cümleleriyle ifade etmeleri için yapılan yönlendirmede, soruyu okumadıklarını ifade etmişlerdir. Problemi yüksek sesle okumalarının ardından, problemde ne istenildiğini iki aşamalı olarak belirtmişlerdir. İlk aşamada problemde denetleme istasyonundan geçip geçemeyeceğinin istediğini ikinci aşamada hurdaların kendisin mi yokşa şirket tarafından mı götürülmesinin daha karlı olduğunun istendiğini ifade etmişlerdir. **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)**

Araştırmacı: *Evet grupça tartışıyorsunuz şimdi aldığınız notları [Sınıfa söyler ve grup kağıtlarını dağıtır.] Grup kağıdınız geldi.*

Necati: *Yapsanıza şunu. [Grup arkadaşlarına söyler]*

Araştırmacı: *Evet arkadaşlar birinci alt problemi yapmanız gerekmekte yazmanınız kim?*

Turan: *Biz okuyalım.*

Necati: *Araçların ağırlık sınırlarını aşıp aşmadıklarını belirlemek için [Problemin bir bölümünü okur.] Denetim istasyonunda kantara çıkan araçta; aracın azami yüklü ağırlığı ile tartı toleransının toplamı esas alınır. Tartı toleransı ise aracın azami yüklü ağırlığı kullanılarak hesaplanmaktadır.*

Araştırmacı: *Tartı toleransı [(aracın azami yüklü ağırlığı x % 3,75) + 500] kilogramdan hesaplanıyor. Anladınız mı, okudunuz mu?*

Necati: *Daha okumadık.*

Araştırmacı: *O zaman tamam devam.*

Necati: *[Okumaya devam eder.]*

Turan: *Hadi devam edin.*

Araştırmacı: *Okudunuz evet ne istiyor arkadaşlar problemde?*

Necati: *Denetleme istasyonundan geçip geçemeyeceğini istiyor hocam?*

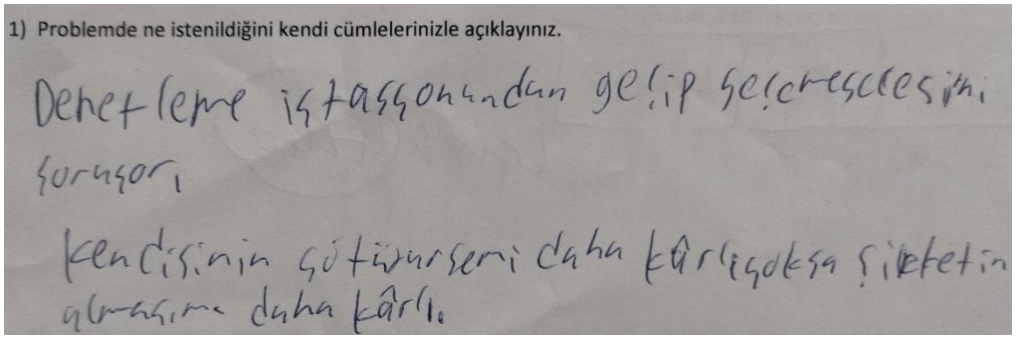
Adin: *Denetleme istasyonundan geçip geçemeyebileceğini istiyor hocam.*

Araştırmacı: *İlk aşamada onu. Evet tamam onu yazalım o zaman. İkinci aşamada ne soruyor?*

Necati: *Kendi kamyonetiyle mi götürürse mi yoksa şirketin gelip alması daha karlı olur diyor.*

Turan: *Şirketin alması mı daha karlı. [Yazar.]*

Çözüm Kağıdı:


1) Problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız.

Denetleme istasyonundan gelip geçmesini soruyor.

Kendisinin götürmesi daha kârlıysa şirketin almasına daha kârlı.

Araştırmacı: *Aynen öyle aferin. Sizin iki aşamanızdan bir denetleme istasyonu bir de ikinci aşama o zaman bu denetleme istasyonunu hesaplamanız gerekmekte. Ne geçiyor problemin içerisinde bir bakın bakalım.*

Turuncu grubun ilerlemekte zorlanması nedeniyle, gerçekçi varsayımlar doğrultusunda bir matematiksel model oluşturabilmeleri için araştırmacının grubu ortak kararlar almalarını sağlayacak biçimde yönlendirmelerine ihtiyaç duyulmuştur. Bu sırada aracın azami yüklü ağırlığının verilip verilmediği sorgulatıldığında önce verilmediği ifade edilmiş ardından grupça 4 ton olduğu belirtilmiştir. **(Problemi Anlama, Sadeleştirme).** Yönlendirmeler sonucu alınan yanıtlarla grubun problemi anlamlandırarak sadeleştirerek tartı toleransını 150 kg hesaplamışlardır**. (Sadeleştirme, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma).**

Necati: *Aracın azami ağırlığı çarpı %3,75 + 500 kilogram olmaktadır.*

Araştırmacı: *Peki size aracın azami yüklü ağırlığı verilmiş mi arkadaşlar?*

Turan: *Hayır.*

Necati: *4 ton diyor.*

Araştırmacı: *Sizlerde aynı fikirde misiniz?*

Adin: *Evet.*

Emir: *4 ton.*

Araştırmacı: *1 ton kaç kilogramdı? [Adin yazar] Tamam. Bu tartı toleransını hesapladıktan sonra ne yapmanız gerekiyor?*

Necati: *Bunu hesaplamamız lazım. 4 ton olduğu için [Grup defterlerine açar.]*

Araştırmacı: *Bulacağınız sonucu tartı toleransıyla topladığınızda ceza kesilip kesilmeyeceğine karar veriliyor. Hadi bakalım.*

Necati: *%3,75.*

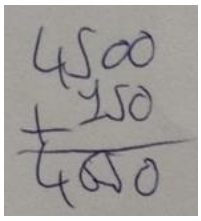
Turan: *4000 ile 500'ü toplayacağız.*

Grup Defteri:



Necati: *4500. Ondan sonra şu ne oluyor %3,75'ini bulmamız lazım.*

Çözüm Kağıdı:



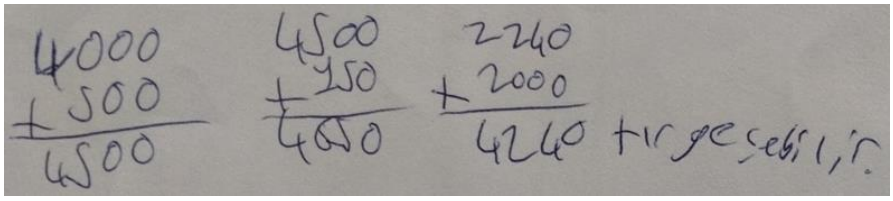
Turan: *150 kg Biraz da siz yapın yarısını çözdük işte, okumasını biz yaptık, yazmasını biz yaptık. [Arkadaşlarına söyler.]*

Denetim istasyonunda kantara çıkan aracın azami yüklü ağırlığı ile tartı toleransının toplamının esas alınması nedeniyle öğrenciler bulunan 150 kg değeri azami yük olan 4 ton ile toplayarak 4650 kg değerine ulaştıkları görülmüştür **(Matematikselleştirme).** Öğrenciler denetleme istasyonundan aracın ceza riskiyle karşılaşıp karşılaşmadıklarına karar verebilmesi için aracın boş ağırlığına yüklenecek malzeme miktarını ekleyerek 2240+2000=4240 kg olduğunu hesaplamışlardır. **(Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak çalışma).** 4240 kg değerini, hesapladıkları denetleme istasyonundaki sınır değer olan 4650 ile karşılaştırarak **(Yorumlama)** aracın ceza ödemeden geçebileceğini kararlaştırmışlardır. Turuncu grup aracın denetleme istasyonundan cezasız geçebileceğine karar vermiş fakat malzemelerin araçla götürülmesi durumunda karlı çıkılabilmesi için yol masrafının en fazla ne kadar olabileceğini bulmak amacıyla ilgili bir model oluşturmamıştır.

Turan: *1600 kiloya kadar şirket aracı alır diyor Necati.*

Necati: *Tamam.*

Çözüm Kağıdı:

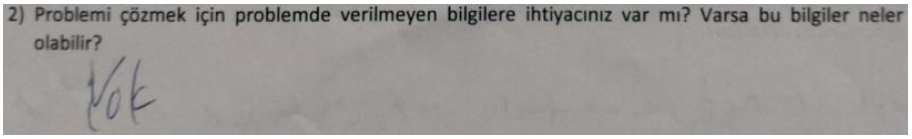


Çözümü tamamladığını düşünen grup üyeleri çözüm kağıtlarında yer alan alt başlıkları tamamlamıştır. Bu alt başlıklarda problemi çözmek için verilmeyen bilgilere ihtiyaçlarının olmadığını,

Turan: *İkincide ne yazıyoruz?*

Araştırmacı: *Problemi çözmek için verilmeyen bilgilere* ***[****2. alt başlığı okur.****]*** *yani şuna ihtiyacımız var ama onu bulamıyoruz dediğiniz şey varsa yazalım yoksa yok demişsiniz.*

Çözüm Kağıdı:


2) Problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyacınız var mı? Varsa bu bilgiler neler olabilir?

Yok

Çalışmalarını tamamladığını düşünen turuncu grup sunumlarda çözümlerini ilk sırada aktarmak istemiştir. Grupta gönüllü olan Utkan grup çözüm kağıdındaki işlemleri tahtaya yazarak yapılan çözümü açıklaması için grup arkadaşlarını çağırmıştır. Turuncu gruptan Necati tahtaya gelerek 4650 ve 4240 değerlerini nasıl bulunduğunu sınıfa açıklamıştır. Yol masrafının bulunmaması nedeniyle çözümün tamamlanmadığını fark eden diğer grup üyelerinden soru ve eleştiri gelmediği diğer grubun sunumuna geçilmiştir.

Utkan: *İşlemlerin sebebini anlat Necati.*

Araştırmacı: *Ne yaptınız anlat bakalım burada grupça.4.000 ile 500'ü topladınız*

Utkan: *Turan buraya gel.*

Turan: *Ben yapmadım ki?*

Utkan: *İşlemlerin sebebini anlatacağız.*

Necati: *Şurası 150. 4000 ile 500'ü topladık. Sonra %3,75' ni 150 bulduk. 4500' e ekledik.* ***[****4650 değerini gösterir.****]***

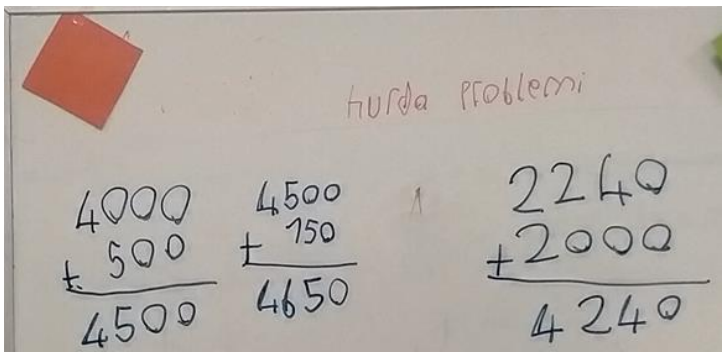
Araştırmacı: *4650 tartının toleransı azami yüklü aracın ağırlığının toplamı.4650'ye kadar olabilir demiş evet sonra.*

Necati: *2 ton 240 kilo araç vardı hocam 2000 de ağırlığı.*

Turuncu grup sunum sonunda Şekil 76'da verilen çözümlerinde değişiklik ya da düzeltme yapmamıştır**.**

Şekil 76

Turuncu grup hurda MOE sunum



Tüm sunumların tamamlanmasının ardından grup üyeleri etkinlik sonu dağıtılın alt başlıkları tamamlamıştır. Çözümün doğru olup olmadığını sogulayan alt başıkta araştırmacıya danışılarak bazı işlemlei yapmamamları nedeiyle bir kısmını doğru yaptıklarını belirtmişlerdir **(Doğrulama).** Problemi kendileri soracak olsa neleri nasıl düzenlerdiniz sorununu; teneke ve demirle ilgli fiyatların hesaplanmasıyla ilgili Murat'ın taşıdığı demir ve tenekelerin ne kadar olduğu sorusunun sorulabileceğini ifade etmişlerdir **(Yorumlama).** Çözümlerinin ikinci aşamasını tamamlayamayan grubun, önerdikleri sorudaki fiyatların hesaplanması gerektiğinin farkında olmadığı belirlenmiştir. Sunumlardan sonra çözümlerinde değişiklik yaptıklarını ifade etmelerine rağmen grup defteri veya çözüm kağıtlarında herhangi bir düzenleme yapmayan grubun sadece çözümklerinin eksik olduğunun farkında oldukları belirlenmiştir. Bu durumu diğer grupların bütün işlemleri yaptıklarını kendi çözümlerini yarıda bıraktıkları biçiminde ifade etmişlerdir **(Doğrulama).**

Adin: *Problemi doğru mu çözdük arkadaşlar?* ***[****Alt başlığı okur.****]***

Turan: *Hocam problemi doğru mu yaptık?*

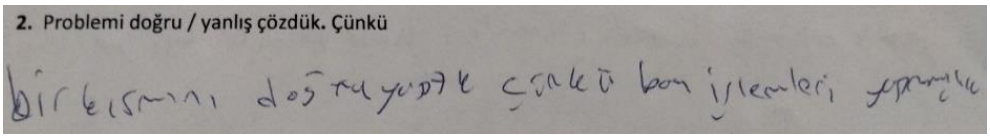
Araştırmacı: *Yaptığınız yere kadar doğru. Bir kısmına kadar yaptınız siz.*

Turan: *Tamam.*

Adin: *Yaz o zaman.*

Necati: *Bir yere kadar doğru yaptık de.*

Çözüm Kağıdı:



Araştırmacı: *6.soruyu okur musunuz, Utkan ne diyor?*

Necati: *Değiştirilebilecek şey olabilir hocam. Şeylerin kaç tenekelerin kaç tl tuttuğunu. Onunla ilgili bir soru daha sorardım kaç tl tutar diye?*

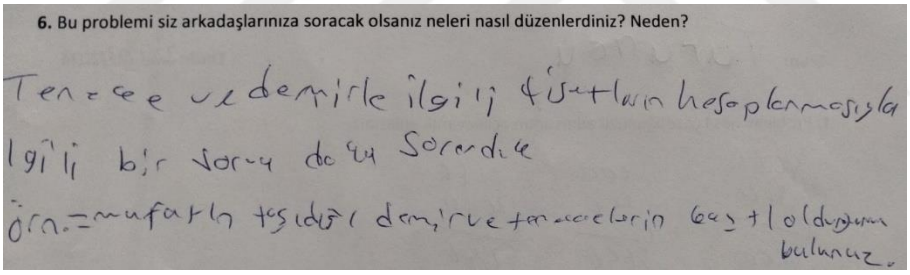
Araştırmacı: *Ekleyelim o zaman.*

Turan: *Teneke ve demirle ilgili (Necati'nin söylediğini yazar) fiyatlarının hesaplanmasıyla ilgili bir soru daha sorardım.*

Araştırmacı: *Nasıl bir soru mesela?*

Necati: *Murat'ın taşıdığı demir ve tenekelerin kaç tl tuttuğunu bulunuz?*

Çözüm Kağıdı:



Turan: *Bitti tamam.*

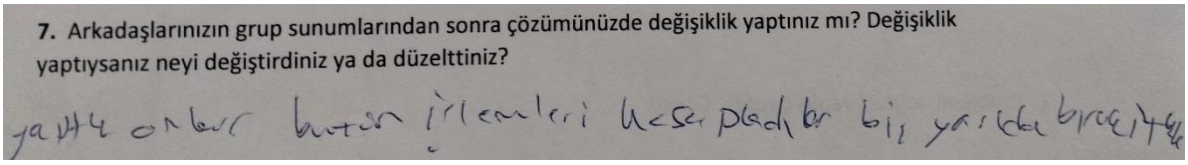
Araştırmacı: *Evet sizin çözümünüz burada. Siz 1. aşamayı buldunuz. Arkadaşlar sizin tahtadaki çözümünüz yanlış demiyorum. 1. Aşamayı yani bu kantardan ceza alınıp alınmayacağını hesapladınız. Ama cevaplayamadığınız kısım var. Şimdi burada diyor ki arkadaşlarınızla grup sunumlarından sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı? Değiştirmeniz ya da eklemeniz gereken ne var? Onu açıklıyorsunuz.*

Necati: *Onlar hepsini bütün her şeyi hesapladılar. Biz yarıda kaldık.*

Sunum sonu etkinlik kağıdında yer alan öğrenci yanıtlarına ilişkin örnek Şekil 77'de sunulmuştur.

Şekil 77

Sunum sonu etkinlik kağıdı (Turuncu Grup – Hurda)



Grubun çözüm yaklaşımları incelendiğinde, gerçekçi varsayımlarda bulunmalarına rağmen, yalnızca ceza ödeme riskinin belirlenmesine ilişki hatalı bir model oluşturdukları görülmüştür. Riskin belirlenmesine ilişkin matematiksel modelin doğru olması sebebiyle yol masrafına ilişkin eksik matematiksel modeller oluşturdukları düşünülüştür. Söz konusu modellerin çözümü eksiklikler içerse de elde edilen hatalı çözümün gerçek yaşamda doğru olarak yorumlandığı anlaşılmıştır. Malzemelerin kamyonet ile götürülmesiyle karlı çıkılabilmesi için gereken yol masrafına ilişkin eksiklikleri belirlemiş olsalar da düzeltmedikleri görülmüştür. Söz konusu değerlendirmeler sonucunda Turuncu gurubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri Tablo 34'de verilmiştir.

Tablo 34

Hurda MOE uygulamasında turuncu grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri

TURUNCU GRUP	HURDA MOE
Problemi Anlama	4
Sadeleştirme	3
Matematikselleştirme	3
Matematiksel Olarak Çalışma	1
Yorumlama	2
Doğrulama	1
Toplam	**14**

4.1.7.2. Hurda Model Oluşturma Etkinliğinde Sarı Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Tanıtıcı makale okunarak soruları yanıtlanmasının ardından bireysel ve grup kağıtları dağıtılmıştır. Problem durumunun sınıfa yüksek sesle okunmuştur. Problemin okunma aşamasında Sarı gruptan Esra, tartı toleransını veren [(aracın azami yüklü ağırlığı x % 3,75) +

500] kg eşitliğinde verilen %3,75 değerini ondalıklı bir değer olarak verildiğini daha önce görmediği için öğrenmediklerini iletmiştir. Matematik derslerinde bir hafta önce yüzdeler konusuna geçtikleri ve bir sayının yüzdesini bulma ile aynı şekilde bulunduğu açıklanmıştır **(Problemi Anlama).** Grup üyelerinden İlkan'a çalışmada ilgi dağınıklığı yaşayan problem ile ilgili soru sorulmasının ardından öğrenciler araştırmacıya problemin anlamlandırılmasına ilişkin "8 tona 500 ekleyeceğiz 7 tonda olsa yine 500 mü ekleyeceğiz?" ve "1600 kilograma kadar mı götürüleceği" soruları yöneltmişlerdir **(Problemi Anlama ve Sadeleştirme).** Araştırmacı grup çalışma kağıtları dağıtılarak anlamadıkları yerlerin grupça tartışılarak çalışmaları istenmiştir.

Araştırmacı: *Bireysel kağıtlarınızı dağıtacağım sonra renkli olanları dağıtacağım Grup kağıdınız karışmasın diye. Gerçek yaşamdan ilginç bir problemle karşı karşıyayız. [Problem okunur.] Denetim istasyonunda kantarda aracın azami yüklü ağırlığı ile tartı toleransının toplamından daha fazla bir değer çıkarsa araca ceza uygulanır. Tartı toleransını bu şekilde hesaplıyoruz. Orada bilmediğiniz bir işaret var mı arkadaşlar?*

Esra: *Yalnız hocam biz yüzdelerle çarpmayı bilmiyoruz ki.*

Araştırmacı: *%30'unu buluyorsunuz ya sayıların, sizde orada %3,75 ile çarpmanızı istiyor orada. Siz bunları gördünüz.*

Esra: *Hıhım.*

Araştırmacı: *Tamam sıkıntı yok. Arkadaşlar şimdi bizim problemimize gelince; denetim istasyonuyla bu problemin ne ilişkisi var bakalım. [Problem durumu okunmaya devam edilir.]*

Araştırmacı: *İlkan, ne konuda kararsız kalmıştır?*

İlkan: *Ney?*

Araştırmacı: *Neredeyiz İlkan biz?*

İlkan: *Burada.*

Esra: *Hocam şimdi biz burada şey mi yapacağız?*

Araştırmacı: *Bir saniye geleceğim. Hurdaları işyerinden kamyonetiyle götürdüğünde karlı çıkabilmesi için yol masrafı en fazla ne kadar olmalıdır? Bireysel olarak bir beş dakika inceleyelim. Sonra grup kağıtlarını dağıtacağım arkadaşlar. Efendim canım.*

Esra: *Şimdi burada şey diyor ya mesela buraya 8 tona 500 ekleyeceğiz 7 tonda olsa yine 500 mü ekleyeceğiz?*

Araştırmacı: *O sabit bir değer evet. Yani kantara çıkan araçta ona göre hesaplanıyormuş.*

Esra: *Şimdi 1600 kilogramını onlar götürürse bu adam para almayacak mı?*

Araştırmacı: *1600'ün alacak.*

Esra: *Hımm.*

Nisan: *Diyeceğim Murat 1600 kilograma kadar mı götürebilecek?*

Araştırmacı: *Arkadaşlar birimleri tahtaya yazayım 1 ton 1000 kilogramdır. Karalamalarınızı bireysel deftere yapın.*

Esra: *Ben şurasını anlamadım.*

Araştırmacı: *Evet grupça tartışıyoruz şimdi anlamadığımız noktaları. Grup kağıdınız arkadaşlar.*

Problemde ne istenildiğini açıklamaları istenen birinci alt başlığı Murat'ın denetim istasyonlarından ceza alma riski yoksa biçiminde **(Problemi Anlama)** ifade etmeye çalışan öğrenciler verilen ve istenilenleri tam olarak belirleyememeleri nedeniyle üstünü karalamışlardır. Grubun problemi anlamlandırarak sadeleştirmelerini sağlamaları amacıyla yapılan sorgulatma sonucunda tartı toleransı Esra tarafından (4000 x %3,75) =150, 150+500=650 biçiminde hesaplanmıştır **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma).** Gerçekçi varsayımlar doğrultusunda650 kg olarak hesaplanan tartı toleransı değerini grup arkadaşları onaylamıştır**. (Doğrulama).**

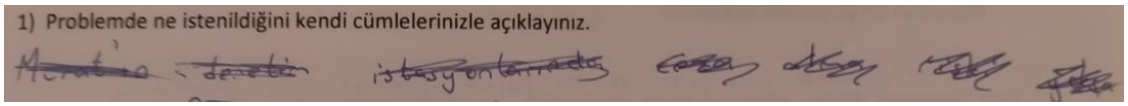
Sare: *Şimdi diyor ki problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız.*

Nisan: *Şey Murat'ın yaz birinciye Murat'ın denetim istasyonlarından*

Sare: *Bekle.*

Nisan: *Denetim istasyonlarında ceza alma riski yoksa hurdaları*

Sare: *Üstünü karalıyayım.*



Esra: *Hocam ben hiçbir şey anlamadım.*

Araştırmacı: *Bakalım tekrar. Evet sizden ne istemişler. Problem de ne istenildiğini önce ifade edersek anladık anlamına gelir değil mi?. İstasyonları var bu kısmı anladık. Kantara çıkıyor araçlar onun bir ağırlığı var. Azami yüklü ağırlık diye bir ifade geçiyor mu problemde ona bakmanız lazım.*

Esra: *4 ton diyor.*

Sare: *4 ton.*

Araştırmacı: *4 tonu almışsınız zaten. 375 ile mi çarptın?*

Esra: *Hıhım.*

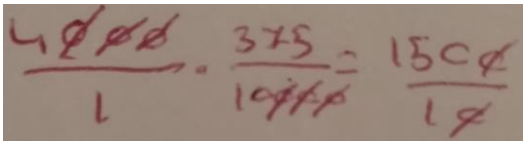
Araştırmacı: *375 ile 4 ile mi çarpınca ne buldun?*

Esra: *150.*

Araştırmacı: *Sonra paydasında da 2 tane 0 sadeleştirdin.*

Esra: *Hıhım.*

Ekran Alıntısı:



Araştırmacı: *Tamam peki, yüklü ağırlığı kilogram cinsinden mi ton cinsinden mi buldun?*

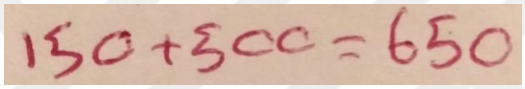
Esra: *Ben bunu kilograma çevirdim. Peki ne kadardı hocam?*

Araştırmacı: *Ne kadardı gençler arkadaşlarınızla beraber karar verin.*

Sare: *4 ton 4000 kg oluyor Esra.*

Esra: *Hocam 650 buldum bu ne şimdi?*

Ekran Alıntısı:



Araştırmacı: *Birbirinize sorsanız ben de ona göre yönlendirsem sizi daha güzel olacak. Sen anlat bir arkadaşlarına nasıl bulduğunu.*

Esra: *İlkin kilograma çevirdik, yerine koyduk sonra % 3,75'ini bulup 500' ü ekledim.*

Araştırmacı: *Aracın azami yükünü de 4 ton aldı arkadaşınız. Çarptı 500'ü ekleyince cevabı kaç buldu?*

Sare, Esra: *650.*

Problemde istenen yol masrafı ile kıyaslama yapılabilmesi için verilenler ve istenilenler arasında uygun ilişki kurmakta güçlük çeken sarı grup araştırmacıya danışmıştır. Esra, tartı toleransının aracın azami yüklü ağırlığı değerinden düşük çıkması nedeniyle ceza ödenmeyeceğini **(Yorumlama)** ifade etmesi üzerine grup problemi tekrar okunması için yönlendirilmiştir. Tartı toleransı ile aracın azami yüklü ağırlığı toplayan **(Matematikselleştirme)** Esra 4000+650 = 4650 kg değerini bularak aracın sınırı geçmediğini ifade etmiştir. Yaptıklarını grup arkadaşlarına anlatması için yönlendirildiğinde, toplam ağırlık olan 2 tonla boş olan kiloyu toplayınca 4.240 çıktığını sınır değerin 4650 kg olması nedeniyle bulunan değerin 4650-4240= 410 kg eksik olduğunu açıklamış ve arkadaşları tarafından onaylanmıştır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma ve Doğrulama).**

Esra: *Şimdi ne yapacağız hocam?*

Araştırmacı: *Bizim asıl sorumuz ne? Murat hurdaları iş yerinden kendi götürürse ekleme istasyonunda ceza ödeme riski var mı? Ceza ne zaman ödeniyor? Bunu araştırmanız lazım.*

Esra: *Kilogramı geçerse, bu daha az o yüzden ceza yemez mi?*

Araştırmacı: *Problemi tekrar okuması gerekiyor bu grubun. Tartı toleransından başlayarak.*

Nisan: *[Problemi okur.]*

Esra: *Ee tamam bu 4000. Daha az çıktı 650 kg çıktı.*

Araştırmacı: *Kantara aracınız çıktığında ne çıkar? Onu düşünmeniz lazım.*

Esra: *Hımm.*

[….]

Esra: *Ben şimdi bu kadar çözdüm.*

Araştırmacı: *Arkadaşlarına anlat o zaman 150 kilogramı. Sizlerde buldunuz mu arkadaşlar?*

Sare, Nisan: *Hayır.*

Esra: *Toplam bunların tonunu buldum. Bu çıktı. Cezaya daha var.*

Araştırmacı: *Daha sonra bu sınırı geçiyor mu geçmiyor mu bir bakın.*

Esra: *E bununla bunun toplamı bu.*

Araştırmacı: *Tamam. Sonra tartıya çıkınca baktınız sınır geçiyor mu geçmiyor mu?*

Esra: *Geçmiyor.*

Araştırmacı: *O zaman arkadaşlarına da anlat.*

Esra: *Azami yüklü ağırlığıyla ile tartı toleransını topladık. Tartı toleransı bu. Azami ağırlığı 4 ton. Bu da topladık mı 4.650 kilogram ediyor. Biz toplam ağırlıkla bu 2 tonla boş olan kiloyu toplayınca 4.240 çıkıyor. Ceza'ya ne kadar var onu buldum 410 kilogram var cezaya.*

Araştırmacı: *Boş ağırlığını niye topladın?*

Esra: *Çünkü bize burada direkt 2 tonunu vermiş. Toplam içindekilerle birlikte vermemiş.*

Araştırmacı: *Anladınız mı arkadaşlar? Aracın boş ağırlığına yükü eklediğinde kantara çıktığında gösterilen değer değil midir o?*

Esra: *Hıhım.*

Araştırmacı: *Kantara çıktı bu geldi.*

Sare: *Evet.*

Araştırmacı: *Ceza ödeyecek mi ödemeyecek mi?*

Esra: *Yemez çünkü bu ceza sınırı.*

Araştırmacı: *Hemfikir misiniz? Anlaşılmadıysa grupça bakın artık. Ne istenildiğini yazabilirsiniz.*

Yol masrafının bulunmasıyla ilgili model oluşturamayan grup üyeleri araştırmacıya danışmıştır. Araştırmacı problemi anlamlandırmaları ve tüm grubun ortak çalışması için sorular sormuştur. Problem durumunda verilenleri doğru ifade eden sarı grup problemde ne istenildiğini problemde verilmeyen bilgilere ihtiyaçları olmadığını, grup çözüm kağıtlarına belirtmişlerdir **(Problemi Anlama, Sadeleştirme).** Çözüm basamağında yaptıklarını inceleyen araştırmacıya 4240 kg bulunması nedeniyle ceza olmadığı tekrar ifade edilmiştir **(Doğrulama, Yorumlama).**

Esra: *Murat işyerinden kamyonetiyle götürdüğünde karlı çıkabilmesi için yol masrafı ne olmalıdır? [Problemi okur.] Hocam bizde yol masrafı yok ki vermemiş. Yol masrafını peki nereden bulacağız?*

Araştırmacı: *Yol masrafı belli değil mi? Ama bu hurdaları vermenin kaç yöntemi var?*

Esra: *Birini 1600' ü onlar götürecek kilograma kadar yine para alırız. Ama farklı kamyonetlerde olduğu için asla ceza yemez.*

Araştırmacı: *Ama şirket arabasında mı fazla para alacak kendi götürürse mi fazla alacak? Çünkü hepsini götürebilecek mi şirket elindekilerin.*

Esra: *Hayır götüremeyecek.*

Araştırmacı: *Kaç tür hurda var İlkan?*

Esra: *Tenekeyle demir.*

Araştırmacı: *Fiyatları var mı?*

Esra: *Fiyatları da var.*

Araştırmacı: *O zaman düşünün bakalım Kendi götürdüğünde zarar etmemesi için yol masrafı ne kadar olmalıdır? İsterseniz bu bulduklarınızı grup defterine yazın çünkü toleransı hesapladınız.*

Sare: *Bunları da yazayım mı?*

Esra: *Yaz.*

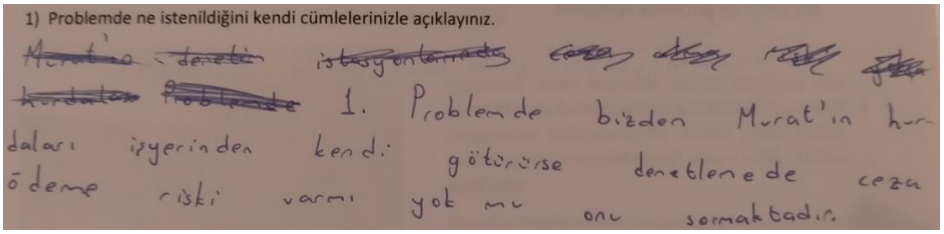
İlkan: *Problemde ne istenildiğini*

Sare: *1. problemde yaz.*

İlkan: *Evet.*

Sare: *Bizden Murat'ın hurdaları işyerinden kendi götürürse denetlemede ceza riski var mı yok mu onu soruyor.*

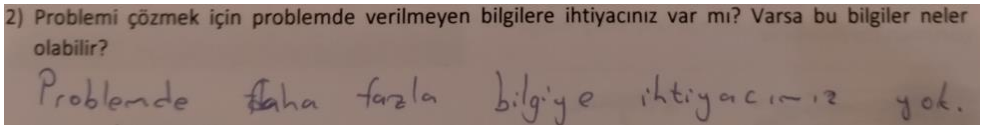
Çözüm Kağıdı:


1) Problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız.

1. Problemde bizden Murat'ın hurdaları işyerinden kendi götürürse denetlenede ceza ödeme riski varmı yok mu onu sormaktadır.

Sare: *Problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyacınız var mı ? Varsa bu bilgiler neler olabilir [2. alt başlığı yanıtlar.]*

Çözüm Kağıdı:


2) Problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyacınız var mı? Varsa bu bilgiler neler olabilir?

Problemde daha fazla bilgiye ihtiyacımız yok.

Nisan: *Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir? [Alt başlığı okur.] …dikkat ediniz.*

Esra: *Daha bilmiyoruz.*

Nisan: *Şuraya geçir sen [Esra'ya söyler.]*

Esra: *Ne yapacağız ki bundan sonra?*

Araştırmacı: *4650 kiloya kadar sana izin var mı demek istiyor yani? Eee sizinkisi kaç geldi?*

Nisan: *4240 kg.*

Sare: *Ceza yok.*

Araştırmacı: *Süper.*

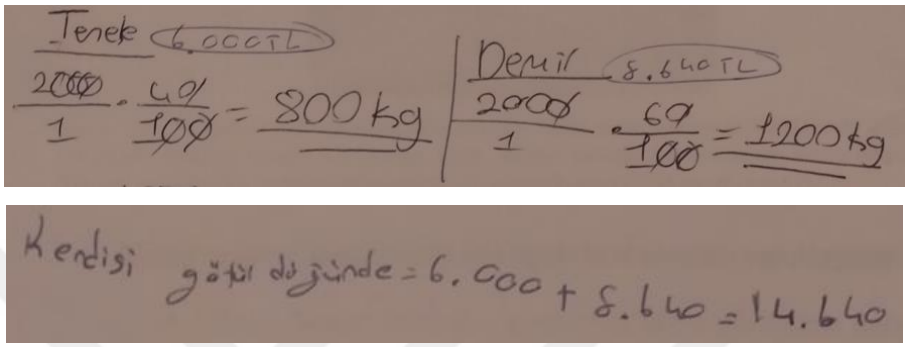
Grup üyeleri demir ve teneke miktarlarını 1200 ve 800 kg olduğunu belirlenmiştir. Murat'ın hurdaları kendi aracıyla götürmesi seçeneğinde bulunan miktarlar ile demir ve teneke birim fiyatlarının çarpılması sonucu hurdaların toplam değeri 14640 tl olarak hesaplamıştır. **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma).** Gerçekçi varsayım sonucu kurulan matematiksel modellerinde işlem hataları yapılmıştır. Çarpılan değerlerde yapılan hatalar nedeniyle 800 kg teneke hurdanın fiyatı 4000 yerine 6000 tl demir ücreti ise 12690 yerine 8640 tl olarak hesaplanmıştır. Bu nedenle toplam alınacak ücretin 6000 + 8640 = 14460 tl olduğu belirlenmiştir. **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma).** Hurdaların her iki şekilde götürülmesi sonucunda aynı ücretin alınacağını düşünen grup üyeleri, Murat'ın kendi aracıyla götürmesi sonucu oluşabilecek yol masrafını göz önünde bulundurmadığı belirlenmiştir. En karlı çıkılabilmesi için oluşturulan şirket aracının taşıma sınırını olması ve daha fazla ücret alınabilmesi için 1600 kg demir yüklenmesi gerektiği geçekçi varsayım olarak belirlenmiştir. **(Sadeleştirme).**

Esra: *Orayı yaptık hocam şimdi diğer kısımdayız. 2000 kg diyor her ikisiyle de aynı parayı almaz mı?*

Nisan: *Nasıl yani 1600 kg?*

Esra: *Yetkililer demirin kilosunu bilmem ne bilmem ne yapmış iki gün önceden haber verirse [Problemde ifadeyi okur.] aldırabileceklerini söylemişlerdir. Ee aldırırsa ne olacak gene bu para alacak. Şimdi biz bunların parasını bulduk. Bunları topladık 14640 ediyor.*

Çözüm Kağıdı:



Araştırmacı: *Kendi götürürse mi?*

Esra: *Evet. Şirket bunun 1600 kilogramını götürürse gene o aynı parayı kendisi almayacak mı kamyonetçi? Ee o zaman fark olmaz ki. 400 kilogramı kendisi gene götürür. Götüremez mi?*

Araştırmacı: *İki seçeneği var ya hepsini kendi götürecek ya da şirket 1600 kilogram alacak.*

Esra: *O zaman 1600. En fazla demiri götürse 1600. Sonra bir de bundan da biraz götürse onun fiyatını mı bulacağız?*

Araştırmacı: *Arkadaşlarına sorabilirsin. Yani 1.600'ü onlar götürsün 400'ünü ben götüreyim diyor ama orada öyle bir şey değil. Burada iş yerinden hurdaları kamyonetiyle kendi götürdüğünde karlı çıkabilmesi için … Arkadaşınızın fikri için ne diyorsunuz arkadaşlar? 1600 kiloyu şirket götürürse ne kadar alacağım diyor. Nasıl hesabını yapacaksınız?*

Esra: *1600 'ün hepsi demir olabiliyor mu?*

Araştırmacı: *Sadece demir demiş mi?*

Esra: *Demeyiş ama yetmiyor 1.200 oluyor. Ee o zaman gene aynı fiyat olmaz mı? Sadece biraz eksiği olur şirkete göre.*

Araştırmacı: *Nereye kadar karlı bunun bir yol masrafı var. Vermemiş.*

Esra: *Yol masrafı ne kadar? Onu nereden bulacağız?*

Araştırmacı: *Bir bağlantı kuracaksınız.*

Esra: *Nasıl bağlantı kuracağız ki?*

Araştırmacı: *İşte grupça tartışın.*

Esra: *Yapamıyoruz işte orada kalıyoruz.*

Nisan: *Doğru değil mi bizim çözümümüz?*

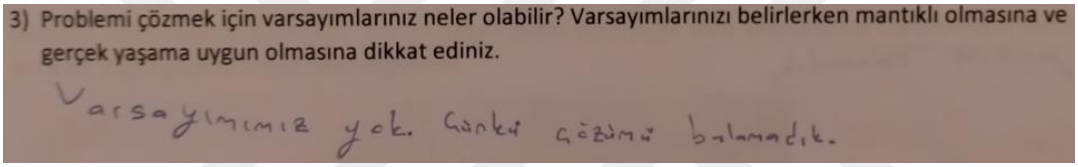
Araştırmacı: *Yapabildiğiniz kadar.*

Problemin ikinci aşamasında hurdaların kendi kamyonetiyle götürülme seçeneğinde karlı çıkılabilmesi için en fazla yol masrafının belirlenebilmesi için gereken tüm değerler bulmuştur ancak grup üyeleri her iki seçenek için alınacak ücretlerin kıyaslanması gerektiğini belirleyememiştir. Yol masrafını bulamamaları nedeniyle çözümü bulamadıklarını düşünen öğrenciler çözüm kağıtlarına varsayımları olmadığını **(Sadeleştirme)** belirterek çalışmayı sonlandırmışladır.

Esra: *Ben varsayımımız yok yazıyorum.*

Nisan: *Yok evet.*

Çözüm Kağıdı:


3) Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir? Varsayımlarınızı belirlerken mantıklı olmasına ve gerçek yaşama uygun olmasına dikkat ediniz.

Varsayımımız yok. Çünkü çözümü bulamadık.

Esra: *Hocam bizim bitti. Yani yapamadık bıraktık bizde.*

Sarı grup üyelerinden Esra yaptıkları grup çözümlerini sınıf arkadaşlarıyla paylaşarak sunum yapmıştır. Sunum sonunda diğer gruplardan sarı grubun çözümüne eleştiri ve soru gelmemiş ve sunum tamamlanarak mavi grubun sunumuna geçilmiştir.

Araştırmacı: *Grup çözümlerine geçiyoruz*

Nisan: *Çözdün mü?*

Esra: *Geldiğimiz yere kadar. Defterleri doldurun [Arkadaşlarına söyler.] .Hocam biz gelebiliriz.*

Araştırmacı: *Sarı grup gelecek. Esra sistematik ve güzel yazıyor.*

Esra: *Hocam biz yarıda bıraktık.*

Araştırmacı: *Bence siz %90'a kadar geldiniz de.*

Nisan: *Evet bu arada çok az bir şey kaldı.*

Araştırmacı: *Söyleyeceğiz sonra hadi bakalım.*

Esra: *Şimdi biz ilk baş tenekeyi bulduk. Tenekenin yüzdelik dilimi %40'mış 2 tonda. 2 tonun %40'ını bulduk 800 kilo. Bunu kilograma çevirdik 2000 kilogram [Tahtada gösterir.] Demir de %60'ı kadarmış. %60'ını bulduk 1200 kg. Sonra biz fiyatlarını bulduk. Fiyatları bu*

800 kilogram ile aa buraya yanlış yapmışız [800x5=6000 yazdığını fark eder.] Sonra demirin bulduk, toplam kilogramıyla kilogram başı birim fiyatını çarptık 8640 tl bulduk.

Araştırmacı: *1200 ile 10,8'i çarptınız evet.*

Esra: *Sonra biz birinci soruya geri döndük. Toplam 2000 kg demir ve teneke varmış. 2240 kilogramda toplam kamyonetin toplamı. Kamyonetle bu tenekeleri topladık. 4240 kg kamyonetin toplam ağırlığını bulduk.*

Araştırmacı: *Tartı toleransıyla beraber 4650 ama sizde 4240kilo bizim kamyonetimizin dediniz birincisinde ceza almaz cevabını verdiniz.*

Esra: *Evet.*

Araştırmacı: *İkinci soruda da 6000 tl ile 8640 tl yi toplayıp 14640 lira olduğu için kendisi götürsün.*

Esra: *Hayır kendisi götürsün demiyoruz. Burada kendisininkini bulup şirketininkini bulamadık. Orada yarıda bıraktık.*

Araştırmacı: *Tamam. Şirketinkini bulamamış arkadaşlarınız. Burada sorunuz var mı? [Tüm sınıfa sorar.]*

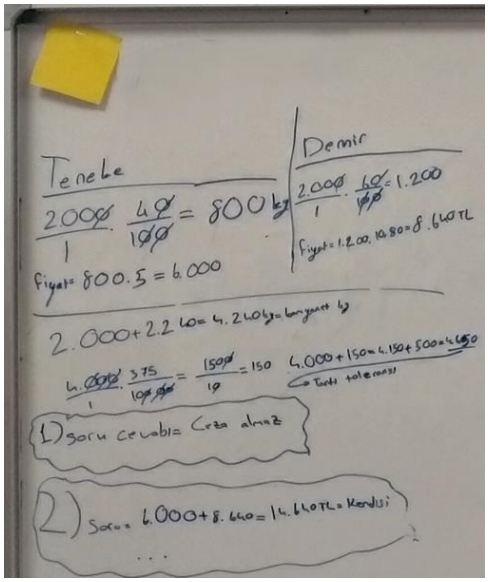
Naz: *Benim yok.*

Araştırmacı: *Yarım kaldığınız nokta belli. Teşekkürler Esra. Şimdi mavi grup anlatıyor.*

Sarı grup sunum sonunda Şekil 78'de verilen çözümlerinde herhangi bir değişiklik veya düzeltme yapmamıştır.

Şekil 78

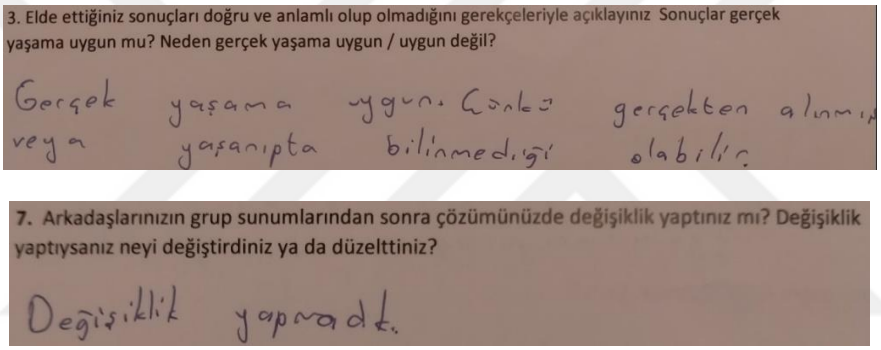
Sarı grup hurda MOE sunum



Etkinlik sonu verilen yorumlama ve doğrulama yeterliği kapsamında sorulan Şekil 79'da verilen yanıtlar incelendiğinde "Elde ettiğiniz sonuçları doğru ve anlamlı olup olmadığını gerekçeleriyle açıklayınız. Sonuçlar gerçek yaşama uygun mu? Neden gerçek yaşama uygun/ uygun değil?" sorusunda gerçekten alınmış veya yaşanıp da bilinmiyor olabileceğinden dolayı gerçek yaşama uygun olduğunu, **(Yorumlama)**, "Sunumlardan sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı?" Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzeltiniz?" sorusuna ise değişiklik yapmadıklarını ifade etmişlerdir **(Doğrulama).** Çözüm sürecindeki yaklaşımları ve grup sonu sorulara yazdıkları ifadeler göz önüne alındığında doğrulamayı gerçek yaşamdaki bilgileri göz önünde bulundurma ve gerçekçi olma olarak ele aldıkları düşünülmüştür.

Şekil 79

Sunum sonu etkinlik kağıdı (Sarı Grup – Hurda)



Grubun çözüm yaklaşımları incelendiğinde, gerçek yaşama uygun varsayımlardan hareketle gerekli değişkenleri doğru bir şekilde belirledikleri görülmüştür. Söz konusu varsayımlara dayalı doğru matematiksel modeller oluşturan grup elemanlarının çözümünde hatalar belirlenmiştir. Elde edilen hatalı matematiksel çözüm gerçek yaşam bağlamında doğru biçimde yorumlanmıştır. Süreç boyunca varsayımlarını, modellerini ve çözümlerini doğrulamışlar hatayı fark etmedikleri için bir ölçüde düzeltme yapmış olarak değerlendirilmişlerdir. Söz konusu değerlendirmeler sonucunda sarı grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri Tablo 35'de verilmiştir.

Tablo 35

Hurda MOE uygulamasında sarı grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri

SARI GRUP	HURDA MOE
Problemi Anlama	4
Sadeleştirme	3
Matematikselleştirme	4
Matematiksel Olarak Çalışma	3
Yorumlama	2
Doğrulama	5
Toplam	**21**

4.1.7.3. Hurda Model Oluşturma Etkinliğinde Mavi Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Problem durumunun yüksek sesle sınıfa okunması sırasında İmer hurda miktarlarının hesaplanması gerektiğini ifade etmiş ve grup arkadaşları problemde verilenleri altını çizerek **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)** araştırmacıya sorular yöneltmişlerdir. Gerekli açıklamaların yapılmasından sonra Mavi gruptan Naz sınıfa yüksek sesle problemi okumaya devam etmiştir. Bu aşamada ne problem durumunda ne konuda kararsız kaldığı sorulduğunda Naz, kendi aracıyla götürme konusunda biçiminde yanıtlamıştır **(Problemi Anlama).** Problemin okunmasının tamamlanmasının ardından Naz 1 tonun onun kaç kilograma eşit olduğunu sorması nedeniyle araştırmacı tahtaya 1 ton =1000 kg açıklamasını yazmıştır. Ardından İmer'in %60'ı 2 ton diye hesapladığını söylemesi üzerine Naz teneke ve demirden oluşan hurdaların toplam ağırlığının 2 ton olduğunu **(Doğrulama)** belirterek verilen yüzdelik dilimlere göre toplam 2 ton verilen hurdadaki demir ve teneke miktarının 1200 ve 800 kg bulduğunu göstermiştir. (**Sadeleştirme, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma).**

İmer: *Biz kilosunu hesaplayacağız.*

Naz: *Ceza ödeme riski var mı? Karlı çıkabilmesi için en fazla ne kadar olmalıdır?*

Araştırmacı: *Orada bilmediğiniz işaret var mı arkadaşlar? Tartı toleransını bu şekilde hesaplıyorlarmış.*

Naz: *Yok. X diyor x orada bilinmeyen olan mı?*

Araştırmacı: *Çarpı işareti o.*

İmer: *Çarpı işareti mi o?*

Araştırmacı: *Aracın azami yüklü ağırlığı çarpı yüzdesel ifade artı 500 kg.*

İmer: *Kesirle çarpıveririz.*

Araştırmacı: *Evet devam etmek isteyen var mı okumada?*

Naz: *Okuyayım mı?*

Araştırmacı: *Evet.*

Naz: *Yetkililer … [Problemi okur.]*

Araştırmacı: *Ne konuda kararsız kalmış?*

Naz: *Kendi aracıyla götürme konusunda, kendi kamyonetiyle götüreceğinde.*

Araştırmacı: *Peki.[Problemin okunmasına devam edilir.] Murat'ın karar verebilmesi için aşağıdaki soruları yanıtlayarak yardımcı olunuz. İki tane sorumuz var sizce hurdaları işyerinden iş yerinden kendi götürürse ceza riski olur mu olmaz mı? Kendi götürürse karlı çıkabilmesi için yol masrafı en fazla ne kadar olmalıdır? Bireysel olarak 5 dakika inceleyin. Sonra grup kağıtlarını dağıtacağım.*

Naz: *2 ton diyor. Yani 2000 kg yapıyor değil mi 2 ton? Hocam 2000 kilogram mı yapıyordu?*

Araştırmacı: *Tahtaya bilgileri yazayım. Bir ton 1000 kilogramdır.*

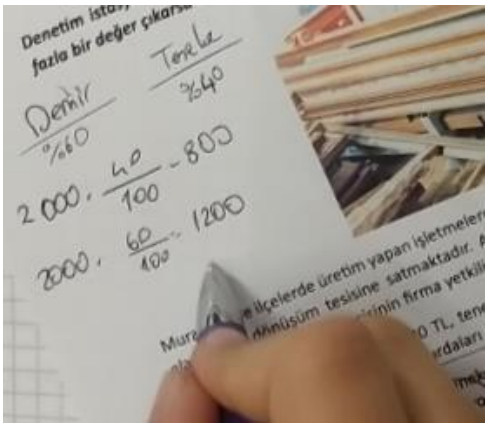
İmer: *Aa ben buldum. Bak şöyle mi yapalım? %60'ı 2 ton diye hesapladım.*

Naz: *%60'ı 2 ton değil.*

İmer: *Evet.*

Naz: *Teneke ve demirden oluşan hurdaların toplam ağırlığı 2 ton. Bak ben buldum onu. 800 kilo demirden de 1200 şimdi bunları çarpmayacak mıyız?*

Ekran Alıntısı:



İmer: *Senin yazdıklarını kendi defterime alabilir miyim? Haa ben de anladım 2000'in %40'ını bulacağız.*

Mavi grup gerçekçi varsayım doğrultusunda oluşturdukları matematiksel model ile demir ve teneke miktarının belirlenmeye çalışmıştır. Ada'nın demirin birim fiyatını 10,8 olduğunu söylemesi üzerine 1200 kilo demir 10,8 ile çarpılması gerekirken 10,3 ile çarpılarak 12360 tl bulunmuştur. **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma).** Ada'nın birim fiyatı tekrarlaması üzerine işlemler kontrol edilerek düzeltme yapılmış ve 12960 olarak bulunan değer grupça onaylanmıştır **(Doğrulama).**

Ada: *10,8 ile çarpacağız.*

İmer: *800 kilogramı tenekeymiş.*

Asya: *Buldun burayı hesaplayacağım.*

Naz: *1200 çarpı 10 virgül koyacaksın 30*

İmer, Naz: *12600 tl.*

Naz: *4 tonmuş en fazla … %3,75*

Ada: *Demir 10,80 değil mi?*

Naz: *Demir aaa 30'la çarptım ben 80 olacak. Yanlış yapmışım.*

İmer: *Normalde senin daha demin çarptığın olmayacak mıymış?*

Naz: *Hayır. Yanlış hesap yapmayalım da.*

İmer: *12.960 çıkıyor.*

Naz: *Emin misin?*

İmer: *12960 eminim.*

Naz: *12960 Kontrol amaçlı yaptık.*

Çalışmada grupça ilerleyen mavi grup üyeleri bireysel kağıt ve defterlerinde işlemleri yapmaktadır. İmer 'de teneke hurdalarından alınacak ücretin 800 x 5 = 4000 tl olduğunu hesaplamıştır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma).** Problemi tam olarak anlamlandıramaması nedeniyle tartı toleransını veren eşitlikteki ücret ve miktarı birbirine karıştıran İmer 'e Naz; 12960'ın fiyat olduğunu **(Doğrulama)** azami yük ağırlığının 4 ton, boş ağırlığın 2240 olduğunu açıklamıştır **(Problemi Anlama, Sadeleştirme).** Ardından İmer, hurdalarla birlikte aracın 2000+2240=4240 kg olduğu belirlenmiştir **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma).** Bunu onaylamayan Naz, kamyonetin azami yüklü ağırlığından boş ağırlığını çıkararak ve 4000-2240= 1760 kg ürün taşınabileceği üzerine bir model oluşturmuştur **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma).**

İmer: *Bulacağız şimdi.*

Naz: *4000 TL. 800 oluyor ya.*

İmer: *5 ile çarpacağız değil mi bunu biz?*

Naz: *4000 tl tamam. Şimdi ama azami yükünü hesaplamamız lazım. Biz 2 ton aldık.*

İmer: *Şimdi şöyle bu x' i yani bu 12960'ı.*

Naz: *Hayır onlar fiyat. Azami yük ağırlığı 4 tonmuş bu arabanın. Tamam mı? Boş ağırlığı 2240'mış. Kütlesi var ya kamyonun 2240 ama 4 ton Alabiliyormuş .12960 ile alakası yok.*

İmer: *Hımm. Toplam 4 ton alabiliyor sadece.*

Naz: *Evet.*

İmer: *Kaç kilo kalıyor o zaman? 4 ton 240 kilo oluyor bizim.*

Naz: *Hayır. Boş ağırlığı o. En fazla ne kadar alabiliriz biliyor musunuz bir dakika.*

Ada: *Ceza alıyor mu almıyor mu?*

Naz: *Evet.*

İmer: *Şurada 2.240 kilogram diyor ya. Demek ki 2 ton 240 kilogram var.*

Naz: *Tona çevirme.*

İmer: *Tamam boş ver. Burada da 2 ton diyor toplam zaten 4 tonu geçiyor ki boş ağırlığıyla birlikte bize verdiği 2 ton.*

Naz: *Boş kütlesi 2240 ya azami ağırlığı da 4 tonmuş. Tonu ben kilogramı çevirdim yani 4.000 kilogram sonra 2.240'ı çıkardım. Çünkü kamyonun kendi ağırlığı da var. 1760 kalıyor. Bu da içindekilerin ağırlığı oluyor.*

Azami yüklü ağırlığının problem durumunda 4000 kg olarak verildiğini fark etmeyen İmer anlamını sorgulamıştır**. (Problemi Anlama).** Ardından Ada tartı toleransının, 4 tonun %3,75'inin alınarak ulaştığı 150 kg değerine 500 eklenmesiyle bulunacağını doğru ifade etmiş fakat işlemlerde hata yapması nedeniyle 650 değerinin 6500 olduğunu söylemiştir. İmer' in "4 tonla %3, 75'i çarpıp 500 ekleyeceğiz en fazlası o" biçimindeki ifadesinde tartı toleransını ifade etmesine rağmen aracın azami yüklü ağırlığını veren eşitlik olduğunu düşünmüştür. **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma ve Yorumlama).** Yüzdelik dilimde verilen ondalık sayıyla çarpmada yapılan işlem hataları nedeniyle farklı sonuçlara ulaşan grup üyelerinden Ada 4000'in %3,75'inin 150 olduğunu doğru ifade etmiştir **(Matematiksel Olarak Çalışma)** öğrencilerin azami yüklü ağırlık ile tartı toleransını karıştırdığı belirlenmiştir. Ada'nın yinelemesi üzerine işlem hatası yapıldığı fark edilmiştir **(Doğrulama).**

İmer: *Ama aracın azami yüklü ağırlığı diyor ya. Azami ne demek oluyormuş?*

Naz: *En yüksek.*

Ada: *Maksimum.*

İmer: *4000 nerede yazıyor burada?*

Naz: *İmer 4000 kiloymuş ya. Çarptım onu ben bin ile 4.000 işte.*

Ada: *4 tonun %3,75'i 150. 500 eklediğimizde 6500 ediyor. O zaman da artıyor.*

İmer: *Azami yükünü bulacağız. 4 tonla %3, 75'i çarpıp 500 ekleyeceğiz en fazlası o.*

Ada: *%3,75 'i 150.*

Naz: *1500 yapıyor. Evet 15000 yapıyor.*

Naz, İmer: *15500.*

Naz: *Ben anlamadım.*

İmer: *15500 yani kamyonetle birlikte hurdaların ağırlığı oldu.*

Ada: *15000 nereden çıktı onu anlamadım.*

Naz: *Bir şey soracağım şimdi 4000'in %3,75'ini bulmamız gerekmiyor mu?*

Ada: *Evet. Oda 150.*

İmer: *Tamam.*

Naz: *Evet.*

Ada: *150.*

İmer: *15000 bulduk ya*

Naz: *Biz yanlış çarptık.*

Naz, kamyonetin azami yüklü ağırlığından boş ağırlığını çıkararak ve 4000-2240= 1760 kg yük taşınabileceğini tekrarladığında Ada toplam hurda miktarı ile aracın boş ağırlığını toplamının **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme)** 2000+2240=4240 olduğunu bu nedenle 240 kg daha eklenebileceğini açıklamıştır **(Matematiksel Olarak Çalışma).** Ardından yaptıklarını tekrarlamışlardır **(Doğrulama).**

Naz: *Sonra 2240 kilogramdan çıkardım. Neden? Kamyonetin boş 2240 kiloymuş. 1760 kg. kalıyor.*

Ada: *O artıyor.*

Naz: *1760 kalıyor bu da içindeki yük olmaz mı?*

Ada: *Olurda ekstradan 240 kilo daha var. 2000 kg daha eklendiğinde 4240 oluyor.*

Naz: *2000 ile çarpmıyor [Toplama demek ister.] muyuz şunu? Ben 3760 buldum.*

Naz: *Ben şeye kadar buldum. Teneke %40'mış demir de % 60 oluyor %100 olması için*

Ada: *Onu biliyoruz.*

Naz: *Sonra 2000'den çünkü toplam ağırlıkları 2 tonmuş. 2000'in önce %40'ını buluyoruz. 800 kilo. Sonra %60'ını bulduk 1200. Bu tamam. Şimdi alt kısmına geçtim ben en*

fazla yani azami yükü yazıyor ya şurası 4000 kg olacak. Sonra boş ağırlığı 2240' mış ya bundan çıkardım.

Ada: *Çıkardık 1760 oradan geldi.*

Naz: *Evet 1760 kalıyor. Bu da alabileceği işte. Bu teneke ve demirin alabileceği şey olmuyor mu?*

Ada: *O alabileceği ama eğer bu 2 tonu buraya eklersek o artıyor.*

Ada ve Naz'ın tartı toleransını veren [(aracın azami yüklü ağırlığı x %3,75) + 500] eşitliğinde işlem ve parantez önceliğine dikkat ederek aracın azami yüklü ağırlığı x %3,75= 150 kg buldukları belirlenmiştir. Fakat ardından Ada 4000 değerinin 150 ile çarpılarak 500 eklenmesi gerektiğini düşündüğünden 600500 değerini hesaplamış ve bu değerden aracın 2 ton hurda yüklü ağırlığını çıkartarak 600500-4240=596260 sonucuna ulaşmıştır. **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma).** Naz'ın işlemleri kontrol etmesi sonucu Ada işlemlerinde hata yaptığını fark etmiştir **(Doğrulama).**

Ada: *Aracın azami yüklü ağırlığı 4000 kilogramı 150 ile çarparsak 600000 artı 500 kilogram daha gelecek buradan. 600500 ediyor. Bunu da aracın şu anki yani azami ağırlığına 2 ton daha eklenmiş halini çıkardığımızda 2260 geliyor. Yani burada ceza yeme riski yok gibi.*

Naz: *Bir dakika 600500'ü buldun değil mi? Sen sıfırları yok ettin galiba çıkmıyor ki.*

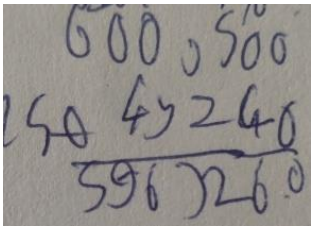
Ada: *Çıkıyor.*

Naz: *400 bin mi 4 bin mi?*

Ada: *Kafam karıştı 400 bin mi? Ben işlem hatası mı yaptım. İşlem hatası yaptım. Ufff işlem hatasından nefret ediyorum ya.*

Naz: *596260 [Ada'nın işlemine bakar.]*

Ekran Alıntısı:



İmer' in de 150 değerini bulmasının ardından ne yapacaklarını sorduğunda Naz, Ada'nın yaptığı işlemleri açıklamıştır. 600 bin değerine nasıl ulaşıldığını anlamlandıramayan İmer 150'ye 500'ün eklenmediğini belirtiğinde Naz [(aracın azami yüklü ağırlığı x %3,75)+500] ifadesinde ilk parantez içindeki işlemlerin yapılarak 500'ün sonra eklenmesi gerektiğini açıklamıştır. Parantez içindeki ifadenin bulunduğunu belirtmiş **(Doğrulama**) fakat grup üyelerinin yapılan hatayı fark etmemeleri nedeniyle Naz tekrar anlatmıştır. Ardından İmer'in tartı toleransını tekrar hesaplayarak 650 (**Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma ve Doğrulama)** olduğunu açıklaması üzerine grup üyeleri tarafından bu sefer 650 ile 4000'in çarpılması gerektiği belirtilmiştir **(Matematikselleştirme).** Tartı toleransın hesaplanmasında İmer doğru oluşturulan matematiksel modeli tekrarlamış fakat yapılan hatanın fark edilmeyerek bulunan değerin 596260 olduğu yinelenmiştir **(Doğrulama**).

İmer: *Şuradan da silelim iki sıfır 150. 150'yi ne yapacağız biz şimdi?*

Naz: *150 ile de 4000'i çarpacağız.*

İmer: *Çarpalım.*

Naz: *Çünkü baştaki ağırlığı bu 600000 yapıyor. Sonra 500 ekliyoruz. 600500. Bundan da 4240 çıkarıyoruz. Bir şey söyleyeceğim biz niye 4240' dan çıkarıyoruz onu?*

Ada: *Çünkü burada ceza ödeme riski olup olmadığını bulacağız.*

İmer: *Biz 600 bini ne yapacağız ben hiçbir şey anlamadım. Biz burada 150'ye 500 eklemedik.*

Naz: *İmer' cim baştakini bulmadık ki nasıl ekleyeceksin?*

Ada: *Parantez içinde.*

Naz: *Evet parantez içinde ya. Önce bunu yapacağız sonra bunu ekleyeceğiz ya.*

İmer: *Yaptık ya zaten.*

Naz: *Bak şimdi anlatıyorum sana tane tane. Biz buraya 4000 bulduk ya 150 ile çarptık 600.000 etti.*

İmer: *150 ile çarpmadın. Bunu bununla çarpınca 150 çıktı 150'ye 500 ekleyeceksin. Parantez burada ya.*

Naz: *Hayır. Önce bunu bulduk ya.*

İmer: *Evet işte 4000 ile bunu çarptın 150 buldun. 150 ile 500'ü toplayacaksın. Çünkü bu parantez içinde ya.*

Naz: *Tamam kaç?*

İmer: *650.*

Ada: *650'yi 4000 ile çarparsak.*

İmer: *650'yi niye bir daha 4000 ile çarpıyoruz ya biz zaten 4000 ile %3,75 çarpıp bununla toplayın demiş. Parantez burada ya.*

Ada: *Yani.*

İmer: *Tamam işte 650.*

Naz: *4.000'in %3,75'ini bulduk mu biz 150. Çarptık mı? 4000 ile çarpmadık.*

İmer: *O zaman bununla niye işleme girdik direkt 4 bin.*

Naz: *Bak 4000 direk kalıyor sabit tamam mı? Çünkü burada diyor ya. Biz 4000'in %3,75'ini kaç bulduk. 150 bulduk. Çarpıyor muyuz? Çarpmadık daha şu an. Sonra 500 ekliyoruz ya. Sonra çarpınca 600 bin çıkıyor 500 ekliyoruz.*

Ada: *Eee takıldım ben.*

İmer: *Ee siz ne buldunuz burayı?*

Naz: *600500 işte kalıyor geriye 5 bin bir şeyler.*

Ada: *596260.*

Grup defterlerine yapmayı öneren İmer' e grup arkadaşları, baştan itibaren yaptıklarını aktararak problemde verilenleri ve istenilenleri belirtmişlerdir **(Doğrulama, Sadeleştirme)**. 600500 değerinin yinelenmesi üzerine İmer önce 650 kg olması gerektiğinde emin olduğunu belirtse de arkadaşlarının çok büyük değerde ısrar etmeleri üzerine sonra 6 ton 50 kg. olabileceğini belirtmiştir **(Doğrulama).** Ortak bir karara varamayan grup elemanları araştırmacıya danışmıştır. Araştırmacı tarafından denetleme istasyondan geçilip geçilmediği sorgulatıldığında bulamadıkları ve sınırın 600500 olduğunu ifade edilmiştir.

İmer: *Şunu bir daha yapsak ya lütfen şu deftere.*

Naz: *Al İmer yaz baştan önce dur tenekeleri yazalım. %60 demir.*

Ada: *1200 kilo da burada. 5 ile çarp. 4000 tl lira orada var.*

Naz: *Oluşan toplam ağırlığı 2 tonmuş. Aracın azami yük ağırlığı 4 tonmuş.*

Ada: *Bizden de şey istiyor. İlk önce sizce Murat işyerinden hurdaları kendi götürürse denetleme istasyonunda ceza ödeme riski var mı?*

Naz: *Var mı geçmiyorsa nasıl olacak? 600500'müş sonra şurada bulacağımız bir şey olması lazım.*

İmer: *Tona çevirsenize daha rahat yaparız.*

Naz: *Tonla ben yapamıyorum. Böyle daha rahat yapıyorum.*

İmer. *O zaman orada 600 ton oluyor. Olmaz benim dediğim gibi.*

Ada: *600 ton 500 kg.*

İmer: *Ben hala dediğimin arkasındayım. 650 kg olacak orası.*

Naz: *Hayır ya.*

İmer: *650 olunca da çok az oluyor. 6 ton 50 kg desek.*

Naz: *Hocam gelir misiniz? Biz bir yere kadar bulduk da. Biz önce şeyleri hesapladık ne kadar demir ne kadar teneke onları bulduk.*

İmer: *Ne kadar olduğunu da bulduk.*

Naz: *Azami aracın şeyini bulduk.*

Araştırmacı: *Tamam sıkıntı var mı denetlemeden geçiyor mu?*

Naz: *Onu bulamadık. Burayı nasıl bulacağız?*

Araştırmacı: *İstasyondan geçmesi için sınır ne?*

Naz: *Sınır 600 bin 500.*

Araştırmacı: *600 bin 500 nasıl hepiniz aynı değeri buldunuz mu?*

600500 değerinde hem fikir olup olmadıkları araştırmacı tarafından sorulduğunda farklı değerler söylemeleri nedeniyle grup üyelerinin nerede yanlış yaptığı fark edilerek çarpma işlemini tekrar grup defterlerine yapmaları için yönlendirilmiştir. Tartı toleransının 650 kg olduğu ortak kararına varılmıştır. Ardından aracın 2 ton hurda yüklenmesiyle azami yüklü

ağırlığından artan değer 4240-4000=240 olarak hesaplanmış ve bu değer tartı toleransından çıkarılarak 650-240= 410 kilogramlık fark olduğu ifade edilmiştir **(Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma).** Bulunan tartı toleransının aracın yüklü ağırlığı ile toplanması gerektiğini fark etmeyen mavi grubun; problemde "denetim istasyonunda kantarda aracın azami yüklü ağırlığı ile tartı toleransının toplamından daha fazla bir değer çıkarsa araca ceza uygulanır." ifadesini okumalarının ardından denetleme istasyonlarında kantara çıkan araç için sınır değerin azami yüklü ağırlık ile tartı toleransının toplamına göre ceza uygulanacağı anlamlandırılarak en fazla ağırlığın 4000+650= 4650 kg olması gerektiği belirlenmiştir. **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma)**. Mavi grup 2 ton hurda yüklü kamyonetin ağırlığının sınır değerden 410 kg düşük olması nedeniyle ceza uygulanmayacağını kararlaştırmıştır **(Yorumlama).**

Araştırmacı: *600 bin 500 nasıl hepiniz aynı değeri buldunuz mu?*

İmer: *Hayır. 6050.*

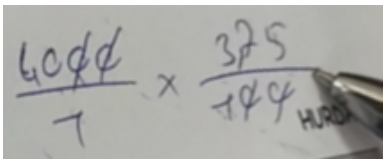
Araştırmacı: *İki farklı değer var. Başka?*

Naz: *Başka yok. Ama şimdi burası 4 ton değil mi? 4 ton olan kamyonetin diyor ya hani azami yük. Azami yük ağırlık 4 ton.*

Araştırmacı: *Tamam.*

Naz: *Sonra %3,75 çarpıyoruz burayı.*

Ekran alıntısı:



Araştırmacı: *Burayı çarpar mısınız grup defterinize.*

İmer: *Ben şöyle dedim. Hani biz burada 4000 ile çarpıp 150 bulduk ya bunu. Ben dedim ki tekrardan 4000 ile 150'yi çarpmayalım dedim.*

İmer: *650.*

Araştırmacı: *Ama bu araç kantara çıktı kendi ağırlığı var.*

İmer: *Anladım. Hani burada 2 ton diyordu ya burada 2240 kg diyor. Toplamı 4240 oluyor. Bizde de 650 oluyor. Demek ki 650'den 240'ı çıkartıp 650-240 çıktı.*

Ada, İmer: *410.*

Araştırmacı: *Ama kantardaki değer için şurayı bir okur musun yüksek sesle denetleme istasyonundan bir oku bakalım.*

İmer: *Denetim istasyonunda kantarda aracın azami yüklü ağırlığı ile tartı toleransının toplamından daha fazla bir değer çıkarsa araca ceza uygulanır.*

Naz: *O zaman uygulanmıyor. Uygulanıyor ay soruyu anlamadım ya. Şimdi o zaman bizim azami yük ağırlığımız 4000 kg ya. 4000 kilodan çıkardığımız şey fazla çıkıyor fazla değil mi?*

İmer: *4000 ile 650'yi toplayacak mıyız?*

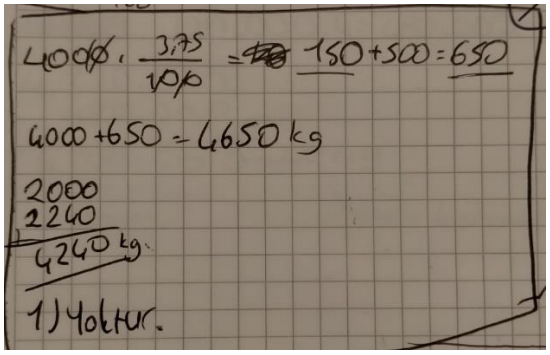
Naz: *Evet. 4000 ile 650'yi.*

İmer: *4650. Ama 500 de şeyi varmış.*

Naz: *Onu ekledik tamam 4650. Şimdi şu kısmını bulacağız o zaman.*

İmer: *Naz onu da bulduk. Burada 2 ton diyor. Burada da 2240 kg diyor 2000+2240=4240. Demek ki ceza uygulanmıyor.*

Ekran Alıntısı:



Naz: *Uygulanmayacak.*

İmer: *Ama uygulanmasa niye soracak ki?*

Asya: *Zaten diyor ya ceza ödeme riski var mıdır diye.*

Naz: *Yoktur. Tamam sonra 150+500 müydü eşittir 650 [Grup çözüm kağıdına yazar.]*

Ada: *Boşuna uğraşmışım ben.*

İmer: *Ben size dedim.*

Problemin birinci aşamasında ceza riskinin olmadığını belirleyen mavi grup hurdaların kendi kamyonetiyle götürülmesi sonucu karlı çıkılabilmesi için yol masrafının en fazla ne kadar olması gerektiğini belirlemeye çalışmıştır. Daha önce hesaplanan 1200 ve 800 kg. dan oluşan toplam 2 ton hurdanın kendi kamyonetiyle iletilmesiyle alınacak toplam ücret 12960 + 4000 =16960 tl olduğu grup çözüm kağıdına aktarılmıştır.

Araştırmacı: *Siz ilk aşamaya karar verdiniz.*

Naz: *Ceza olmayacak. Şimdi ikinci soruyu yapacağız. O zaman şimdi yol parasına dönüyor işimiz. O zaman şimdi bunlara giriyoruz dur. Birinci işlem şuradan başlıyor, ikinci işlem.*

İmer: *Orayı ben arkada yazdım şöyle.*

Naz: *Tamam. Hurdaları işyerinden kamyonetiyle götürdüğünde karlı çıkabilmesi için yol masrafı en fazla ne kadar olmalıdır? [Yüksek sesle okur.]*

İmer: *Şimdi gelirken ne kadar harcıyormuş burada o var ya 2 gün önceden haber verilirse 1600 kilograma kadar hurdaları şirket aracı göndererek aldırabileceklerini söylemişler.*

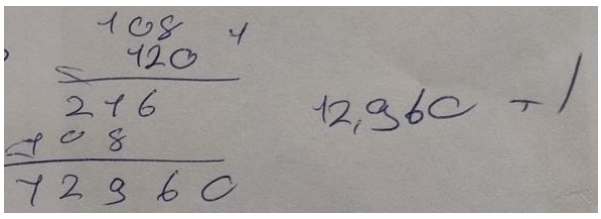
Naz: *Ben anlamıyorum bu arada burayı. Biz 10,80 ile çarpmadık ki bunları.*

İmer: *Çarptım ben.*

Naz: *Kaç çıkıyor?*

İmer: *Şurada biri 12960.*

Çözüm Kağıdı:



Naz: *Dur demir hangisi?*

İmer: *Demir 12960 teneke 4000 tl [İmer yazar.]*

Öğrenciler şirketin miktarın net belirlenmeyerek 1600 kilograma kadar alması nedeniyle 1600 kg iletilmesi gerektiği varsayımını kararlaştırmıştır **(Sadeleştirme).** Ardından şirket

aracının en fazla 1600 kg hurda alması nedeniyle ellerindeki 2 ton hurdadan demir ve tenekeden kaçar kilo göndermeleri gerekeceğini belirlemeye çalışmışlardır. Daha karlı çıkılabilmesi için hurda demirin teneke miktarından fazla olması gerektiği belirlenmiştir **(Yorumlama).** İmer bir ölçüde kabul edilebilir varsayım doğrultusunda toplam 1600 kg olmak üzere önce 100 kg demir ve 1500 kg demir olabileceğini daha sonra daha karlı çıkılabilmesi için 1 kg teneke ile 1599 kg demir gönderilebileceği ifade etmiştir **(Sadeleştirme ve Matematikselleştirme).** Ada gerçekçi varsayımlar doğrultusunda demirin tamamının alınması gerektiğini, en fazla 1200 kg hurda demir ile 400 kg hurda tenekenin toplam alım ücretinin 14960 TL olduğunu **(Yorumlama, Sadeleştirme ve Matematikselleştirme)** ifade etmiştir. Fakat arkadaşları öneriyi demirin tamamının alınamayacağını ifade edilerek kabul etmemiştir.

Naz: *Burada 1600 kg kadar hurdaları şirket aracı göndererek alabilir.*

Ada: *400 kilogram eksik çıkıyor.*

Naz: *Bu arada varsayımı buldum. Varsayım burada geliyor 1600 kilograma kadar yani istersen 1500 al istersen 1400 al orası belli değil haberiniz olsun.*

İmer: *Tamam 1600 alalım.*

Naz: *1600 alacağız biz yine.*

İmer: *Yani bir önceki soruda yaptığımız gibi maksimumunu alacağız biz zaten ama biz bu 1600'ü nerede kullanacağız ve hangi fiyatla çarpacağız? Çünkü biz fiyatları bilmiyoruz.*

Naz: *Fiyatları var burada. Fiyatları aynı değil mi değil mi demirle tenekenin?*

İmer: *Hayır. Burada 1600 kilogram demiş ama bunun ne kadarı demir ne kadarı teneke onu falan söylememiş bize. Bunu 10'la [10,80 demir alım fiyatını gösterir.] çarpıyorduk ya biz demiri fazla tutalım. Tenekeyi az tutalım ki fazla çıksın. Mesela 800 kg demir 800 kilogramı teneke diyeceğiz ama biz bunu ama diyelim ki mesela 1500 kilogramı demir, 100 kilogramı teneke.*

Naz: *Haa tamam şimdi anladım. Bende diyorum bunları toplamı bu yapıyor. Demire 1600 kg diyelim çünkü fiyatı daha pahalı.*

İmer: *Fiyatı fazla olduğu için daha fazla çıkacak işte.*

Naz: *Var ya biz onu 100 olarak alalım İmer. Çünkü çok geliyor ya.*

İmer: *Çok gelsin işte biz burada 1 kilo teneke versek ya ne olur?*

Naz: *1599'la 10,8'i mi çarpacağız.*

İmer: *Evet.*

Ada: *Peki bir şey diyeceğim demirin tamamını alsak tenekenin de şeyini alsak.*

Naz: *Tamamını alamıyoruz.*

Ada: *Tenekenin de 400 kilogramını alsak olur mu? Olur.*

Asya: *Olmaz.*

Ada: *Nasıl olmaz? Bu zaten tek başına 1200 kilogram değil mi? Bu da zaten 400. Gelir oradan 14960 geliyor.*

Naz, İmer' in 1 kg teneke ile 1599 kg demir olabileceği önerisindeki miktarları birim fiyatlarıyla çarparak toplam ücretin 17269,7 TL olduğunu hurda miktarlarının 100 kg teneke ile 1500 kg demir ve alınmasıyla da toplam alım ücretinin 16700 TL olduğunu hesaplamıştır. (**Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma).** İki değeri karşılaştıran İmer 1599 kg demirin olduğu seçeneğin daha mantıklı olduğunu söylemiştir **(Yorumlama).**

Naz: *İmer buldum gel. 17269,7*

İmer: *Ama burası 16960 çıkıyor. Daha zararlı mı oluyor şimdi?*

Naz: *Evet.*

İmer: *Sen onu başka yere yaz lazım olursa.*

Naz: *Tamam evet bu kalsın da. Şimdi o zaman biz bunu 1600'ün içinde ne kadar demir olsun? 1500 kg demir olsun.*

Ada: *2 tondaki kilogramlarına göre yapmayacak mıyız ya?*

İmer: *Bizim burada bulduğumuz 16960 hurdalardan kazandığımız para mı yoksa yola verdiğimiz para mı?*

Naz: *Bir şey buldum bu arada şey çıkıyor bak 1500 kilo demir 100 kiloda teneke aldığımızda 16700 tl çıkıyor. İmer mantıklı değil mi?*

İmer: *Şey daha mantıklı değil mi? 1600 var ya 1599 tanesi.*

Karlı çıkabilmesi için toplam 1600 kg olan farklı miktarlardaki hurda ve demir miktarlarının karşılaştırılasından sonra Ada demirin en fazla 1200 kg geriye kalan 400 kilogramında teneke alınarak ücretin 16690 olduğu tekrarlamıştır. **(Doğrulama, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma).** Mavi grup ardından işlemleri yaptıklarını ve hurdaların kamyonetle götürülmesinin daha karlı olacağını belirterek onaylamıştır **(Doğrulama, Yorumlama).**

İmer: *Naz demirden kaç kilo var elimizde 1200 kilo.*

Naz: *Önce maksimumu sonra ona göre ayarlayacağız.*

Ada: *Burada 2 tona göre yapmayacağız mı ya?*

İmer: *1200'ü 10, 80 ile çapacağız.*

Naz: *Bütün ağırlığımız 2 ton.*

Ada: *Şirket arabası maksimum 1600 kilo alabiliyor. Burada demir maksimum 1200 kilo ya o da 12960 yapıyor.*

Naz: *12960.*

İmer: *Şimdi 400'ü 5 ile çarpacağız.2000*

Ada: *Bu zaten 800 kilo kalıyor, 4000 tl yapıyor. 2000 tl ile toplasak 14960' la 1600 kilo yapıyor. Buna göre yapmayacak mıyız?*

Araştırmacı: *Arkadaşlar Ada'da anlatsın ne yaptığını çünkü hesaplamış burada, 16960 bulmuş.*

İmer: *Biz de bulduk onu. Bu arada kendisi götürürse daha karlı oluyor.*

Ada: *Hocam demir hurda 1200 kg ya teneke 800kg kalıyor zaten yarsı 400 kalıyor 2000 ile topladım 14960 oluyor.*

Araştırmacı: *Tamam aynı yola vardınız.*

Gerçekçi varsayımlar doğrultusunda oluşturulan matematiksel modelin çözümünde kamyonet ya da şirket aracıyla gönderilmesi sonucu bulunan toplam hurda alım ücretleri 14960 ve 16960 değerlerini karşılaştıran öğrenciler, problemde hurdaların kamyonetle götürülmesi durumunda karlı çıkılabilmesi için yol masrafının ne kadar olması gerektiği sorulduğundan yol masrafının verilmesi gerektiğini düşünmüşlerdir (Yorumlama). Yol masrafının verilmemesi

nedeniyle iki seçenek için bulunan toplam alım ücretleri birbirinden çıkarılarak 16690-14690=2000 tl olduğu belirtilmiştir.

İmer: *Bir şey söyleyeceğim şimdi ben buldum hepsini 16960 kendisi götürürse 14960 da şirkete verirse biz şimdi hangisini seçeceğiz? Büyük olanı mı küçük olanı mı?*

Naz: *Amacımız ne bizim burada? En fazla ne kadar olmalıdır diyor. Şimdi yol masrafını nerede veriyor hocam ben onu anlayamadım.*

Araştırmacı: *Ben bunu ortak çözümlerden sonra vereyim yol masrafını o kavramda sarı grupta takıldı siz de takıldınız.*

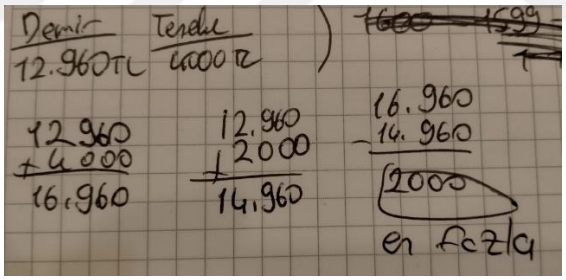
Naz: *Çıkaralım o zaman bunları birbirinden ya kaç bulduk bunu?*

İmer: *Hıhım.*

Naz: *2000 lira işte. Bu kadar şimdi bir dakika önce şu işlemi bir yazsak tahtaya çıkarken*

İmer: *Şimdi ben bunları yazmaya çalışayım.*

Grup Defteri:



Naz: *Burada neden bunları topladık?*

İmer: *Onu şey olarak bulduk. Hani burada 12960 oluyordu ya. Ya 1200 ile 10 bini çarpınca. 1600 diyor bunun 1200'üne demir dedik. 1200 ile 10,80 i çarpınca 12960 çıkıyor ya*

Naz: *Evet.*

İmer: *Onunla 4000x5 = 2000 onunla topladık.*

Naz: *Tamam en fazla bu oluyor. Evet bizim sorumuz bitti.*

Çözümlerini tamamlayan mavi grup sunumlardan önce çözüm kağıdında yer alan alt başlıkları tamamlamaya başlamıştır. Alt başlıklardan problemde ne istenildiğini Murat'ın hurdaları denetleme istasyonlarında ceza riski olup olmadığını bulduktan sonra şirketin verirse

ne kadar kendi götürüşe ne kadar karlı olduğun istediğini belirtmişlerdir **(Problemi Anlama, Sadeleştirme).** Problemi çözmek için varsayımlarını sorgulayan üçüncü alt başlık; şirketin 1600 kg alabileceğini fakat hangisinden ne kadar alacağını söylemediğini bu nedenle demir fiyatı fazla olduğu için demirin maksimum değerini bulduklarını ama daha az değer verebileceklerini biçiminde yanıtlanmıştır **(Sadeleştirme).** Araştırmacının grup sunumlarına geçileceğini hatırlattığında öğrenciler grup defterlerinde ve bireysel çözüm kağıdında yer alan işlemleri grup çözüm kağıtlarına aktarmışlardır. İkinci alt başlıkta yer alan "Verilmeyen bilgilere ihtiyacınız ihtiyaç var mı?" ifadesini önce yoktur biçiminde yanıtlayan Naz'a grup arkadaşı alınacak demir miktarının kendilerinin belirlemeleri nedeniyle olduğunu ifade etmiştir. Alt başlık hurdaların şirket aracıyla iletilmesi durumunda miktarının problemde verilmeyerek 1200 kg olarak alınması gerektiğinin kendilerinin belirlemeleri nedeniyle demir fiyatının en fazla olacak şekilde belirlediklerini biçiminde yanıtlanmıştır **(Sadeleştirme).**

Naz: *Şimdi bunu yapalım.*

İmer: *Bizden problemde [1. Alt başlığı yanıtlamaya başlar.]*

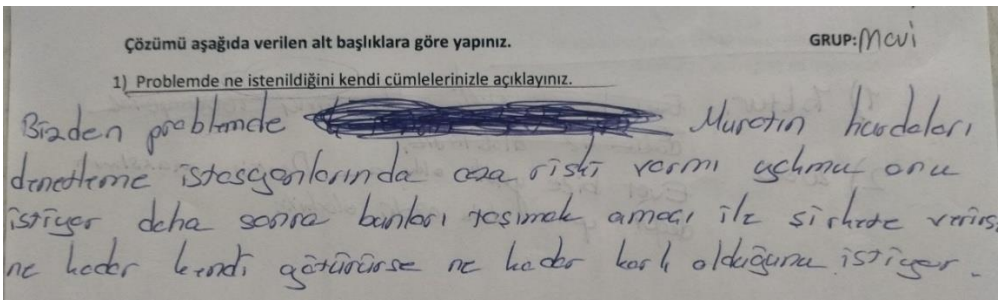
Naz: *Önce ne yaptık biz. Hayır işlemlerimizi yapacağız buraya bir şey yapmayacağız 4 tonun %3,75'ini bulduk.*

İmer: *Bulduk değil cümlelerle ne istenildiğini diyor.*

Naz: *Tamam o zaman sil onları. Murat'ın hurdaları denetleme istasyonlarında ceza riski var mı yok mu onu bulduk.*

İmer: *[Yazar.]*

Ekran Alıntısı:


Çözümü aşağıda verilen alt başlıklara göre yapınız. GRUP: Mavi

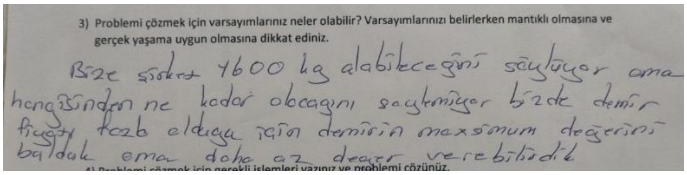
1) Problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız.

Bizden problemde [redacted] Muratın hurdaları denetleme istasyonlarında ceza riski varmı yokmu onu istiyor daha sonra bunları taşımak amacı ile şirkete veriş ne kadar kendi götürürse ne kadar karlı olduğunu istiyor.

Naz: *Verilmeyen bilgiye ihtiyaç var mıdır? [2. Alt başlığı okur.] Yoktur.*

İmer: *Var şurada var biz burada 1200 aldık daha az da alabilirdik. Bize şirket 1600 kg alabileceğini söylüyor ama hangisinden ne kadar alacağını söylemiyor. Bizden demir fiyatı fazla olduğu için demirin maksimum değerini bulduk ama daha az değer verebilirdik.*

Çözüm Kağıdı:


3) Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir? Varsayımlarınızı belirlerken mantıklı olmasına ve gerçek yaşama uygun olmasına dikkat ediniz.

Bize şirket 1600 kg alabileceğini söylüyor ama hangisinden ne kadar alacağını söylemiyor bizde demir fiyatı fazla olduğu için demirin maksimum değerini bulduk ama daha az değer verebilirdik.

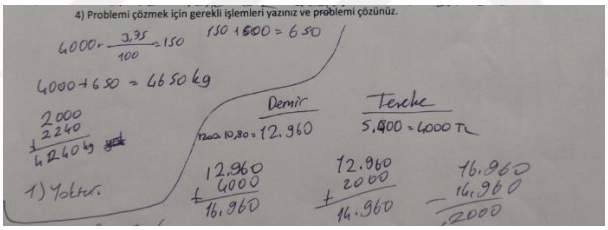
Araştırmacı: *Evet grup çözümlerine geçiyoruz.*

Naz: *Tamam hocam. … Bu 12260'ı nasıl bulduk ya. Ne ile çarptık İmer 10,80 ile çarptık değil mi? 5 ile kaçı çarpıyoruz?*

İmer: *5 ile 800'ü.*

Ada: *Evet burada problemimizi de yazdık.*

Çözüm Kağıdı:


4) Problemi çözmek için gerekli işlemleri yazınız ve problemi çözünüz.

4000 - 3,35/100 = 150

150 x 800 = 6.50

4000 + 650 = 4650 kg

2000 + 2240 = 4240 kg

1) Yoktur.

Demir

12.960

+ 4000

16.960

Tencere

5.400 - 4000 TL

12.960

+ 2000

14.960

16.960

- 16.960

2000

Naz: *Tamam.*

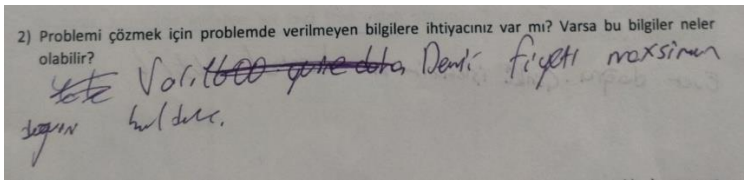
İmer: *Öğretmenim eksik bilgi var mı diyor ya varsayımımızı onun içine katalım mı?*

Araştırmacı: *Katın.*

Naz: *Evet bize yeterli oldu ama.*

İmer: *Demir fiyatının maksimum değerini bulduk. [2. Alt başlığa yazar.]*

Çözüm Kağıdı:


2) Problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyacınız var mı? Varsa bu bilgiler neler olabilir?

Yok

Var, ~~1600 gibi daha~~ Demir fiyatı maxsimum bulduk.

değerin

Mavi grup üyelerinden Naz ve İmer grup çözümlerini sınıf arkadaşlarıyla paylaşarak anlatmıştır. Mavi gruba anlatım sırasında, sunumlarını bir önce gerçekleştiren sarı grup ile çözümlerinin benzer olduğu belirtildiğinde Naz buraya kadar aynı bulduklarını ifade etmiştir (Doğrulama). Araştırmacı tarafından sadece hurdaların iletilmesiyle ilgili iki seçeneğe ait belirlenen 16.960 ve 12.960 değerlerini birbirinden çıkarmayarak en fazla olabilecek yol ücretinin 2000 tl olduğu belirlenememesi nedeniyle çözümlerini tamamlamadığını düşünen sarı gruba eksik kalan yerin anlaşılıp anlaşılmadığı sorulmuştur. Anlaşıldığı ifade edildikten sonra Naz ve İmer hurdaların kamyonet ile götürülmesi durumunda daha karlı çıkılacağını sonucuna ulaştıkları söyleyerek sunumu tamamlamışlardır.

Araştırmacı: *Şimdi mavi grup yaptıklarını anlatıyor arkadaşlar.*

Naz: *İmer gel.*

İmer: *İlk baş %40'ı tenekeyi %60 demir diyordu Onların değerlerini bulduk. Sonra biz .4 ton ile %3,75'i çarptık.*

Araştırmacı: *Tartı toleransınız kaç çıktı?*

Naz: *150 çıktı. Sonra 500 ekledik 650 çıktı.*

İmer: *650 çıktı daha sonra biz bunu 4000 ne ekledik 4.650 çıktı.*

Naz: *Sonra 2240 kamyonetin kendi ağırlığıydı.*

Araştırmacı: *Sarı grupta buraya kadar aynıydı arkadaşlar.*

Naz: *Evet buraya kadar aynı bulmuşuz zaten. Buydu bizim bu çıktı o yüzden yok. Sonra fiyatlara geçtik. Sonra bunların %40'ını %60'ını çarptık. Sonra 1200'ü 10,8 ile çarptık. Demir 12.960 çıktı. 800 ile 5'i çarptık. Kilosu 5 TL imiş. Sonra 12.960 ile 4.000'i topladık 16.960 çıkıyordu bu elimizdeki şu anki şey.*

İmer: *Kendimiz gidersek.*

Naz: *Biz kendimiz gidersek. Sonra 1600'den 1.200'ü çıkardık neden 1600 şey diyordu*

İmer: *Şirket alırsa 1.600'e kadar alabiliyormuş. Biz de burada demir fiyatı daha fazla olduğu için daha fazla çıksın diye.*

Araştırmacı: *Aradaki fark bu.2.000 lira fark var ya benim yol masrafım diyorsunuz değil mi?*

Naz: *Evet. Sonra 400 ile 5'i çarptık 2000. 2000 TL işte. Bizim yol masrafımız bu 2000' i de 12.960'a ekledik 14.960. Sonra 16.960'dan 14.960'ı çıkardık en fazla 2000 olur.*

Araştırmacı: *Sarı grup anlaşıldı mı eksik kalan yer?*

Sarı grup: *Evet.*

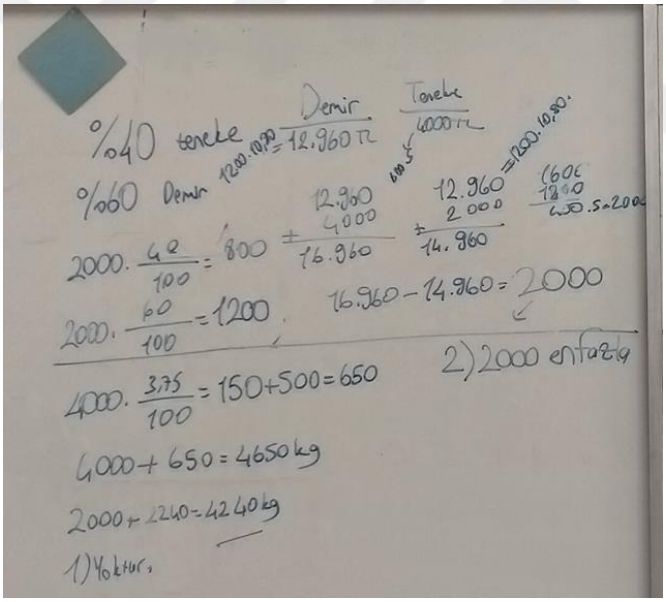
İmer: *Yani burada kendimizin götürmesi gerek, kendi aracımızla götürürsek daha karlı çıkarız.*

Araştırmacı: *Teşekkürler.*

Sunumun tamalanmasının ardından Mavi Grup sunum sonunda Şekil 80'de verilen çözümlerinde değişiklik ya da düzeltme yapmamıştır **(Doğrulama).**

Şekil 80

Mavi grup Hurda MOE sunum



Tüm sunumların tamamlanmasının ardından dağıtılan etkinlik sonu kağıdında yer alan başlıkları tamamlayan mavi grup ilk alt başlıkta problemi nasıl çözdüklerini detaylı biçimde açıklamıştır. Yorumlama ve doğrulama yeterliği kapsamında "Elde ettiğiniz sonuçları doğru ve anlamlı olup olmadığını gerekçeleriyle açıklayınız. Sonuçlar gerçek yaşama uygun mu? Neden gerçek yaşama uygun/ uygun değil?" sorusunda; gerçek yaşamda yaşanabileceğini, işlemlerini kontrol ederek işlem hatası yapmamaya özen göstermeleri nedeniyle doğru ve anlamlı olduğunu, **(Yorumlama)**, "Sunumlardan sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı?" Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzeltiniz?" sorusuna ise ifade etmişlerdir

(Doğrulama). Çözüm sürecindeki yaklaşımları ve grup sonu sorulara yazdıkları ifadeler göz önüne alındığında doğrulamayı gerçek yaşamdaki bilgileri göz önünde bulundurma ve gerçekçi olma olarak ele aldıkları düşünülmüştür.

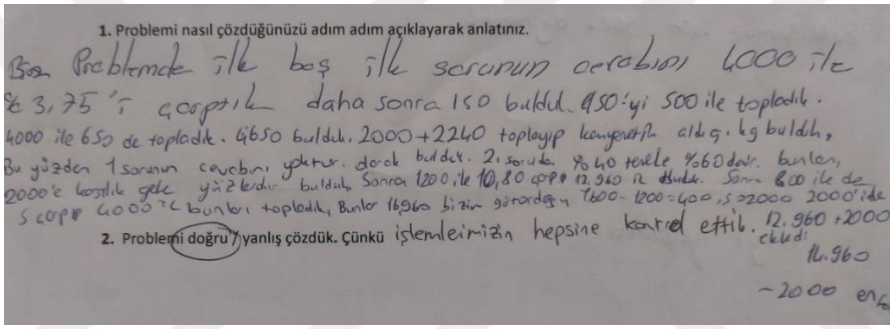
İmer: *Bunu ben yaparım.*

Naz: *Yap hadi yaz şimdi onları.*

İmer: *Ben ilk baş neyi buldum.*

Naz: *Burada var ya baksana [Çözümlerine bakar] Daha sonra yüzdelerini bulduk bunu 500 ile topladık. Daha sonra buna 4000 ekledik.*

Etkinlik Sonu Kağıt Alıntısı:


1. Problemi nasıl çözdüğünüzü adım adım açıklayarak anlatınız.

Bu Problemde ilk baş ilk sorunun cevabını 4000 ile %3,75'i çarptık daha sonra 150 bulduk. 950'yi 500 ile topladık. 4000 ile 650 de topladık. 4650 bulduk. 2000+2240 toplayıp komşumuzun aldığı bulduk, Bu yüzden 1 sorunun cevabını yaktır. dorak bulduk. 2. sorunda %40 tanele %60'dır. bunları, 2000'e bağlılı göre yüzdeler bulduk Sonra 1200 ile 10,80 çarpıp 12.960 TL bulduk. Sonra 800 ile de 5 çarpıp 4000 TL bunları topladık, Bunlar 16960 bizim görmediğimiz 1600-1200=400 ,5=2000 2000'de

2. Problemi doğru / yanlış çözdük. Çünkü işlemleimizin hepsine kontrol ettik. 12.960+2000 eklendi

12.960

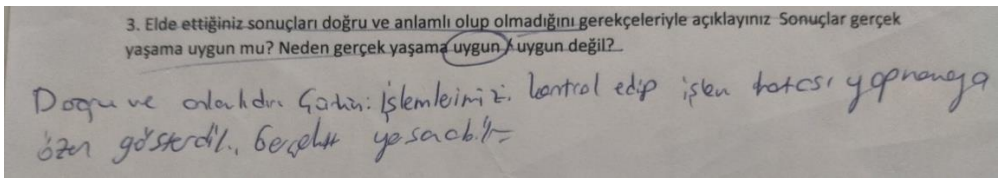
-2000 en

Naz: *Elde ettiğiniz sonuçları doğru ve anlamlı olup olmadığını gerekçeleriyle açıklayınız.Sonuçlar gerçek yaşama uygun mu? Doğru ve anlamlıdır. Neden doğru ve anlamlıdır? [Alt başlığı okur.]*

İmer: *Çünkü gerçek yaşamımızda da uygulanır.*

Naz: *çünkü işlemlerimizi kontrol edip işlem hatası yapmamaya özen gösterdik.*

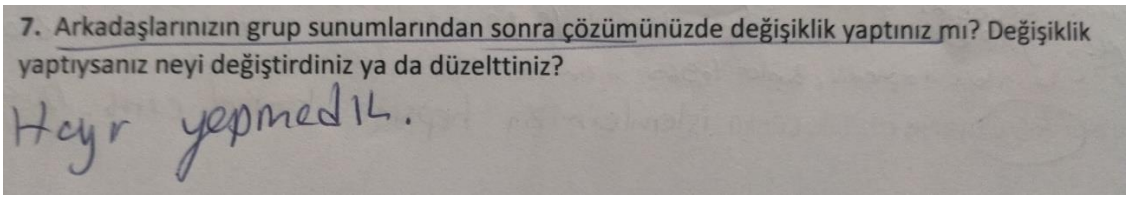
Etkinlik Sonu Kağıt Alıntısı:


3. Elde ettiğiniz sonuçları doğru ve anlamlı olup olmadığını gerekçeleriyle açıklayınız Sonuçlar gerçek yaşama uygun mu? Neden gerçek yaşama uygun / uygun değil?

Doğru ve anlamlıdır Çünkü: işlemlerimizi kontrol edip işlem hatası yapmamaya özen gösterdik. Gerçek yaşamda=

Naz: *Arkadaşlarımızın grup sunumlarından sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı? [Alt başlığı okur.] Hayır yapmadık. Hocam bizim bitti (7.2)*

Etkinlik Sonu Kağıt Alıntısı:



Grubun çözüm yaklaşımları incelendiğinde, gerçekçi varsayımlar oluşturan öğrencilerin bu varsayımlara dayalı olarak gerekli değişkenleri doğru bir şekilde belirledikleri görülmüştür. Söz konusu değişkenlere dayalı olarak problem durumunda hurdaların şirket aracıyla iletilmesi durumunda verilmeyen türlerine göre hurda miktarları doğru şekilde belirlenerek oluşturulan doğru matematiksel modelleri kullanarak matematiksel çözüme ulaşılmıştır. Elde edilen doğru matematiksel çözüm gerçek yaşam bağlamında doğru biçimde yorumlanmıştır. Süreç boyunca varsayımlarını, modellerini ve çözümlerini doğrulayan grup elemanları, belirledikleri tüm hataları düzeltilmiştir. Söz konusu değerlendirmeler sonucunda Mavi grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeylerine Tablo 36' da yer verilmiştir.

Tablo 36

Hurda MOE uygulamasında mavi grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri

MAVİ GRUP	HURDA MOE
Problemi Anlama	4
Sadeleştirme	3
Matematikselleştirme	4
Matematiksel Olarak Çalışma	4
Yorumlama	4
Doğrulama	6
Toplam	**25**

4.1.7.4. Hurda Model Oluşturma Etkinliğinde Yeşil Grubuna İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Hurda MOEnin "Üretim Teknolojisindeki Gelişimle Değişen Geri Dönüşüm" başlıklı tanıtıcı makale bileşeninde yer alan sorular etkinlik başında öğrencilere söz hakkı verilerek yanıtlanmıştır. Tanıtıcı makalede yer alan soruların yanıtlanmasının ardından problem durumu tüm öğrencilere dağıtılmıştır. Problemin tüm sınıfa yüksek sesle okunmasının ardından etkinlik kağıtları dağıtılmıştır. Ardından grup üyelerinden Banu ve Berat grup arkadaşlarına problemi

yüksek sele tekrar okumuştur. Ardından verilen ve istenileni belirleyerek arasında uygun bir ilişki kurarak tartı toleransına hesaplayan Berat problem durumunda 4 ton olarak verilen aracın azami yüklü ağırlık değerini [(aracın azami yüklü ağırlığı x %3,75) +500] formülünde yazarak 4000 x %3,75=150, 150+500 =650 kg olarak hesapladığını arkadaşlarına aktarmıştır. **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme ve Matematiksel Olarak Çalışma).**

Banu: *Ülkemizdeki ticari araçların ağırlık sınırını aşıp aşmadıklarını [Problemi okumaya başlar.] Ülkemizde ticari araçların ağırlık sınırlarını aşıp aşmadıklarını belirlemek için yollarda araç denetim istasyonları bulunmaktadır. Azami yüklü ağırlık, aracın güvenle taşıyabileceği azami yükle birlikte ağırlığıdır. Denetim istasyonunda kantara çıkan araçta; aracın azami yüklü ağırlığı ile tartı toleransının toplamı esas alınır. Kantarda bu toplamdan daha fazla bir ağırlık çıkarsa araca ceza uygulanır. Tartı toleransı ise aracın azami yüklü ağırlığı kullanılarak hesaplanmaktadır. Tartı toleransı en çok; verilen formülle hesaplanmaktadır. Denetim istasyonunda kantarda aracın azami yüklü ağırlığı ile tartı toleransının toplamından daha fazla bir değer çıkarsa araca ceza uygulanır.*

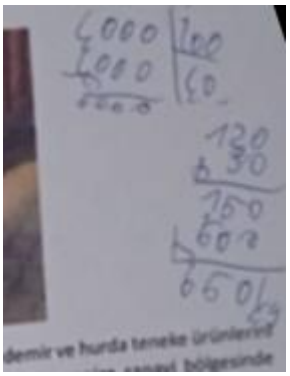
Berat: *Hadi devam.*

Sude: *Ben mi?*

Berat: *[Problemi okumaya devam eder.] Murat, çevre ilçelerde üretim yapan işletmelerden çıkan hurda toplama demir ve hurda teneke ürünlerini alarak geri dönüşüm tesisine satmaktadır. [Problemi okumaya devam eder.] Aldığı ürünleri satacağı, Bursa organize sanayi bölgesinde bulunan geri dönüşüm tesisinin firma yetkilileriyle güncel fiyatları almak için görüşmüştür. Yetkililer, demirin kilosunu 10,80 TL, tenekelerin kilosunu 5 TL'den almaktadır. İki gün önceden haber verilirse 1600 kilograma kadar hurdaları şirket aracı göndererek aldırabileceklerini söylemişlerdir. %40'ını tenekelerin oluşturduğu teneke ve demirden oluşan hurdaların toplam ağırlığı 2 tondur. Murat'ın azami yüklü ağırlığı 4 ton olan kamyonetinin boş ağırlığı ise 2240 kg'dır. Murat denetim istasyonlarında ceza alma riski yoksa hurdaları kendi kamyonetiyle götürmek istemekte fakat yol masrafı da olacağından şirket yetkililerine haber verme konusunda kararsız kalmıştır. Murat'ın karar verebilmesi için aşağıdaki soruları yanıtlayarak yardımcı olunuz.*

Berat: *Şimdi ilk baş 4 tonmuş ya 4000 bölü [İşlemi yazar.] kaç yüzdü değil mi? Şimdi burada 3 diyor 3 ile çarptık .40x3= 120 ondan sonra 4'e böleceğiz. 10 çıkıyor. Üçünü aldık 30 çıkıyor. Topladık 150. 500 ekleyeceğiz 650. Şimdi tolerans 650 kilogram ediyor.*

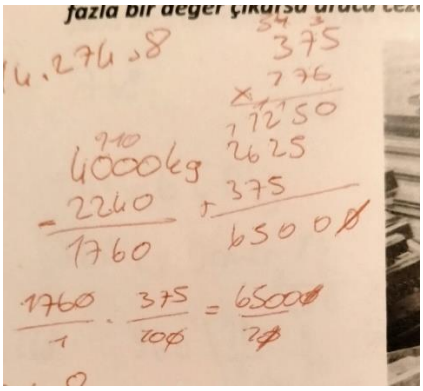
Ekran Alıntısı:



Grup üyelerinden tartı toleransını farklı bulan Sude, tartı toleransını hesaplarken aracın azami yüklü ağırlığı yerine azami yüklü ağırlıktan boş ağırlığın çıkartılmasıyla bulunan 4000 -2240 = 1760 değerini almış ve 1760'ın %3,75'ini hesaplarken işlem hatası yapmıştır **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma).** Grup arkadaşları tartı toleransının aracın azami ağırlığıyla hesaplandığını söylemişlerdir **(Doğrulama).** Hurdaların şirket aracıyla 1600 kilograma kadar gönderilebileceği durumu yeşil grubun tartı toleransını göz önünde bulundurmadan değerlendirmesi en fazla 1600 kg hurda gönderilebileceğine yönlendirerek yanlış anlamlandırmasına neden olmuştur. **(Sadeleştirme).** Bu nedenle azami yüklü ağırlıktan aracın boş yüklü ağırlığını çıkartılarak bulunan 1660 değeri aracın alabileceği hurda miktarı olarak belirlenmiştir. (**Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)** Ceza alma riskini etkilemeyecek biçimde yapılan işlem hatası sonucu 1760 yerine 1660 olarak bulunan aracın alabileceği yük miktarı, tartı toleransı değeri olan 650 ile karşılaştırılarak ceza alma riskinin olduğu yargısına ulaşılmıştır **(Matematikselleştirme, Yorumlama).** Yapılan işlem hatası ceza alma riskini etkilemektedir.

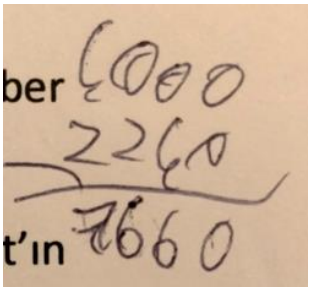
Sude: *Ben şöyle düşündüm. Azami yüklü ağırlığından boş ağırlığı çıkarttım. 4000' den çıkarttım ki dolu ağırlığı 1760 oldu. Sonra 1760'ın %3,75 'ini buldum.*

Ekran Alıntısı:



Berat: *Ama burada bak aracın azami ağırlığıyla hesaplanıyor. Tartı toleransını 650 kilogram bulduk 1600 kilograma kadar şey yapabiliyormuş. Evet şimdi 4000'den 2240'ü çıkaracağız. Evet 1660 [1760 işlemi yanlış yapar.]*

Çözüm Kağıdı:



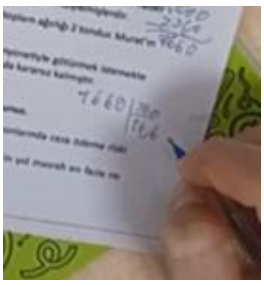
Berat: *O yüzden ceza riski var. Bence buna biz var diyelim.*

Banu: *4 tondan bunu çıkarttık 1.660 çıktı. Yani ceza uygulanıyor diyeceğiz.*

Ceza alma riskini belirlenmesinin ardından problem durumunda; %40'ını tenekelerin oluşturduğu teneke ve demirden oluşan hurdaların toplam ağırlığının 4 ton olduğu şeklinde ifade edilmesine rağmen yeşil grup üyeleri 1660'ın %40 ve %60'ını hesaplamayarak teneke ve demir hurda miktarlarını belirlemeye çalışmıştır. **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme).** Oluşturdukları varsayım üzerine aracın alabileceği yük miktarını 1660 kg kabul ederek demir ve teneke miktarlarının hesaplanmasında işlem hataları yapılarak hurda teneke ve demir miktarları sırasıyla 664 ve 996 kg olarak hesaplanmıştır **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma).** Yeşil grup belirlenen teneke ve demir hurda miktarlarını birim fiyatlarıyla çarparak alım ücretlerini bulmuştur **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma).** Hurda teneke alım ücretinin 3320 tl, hurda demir alım ücretinin ise işlem hatası yapılarak 10,728 olduğu belirlenmiştir.

Berat: *O yüzden riskini var yazdık. Şimdi %40'ı tenekeden oluşuyor diyor. 1600 / 100 = 16,6 yapıyor.*

Ekran Alıntısı:

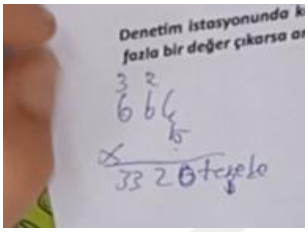


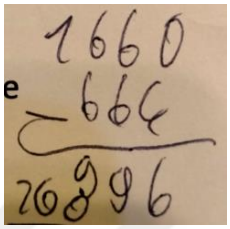
Berat: *%40'ı [16 ile 40'ıçarpmıştır]. 640 yapıyor burası. Ondan sonra kaçtı 40 x 6 =240 24 tl ekliyoruz buna [16,6 ile uzun yoldan çarpmıştı.] 24 ekliyoruz buna. 664 yapıyor.*

Banu: *Bitti mi?*

Berat: *Tenekeden 664 tl geldi değil mi? Evet 664 kilogram. 664 x5 =3320 TL teneke. Ondan sonra geriye kalan %60'ı da şey olduğu için 1600'den 640'ü çıkartacağız. 996 yapıyor.*

Ekran Alıntısı:

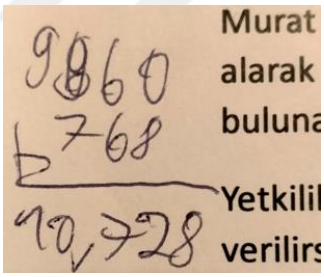




Sude: *Bununla çarpacağız.*

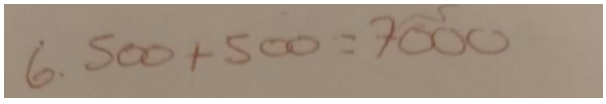
Berat: *9960 tl yapıyor şeysini ben kaç bulmuştum bunu 768 bulmuşum. 9.960 TL'ye 768 ekleriz. 10.728 yapıyor. Uygulanıyor evet.*

Çözüm Kağıdı:



Berat ve Banu'nun hurda alım ücretlerini hesaplama aşamasında tartı toleransını 7000 olarak hesapladığını ifade eden Sude formülde aracın azami yüklü ağırlığı yerine aracın alabileceği yük miktarının %3,75'ini hesaplayarak 7000 değerini bulduğunu açıklamıştır. Berat ve Banu 7000 olamayacağını belirterek kendi yaptıklarını anlatarak aracın boş ağırlığının formülde kullanılmayacağı açıklanmıştır **(Doğrulama).** Açıklamalar sırasında yapılan kontrollerde aracın alabileceği yük miktarının 1660 yerine 1760 olması nedeniyle yapılan işlem hatasının farkına varılmıştır **(Doğrulama).**

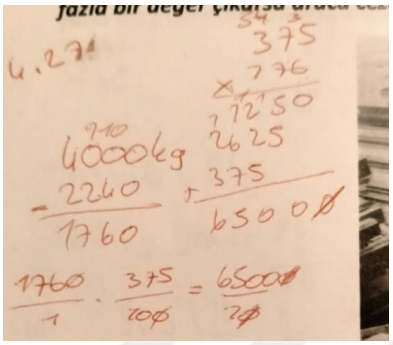
Sude: *Ben 7000 tl buldum.*



Berat: *Nasıl yapıyor Sude?*

Sude: *Kilogramı tona çevirdim. Sonra burada boş ağırlığını çıkarttım. 1760 yapıyor. Sonra buradaki formülü uyguladım. Sonra bu çıkıyor.*

Çözüm Kağıdı:



Berat: *6500 ile neden 500'ü topluyorsun.*

Banu: *6.500 nereden geldi?*

Sude: *Burada 500 var ya + 500 yazıyor.*

Berat: *Tamam 650 TL yapıyor.*

Sude: *Evet.*

Banu: *Biz orasını bulalı çok oldu.*

Sude: *İşte ben diyorum ki 7000'i buldum.*

Berat: *Olmuyor ki seninki o zaman yanlış oluyor.*

Banu: *Olmaz ki. 650 kilogram bunun şeyi.*

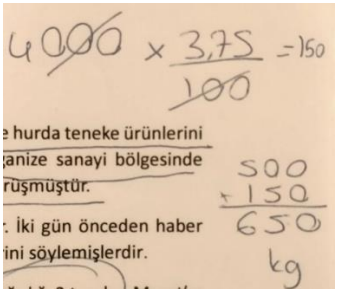
Berat: *Burada bunu topluyorsun bunu 4 tondan hesaplıyorsun*

Banu: *Bak 4 ton diyor ya 4.000 x 3,75 bölü Buradan 100 diyoruz ya bunların ikisini attık mı [Sıfırları gösterir.]150 çıkıyor.*

Berat: *+ 500 ekliyoruz.*

Banu: *500'e 150'yi ekliyoruz 650 kilogram çıkar burası.*

Ekran Alıntısı:



Berat: *Tolerans diyor. Yani şans tanıyor sana değil mi?*

Banu: *Evet.*

Berat: *O zaman ceza yemez. Çünkü 1.600'ü geçmiyor. O zaman 650 ekleyince*

Sude: *Ben 7000 buldum. Siz bunu burada böyle yazdınız ben öyle yapmadım.*

Banu: *Ama onu sen nasıl şey yaptın ki? Bunun onunla bir alakası yok. Boşla bunun alakası yok ki.*

Sude: *Hayır bu dolu diyor.*

Berat: *Tamam 1760 kilogram dolu. Biz de öyle bulmuştuk demin.*

Sude: *Tamam ben de öyle gittim.*

Banu: *1660 bulduk.*

Sude: *Nasıl öyle oluyor o zaman*

Berat: *4000'den 2.240'ı çıkar*

Banu: *Sen yanlış çıkarmışsın ki zaten.*

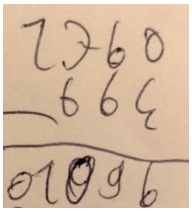
Berat: *1760 çıkıyor.*

Yeşil grup üyeleri kamyonete yüklenebilecek miktarın 1660 kg olarak almaları sebebiyle bir ölçüde kabul edilebilir varsayım doğrultusunda kurulan eksik matematiksel modellerindeki hatayı fark etmiştir. Çözümlerini 1760 değeri alarak yeniden revize eden yeşil grup hurda miktar ve ücretlerini hesaplamıştır.704 kg olan tenekenin ücreti 3520 tl, 1056 kg olan demirin ücreti ise 11404,8 tl bulunarak toplam hurda ücretinin 3520 + 11404,8 = 14924,8 tl olduğu belirlenmiştir **(Doğrulama, Matematiksel Olarak Çalışma).**

Sude: *Siz yanlış bulmuşsunuz.*

Berat: *Evet biz yanlış bulmuşuz. 1760'dan çıkartalım o zaman. 1760-664=1096 mı yapıyor 1096 yapıyor. Biz ne yaptık ki 1096 ile.*

Çözüm Kağıdı:



Sude: *Neden 1.760'dan 664'ü çıkarttık.*

Banu: *Yanlış yapmıştık ya zaten bunu.*

Banu: *1760 almalıydık.*

Berat: *Hıhım hurda işte. Ama bir dakika biz burada şimdi yanlış yaptık neden 10.096'ya göre yaptık.*

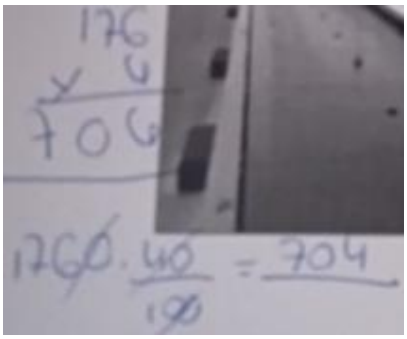
Banu: *Ben orasını anlamadım.*

Berat: *Orasını anlamadık çünkü 664 TL'yi teneke olarak hesaplamıştım. Haydi bakalım en baştan başlıyoruz tekrardan. 1760**:**100=17,6 yapıyor 17,6 ile 40'ı çarp 680 yapıyor.*

Sude: *Sizin gittiğiniz yol doğru.*

Berat: *704 kilo yapıyor aman 704 TL yapıyor*

Çözüm Kağıdı:



Berat: *704 ile 5'i çarp.*

Banu: *704'ünü teneke oluşturuyormuş.*

Berat: *3520 TL yapıyor. Değil mi?*

Banu *3570 buldum.*

Berat: *3520 yapıyor.*

Banu: *704 ile 5'i çarpacağız tenekelerin fiyatını bulmak için ya*

Berat: *Evet.*

Banu: *Doğru 0'ı unutmuşum orada.*

Berat: *1760'tan 704 çıktı .1056*

Banu: *Evet 1056 Çıkıyor.*

Berat:*1056 ile kaçı çarpacağız?*

Araştırmacı: *Size bakın. Turuncu toleransı buldu yeşil grup buldu.*

Berat: *Hocam biz komple bulduk.*

Banu:*1760.*

Berat: *Dur bi dur dur 10560.*

Araştırmacı: *Geliyor çözümler hadi bakalım.*

Sude: *Kağıdı dolduralım.*

Berat: *Bir şey söyleyeceğim u 10,80 ile şeyi çarpsanıza 1056 ile tekrar çarpsana.*

Sude: *Çarpalım.*

Berat: *14.924,8 TL yapıyor. Sude burada.*

Banu hurdaların toplam alım ücretini bulmak için yapılanları kontrol etme aşamasında Berat'a devamında ne yaptıklarını sorması üzerine Berat işlemleri açıklamış **(Doğrulama)** ardından araştırmacıya toleransın ne anlama geldiğini sormuştur. Ardından araştırmacı yeşil grup üyelerinin hurda miktarının belirlenmesinde tartı toleransını göz önünde bulundurmadan bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlara dayalı oluşturdukları matematiksel modellerindeki eksiklikleri fak etmeleri için açıklamalarda bulunmuştur. Açıklamada aracın 4 ton olduğu hesapladıkları 650 kg tolerans nedeniyle sınırın 4650 kg olduğu belirtilmiştir. Bunun üzerine Sude'nin üstünde kalırsa şirket ödüyor biçiminde açıklama yapması belirledikleri tolerans değerinin nasıl kullanılacağının anlamlandırılmadığını ve modeldeki hatanın fark edilmediğini

göstermiştir. Bu nedenle araştırmacı şirketin 1600 kilograma kadar, kendileri götürürse 2 ton iletebileceklerini belirtilmiştir.

Banu: *Berat şimdi sana bir şey söyleyeceğim 1760'ı bulmuştuk ya sonra 704 yaptı. Bunların devamında ne yaptık biz? 5 ile çarptık.*

Berat: *1.760'dan da 704'ü çıkarttık demiri bulduk. Tolerans şans oluyor değil mi hocam? Ekstradan kilogram veriyor yani.*

Araştırmacı: *Evet. 4.000 kilogram sizin aracınızın ağırlığı.*

Berat: *Evet.*

Araştırmacı: *4.650'ye kadar sınırı var sizin aracınızın. Yüklediğiniz zaman kaç kilogram gelir onu hesapladınız mı?*

Sude: *İşte üstünde kalırsa şirket ödüyor altında kalırsa*

Araştırmacı: *Şirket öyle bir şey demiyor. Sadece şirket gelirse senden 1600 kilogram alıyor. Sen götürürsen 2 ton götürüyorsun. Hangisi daha karlı oluyor ona bakacaksınız. Fiyatlarını nasıl buldunuz?*

Berat: *14.924,8 bulduk.*

Araştırmacı tartı toleransının tam olarak anlamlandırılmaması nedeniyle matematiksel modellerindeki hatayı fark edemeyen yeşil gruba sorular sormaya devam etmiştir. Aracın boş ağırlığı ile 2 ton hurda ağırlığının toplam 4240 kg etmesi nedeniyle hurdaların götürülüp götürülemeyeceği sorgulatıldığında Berat tolerans olduğu için 2 tondan mı hesaplanacağı sorusunu yöneltmiştir **(Sadeleştirme).** Soruyu yanıtlamayan araştırmacı grupça düşünmeleri için yönlendirilmiştir. Ardından modellerindeki hataların farkına varan yeşil grup tartı toleransıyla birlikte 4650 kg olduğunu bu nedenle 2 tonun götürülebileceğini ifade ederek **(Sadeleştirme, Matematikselleştirme, Doğrulama).** Grup sunumlarına az süre kalması nedeniyle araştırmacıya tekrar yapıp yapamayacaklarını sorarak çalışmaya devam etmişlerdir.

Araştırmacı: *Bir daha söyler misin orayı?*

Berat: *4 tondan 2240'ı çıkardık. Ne kadar hurda götürdüğünü bulduk. Oradan da fiyatını bulduk. Hayır 2 tonu götüremez ki.*

Araştırmacı: *Neden?*

Berat: *Eee 4 ton diyor.*

Araştırmacı: *O aracın azami yüklü ağırlığı. Boş ağırlık 2240 kilogram diyor. Sizin yükünüz 2 ton. 2 ton daha eklersen 4240 kilogram ediyor.*

Berat: *Evet.*

Araştırmacı: *Tamam sen onu götürebiliyor musun?*

Berat: *Götürürüm.*

Araştırmacı: *Götürürsem ne kadar para kazanıyorsun ondan?*

Berat: *Şey tolerans olduğu için mi götürebiliyoruz. O zaman 2 tondan mı hesaplayacağız?*

Araştırmacı: *Grupça düşünün bence. Arkadaşınız neden 2 tondan mı hesaplayacağız dedi?*

Berat: *Tolerans varmış ya ondan işte.*

Sude: *Hımm.*

Berat: *Yani bizim 2000 kilogram kaç yapıyordu toleransla birlikte bulmuştuk ya hani. Tolerans 650 kilogram şey oluyor 4.650 kilogram oluyor. O yüzden 2 tonu götürebiliyor.*

Banu: *Tekrar yapabilir miyiz ki?*

Araştırmacı: *Tabii çözebilirsiniz. Yaptığınız yere kadar yapın.*

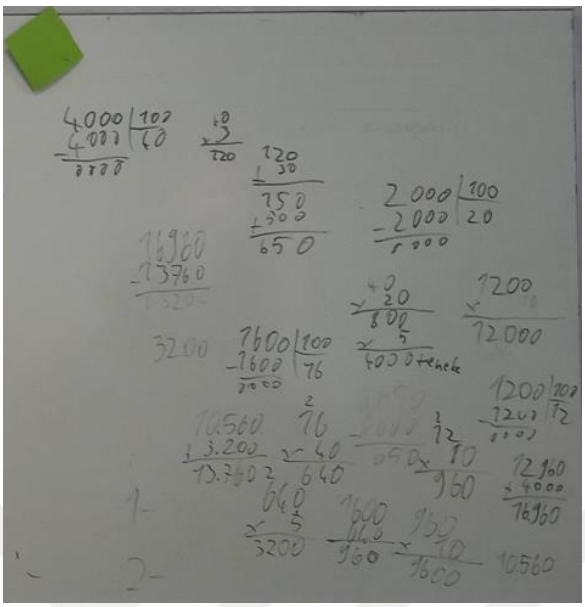
Berat: *Yok hocam yapacağım ben.*

Araştırmacı: *Tamam. Grup çözümlerine geçiyoruz.*

Çalışmalarını diğer grupların sunumlarını tamamlamasının ardından bitiren yeşil grup son sırada tahtaya çıkmıştır. Yeşil gruptan gönüllü olarak belirlenen Berat grup çözümlerini tahtaya yazmıştır. Diğer gruplardan bir soru yöneltilmediği için grubun sunumuyla sunum aşaması tamamlanmıştır. Yeşil grup sunum sonunda Şekil 81'de verilen çözümlerinde değişiklik ya da düzeltme yapmamıştır.

Şekil 81

Yeşil grup hurda MOE sunum

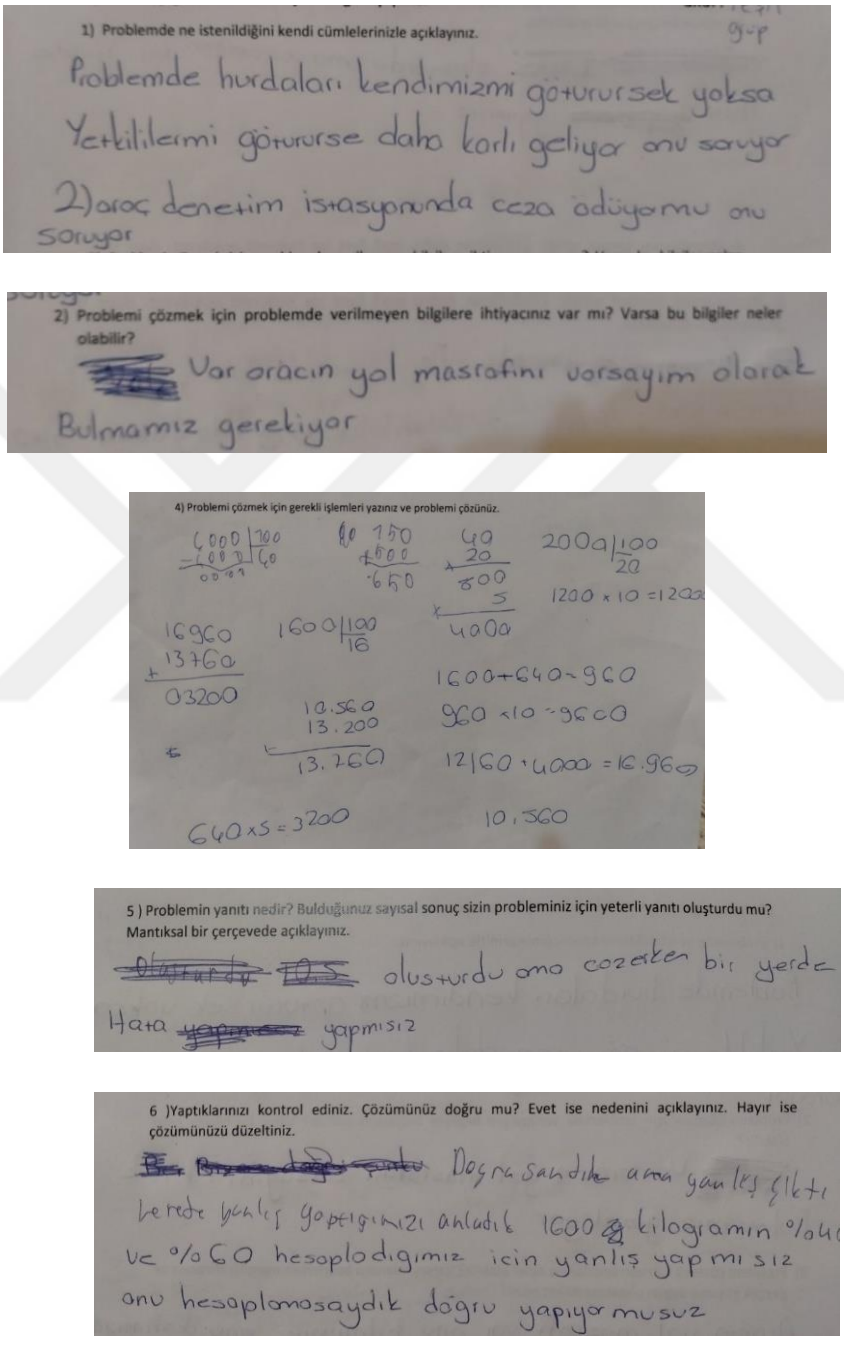


Grup çalışması sonlarına doğru çözümlerini revize ederek tekrar geçekleştiren yeşil grup üyeleri yaşadıkları zaman sıkıntısı nedeniyle grup çözüm kağıdında yer alan alt başlıkları arkadaşları sunum yaparken tamamlamıştır. Grup çözüm kağıtlarında bilişsel modelleme yeterliklerini belirlemeye yönelik hazırlanan alt başlıklardan problemi anlama ve sadeleştirme bilişsel yeterliklerini açığa çıkarmaya ilişkin; "Problemde ne istenildiğini açıklayınız" alt başlığını hurdaları kendileri mi yoksa yetkililerin mi götürmesi sonucu karlı çıkılacağı ile aracın denetim istasyonun ceza ödeyip ödemediğinin sorulduğunu **(Problemi Anlama, Sadeleştirme)**, "Problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyacınız var mı? Varsa neler olabilir?" alt başlığına ise verilmeyen bilgiye ihtiyaçlarının olarak yol masrafının varsayım olarak bulmaları gerektiğini ifade etmişlerdir. "Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir" alt başlığına ise aracın yol masrafını varsayım olarak bulmaları gerektiğini belirtmişlerdir. **(Sadeleştirme)**. Ardından sunumlarında tahtaya yazdıkları işlemleri grup çözüm kağıdına geçirmişlerdir. **(Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma)** "Problemin yanıtı nedir? Bulduğunuz sayısal sonuç sizin probleminiz için yeterli yanıtı oluşturdu mu?" alt başlığını oluşturduğunu fakat çözüm aşamasında hata yaptıklarını ifade etmişlerdir. Doğrulama bilişsel basamağına ilişkin "Yaptıklarınızı kontrol ediniz. Çözümünüz doğru mu? Evet ise nedenini açıklayınız. Hayır ise çözümünüzü düzeltiniz" alt başlığına doğru yaptıklarını sandıklarını fakat yanlış olduğunu, nerede yanlış yaptıklarını anladıklarını, 1600 kilogramın %40 ve %60'nı hesaplayarak hurda teneke ve hurda demir miktarlarını yanlış

bulduklarını açıklamışlardır. **(Doğrulama).** Grup çözüm kağıdında yer alan öğrenci yanıtlarına ilişkin örnek Şekil 82'de sunulmuştur.

Şekil 82

Grup çözüm kağıdı (Yeşil Grup – Hurda)

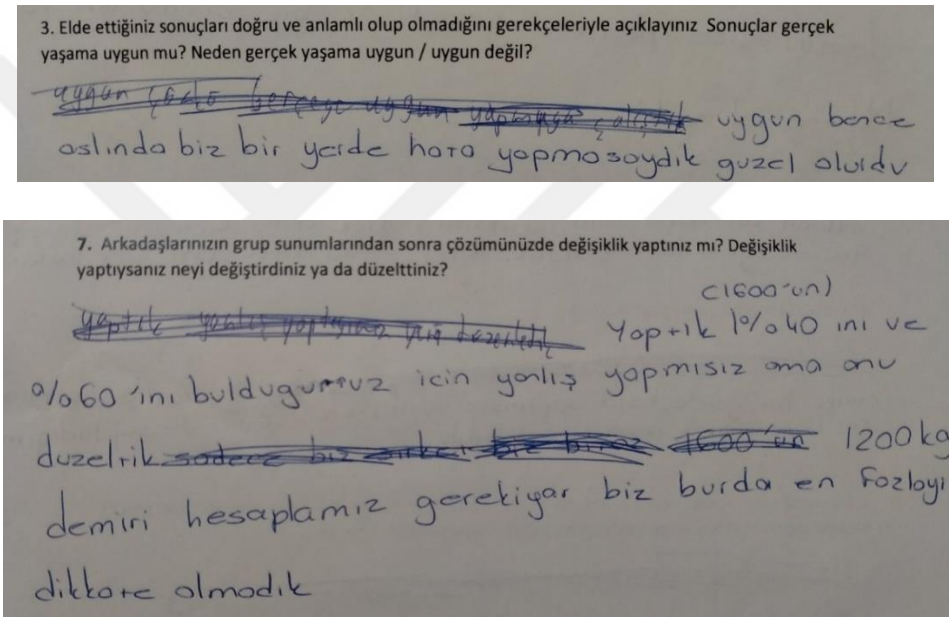


Etkinlik sonu verilen yorumlama ve doğrulama yeterliği kapsamında sorulan Şekil 83'de verilen yanıtlar incelendiğinde "Elde ettiğiniz sonuçları doğru ve anlamlı olup olmadığını gerekçeleriyle açıklayınız. Sonuçlar gerçek yaşama uygun mu? Neden gerçek yaşama uygun/ uygun değil?" sorusunda elde ettikleri sonucun sağlamasını birden fazla yapmaları ve

birbirlerine danışmaları nedeniyle doğru ve anlamlı olduğunu gerçek yaşamda çiftçilere lazım olabileceğinden gerçek yaşama uygun olduğunu, **(Yorumlama)**, "Sunumlardan sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı?" Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzeltiniz?" sorusuna ise çözümlerinde değişiklik yaptıklarını, 1600'ün %40 ve %60'ını buldukları için yanlış yaptıklarını ama düzelttiklerini, hurdaların şirket ile alımında demirin 1200 kg alınması gerektiğini burada en fazla olması gerektiğini dikkate almadıklarını ifade edilmiştir **(Doğrulama).**

Şekil 83

Sunum sonu etkinlik kağıdı (Yeşil Grup – Hurda)



Grubun çözüm yaklaşımları incelendiğinde, hurda miktarlarının belirlenmesinde kamyonet ile iletim seçeneği için varsayımlarını düzeltmişler şirket tarafından alım seçeneğinde düzeltmemişlerdir bu nedenle bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlar oluşturdukları görülmüştür. Söz konusu varsayımlarına dayalı oluşturulan hatalı matematiksel model doğru bir şekilde çözülmüştür. Tartı toleransı değerlerine göre denetleme istasyonundaki risk gerçek yaşamda eksik olarak yorumlanmıştır. Bir ölçüde doğrulama yapan grup elemanları çözümlerinde varsayımlarını bir ölçüde düzeltmişlerdir. Söz konusu değerlendirmeler sonucunda yeşil grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri Tablo 37'de verilmiştir.

Tablo 37

Hurda MOE uygulamasında yeşil grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeyleri

YEŞİL GRUP	HURDA MOE
Problemi Anlama	4
Sadeleştirme	2
Matematikselleştirme	1
Matematiksel Olarak Çalışma	2
Yorumlama	3
Doğrulama	2
Toplam	**14**

4.1.8. Disiplinlerüstü Yaklaşımla Yürütülen MOE Uygulamaları Sürecinde Tüm Grupların Bilişsel Modelleme Yeterliklerinin Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Araştırmanın birinci alt problemi disiplinlerüstü yaklaşımla oluşturulan MOElerin uygulama sürecinde her bir grubun bilişsel modelleme yeterlikleri nasıl bir gelişim göstermektedir sorusuna yanıt aranmaktadır. Söz konusu alt probleme ilişkin bulgular ve yorumlar, her bir grubun bilişsel modelleme yeterliklerindeki gelişim, MYDR değerlendirmeleri sonucunda hazırlanan tablolara göre sunulmaktadır. Her bir grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin gelişimlerine ilişkin bulgular ve yorumlara yer verilmektedir.

4.1.8.1. Disiplinlerüstü MOE Uygulamaları Sürecinde Mavi Grubun Bilişsel Modelleme Yeterliklerinin Toplam Puanlar Üzerinden Değerlendirilmesi

Mavi grubun MOE uygulamaları sürecinde her bir MOE bağlamında bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeylerine Tablo 38'de yer verilmiştir.

Tablo 38

Disiplinlerüstü yaklaşımla yürütülen MOE uygulamaları sürecinde mavi grubun MOElere göre bilişsel modelleme boyutlarına ilişkin toplam puanları

Model Oluşturma Etkinliği	PA	S	M	MOÇ	Y	D	Toplam Puan
Aşure	4	3	4	4	4	6	25
Deterjan Tüketimi	3	2	2	4	3	5	19
Geri Dönüşüm Günü	4	3	4	4	4	6	25
Da Vinci Köprüsü	4	3	4	3	4	6	24
Sensörlü Musluk	4	3	4	4	4	6	25
Damla Sulama Sistemi	4	3	4	4	4	6	25
Hurda	4	3	4	4	4	6	25

PA: Probleme Anlama, S: Sadeleştirme, M: Matematikselleştirme, MOÇ: Matematiksel Olarak Çalışma, Y: Yorumlama, D: Doğrulama

Tablo 38'de, disiplinlerüstü yaklaşımla yürütülen MOEleri uygulama sürecinde Mavi grubun, farklı model oluşturma etkinlikleri kapsamında bilişsel modelleme boyutlarına ilişkin toplam puanları sunulmuştur. Tablo incelendiğinde, mavi grubun özellikle problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma basamaklarında çoğu etkinlikte üst düzeye yakın puanlar aldığı görülmektedir. Bu durum, öğrencilerin gerçek yaşam bağlamına dayalı problem durumlarını anlamlandırma, gerekli–gereksiz değişkenleri ayırt etme ve bu yapıları matematiksel modellere dönüştürme becerilerinin süreç boyunca geliştiğini göstermektedir. Yorumlama ve doğrulama basamaklarında elde edilen yüksek puanlar ise, öğrencilerin oluşturdukları matematiksel modelleri gerçek yaşam bağlamında değerlendirebildiklerini ve çözüm süreçlerini eleştirel biçimde gözden geçirebildiklerine işaret etmektedir.

Disiplinlerüstü yaklaşım doğrultusunda tasarlanan model oluşturma etkinliklerinde, problemi anlama, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama boyutlarında elde edilen yüksek puanlar, öğrencilerin gerçek yaşam bağlamlarıyla ilişkilendirilmiş problem durumlarını farklı disiplinlerin bakış açılarını bütünleştirerek ele alabildiklerini göstermektedir. Özellikle aşure, geri dönüşüm günü, sensörlü musluk, damla sulama sistemi ve hurda etkinliklerinde toplam puanın 25 olması, disiplinlerüstü bağlamların öğrencilerin modelleme sürecinin tüm aşamalarını etkili biçimde kullanmalarını desteklediğine işaret etmektedir.

Bu bulgular, öğretim deneyi sürecinde MOE; Fen Bilgisi, Sosyal Bilgiler, Teknoloji ve Tasarım ile Ahlak ve Yurttaşlık Eğitimi derslerinin öğretim programlarında yer alan konu ve kazanımlarla eş zamanlı ve bütüncül biçimde planlanmasının, öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerinin gelişimine olumlu katkı sağladığını ortaya koymaktadır. Disiplinlerüstü yaklaşımın sağladığı bu bütünlük, öğrencilerin matematiksel modelleri yalnızca sayısal işlemlerle sınırlı kalmadan, bağlamsal ve anlamlı biçimde yapılandırmalarına olanak tanımıştır.

Buna karşın, deterjan tüketimi model oluşturma etkinliğinde toplam puanın 19 ile diğer etkinliklere göre daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun, söz konusu etkinliğin uygulandığı süreçte öğrencilerin oran ve orantı konusuna ilişkin kavramsal hazır bulunuşluklarının henüz tam olarak gelişmemiş olmasından ve disiplinlerüstü bağlamın yapılandırılma sürecinin öğrenciler açısından görece daha sınırlı kalmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Da Vinci Köprüsü model oluşturma etkinliğinde toplam puanın 24 olması, grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin genel olarak üst düzeyde olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, etkinliğin matematiksel olarak çalışma boyutunda, yapısal tasarım ve somut malzemelerin verilerek ölçümlerinin yapılmasını gerektiren problem durumu, öğrenciler için daha yüksek bilişsel talep oluşturmuştur. Teknoloji ve Tasarım dersinde gerçekleştirilen ön hazırlık çalışmaları ve somut tasarım etkinlikleri, öğrencilerin problem durumunu anlamlandırmalarını desteklemiş; buna karşın matematiksel ilişkilerin modellenmesi süreci, öğrencilerin daha yoğun bilişsel çaba göstermelerini gerektirmiştir.

Sonuç olarak, disiplinlerüstü yaklaşımla yürütülen uygulama sürecinde model oluşturma etkinliklerinin, öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerini bütüncül ve sürdürülebilir biçimde desteklediği söylenebilir. Etkinliklerin farklı disiplinlerin konu ve kazanımlarını bütünleştiren gerçek yaşam problemleri üzerine yapılandırılması ve matematik dersi öğretim programıyla eş zamanlı olarak uygulanması, öğrencilerin bilişsel modelleme sürecinin tüm basamaklarında daha üst düzey performans sergilemelerine katkı sağlamıştır.

4.1.8.2. Disiplinlerüstü MOE Uygulamaları Sürecinde Sarı Grubun Bilişsel Modelleme Yeterliklerinin Toplam Puanlar Üzerinden Değerlendirilmesi

Sarı grubun MOE uygulamaları sürecinde her bir MOE bağlamında bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeylerine Tablo 39'da yer verilmiştir.

Tablo 39

Disiplinlerüstü yaklaşımla yürütülen MOE uygulamaları sürecinde sarı grubun MOElere göre bilişsel modelleme boyutlarına ilişkin toplam puanları

Model Oluşturma Etkinliği	PA	S	M	MOÇ	Y	D	Toplam Puan
Aşure	2	2	1	2	2	3	12
Deterjan Tüketimi	4	3	4	4	4	6	25
Geri Dönüşüm Günü	4	3	4	3	4	5	23
Da Vinci Köprüsü	4	1	0	0	1	2	8
Sensörlü Musluk	4	2	2	4	4	6	22
Damla Sulama Sistemi	4	3	4	4	4	6	25
Hurda	4	3	4	3	2	5	21

PA: Probleme Anlama, S: Sadeleştirme, M: Matematikselleştirme, MOÇ: Matematiksel Olarak Çalışma, Y: Yorumlama, D: Doğrulama

Tablo 39'da, disiplinlerüstü yaklaşımla yürütülen MOE uygulama sürecinde sarı grubun, farklı model oluşturma etkinlikleri kapsamında bilişsel modelleme boyutlarına ilişkin toplam puanları sunulmuştur. Tablo genel olarak incelendiğinde, Sarı grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin süreç boyunca değişkenlik gösterdiği, bazı etkinliklerde yüksek düzeyde performans sergilerken bazı etkinliklerde belirgin düşüşler yaşandığı görülmektedir.

Sarı grubun özellikle deterjan tüketimi ve damla sulama sistemi model oluşturma etkinliklerinde toplam puanın 25 olması, grubun bilişsel modelleme sürecinin tüm basamaklarını etkili biçimde kullanabildiğini göstermektedir. Bu etkinliklerde problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama basamaklarında elde edilen yüksek puanlar, öğrencilerin gerçek yaşam bağlamına dayalı problem durumlarını anlamlandırma ve matematiksel modellere dönüştürme becerilerinin geliştiğine işaret etmektedir. Benzer biçimde geri dönüşüm günü (23 puan) ve Sensörlü Musluk (22 puan) etkinliklerinde de grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin genel olarak üst düzeye yakın olduğu görülmektedir.

Buna karşın, Aşure model oluşturma etkinliğinde toplam puanın 12 olması, Sarı grubun modelleme sürecinin özellikle matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma basamaklarında sınırlı performans sergilediğini göstermektedir. Bu durumun, etkinliğin uygulandığı süreçte öğrencilerin oran–orantı konusuna ilişkin kavramsal hazır bulunuşluklarının henüz yeterince gelişmemiş olması ve modelleme sürecine yeni uyum sağlamalarıyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Tabloda dikkat çeken bir diğer bulgu, Da Vinci köprüsü model oluşturma etkinliğinde toplam puanın 8 gibi oldukça düşük bir düzeyde kalmasıdır. Bu etkinlikte özellikle sadeleştirme, matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma basamaklarında puanların belirgin biçimde düştüğü görülmektedir. Yapısal tasarım ve malzeme ilişkilerinin birlikte ele alınmasını gerektiren bu etkinliğin, Sarı grup öğrencileri için yüksek bilişsel talep oluşturduğu; bu durumun da modelleme sürecinin ilerleyen basamaklarında zorlanmalarına neden olduğu söylenebilir.

Sonuç olarak, disiplinlerüstü yaklaşımla yürütülen MOE uygulamaları sürecinde Sarı grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin homojen bir gelişim göstermediği, ancak süreç ilerledikçe özellikle gerçek yaşam bağlamıyla daha güçlü ilişkilendirilen etkinliklerde ve matematiksel kavramlara ilişkin hazır bulunuşluğun arttığı aşamalarda belirgin biçimde geliştiği görülmektedir. Bu bulgular, disiplinlerüstü model oluşturma etkinliklerinin, öğrencilerin bilişsel modelleme sürecinin tüm basamaklarını destekleyebilmesi için etkinlik yapısının ve öğrencilerin kavramsal hazır bulunuşluk düzeylerinin kritik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

4.1.8.3. Disiplinlerüstü MOE Uygulamaları Sürecinde Yeşil Grubun Bilişsel Modelleme Yeterliklerinin Toplam Puanlar Üzerinden Değerlendirilmesi

Yeşil grubun MOE uygulamaları sürecinde her bir MOE bağlamında bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeylerine Tablo 40'da yer verilmiştir.

Tablo 40

Disiplinlerüstü yaklaşımla yürütülen MOE uygulamaları sürecinde yeşil grubun MOElere göre bilişsel modelleme boyutlarına ilişkin toplam puanları

Model Oluşturma Etkinliği	PA	S	M	MOÇ	Y	D	Toplam Puan
Aşure	2	2	1	2	2	3	12
Deterjan Tüketimi	4	2	2	4	4	5	21
Geri Dönüşüm Günü	4	2	2	3	2	5	18
Da Vinci Köprüsü	4	3	4	4	4	6	25
Sensörlü Musluk	4	3	4	4	4	6	25
Damla Sulama Sistemi	4	2	1	2	2	3	14
Hurda	4	3	4	3	2	5	21

PA: Probleme Anlama, S: Sadeleştirme, M: Matematikselleştirme, MOÇ: Matematiksel Olarak Çalışma, Y: Yorumlama, D: Doğrulama

Tablo 40'da, disiplinlerüstü yaklaşımla yürütülen MOE uygulama sürecinde yeşil grubun, farklı model oluşturma etkinlikleri kapsamında bilişsel modelleme boyutlarına ilişkin toplam puanları sunulmuştur. Tablo genel olarak incelendiğinde, yeşil grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin süreç boyunca etkinlikler arasında belirgin farklılıklar gösterdiği, bazı etkinliklerde üst düzey performans sergilerken bazı etkinliklerde orta ve düşük düzeyde kaldığı görülmektedir.

Yeşil grubun Da Vinci köprüsü ve sensörlü musluk model oluşturma etkinliklerinde toplam puanın 25 olması, grubun bilişsel modelleme sürecinin tüm basamaklarını etkili biçimde kullanabildiğini göstermektedir. Bu etkinliklerde problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama basamaklarında elde edilen yüksek puanlar, öğrencilerin gerçek yaşam bağlamına dayalı ve disiplinlerüstü nitelikteki problem durumlarını bütüncül biçimde ele alabildiklerine işaret etmektedir. Özellikle bu etkinliklerin yapısal özelliklerinin ve disiplinlerüstü bağlamının, öğrencilerin modelleme sürecine aktif katılımını desteklediği söylenebilir.

Buna karşılık, aşure model oluşturma etkinliğinde toplam puanın 12 olması, yeşil grubun modelleme sürecinin özellikle matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma basamaklarında sınırlı performans sergilediğini göstermektedir. Benzer biçimde, damla sulama sistemi etkinliğinde toplam puanın 14 olması da grubun bu basamaklarda zorlandığını ortaya koymaktadır. Bu durumun, söz konusu etkinliklerin uygulandığı süreçte öğrencilerin ilgili matematiksel kavramlara ilişkin kavramsal hazır bulunuşluklarının yeterince gelişmemiş

olması ve modelleme sürecine ilişkin deneyimlerinin sınırlı olmasıyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Yeşil grubun deterjan tüketimi ve hurda model oluşturma etkinliklerinde toplam puanların 21 düzeyinde olması, grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin genel olarak kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu etkinliklerde özellikle problemi anlama ve doğrulama basamaklarında daha yüksek performans sergilendiği, buna karşın yorumlama ve matematikselleştirme basamaklarında puanların görece daha düşük kaldığı görülmektedir.

Sonuç olarak, disiplinlerüstü yaklaşımla yürütülen MOE uygulamaları sürecinde yeşil grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin homojen bir gelişim göstermediği, ancak disiplinlerüstü bağlamın güçlü olduğu ve öğrencilerin matematiksel kavramlara ilişkin hazır bulunuşluklarının arttığı etkinliklerde belirgin biçimde geliştiği söylenebilir. Bu bulgular, model oluşturma etkinliklerinin bilişsel modelleme sürecinin tüm basamaklarını destekleyebilmesi için etkinlik yapısının ve öğrencilerin kavramsal hazır bulunuşluk düzeylerinin önemli bir belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır.

4.1.8.4. Disiplinlerüstü MOE Uygulamaları Sürecinde Turuncu Grubun Bilişsel Modelleme Yeterliklerinin Toplam Puanlar Üzerinden Değerlendirilmesi

Turuncu grubun MOE uygulamaları sürecinde her bir MOE bağlamında bilişsel modelleme yeterliklerinin düzeylerine Tablo 41'de yer verilmiştir.

Tablo 41

Disiplinlerüstü yaklaşımla yürütülen MOE uygulamaları sürecinde turuncu grubun MOElere göre bilişsel modelleme boyutlarına ilişkin toplam puanları

Model Oluşturma Etkinliği	PA	S	M	MOÇ	Y	D	Toplam Puan
Aşure	2	2	1	2	2	2	11
Deterjan Tüketimi	1	2	2	2	2	4	13
Geri Dönüşüm Günü	2	2	1	2	2	2	11
Da Vinci Köprüsü	3	2	2	3	2	5	17
Sensörlü Musluk	4	3	0	0	0	0	7
Damla Sulama Sistemi	1	2	1	1	1	4	10
Hurda	4	3	3	1	2	1	14

PA: Probleme Anlama, S: Sadeleştirme, M: Matematikselleştirme, MOÇ: Matematiksel Olarak Çalışma, Y: Yorumlama, D: Doğrulama

Tablo 41'de, disiplinlerüstü yaklaşımla yürütülen MOE uygulama sürecinde turuncu grubun, farklı model oluşturma etkinlikleri kapsamında bilişsel modelleme boyutlarına ilişkin toplam puanları sunulmuştur. Tablo genel olarak incelendiğinde, turuncu grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin süreç boyunca düşük ve orta düzeyler arasında değişkenlik gösterdiği, bazı etkinliklerde belirgin biçimde zorlandığı görülmektedir.

Turuncu grubun Da Vinci köprüsü model oluşturma etkinliğinde toplam puanın 17 olması, grubun bilişsel modelleme sürecinde önceki etkinliklere kıyasla daha iyi bir performans sergilediğini göstermektedir. Bu etkinlikte özellikle problemi anlama, matematikselleştirme ve doğrulama basamaklarında elde edilen puanlar, öğrencilerin yapısal tasarım içeren, ve disiplinlerüstü bağlamı güçlü olan problem durumlarında modelleme sürecine daha etkin katılabildiklerine işaret etmektedir. Bununla birlikte, bu etkinlikte dahi yorumlama basamağında puanların sınırlı kalması, öğrencilerin oluşturdukları matematiksel modelleri bağlamsal olarak değerlendirme sürecinde zorlandıklarını göstermektedir.

Buna karşın, aşure ve geri dönüşüm günü model oluşturma etkinliklerinde toplam puanların 11 düzeyinde olması, turuncu grubun modelleme sürecinin özellikle matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma basamaklarında sınırlı performans sergilediğini ortaya koymaktadır. Benzer biçimde, damla sulama sistemi etkinliğinde toplam puanın 10 olması, grubun modelleme sürecinin erken ve orta basamaklarında yeterli bilişsel ilerleme sağlayamadığını göstermektedir.

Tabloda dikkat çeken bir diğer bulgu, Sensörlü Musluk model oluşturma etkinliğinde toplam puanın 7 gibi oldukça düşük bir düzeyde kalmasıdır. Bu etkinlikte matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama basamaklarında puanların sıfır düzeyinde olduğu görülmektedir. Bu durum, turuncu grubun söz konusu etkinlikte problem durumunu matematiksel modele dönüştürme ve çözüm sürecini sürdürme konusunda ciddi güçlükler yaşadığını göstermektedir. Etkinliğin yapısal özellikleri ve öğrencilerin matematiksel kavramlara ilişkin hazır bulunuşluklarının yetersizliği, bu düşük performansın olası nedenleri arasında değerlendirilebilir.

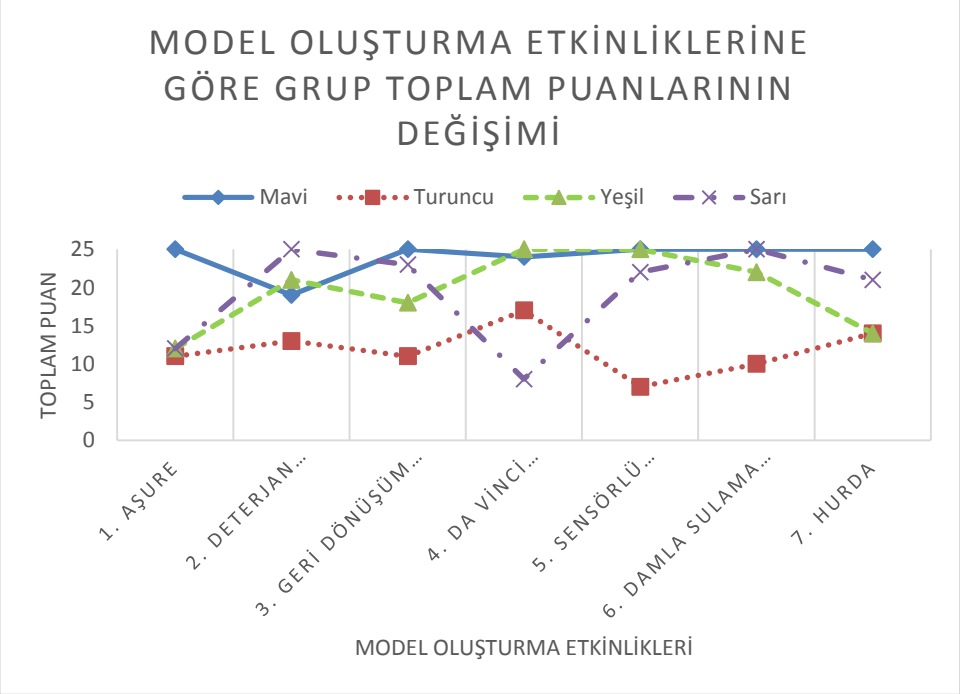
Deterjan tüketimi ve hurda model oluşturma etkinliklerinde toplam puanların sırasıyla 13 ve 14 olması, Turuncu grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin bu etkinliklerde sınırlı–orta düzeyde kaldığını göstermektedir. Bu etkinliklerde özellikle problemi anlama ve doğrulama basamaklarında görece daha iyi performans sergilendiği, buna karşın matematikselleştirme ve yorumlama basamaklarında belirgin güçlükler yaşandığı görülmektedir.

Sonuç olarak, disiplinlerüstü yaklaşımla yürütülen MOE uygulamaları sürecinde Turuncu grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin genel olarak düşük düzeyde seyrettiği, ancak disiplinlerüstü bağlamın daha somut ve yapısal olarak desteklendiği etkinliklerde (özellikle Da Vinci köprüsü) görece daha iyi performans sergilediği söylenebilir. Bu bulgular, model oluşturma etkinliklerinin bilişsel modelleme sürecinin tüm basamaklarını destekleyebilmesi için öğrencilerin matematiksel kavramlara ilişkin hazır bulunuşluklarının ve etkinliklerin bilişsel taleplerinin dengelenmesinin önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Grupların bütüncül değerlendirmeleri birlikte ele alındığında, disiplinlerüstü MOE uygulamaları sürecinde tüm gruplarda bilişsel modelleme yeterliklerinde farklı düzeylerde gelişim gözlendiği söylenebilir. Özellikle başlangıç düzeyi düşük olan gruplarda süreç içerisinde modelleme basamaklarını kullanma eğiliminin arttığı, yüksek düzeyde başlayan gruplarda ise bu yeterliklerin tutarlı biçimde korunduğu görülmüştür. Gruplara ilişkin Tablo 38–41'de sunulan toplam puanların bütüncül görünümünü ortaya koymak amacıyla grupların bütüncül değerlendirmeleri birlikte ele alındığında model oluşturma etkinlikleri süresince gösterdikleri gelişim eğilimi Şekil 84'te görsel olarak sunulmuştur.

Şekil 84

Model oluşturma etkinliklerine göre grupların toplam puanlarının değişimi



Not: Grafik, yedi model oluşturma etkinliği boyunca grupların bilişsel modelleme yeterliklerine ilişkin toplam puan değişimini göstermektedir.

Şekil 84'te, disiplinlerüstü yaklaşımla yürütülen MOEler sürecinde öğrenci gruplarının bilişsel modelleme yeterliklerine ilişkin toplam puanlarının etkinlikler boyunca gösterdiği değişim sunulmaktadır. Grafik incelendiğinde, süreçte grupların toplam puanlarında genel olarak artış eğilimi olduğu görülmektedir. Bununla birlikte bazı etkinliklerde gruplar arasında dalgalanmalar meydana geldiği, özellikle yeni matematiksel konuya geçiş yapılan etkinliklerde performans farklılıklarının belirginleştiği dikkat çekmektedir. Grafik, grupların bilişsel modelleme yeterliklerindeki gelişimin doğrusal olmayan ancak süreç boyunca ilerleyici bir yapı sergilediğini göstermektedir.

Özellikle ilk etkinliklerde gruplar arasında daha sınırlı farklılıklar gözlenirken, ilerleyen etkinliklerde grup performanslarının ayrıştığı dikkat çekmektedir. Bu durum, modelleme sürecinin yalnızca matematiksel bilgiye değil; grup içi etkileşim, bağlamı yorumlama ve modelleme deneyimine bağlı olarak geliştiğini göstermektedir.

Grafiksel karşılaştırma, betimsel bulguların ötesine geçerek süreç içi değişimi görünür hâle getirmekte ve modelleme yeterliklerinin etkinlikler boyunca nasıl evrildiğini grup içi ve gruplar arası düzeyde desteklemektedir Etkinliklere ilişkin puanlardaki farklılıkların, öğrencilerin akademik hazır bulunuşluk düzeyleri ve uygulama sürecinde yaşanan bağlamsal değişkenlerle ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Bu durum, sonuç ve tartışma bölümünde ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

4.2. Disiplinlerüstü Yaklaşımla Oluşturulan MOElerin Uygulama Süreçlerine İlişkin Farklı Branş Öğretmenlerin Görüşleri

Bu alt bölümde, öğretmenlerle gerçekleştirilen görüşmelerden elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Öğretmen görüşmeleri, uygulama sürecine ilişkin algı ve değerlendirmeleri ortaya koymak amacıyla yürütülmüş; elde edilen veriler kodlanarak tema ve kategoriler altında sınıflandırılmıştır. Öğretmen ön ve son görüşmelerine ilişkin tema, kategori, kodlar ve örnek ifadeler ilgili alt başlıklar altında tablolar halinde sunulmuş, tabloların ardından her bir tema bulgularına ilişkin açıklamalar katılımcı ifadeleriyle desteklenerek verilmiştir.

4.2.1. Öğretmenlerin Ön Görüşmelerine İlişkin Bulgular

Bu alt bölümde, disiplinlerüstü yaklaşımla oluşturulan MOElerin uygulama süreci öncesinde öğretmenlerin görüşlerinden elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Öğretmen ön görüşmelerinden elde edilen veriler tematik analiz yöntemiyle incelenmiş; tema, kategori ve

kodlar Tablo 42'de sunulmuştur. Analizler sonucunda ortaya çıkan her bir temaya ilişkin bulgular ilerleyen paragraflarda alt başlıklarda sunulmuştur.

Tablo 42

Öğretmen ön görüşme sorularına verilen cevaplara ait kodlar ve frekans tablosu

Tema	Kategori	Kod	f	Kodun Tanımı	Örnek Katılımcı İfadesi
1. Disiplinlerüstü Öğretim	Kavramsal Tanımlama	T_1k_1	5	Farklı ders içeriklerini ilişkilendirme	"Dersler arası bağlantı kurarak…" (M1)
		T_1k_2	4	Öğrenmeyi gerçek hayatla bağdaştırma	"Günlük hayatla ilişki kurma…" (M1)
		T_1k_3	3	Ortak tema etrafında bütünleştirme	"Ortak bir konu etrafında…" (F2)
	Öğretmen İş Birliği	T_1k_4	4	Branşlar arası iletişim	"Diğer ders öğretmenleri ile iletişim kurup…" (F1)
		T_1k_5	2	Dil ve terim anlama katkısı	"force (F)…" (F1)
	Bilgi Düzeyi	T_1k_6	1	Disiplinlerüstü öğretimi yeni görme	"Benim için yeni bir kavram." (M2)
2. Uygulanabilirlik – Uygulama Engelleri	Planlama	T_2k_1	4	Ön planlama gerekliliği	"En baştan planlanıp…" (F1)
		T_2k_2	5	Öğretmenler arası uyum	"Uyum olmadığında sorun oluşabilir." (F1)
	Zaman & Program	T_2k_3	3	Ders süresi/ Öğretimsel zaman farklılığı	"Biri daha az zaman ayırmak isterken…" (F1)
		T_2k_4	3	Müfredat uyumsuzluğu	"Müfredata uygun gidilemeyebilir." (F2)
	Uygulama Sorunları	T_2k_5	2	Farklı öğretim yöntemlerin karışıklık yaratması	"Öğrencilerin kafası karışabilir." (TT1)
		T_2k_6	1	Uygulanmayan zümre kararları	"Kağıt üstünde madde olarak kalıyor." (SB1)
3. Etkinliklere Katılım – İlgi	Katılım Düzeyi	T_3k_1	4	Katılan–katılmayan öğrenci ayrımı	"Katılım gösterecek olanlar var ama…" (M1)
	Motivasyon	T_3k_2	3	Merak ve güdüleme ile katılım	"Merak uyandırırsak…" (M2)
		T_3k_3	2	Not etkisi	"Grup puanı güdüleyebilir." (M1)
	Zorluk Algısı	T_3k_4	3	Soru çözme/anlama güçlüğü	"Soruları çözmede zorlanabilirler." (F2)
	İlgi	T_3k_5	4	Dikkat çekicilik	"Çocukların dikkatini çekebilir." (F2)

Tema	Kategori	Kod	f	Kodun Tanımı	Örnek Katılımcı İfadesi
4. Bilişsel Modelleme Yeterliği	Hazırbulunuşluk etkisi	T_4k_1	2	Ön bilgiye dayalı bilişsel modelleme gelişimi	"…katılıma istekli olduğu için verim elde edilebilir düşüncesindeyim…" (SB1)
	Bilişsel Gelişim	T_4k_2	5	Eleştirel–sorgulayıcı düşünme	"Sorgulayıcı düşünmeye teşvik ediyor." (M2)
	Öğrenci Profili	T_4k_3	3	Somutlaştırma ihtiyacı	"Somut bir örnekten yola çıkılmalı." (SB1)
5. Beklenti	Öğrenme Anlayışı	T_5k_1	1	Yaparak yaşayarak öğrenme	"Yaparak yaşayarak öğrenmesi." (F2)
		T_5k_2	4	Sürece odaklanma	"Doğru cevap şart değil." (M2)
		T_5k_3	3	Akran etkileşimiyle öğrenme	"Beraber tartışmak önemli." (M2)
	Kazanım	T_5k_4	4	Gerçek yaşam problem becerisi	"Günlük hayatta karşılaşabilecekleri…" (M2)
		T_5k_5	2	Atık ve çevre farkındalığı	"Atık madde oluşumunu azaltmak." (F1)
	Uygulama	T_5k_6	3	Okul dışı öğrenme beklentisi	"Okul dışında öğrenme…" (SB1)
		T_5k_7	2	Dış paydaş desteği	"Üniversitelerden kişilerin gelmesi…" (SB1)

4.2.1.1. Disiplinlerüstü Öğretim Temasına İlişkin Bulgular

Disiplinlerüstü öğretime ilişkin görüşler incelendiğinde öğretmenlerin en fazla ders içeriklerini ilişkilendirme boyutuna değinilmektedir (T_1k_1, f=5). Öğretmenler, disiplinlerüstü öğretimi dersler arasında bağlantı kurularak bir konunun daha bütüncül biçimde ele alınması olarak tanımlamıştır. M1 öğretmeni bu durumu "Dersler arası bağlantı kurarak bir konu hakkında daha üst düzey bilgi elde edilebilme" ifadesiyle açıklamıştır.

Disiplinlerüstü öğretime ilişkin bir diğer baskın görüş, öğrenmenin gerçek yaşamla ilişkilendirilmesidir (T_1k_2, f=4). Öğretmenler, bu yaklaşımın öğrencilerin günlük yaşamla bağlantı kurmalarını sağladığını belirtmiş; M1 "Günlük hayatla ilişki kurma tarzında" ifadesiyle bu durumu vurgulamıştır. Ayrıca bazı öğretmenler disiplinlerüstü öğretimi ortak bir tema etrafında farklı derslerin bütünleştirilmesi olarak tanımlamıştır (T_1k_3, f=3). Bu duruma uygun olarak F2 kodlu öğretmen "Ortak bir konu etrafında diğer derslerle beraber çocukların problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmek" ifadesini kullanmıştır.

Bu tema altında öğretmenler, disiplinlerüstü öğretimin branşlar arası iletişimi ve iş birliğini desteklediğini de belirtmiştir (T_1k_4, f=4). Bu durumu F1 kodlu öğretmen "Diğer ders öğretmenleri ile iletişim kurup bazı konularda birbirimizden destek alırız" şeklinde ifade etmiştir. Bununla birlikte bazı öğretmenler, kavramların anlaşılmasında dil ve terminoloji katkısına dikkat çekmiş (T_1k_5, f=2), M2 kodlu öğretmen ise disiplinlerüstü öğretimi kendisi için yeni bir kavram olarak tanımlamıştır (T_1k_6, f=1).

4.2.1.2. Uygulanabilirlik – Uygulama Engelleri Temasına İlişkin Bulgular

Öğretmenlerin ortak ders yürütmeye ilişkin görüşleri, disiplinlerüstü öğretim sürecinde çeşitli zorlukların yaşanabileceğini göstermektedir. Bu kapsamda en sık vurgulanan unsur, ön planlama gerekliliğidir (T_2k_1, f=4). F2 kodlu öğretmen, disiplinlerüstü etkinliklerin verimli bir şekilde uygulanabilir olabilmesi için ders sürecinin başında ayrıntılı biçimde planlanması gerektiğini belirtmiştir. Bu durumu F1 kodlu öğretmen "En baştan planlanıp plana uyulursa dersin akışı daha iyi olur" şeklinde ifade etmiştir.

Bunun yanı sıra öğretmenler, ders sürecinde kendi aralarındaki uyumsuzluğu süreç için zorluk olarak görmektedir (T_2k_2, f=5). Öğretmenler, uyum eksikliği durumunda dersin bütünlüğünün bozulabileceğini belirtmiş; F1 kodlu öğretmen "Uyum olmadığında sorun oluşabilir" ifadesiyle bu durumu açıklamıştır. Zaman ve programla ilişkili sorunlar da öğretmen görüşlerinde öne çıkmıştır. Öğretmenler, ders süresi ve tempo farklılıklarını (T_2k_3, f=3) ve müfredat uyumsuzluğunu (T_2k_4, f=3) ortak çalışmaları zorlaştıran etkenler olarak dile getirmiştir.

Bazı öğretmenler, disiplinlerüstü çalışmalarda kullanılan farklı öğretim yöntemlerinin öğrencilerde kafa karışıklığı yaratabileceğini ifade etmişlerdir (T_2k_5, f=2). TT1 kodlu öğretmen bu durumu "Bilgiye ulaşma yolu her öğretmen için farklı olabilir, bu durumda öğrencilerin kafası karışabilir" şeklinde ifade etmiştir. Ayrıca disiplinler arası iş birliğinin çoğu zaman zümre kararları düzeyinde kalıp uygulamaya yansımadığı da belirtilmiştir (T_2k_6, f=1).

4.2.1.3. Etkinliklere Katılım-İlgi Temasına İlişkin Bulgular

Öğretmenlerin öğrenci katılımına ilişkin görüşleri incelendiğinde, disiplinlerüstü etkinliklerde öğrencilerin katılım düzeylerinin farklılık gösterebileceği görülmektedir. Öğretmenler, etkinliklerde katılan ve katılmayan öğrencilerin olabileceğini ifade etmiş (T_3k_1, f=4); M1 kodlu öğretmen bu durumu "Katılım gösterecek öğrencilerimiz var ama katılım göstermeyecek öğrenciler de olabilir" şeklinde dile getirmiştir.

Katılımı artıran faktörler arasında merak ve güdüleme önemli bir yer tutmaktadır (T_3k_2, f=3). Öğretmenler, öğrencilerde merak uyandırıldığında katılımın arttığını belirtmiş; "Merak uyandırırsak etkinliklere katılacaklarını düşünüyorum" ifadesi kullanılmıştır. Ayrıca not veya puan gibi dışsal motivasyon unsurlarının da (T_3k_3, f=2) öğrenci katılımını destekleyebileceği ifade edilmiştir.

Öğretmenler, disiplinlerüstü etkinliklerin öğrencilerin dikkatini çektiğini (T_3k_5, f=4) belirtmekle birlikte, soru çözme ve anlama süreçlerinde yaşanan zorlukların (T_3k_4, f=3) bazı öğrencilerin katılımını olumsuz etkileyebileceğini de vurgulamıştır. F2 kodlu öğretmen bu durumu "Soruları çözmede ve anlamada zorluk çekebilirler veya tam tersi daha çok dikkatlerini çekip daha çok katılmak isteyebilir ya da hiç katılmak istemeyen öğrenci olabilir" şeklinde ifade etmiştir.

4.2.1.4. Bilişsel Modelleme Yeterliği Temasına İlişkin Bulgular

Bu soruya ilişkin öğretmen görüşleri, disiplinlerüstü öğretimin öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerini destekleyebileceğine işaret etmektedir. Öğretmenler, özellikle bu sürecin eleştirel ve sorgulayıcı düşünmeyi geliştireceğini belirtmiştir (T_4k_2, f=5). M2 kodlu öğretmen bu durumu "Sorgulayıcı düşünmeye teşvik etmeye çok etkili" ifadesiyle açıklamıştır.

Bununla birlikte bazı öğretmenler, bilişsel modelleme yeterliğindeki gelişimin her öğrenci için aynı düzeyde olmayabileceğini ve bu etkinin daha çok akademik olarak başarılı öğrencilerde görülebileceğini belirtmiştir (T_4k_1, f=2). Bu bağlamda öğretmenler, özellikle düşük katılım gösteren öğrenciler için öğrenme sürecinin somut örneklerle desteklenmesi gerektiğini vurgulamıştır.

4.2.1.5. Beklenti Temasına İlişkin Bulgular

Öğretmenlerin disiplinlerüstü çalışmalara ilişkin beklentileri incelendiğinde, beklentilerin büyük ölçüde öğrenme sürecine odaklandığı görülmektedir. Öğretmenler, bu çalışmaların öğrencilerin doğru cevaptan ziyade düşünme, tartışma ve sürece katılım becerilerini geliştirmesini beklediklerini ifade etmiştir (T_5k_2, f=4). M2 kodlu öğretmen bu durumu "Doğru cevap vermek zorunda değil, önemli olan problemi anlasın, düşünsün ve değerlendirsin" şeklinde dile getirmiştir.

Ayrıca öğretmenler, disiplinlerüstü etkinliklerin öğrencilerin yaparak ve yaşayarak öğrenmelerine katkı sağladığını ifade etmiştir (T_5k_1, f=1). Bunun yanı sıra öğretmenler, öğrencilerin akran etkileşimi yoluyla öğrenmelerini (T_5k_3, f=3) ve gerçek yaşam problem

çözme becerilerini geliştirmelerini (T_5k_4, f=4) önemli kazanımlar olarak görmektedir. Bazı öğretmenler, bu çalışmaların öğrencilerde çevre farkındalığı oluşturmasını beklediklerini belirtmiştir (T_5k_5, f=2). Ayrıca disiplinlerüstü öğretimin okul dışı öğrenme ortamlarıyla desteklenmesi (T_5k_6, f=3) ve üniversiteler ile farklı meslek gruplarının sürece dâhil edilmesi (T_5k_7, f=2) yönünde beklentiler dile getirilmiştir.

4.2.2. Öğretmenlerin Son Görüşmelerine İlişkin Bulgular

Bu alt bölümde, disiplinlerüstü yaklaşımla oluşturulan MOElerin uygulama süreci sonunda öğretmenlerle gerçekleştirilen görüşmelerden elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Öğretmen son görüşmelerine ilişkin tema, kategori ve kodlar Tablo 43'de sunulmuş, ardından her bir temaya ilişkin bulgular katılımcı ifadeleriyle desteklenerek açıklanmıştır. Analizler sonucunda ortaya çıkan her bir temaya ilişkin bulgular ilerleyen paragraflarda alt başlıklarda sunulmuştur.

Tablo 43

Öğretmen son görüşme sorularına verilen cevaplara ait kodlar ve frekans tablosu

Tema	Kategori	Kod	f	Kodun Tanımı	Örnek Katılımcı İfadesi
1. Disiplinlerüstü Öğretim	Kavramsal Tanımlama	T_1K_1	4	Öğrenmeyi gerçek yaşamla ilişkilendirme	"Sadece normal problem çözmek değil, bu tarz etkinliklerin de artısı olduğunu gördüm." (M1)
		T_1K_2	3	Ortak tema etrafında bütünleştirme	"Diğer derslerle bağlantı kurulunca bir bütünlük sağlanıyor." (TT1)
	Öğretmen İş Birliği	T_1K_3	3	Branşlar arası iletişim	"Farklı derslerle birleştirerek işlenmesi çocukların ilgisini çekiyor." (F1)
		T_1K_4	2	Disiplinler arası araç/dil kullanımı	"Cetvel kullanmak, açıortayı bulmak, resim yapmak çocukların hoşuna gidiyor."(F1)
2. Uygulanabilirlik – Uygulama Engelleri	Planlama	T_2K_1	4	Ön planlama gerekliliği	"Beş dersimiz var ama bunun iki saatini bu tarz etkinliklere ayırabilmek lazım." (M1)
		T_2K_2	4	Öğretmenler arası uyum	"Öğretmenler arasında iyi bir ortam yoksa ortak çalışma zor olur." (F1)
	Zaman & Program	T_2K_3	3	Ders süresi/tempo farklılığı	"Etkinlikler uzayınca ders akışında aksamalar olabiliyor." (F1)
		T_2K_4	3	Müfredat yoğunluğu/uyumsuzluğu	"Konu yetiştirme sıkıntısı oluyor, müfredat yoğun." (F1)
		T_2K_5	2	Sınav ve haftalık program kısıtı	"Sınav var, yetiştirmen gereken yerler var." (M1)
	Uygulama Koşulları	T_2K_6	2	Materyal ve fiziki koşul yetersizliği	"….köy okulunda her zaman malzeme bulunamıyor." (F1)

Tema	Kategori	Kod	f	Kodun Tanımı	Örnek Katılımcı İfadesi
3. Öğrenci Katılımı ve İlgi	Katılım Düzeyi	T_3K_1	4	Katılım artışı	"Derse katılmayan öğrencilerin bile katıldığını gördüm." (M1)
		T_3K_2	3	İstekli katılım	"Derse katmakta zorlandığım öğrencilerin bile istekli olduğunu gördüm." (SB1)
	Motivasyon	T_3K_3	3	Yaparak-yaşayarak öğrenme	"Ezbere değil, yaparak yaşayarak öğrenmeleri daha kalıcı oluyor." (TT1)
	İlgi	T_3K_4	4	Dikkat çekicilik	"Cetvel kullanmak, …hoşuna gidiyor." (F1)
4. Bilişsel Modelleme Yeterliği	Bilişsel Gelişim	T_4K_1	4	Grupla öğrenme	"Nerede yanlış yaptıklarını… birlikte karar verdiler." (M1)
		T_4K_2	4	Üst düzey düşünme	"Uygulama basamağına geçince üst düzey düşünemeyebiliyorlardı, şimdi oluyor."(F1)
Beklentilere Ulaşma Durumu ve Yaygınlaştırma	Beklenti ve Süreç	T_5K_1	4	Beklentinin Aşılması	" Bakınca ilk başta olur mu olmaz mı tereddüt yaşarken oldu gayet de ulaşıldı bence." (TT1)
		T_5K_2	4	Uygulanabilirlik	" …müfredat gereği devam ederken çocukların işlediği konuların dışında da işleseydiniz daha çok perçinlemiş…" (SB1)
		T_5K_3	2	Öğrencilerin katılımı	" …süreç içinde çocukları görünce birazcık destekleyerek aslında onların bir şeyler yapabildiğini görmüş…"(M1)
	Yaygınlaştırma	T_5K4	4	Gereklilik	"…kendi durumları geliştirme açısından kesinlikle yaygınlaştırılmalı…"(SB1)
		T_5K_5	2	Farkındalık	"… bizim kazanımlarımızı zenginleştirdiniz. Daha uygulanabilir hale getirdiniz. Bize de yol göstermiş oldunuz…"(SB1)
		T_5K_6	4	Müfredata entegrasyon	"… ama bunu dönem içine yayarak istediğin şekilde yapabilirsin…" (M1)

4.2.2.1. Disiplinlerüstü Öğretim Temasına İlişkin Bulgular

Öğretmenlerin disiplinlerüstü öğretime ilişkin görüşleri incelendiğinde; öğretmenlerin disiplinlerüstü öğretimi, farklı ders içeriklerinin ortak bir tema çerçevesinde (T_1K_2, f=3), gerçek yaşama dayalı (T_1K_1, f=4) öğrenme süreçleri ile ilişkilendirdikleri görülmektedir. Öğretmenler, disiplinlerarası araç ve dil etkileşiminin dersler arasında bütünlük sağladığını (T_1K_4, f=2), disiplinlerüstü uygulamaların öğrenmeyi kolaylaştırdığını ve dersleri yalnızca problem çözme

ile sınırlı olmaktan çıkardığını ifade etmişlerdir. Bu durumu Teknoloji Tasarım öğretmeni, "Diğer derslerle bağlantı kurulunca bir bütünlük sağlanıyor… bütünlük olunca da öğrenme kolaylaşıyor." (T_1K_3, f=3) şeklinde ifade etmiştir.

4.2.2.2. Uygulanabilirlik- Uygulama Engelleri Temasına İlişkin Bulgular

Öğretmenler, disiplinlerüstü uygulamalar sürecinde paydaşlarla uyum, müfredat içeriği ve süreç planlaması açısından çeşitli zorluklar yaşandığını belirtmişlerdir. Sürecin öğretmenler arası iş birliği gerektirdiği; bu bağlamda öğretmenler arası uyum ve iletişimde (T_2K_2, f=4) yaşanan yetersizliklerin, müfredat yoğunluğunun ve zaman planlamasının yetersiz olmasının (T_2K_1, f=4), sınav kaygısının olumsuz etkilerinin (T_2K_5, f=2) ve materyal ile fiziki koşulların yetersizliğinin süreci olumsuz etkilediği ifade edilmiştir. Bu durumu Fen Bilgisi öğretmeni "Ya da işte müfredat da biraz yoğun olduğu için konu yetiştirme sıkıntısı olduğundan" (T_2K_4, f=3) şeklinde dile getirmiştir.

4.2.2.3. Öğrenci Katılımı ve İlgi Temasına İlişkin Bulgular

Öğretmenlerin ortak görüşü, disiplinlerüstü uygulamaların öğrenci katılımını artırdığı yönündedir. Derslerin diğer derslerle bağlantılı olarak işlenmesinin ve farklı derslere ait araçların kullanılmasının (T_3K_4, f=4) öğrencilerin ilgisini belirgin biçimde artırdığı ifade edilmiştir. Bu sayede normalde derse katılmayan öğrencilerin bile derse katılım gösterdiği ve tutumlarında olumlu yönde değişim gözlemlendiği belirtilmiştir (T_3K_1, f=4). Ayrıca yaparak ve yaşayarak öğrenme tekniklerinin öğrenci katılımını ciddi ölçüde artırdığı vurgulanmıştır (T_3K_3, f=3). Soyal Bilgiler öğretmeni bu durumu "Derse katmakta zorlandığım öğrencilerin bile istekli olduğunu gördüm." (T_3K_2, f=3) şeklinde ifade etmiştir.

4.2.2.4. Bilişsel Modelleme Yeterliği Temasına İlişkin Bulgular

Öğretmenler, disiplinlerüstü ve gerçek yaşamla bağlantılı uygulamaların öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerini geliştirdiğini ifade etmişlerdir. Disiplinlerüstü işlenen derslerin, öğrencilerin farklı bakış açılarını bir araya getirerek akran öğrenmesini teşvik ettiği; bu sayede öğrencilerin düzeltilmesi ya da geliştirilmesi gereken yapıları kendilerinin fark etmelerine olanak sağladığı belirtilmiştir (T_4K_1, f=4). Bu süreçte öğretmenler, öğrenmenin kalıcılığına özellikle vurgu yapmışlardır. Bununla birlikte öğrencilerin hayal gücünü kullanmaları, problemleri çözerek sonuca kendi çabalarıyla ulaşmaları ve süreci yaparak-yaşayarak deneyimlemeleri bilişsel şemaların gelişiminde kritik bir rol oynamaktadır. Sonuç olarak bu yapıların öğrencilerde kalıcı zihinsel modellerin oluşmasına katkı sağladığı

öğretmenler tarafından ifade edilmiştir (T_4K_2, f=4). Fen Bilgisi öğretmeni bu durumu "Bir şeyin modelini oluşturduğumuzda… kendi zihinsel şemasını da oluşturabildiğini düşünüyorum." şeklinde ifade etmiştir.

4.2.2.5. Beklentilere Ulaşma Durumu ve Yaygınlaştırma Temasına İlişkin Bulgular

Öğretmenler, disiplinlerüstü ders uygulamalarında beklentilerinin üzerinde bir süreç yaşadıklarını ve bu tür uygulamaların yaygınlaştırılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Süreç başında sınırlı bir katılım beklenirken (T_5K_3, f=2), sürecin sonunda beklentilerin aşıldığı belirtilmiştir (T_5K_1, f=4). Bu bağlamda, disiplinlerüstü uygulamaların farklı kademelerde müfredata entegre edilmesi gerektiği vurgulanmış; özellikle fen ve matematik derslerinin uygulamalar yoluyla bütünleştirilmesinin (T_5K_6, f=4) paydaşlar arasındaki iletişimden kaynaklanan sorunları büyük ölçüde azaltabileceği ifade edilmiştir. Tüm öğretmenler, bu sürecin hem öğrenciler hem de kendileri açısından farkındalık yarattığını belirtmişlerdir (T_5K_5, f=2). Ayrıca sürecin kazanımları daha uygulanabilir hâle getirdiği (T_5K_2, f=4) ve yaygınlaştırılmasının gerekli olduğu (T_5K_4, f=4) ortak bir görüş olarak öne çıkmıştır.

4.3. Disiplinlerüstü Yaklaşımla Oluşturulan MOElere İlişkin Öğrenci Görüşleri

Bu alt bölümde, disiplinlerüstü yaklaşımla oluşturulan MOEne katılan öğrencilerle uygulama süreci sonunda gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Öğrenci görüşmeleri, etkinliklere ilişkin öğrenme deneyimleri, bilişsel süreçler, disiplinlerüstü ilişki, sosyal etkileşim, duyuşsal tepkiler, etkinlik tasarımı ve uygulamanın sürekliliğine yönelik algıları ortaya koymak amacıyla yürütülmüş; elde edilen veriler tematik analiz yöntemiyle incelenerek tema ve kategoriler altında sınıflandırılmıştır. Öğrenci görüşlerine ilişkin tema, kategori, kodlar ve örnek katılımcı ifadeleri Tablo 44'de sunulmuş, tablonun ardından her bir temaya ilişkin bulgular katılımcı ifadeleriyle desteklenerek açıklanmıştır. Analizler sonucunda ortaya çıkan her bir temaya ilişkin bulgular ilerleyen paragraflarda alt başlıklarda sunulmuştur.

Tablo 44

Öğrenci görüşme sorularına verilen cevaplara ait kodlar ve frekans tablosu

Tema	Kategori	Frekans	Kod	Kodun Tanımı	Örnek Katılımcı İfadeleri
1. Öğrenme Deneyimi	Kavramsal Anlama	7	t_1k_1	Etkinliklerin anlamayı ve pekiştirmeyi desteklemesi	"Anlamadığım konuları kavradık ve pekiştirdik." (Sude)
		5	t_1k_2	Öğrenmenin kalıcı hâle gelmesi	"Bu etkinlikler sayesinde yüzdeleri daha iyi pekiştirdim." (Sude)
2. Bilişsel Süreçler	Problem Çözme Basamakları	11	t_2k_1	Problemi anlama ve sadeleştirme becerisinin gelişmesi	"Soruyu daha iyi kavrayabildik." (Sude)
		9	t_2k_2	Matematikleştirme ve işlem kurma	"Problemi işlemlere döküyorum." (Banu)
		6	t_2k_3	Yorumlama becerisinin gelişmesi	"Eskiden yorumlama yapamıyordum." (Naz)
		7	t_2k_4	Doğrulama yapma ve hatayı fark etme	"Yanlış yaptığımız yerleri fark ettik." (Necati)
3. Disiplinlerüstü İlişki	Disiplinlerarası ilişki	12	t_3k_1	Fen, sosyal, teknoloji tasarım ile ilişkilendirme	"Fen, sosyal, teknoloji tasarımla bağlantılıydı." (Naz)
	Gerçek Yaşam Problemi	6	t_3k_2	Günlük yaşam ve toplumsal konularla ilişkilendirme	"Tasarrufla ve faturayla alakalıydı." (Ada)
	Yeni Yapı Oluşturma	3	t_3k_3	Farklı ders bilgileriyle tek başına bir disiplinde olmayan yeni bir çözüm üretme	"Geri dönüşümde hem fen hem sosyal hem matematik vardı." (Naz)
4. Sosyal Etkileşim	Grup Çalışması	13	t_4k_1	Fikir alışverişi ve birlikte çözüm üretme	"Fikirlerimizi birleştirince daha güzel oluyor." (Asya)
		9	t_4k_2	Grup içi tartışma ve doğrulama	"Tartışarak doğru sonuca ulaştık." (Sare)
	Grup Dinamiği	4	t_4k_3	Grup içi uyumsuzluk	"Bazı arkadaşlar uyumsuzdu." (Banu)
5. Duyuşsal Tepkiler	İlgi ve Eğlence	8	t_5k_1	Etkinliklerin eğlenceli bulunması	"Bazı soruları eğlenerek yaptık." (Naz)
	Zorluk Algısı	7	t_5k_2	Etkinliklerin zorlayıcı bulunması	"Bazı sorular gerçekten zordu." (Naz)
	Motivasyon	6	t_5k_3	Grup çalışmasında daha istekli olma	"Grupça olunca eğlendim." (Sare)

Tema	Kategori	Frekans	Kod	Kodun Tanımı	Örnek Katılımcı İfadeleri
6.Etkinlik Tasarımı	Yapısal Özellikler	4	t_6k_1	Etkinliklerin uzun /karmaşık bulunması	"Da Vinci köprüsü de birazcık uzun olmuştu… Sensörlü musluk da birazcık kısabilirdi." (Asya)
		2	t_6k_2	Varsayımların zorlayıcı bulunması	"Varsayım yerine veri verilebilirdi." (Asya) "Sensörlü muslukta varsayımlar kısmına gerek yoktu gibi." (Esra)
	Geliştirme Önerileri	5	t_6k_3	Etkinliklerin sadeleştirilmesi önerisi	"Biraz daha kısa olabilirdi." (Esra)
7.Süreklilik ve Uygulama	Devam Etme İsteği	14	t_7k_1	Etkinliklerin devam etmesini isteme	"Uygulansın." (Emir)
	Uygulama Sıklığı	11	t_7k_2	Haftada bir / iki haftada bir tercih	"Haftada bir iyi" (Adin)
	Ders Yoğunluğu	5	t_7k_3	Zaman ve ders yükü kaygısı	"Matematik dersi zaten yoğun." (Sude)
8.Akademik Etki	Başarı Algısı	4	t_8k_1	Sınav başarısında artış algısı	"18 doğru yaptım, artış var." (Ada)
	Sınırlı Etki	3	t_8k_2	Gelişim olmadığını düşünme	"Düşünmüyorum." (Sare)

4.3.1. Öğrenme Deneyimi Temasına İlişkin Bulgular

Öğrencilerin öğrenme deneyimine ilişkin görüşleri incelendiğinde, disiplinlerüstü model oluşturma etkinliklerinin kavramsal anlamayı desteklediği ve öğrenmenin kalıcı hâle gelmesine katkı sağladığı görülmektedir. Öğrenciler, etkinlikler sayesinde daha önce anlamakta zorlandıkları konuları kavradıklarını ve pekiştirdiklerini ifade etmişlerdir (t_1k_1, f=7; t_1k_2, f=5). Bu durumu Sude, "Anlamadığım konuları kavradık ve pekiştirdik." ve "Bu etkinlikler sayesinde yüzdeleri daha iyi pekiştirdim." ifadeleriyle dile getirmiştir.

4.3.2. Bilişsel Süreçler Temasına İlişkin Bulgular

Öğrencilerin bilişsel süreçlere ilişkin görüşleri, model oluşturma etkinliklerinin problem çözme basamaklarını desteklediğini göstermektedir. Öğrenciler, problemi anlama ve sadeleştirme becerilerinin geliştiğini (t_2k_1, f=11), matematikleştirme ve işlem kurma süreçlerini daha etkili kullandıklarını (t_2k_2, f=9), yorumlama becerilerinin geliştiğini (t_2k_5, f=6) ve

doğrulama yaparak hatalarını fark edebildiklerini ifade etmişlerdir (t_2k_4, f=7). Bu durumu Naz, "Eskiden yorumlama yapamıyordum." ifadesiyle açıklamıştır.

4.3.3. Disiplinlerüstü İlişki Temasına İlişkin Bulgular

Öğrenciler, etkinliklerin farklı derslerle ilişkilendirilmesinin öğrenmeyi desteklediğini belirtmişlerdir. Fen, sosyal bilgiler ve teknoloji tasarım dersleriyle kurulan ilişkilerin (t_3k_1, f=12) etkinlikleri daha anlamlı hâle getirdiği ifade edilmiştir. Ayrıca öğrenciler, etkinliklerin günlük yaşam ve toplumsal konularla ilişkilendirilmesini olumlu değerlendirmiştir (t_3k_2, f=6). Bunun yanı sıra bazı öğrenciler, farklı disiplinlerden edinilen bilgilerin bir araya getirilerek tek bir disiplinde yer almayan yeni çözümler üretilebildiğini ifade etmiştir. (t_3k_3, f=3) Naz bu durumu, "Geri dönüşümde hem fen hem sosyal hem matematik vardı." sözleriyle dile getirmiştir.

4.3.4. Sosyal Etkileşim Temasına İlişkin Öğrenci Bulgular

Öğrencilerin sosyal etkileşime ilişkin görüşleri incelendiğinde, grup çalışmasının fikir alışverişini ve birlikte çözüm üretmeyi desteklediği görülmektedir (t_4k_1, f=13). Öğrenciler, grup içi tartışmalar yoluyla doğrulama yapabildiklerini ve doğru sonuca ulaşabildiklerini belirtmişlerdir (t_4k_2, f=9). Bu durumu Sude, "Tartışarak doğru sonuca ulaştık" sözleriyle dile getirmiştir. Bununla birlikte bazı öğrenciler, grup içi uyumsuzlukların zaman zaman süreci zorlaştırdığını ifade etmiştir (t_4k_3, f=4). Banu bu durumu "Bazı arkadaşlar uyumsuzdu" sözleriyle dile getirmiştir.

4.3.5. Duyuşsal Tepkiler Temasına İlişkin Bulgular

Öğrenciler, disiplinlerüstü model oluşturma etkinliklerini genel olarak eğlenceli ve ilgi çekici bulduklarını ifade etmişlerdir (t_5k_1, f=8). Naz bu durumu "Bazı soruları eğlenerek yaptık" sözleriyle dile getirmiştir. Bununla birlikte bazı öğrenciler, etkinliklerin zorlayıcı olabildiğini belirtmişlerdir (t_5k_2, f=7). Grup çalışmasının öğrencilerin motivasyonunu artırdığı (t_5k_3, f=6) ve etkinliklere daha istekli katılım sağladığı ifade edilmiştir. Sare bu durumu "Grupça olunca eğlendim" biçiminde ifade etmiştir.

4.3.6. Etkinlik Tasarımı Temasına İlişkin Bulgular

Öğrenciler, bazı etkinliklerin uzun ve karmaşık yapıda olduğunu (t_6k_1, f=4) ve varsayımların zorlayıcı olabildiğini belirtmişlerdir (t_6k_2, f=2). Asya bu durumu "Varsayım yerine veri verilebilirdi" biçiminde ifade edilmiştir. Bu doğrultuda öğrenciler, etkinliklerin sadeleştirilmesine yönelik önerilerde bulunmuşlardır (t_6k_3, f=5).

4.3.7. Süreklilik ve Uygulama Temasına İlişkin Bulgular

Öğrencilerin büyük çoğunluğu, disiplinlerüstü model oluşturma etkinliklerinin uygulanmaya devam etmesini istediklerini ifade etmişlerdir (t_7k_1, f=14). Etkinliklerin haftada bir ya da iki haftada bir uygulanmasının uygun olacağı belirtilmiş (t_7k_2, f=11), ancak ders yoğunluğu ve zaman kısıtı konusunda kaygılar da dile getirilmiştir (t_7k_3, f=5).

4.3.8. Akademik Etki Temasına İlişkin Bulgular

Bazı öğrenciler, etkinliklerin sınav başarısına olumlu katkı sağladığını düşündüklerini ifade etmişlerdir (t_8k_1, f=4). Bununla birlikte az sayıda öğrenci, etkinliklerin akademik başarılarında belirgin bir değişim oluşturmadığını belirtmiştir (t_8k_2, f=3).

5. BÖLÜM
SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde, araştırmanın dördüncü bölümünde sunulan bulgulara yönelik sonuçlar, araştırmanın alt problemleri doğrultusunda alanyazındaki ilgili çalışmalarla ilişkilendirilerek tartışılmıştır. Elde edilen sonuçların; benzer ve farklı yönleri, bu yönlerin olası nedenleri ve kuramsal çerçeveyle olan ilişkileri dikkate alınarak tartışılmıştır. Tartışmalar, disiplinlerüstü model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerin bilişsel modelleme yeterlikleri, öğretmen görüşleri ve öğrenci görüşleri üzerindeki yansımalarını bütüncül bir bakış açısıyla ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu doğrultuda bölüm, araştırmanın alt problemleri temel alınarak yapılandırılmıştır.

5.1. Sonuç

Bu araştırmada, disiplinlerüstü yaklaşımla tasarlanan model oluşturma etkinliklerinin, yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimine yansımaları incelenmiştir. Oran–orantı ve yüzdeler konuları bağlamında yürütülen uygulamalar, öğrencilerin bilişsel modelleme sürecinde yer alan problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama basamaklarını zaman içerisinde daha bilinçli ve sistematik biçimde kullanabildiklerini ortaya koymuştur. Elde edilen sonuçlar, modelleme yeterliklerinin doğrusal bir ilerleme izlemediğini; aksine etkinliklerin bağlamı, matematiksel konu yapısı ve grup etkileşimleriyle ilişkili olarak dalgalı ancak süreç temelli bir gelişim sergilediğini göstermektedir.

Araştırma sürecinde uygulanan yedi MOEne ait grup performansları birlikte değerlendirildiğinde, öğrencilerin modelleme deneyimi kazandıkça bilişsel farkındalıklarının arttığı ve modelleme basamakları arasında daha tutarlı geçişler yapabildikleri belirlenmiştir. Özellikle ilk etkinliklerde öğrencilerin varsayım oluşturma, sadeleştirme ve bağlamsal yorumlama aşamalarında zorlandıkları; ancak süreç ilerledikçe bu basamaklara yönelik

farkındalık geliştirdikleri görülmüştür. Bununla birlikte son etkinliklerde gruplar arasında ortaya çıkan performans farklılıkları, bilişsel modelleme yeterliklerinin yalnızca matematiksel konu bilgisiyle değil; etkinliğin bağlamsal yapısı, disiplinlerüstü içeriği ve grup içi etkileşim dinamikleriyle de yakından ilişkili olduğunu ortaya koymuştur.

Öğretmen görüşleri, disiplinlerüstü MOE uygulamalarının öğretim sürecine-öğretimsel açıdan önemli katkılar sunduğunu göstermektedir. Öğretmenler, bu tür etkinliklerin dersler arasında anlamlı bağlantılar kurulmasına olanak sağladığını, öğrencilerin gerçek yaşamla ilişkilendirilmiş problem durumları üzerinden düşünmelerini desteklediğini ve öğrenme sürecini daha bütüncül hâle getirdiğini ifade etmişlerdir. Bununla birlikte planlama, zaman yönetimi ve öğretmenler arası iş birliği gereksinimi gibi yapısal zorluklar da dile getirilmiş; ancak bu zorlukların uygun planlama ve koordinasyonla aşılabileceği vurgulanmıştır. Bu sonuçlar, disiplinlerüstü yaklaşımın yalnızca öğrenci öğrenmelerini değil, öğretmenlerin öğretimsel farkındalıklarını ve uygulama pratiklerini de dönüştürebilecek bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Öğrenci görüşleri ise disiplinlerüstü yaklaşımın öğrenme sürecinde öğrenciler tarafından fark edildiğini ve anlamlandırıldığını ortaya koymuştur. Öğrenciler, model oluşturma etkinliklerinde matematik dersini diğer derslerle ilişkilendirdiklerini, farklı disiplinlerden edindikleri bilgileri bir arada kullanabildiklerini ve bu durumun öğrenmeyi daha anlamlı hâle getirdiğini belirtmişlerdir. Özellikle grup çalışmaları ve gerçek yaşam temelli problem durumları, öğrencilerin derse katılımını ve motivasyonunu artıran unsurlar olarak öne çıkmıştır.

Bu araştırma, disiplinlerüstü yaklaşımla tasarlanan model oluşturma etkinliklerinin matematik öğretim programı içinde, konu kazanımlarıyla eş zamanlı biçimde uygulanabileceğini ve öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini çok boyutlu olarak desteklediğini ortaya koymaktadır. Elde edilen sonuçlar, modelleme etkinliklerinin yalnızca matematiksel işlem becerilerini değil; öğrencilerin bilişsel, sosyal ve bağlamsal düşünme süreçlerini de geliştirdiğini göstermektedir.

5.2. Tartışma

5.2.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Tartışma

Bu başlık altında, araştırmanın birinci alt problemi kapsamında disiplinlerüstü yaklaşımla oluşturulan model oluşturma etkinliklerinin, yedinci sınıf öğrencilerinin bilişsel

modelleme yeterliklerinin gelişimine nasıl yansıdığı ele alınmıştır. Bu doğrultuda, öğrencilerin modelleme sürecinde sergiledikleri bilişsel yeterlikler, Borromeo-Ferri'nin (2006) bilişsel modelleme döngüsü temel alınarak; problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama basamakları üzerinden değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, alanyazındaki benzer çalışmalarla karşılaştırılarak benzerlik ve farklılıklar nedenleriyle birlikte tartışılmıştır.

5.2.1.1 Disiplinlerüstü MOElerin Bilişsel Modelleme Yeterliklerine Etkisi

Bu araştırmanın birinci alt problemi kapsamında, disiplinlerüstü yaklaşımla yapılandırılan MOEnin, yedinci sınıf öğrencilerinin bilişsel modelleme yeterliklerinin gelişimine etkisi incelenmiştir. Bilişsel modelleme yeterlikleri, Borromeo-Ferri'nin (2006) bilişsel modelleme döngüsünde tanımlanan basamaklar doğrultusunda analiz edilmiştir.

Araştırma sonuçları, disiplinlerüstü bağlamda ve gerçek yaşam temasıyla yapılandırılan MOElerin, öğrencilerin modelleme sürecindeki bilişsel basamakları yalnızca doğrusal bir sıra izleyerek değil, geri dönüşler içeren ve basamaklar arası etkileşime dayalı bir yapı içinde kullanmalarını desteklediği belirlenmiştir. Öğrencilerin problem durumlarını anlama, matematiksel modellere dönüştürme, bu modeller üzerinde işlem yapma ve sonuçları gerçek yaşam bağlamında yorumlama süreçlerinde giderek daha bilinçli ve bütüncül yaklaşımlar sergiledikleri belirlenmiştir.

Model oluşturma etkinlikleri boyunca öğrencilerin ***problemi anlama*** yeterlikleri bütüncül olarak değerlendirildiğinde**,** bu yeterliğin doğrusal ve tek yönlü bir gelişim göstermediği, aksine zaman içinde dalgalanmalar içeren, geri dönüşlü ve döngüsel bir yapı sergilediği belirlenmiştir. Öğrencilerin çözüm süreçleri ayrıntılı olarak incelendiğinde, problem durumunda verilenler ile istenenler arasındaki ilişkinin ilk aşamada her zaman doğru kurulamadığı; bu nedenle çözüm süreci ilerledikçe öğrencilerin problem durumunu yeniden ele alma, varsayımlarını gözden geçirme ve problemi tekrar anlamlandırma gereksinimi duydukları görülmüştür. Bu durum, problemi anlama yeterliğinin modelleme sürecinde sabit bir kazanım değil, süreç boyunca yeniden inşa edilen bir yeterlik olduğunu göstermektedir. Araştırma kapsamında özellikle Aşure, Deterjan Tüketimi, Geri Dönüşüm Günü ve Damla Sulama Sistemi model oluşturma etkinliklerinde bazı grupların, problem durumunu başlangıçta kısmen doğru yorumlamalarına rağmen, nicel ve nitel değişkenler arasındaki ilişkileri yanlış kurdukları, bazı değişkenleri göz ardı ettikleri ya da problemde açıkça verilmeyen durumlar için varsayım üretmekte zorlandıkları belirlenmiştir. Bu durum, öğrencilerin çözüm sürecinde erken aşamada

matematiksel işlemlere yönelme eğilimi gösterdiklerini ve problem durumunu yeterince yapılandırmadan matematiksel modele geçtiklerini ortaya koymaktadır. Nitekim çözüm kâğıtları, grup defterleri ve sunumlar birlikte değerlendirildiğinde, öğrencilerin yanlış varsayımlarını fark ederek düzeltmeye çalıştıkları ve anlamlandırma sürecini yeniden yapılandırdıkları görülmüştür. Bu sonuçlar, alan yazındaki çalışmalar ile örtüşmektedir. Deniz (2020), çalışmasında gerçekleştirdiği uygulamalarında öğrencilerin problemde verilenleri tam olarak anlamlandırmadan çözüm sürecine geçtiklerini ve bu durumun yanlış varsayımların oluşturulmasına ve hatalı hesaplamalara yol açtığını belirtmiştir. Benzer biçimde Blum ve Leiß (2007) ile Blum ve Ferri (2009), öğrencilerin karmaşık gerçek yaşam problem durumlarından matematiksel problem ifadesine geçişte güçlük yaşadıklarını ve bu geçiş sürecinin modelleme döngüsünün en kırılgan aşamalarından biri olduğunu vurgulamaktadır. Öğrencilerin problemi yeterince anlamlandırmadan matematiksel çalışmaya yönelmeleri, modelleme sürecinin ilerleyen basamaklarında ortaya çıkan hataların temel nedenlerinden biri olarak değerlendirilmektedir.

Araştırmada gözlenen problemi anlama düzeyindeki dalgalanmalar, Kalaycı'nın (2017) sonuçlarıyla büyük ölçüde paralellik göstermektedir. Kalaycı (2017), başarı düzeyi yüksek grupların problem durumlarını süreç boyunca büyük ölçüde doğru anlamlandırdıklarını; buna karşılık başarı düzeyi düşük grupların problemi anlama yeterliklerinde artış ve düşüşlerin görüldüğünü ve gelişimin dalgalı bir yapı sergilediğini belirtmiştir. Bu çalışmada da benzer şekilde, özellikle turuncu ve bazı etkinliklerde sarı grupların problemi anlama yeterliklerinin etkinlik türüne ve bağlama bağlı olarak değiştiği, bazı etkinliklerde yüksek düzeyde performans sergilerken bazı etkinliklerde bu yeterliği sürdüremedikleri belirlenmiştir. Bu durum, problemi anlama yeterliğinin bağlama duyarlı bir yeterlik olduğunu göstermektedir.

Nitekim Biccard (2010), problemi anlama yeterliğinin değerlendirilmesinde etkinliğin bağlamının dikkate alınması gerektiğini vurgulamış; model oluşturma etkinliklerinin önemli ölçüde okuma ve okuduğunu anlama becerisi gerektirdiğini belirtmiştir. Araştırmada özellikle çok sayıda nicel değişken içeren ya da problem metni uzun ve karmaşık olan etkinliklerde öğrencilerin problemi anlama aşamasında daha fazla güçlük yaşadıkları görülmüştür. Bu durum, Biccard'ın (2010) düşük başarı gruplarında gözlenen düşüşlerin okuma-anlama becerileriyle ilişkili olabileceği yönündeki sonucunu destekler niteliktedir.

Öte yandan Lesh (2007), öğrenci ilgisini çeken ve gerçek yaşamla güçlü biçimde ilişkilendirilen problem durumlarının problemi anlama sürecini kolaylaştırabileceğini

belirtmektedir. Ancak bu araştırmada, problem durumları öğrencilerin günlük yaşam deneyimlerine dayandırılmış ve disiplinlerüstü bir bağlamda yapılandırılmış olmasına rağmen, bazı grupların yine de problemi anlama aşamasında zorlandıkları görülmüştür. Bu sonuç, Kalaycı'nın (2017) düşük başarı gruplarının ilgi çekici bağlamlarda dahi zorlanabildiğine ilişkin tespitleriyle örtüşmekte ve öğrenci ilgisinin tek başına yeterli bir belirleyici olmadığını göstermektedir.

Grup etkileşiminin problemi anlama sürecindeki rolü de bu araştırmanın dikkat çekici sonuçlarındandır. Kaygısız ve Aysın Şenel (2023), grup içi tartışmaların problemi anlama sürecinde öğrencilerin düşüncelerini açığa çıkarmada destekleyici bir rol oynadığını belirtmiştir. Bu çalışmada da özellikle mavi ve yeşil grupların, problem durumunu grup içinde tartışarak verilenler ve istenenler arasındaki ilişkileri daha açık biçimde ortaya koyabildikleri; buna karşılık grup içi etkileşimin sınırlı kaldığı durumlarda yanlış varsayımların daha uzun süre korunduğu gözlemlenmiştir. Çoksöyler ve Bozkurt (2021) da benzer biçimde öğrencilerin problemi okuyarak ve tartışarak anlamlandırmaya çalıştıklarını; ancak buna rağmen bütüncül anlamlandırmada zorlanabildiklerini rapor etmiştir.

Araştırmada ayrıca, modelleme deneyimi olmayan öğrencilerin problemi anlama sürecinde daha belirgin güçlükler yaşadıkları görülmüştür. Özkan ve Pusmaz (2021), modelleme eğitimi almamış öğrencilerin problem durumlarını günlük yaşamla ilişkilendirmekte güçlük yaşadıklarını ve problemi matematiksel olarak yapılandırmakta yetersiz kaldıklarını belirtmiştir. Ji (2012) de modelleme deneyimi olmayan bireylerin gerçek dünyada çözüm aramaya odaklandıklarını, ancak bu durumu matematiksel bir modele dönüştürmekte zorlandıklarını ifade etmektedir. Bu araştırmada öğrencilerin çözüm sürecinde sıklıkla "gerçekçi ancak matematiksel olarak eksik" yaklaşımlar sergilemeleri, söz konusu sonuçlarla örtüşmektedir. Son olarak, problemi anlama yeterliğinin diğer modelleme yeterlikleriyle olan ilişkisi bu araştırmada açık biçimde ortaya konmuştur.

Bora (2025), matematiksel durumu anlayabilmenin modelleme döngüsünün diğer aşamaları için temel bir altyapı oluşturduğunu vurgulamış; öğrencilerin en sık hatayı problemi anlama basamağında yaptıklarını belirtmiştir. Bu çalışmada da problemi anlama aşamasında yapılan hataların, sadeleştirme, matematikselleştirme ve doğrulama aşamalarına doğrudan yansıdığı görülmüştür. Özellikle yanlış ya da eksik varsayımların, sonraki aşamalarda matematiksel işlemler doğru biçimde yürütülse dahi modelin bütüncül geçerliğini olumsuz etkilediği belirlenmiştir.

Bu sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, problemi anlama yeterliğinin disiplinlerüstü bağlamda yürütülen model oluşturma etkinliklerinde tek seferlik bir kazanım olmadığı; farklı disiplinlerden gelen bilgi ve becerilerin bütünleştirilmesi yoluyla süreç boyunca sürekli yeniden yapılandırılan bir yeterlik olduğu söylenebilir. Gerçek yaşam bağlamlarının matematiksel, çevresel, ekonomik ve sosyal boyutları bir arada sunması, öğrencilerin problem durumunu anlamlandırırken yalnızca matematiksel değil, çok boyutlu düşünmelerini gerektirmektedir. Bu yönüyle problemi anlama yeterliği, disiplinlerüstü yaklaşımın merkezinde yer alan kritik bir bilişsel basamak hâline gelmektedir.

Bu araştırmada uygulanan MOE kapsamında öğrencilerin sadeleştirme yeterlikleri incelendiğinde, bu yeterliğin problemi anlama basamağıyla güçlü bir ilişki içinde olduğu ve öğrencilerin problem durumunu nasıl anlamlandırdıklarına bağlı olarak şekillendiği görülmüştür. Çözüm süreçleri bütüncül olarak değerlendirildiğinde, öğrencilerin sadeleştirme aşamasında çoğunlukla gerekli ve gereksiz değişkenleri ayırt etmede, varsayımları sınırlandırmada ve gerçek yaşam bağlamını matematiksel olarak yönetilebilir bir yapıya dönüştürmede zorlandıkları belirlenmiştir.

Araştırmada özellikle Aşure, Deterjan Tüketimi ve Hurda MOEnde bazı grupların, problemi genel hatlarıyla anlamalarına rağmen sadeleştirme aşamasında kritik değişkenleri göz ardı ettikleri ya da problemin bağlamını daraltmak yerine aşırı genelleştirdikleri görülmüştür. Örneğin Aşure etkinliğinde bazı grupların yol masrafını başlangıçta hesaba katmamaları, Deterjan Tüketimi etkinliğinde "en az" ifadesini yalnızca makine sayısıyla ilişkilendirmeleri ya da Hurda etkinliğinde risk ve yol masrafı değişkenlerini birlikte ele alamamaları, sadeleştirme aşamasında yapılan alternatif hatalar arasında yer almaktadır. Bu durum, öğrencilerin problem durumunu matematiksel olarak basitleştirmeye çalışırken bağlamdan kopma riski yaşadıklarını göstermektedir.

Türkiye'de gerçekleştirilen matematiksel modelleme araştırmaları da öğrencilerin modelleme sürecinde özellikle problemi anlama ve uygun varsayımlar geliştirme aşamalarında çeşitli güçlükler yaşayabildiklerini göstermektedir. İlkokul ve ortaokul düzeyinde gerçekleştirilen çalışmalar, öğrencilerin modelleme sürecinde problem durumunu anlamlandırma, varsayım oluşturma ve matematiksel modele geçiş aşamalarında zorlandıklarını; ancak uygun öğrenme ortamları sağlandığında bu yeterliklerin gelişebildiğini ortaya koymaktadır (Hıdıroğlu vd., 2014; Şahin, 2014; Şahin ve Eraslan, 2016; Hıdıroğlu ve

Özkan Hıdıroğlu, 2017). Bu bulgular, bu araştırmada gözlenen problemi anlama sürecindeki dalgalanmaların literatürde rapor edilen sonuçlarla örtüştüğünü göstermektedir.

Alan yazında ***sadeleştirme*** yeterliği, modelleme sürecinin en kritik bilişsel basamaklarından biri olarak değerlendirilmektedir. Maaß ve Kaiser (2007) ile Blum (2015), sadeleştirmenin yalnızca değişken sayısını azaltma değil; problem durumunun özünü koruyarak matematiksel olarak çalışılabilir bir yapı oluşturma süreci olduğunu vurgulamaktadır. Bu araştırmada elde edilen sonuçlar da bu görüşü desteklemektedir. Nitekim bazı etkinliklerde öğrencilerin problemi aşırı derecede sadeleştirerek önemli değişkenleri dışladıkları, bazı durumlarda ise yeterli sadeleştirme yapamadıkları için daha karmaşık ve işlevselliği sınırlı matematiksel modeller geliştirdikleri görülmektedir.

Kalaycı'nın (2017) çalışmasında, başarı düzeyi yüksek grupların sadeleştirme aşamasında daha tutarlı ve sistematik davrandıkları; düşük başarı gruplarının ise sadeleştirme sürecinde dalgalı bir gelişim sergiledikleri belirtilmiştir. Bu araştırmada da benzer bir durum gözlemlenmiştir. Özellikle mavi ve yeşil grupların, etkinlikler ilerledikçe gerekli ve gereksiz değişkenleri ayırt etme konusunda daha başarılı oldukları; buna karşılık turuncu grubun bazı etkinliklerde sadeleştirme aşamasını büyük ölçüde atladığı ya da yalnızca yüzeysel bir sadeleştirme yaptığı görülmüştür. Bu durum, sadeleştirme yeterliğinin etkinlik türüne ve bağlama duyarlı olduğunu göstermektedir.

Biccard (2010), sadeleştirme yeterliğinin değerlendirilmesinde problem bağlamının karmaşıklığının belirleyici olduğunu belirtmektedir. Bu araştırmada özellikle disiplinlerüstü bağlamda tasarlanan etkinliklerde (ör. Geri Dönüşüm Günü, Damla Sulama Sistemi, Hurda), problem durumunun çevresel, ekonomik ve matematiksel boyutları birlikte içermesi, öğrencilerin sadeleştirme sürecini zorlaştırmıştır. Öğrencilerin hangi disipline ait bilgiyi önceliklendirecekleri konusunda kararsız kaldıkları; bu nedenle bazı değişkenleri tamamen dışladıkları ya da gereğinden fazla değişkenle model kurmaya çalıştıkları görülmüştür. Bu sonuç, disiplinlerüstü yaklaşım açısından dikkat çekicidir. Disiplinlerüstü öğretimde amaç, farklı disiplinlere ait bilgilerin bütüncül bir problem durumu içinde anlamlı biçimde birleştirilmesidir. Ancak bu bütüncül yapı, öğrenciler için sadeleştirme sürecini daha yüksek bilişsel talep içeren bir süreç hâline getirmektedir. Araştırma sonuçları, öğrencilerin sadeleştirme aşamasında yalnızca matematiksel değil; çevresel, ekonomik ve toplumsal değişkenler arasında da seçim yapmak zorunda kaldıklarını ve bu durumun bilişsel yükü

artırdığını göstermektedir. Bu bağlamda sadeleştirme, disiplinlerüstü modelleme sürecinde disiplinler arası denge kurma becerisini de kapsayan bir yeterliktir.

Öğrencilerin sadeleştirme yeterliklerinin grup içi etkileşimle yakından ilişkili olduğu da görülmüştür. Kaygısız ve Aysın Şenel'in (2023) sonuçlarına paralel olarak, grup içi tartışmaların daha yoğun olduğu gruplarda sadeleştirme sürecinin daha bilinçli yürütüldüğü; grup üyelerinin birbirlerinin varsayımlarını sorguladıkları ve gereksiz değişkenleri eledikleri gözlemlenmiştirBuna karşılık, grup içi etkileşimin sınırlı olduğu durumlarda sadeleştirme kararlarının çoğunlukla tek bir öğrenci tarafından alındığı ve bu kararların yeterince tartışılmadığı görülmektedir.

Araştırmada ayrıca sadeleştirme yeterliği ile doğrulama yeterliği arasında işlevsel bir ilişki olduğu da ortaya çıkmıştır. Bazı grupların sadeleştirme aşamasında yaptıkları hataları doğrulama sürecinde fark ederek düzeltmeye çalıştıkları; ancak sadeleştirmenin yanlış temellere dayanması durumunda doğrulama basamağının da sınırlı kaldığı görülmüştür. Bu durum, sadeleştirmenin modelleme sürecinin yalnızca erken bir aşaması değil, sürecin tamamını etkileyen temel bir yapı taşı olduğunu göstermektedir.

Bu araştırmada elde edilen sonuçlar, sadeleştirme yeterliğinin disiplinlerüstü bağlamda yürütülen model oluşturma etkinliklerinde yüksek bilişsel talep gerektiren, bağlama duyarlı ve grup etkileşiminden etkilenen bir süreç olduğunu ortaya koymaktadır. Öğrencilerin sadeleştirme aşamasında yaşadıkları güçlükler, yalnızca matematiksel yetersizliklerle değil; gerçek yaşam problemlerinin çok boyutlu yapısıyla ve disiplinlerüstü düşünme gerekliliğiyle de ilişkilidir. Bu yönüyle sadeleştirme yeterliği, disiplinlerüstü modelleme sürecinin merkezinde yer alan kritik bir basamak olarak değerlendirilmektedir.

Alan yazında sadeleştirme basamağının öğrenciler açısından zorlayıcı bir süreç olduğu sıklıkla vurgulanmaktadır. Türkiye'de gerçekleştirilen bazı araştırmalar, öğrencilerin özellikle problemde yer alan değişkenleri belirleme, gerekli ve gereksiz bilgileri ayırt etme ve uygun varsayımlar geliştirme aşamalarında güçlük yaşayabildiklerini göstermektedir (İnan Tutkun ve Didiş Kibar, 2018; Kaygısız, 2021). Bununla birlikte uzun süreli uygulamaların ve öğretim deneyi temelli çalışmaların, öğrencilerin modelleme sürecinde sadeleştirme ve model geliştirme becerilerini desteklediği belirtilmektedir (Tekin Dede ve Yılmaz, 2016; Kaygısız, 2021).

Bu araştırmada uygulanan model oluşturma etkinlikleri süreci boyunca öğrencilerin ***matematikselleştirme (model kurma)*** yeterlikleri incelendiğinde, bu basamağın problemi

anlama ve sadeleştirme yeterliklerine doğrudan bağlı olarak şekillendiği görülmüştür. Öğrencilerin gerçek yaşam problem durumundan matematiksel modele geçiş süreçlerinin, gruplar ve etkinlikler arasında farklılık gösterebildiği anlaşılmaktadır.

Araştırma sonuçları, Kalaycı'nın (2017) çalışmasıyla paralel biçimde, hem yüksek hem de düşük düzeyli grupların bazı etkinliklerde birden fazla matematiksel model geliştirmeye yöneldiklerini ortaya koymuştur. Ancak geliştirilen modellerin niteliği bakımından gruplar arasında belirgin ayrışmalar olduğu görülmektedir. Özellikle düşük düzeyli grupların, varsayımlara dayalı olarak oluşturdukları modellerde eksik değişken kullanımı, gerçek bağlamdan kopma ve sayısal verilerin bağlamdan bağımsız biçimde modele dâhil edilmesi gibi hatalar yaptıkları belirlenmiştir. Bu durum, Tekin Dede'nin (2015) öğrencilerin problem metninde yer alan sayıları bağlamdan bağımsız biçimde kullanarak probleme uygun olmayan modeller geliştirebildiklerine ilişkin sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Araştırmada özellikle Aşure, Deterjan Tüketimi ve Hurda etkinliklerinde bazı grupların, problem durumunu genel hatlarıyla anlamış olmalarına rağmen matematikselleştirme aşamasında gerçek yaşam bağlamını yeterince temsil etmeyen modeller kurdukları belirlenmiştir. Örneğin, bazı grupların yol masrafını modele hiç dâhil etmemesi ya da "en az" ifadesini yalnızca tek bir değişkenle ilişkilendirmesi, matematikselleştirmenin bağlamsal niteliğinin göz ardı edilebildiğini göstermektedir. Bu sonuç, Kalaycı'nın (2017) düşük başarı grubunun genellenebilirlik boyutunu göz ardı ettiğine yönelik sonuçlarıyla tutarlıdır.

Buna karşılık, yüksek düzeyli grupların matematikselleştirme sürecinde gerçekçi varsayımlara dayalı, değişkenler arası ilişkileri açık biçimde ortaya koyan ve problem durumunu matematiksel olarak anlamlı biçimde temsil edebilen modeller oluşturdukları görülmüştür. Özellikle Geri Dönüşüm Günü, Sensörlü Musluk ve Damla Sulama Sistemi etkinliklerinde bu grupların, verilmeyen nicelikleri tahmin ederek modele dâhil ettikleri, birden fazla çözüm durumunu karşılaştırdıkları ve matematiksel ilişkileri sistematik bir yapı içinde oluşturdukları belirlenmiştir. Bu durum, Kalaycı'nın (2017) yüksek başarı grubunun daha kompleks ve zengin matematiksel modeller oluşturduğuna ilişkin sonuçlarını desteklemektedir.

Alan yazında matematikselleştirme yeterliğinin, öğrencilerin yalnızca matematiksel işlemleri değil; gerçek durumu temsil eden bir matematiksel yapı kurabilme becerisini içerdiği vurgulanmaktadır (Biccard, 2010; Kaiser, 2007; Ji, 2012). Bu araştırmada elde edilen sonuçlar da matematikselleştirmenin, problemi anlama ve sadeleştirme aşamalarında yapılan hataların doğrudan yansıdığı bir basamak olduğunu göstermektedir. Nitekim sadeleştirme aşamasında

kritik değişkenleri göz ardı eden grupların, matematikselleştirme sürecinde eksik ya da hatalı modeller kurdukları; buna karşılık sadeleştirmeyi bilinçli biçimde gerçekleştiren grupların daha işlevsel matematiksel modeller oluşturdukları görülmüştür.

Kaygısız ve Aysın Şenel'in (2023) çalışmasında vurgulanan, öğrencilere hazır veri sunulmaması ve verilerin öğrenciler tarafından oluşturulmasının istenmesi, bu araştırmada da matematikselleştirme sürecini doğrudan etkilemiştir. Öğrencilerin tahmin, değerlendirme ve üstbilişsel düşünme süreçlerini devreye sokmaları, bazı gruplar için matematiksel modeli zenginleştirici bir unsur oluştururken; bazı gruplar için ise varsayımsal hataların artmasına neden olmuştur. Grup sunumları sırasında gerçekleşen etkileşimlerin, öğrencilerin modellerini gözden geçirmelerine katkı sağladığı; ancak bu etkileşimin her zaman modelin yapısal olarak yeniden düzenlenmesine yol açmadığı belirlenmiştir. Bu sonuç, Zubi ve arkadaşlarının (2018) grup etkileşiminin farklı bakış açıları geliştirmeye katkı sağladığı yönündeki sonuçlarıyla kısmen örtüşmektedir.

Özkan ve Pusmaz'ın (2021) çalışmasında belirtildiği gibi, öğrencilerin gerçek durum modelinden matematiksel modele geçişte zorlandıkları ve çoğu zaman problemi rutin matematiksel işlemlerle çözmeye çalıştıkları bu araştırmada da gözlemlenmiştir. Özellikle düşük düzeyli grupların, matematikselleştirme aşamasında işlemsel doğruluğu, modelin gerçek yaşamı temsil etme gücünün önüne koydukları görülmüştür. Bu durum, matematiksel olarak doğru çözümlerin her zaman geçerli ve işlevsel bir model anlamına gelmediğini açık biçimde ortaya koymaktadır.

Bu araştırmanın disiplinlerüstü yaklaşımı, matematikselleştirme sürecini daha karmaşık ve çok boyutlu hâle getirmiştir. Öğrenciler yalnızca matematiksel değişkenleri değil; çevresel, ekonomik ve toplumsal boyutları da modele dâhil etmek zorunda kalmışlardır. Özellikle Geri Dönüşüm Günü, Hurda ve Damla Sulama Sistemi etkinliklerinde, öğrencilerin hangi disipline ait bilgiyi matematiksel modele nasıl dönüştürecekleri konusunda zorlandıkları görülmüştür. Bu durum, matematikselleştirmenin disiplinlerüstü bağlamda yalnızca matematiksel bir süreç değil; disiplinlerarasında anlamlı ilişkiler kurmayı gerektiren bir süreç olduğunu göstermektedir.

Deniz'in (2020) sonuçlarıyla uyumlu olarak, bu araştırmada da matematikselleştirme sürecinin doğrusal bir ilerleme izlemediği; öğrencilerin zaman zaman problem metnine geri döndükleri, varsayımlarını yeniden düzenledikleri ve modellerini revize etme gereksinimi duydukları görülmüştür. Bu durum, Lesh ve Harel'in (2003) tanımladığı anlama–çözme–test

etme–revize etme döngüsünün bu araştırmada da işlediğini göstermektedir. Ancak bu döngünün, her grup için aynı düzeyde ve derinlikte gerçekleşmediği belirlenmiştir.

Sonuç olarak, bu araştırmada elde edilen sonuçlar, matematikselleştirme yeterliğinin disiplinlerüstü model oluşturma etkinliklerinde yüksek bilişsel talep, bağlama duyarlılık ve üstbilişsel farkındalık gerektiren bir süreç olduğunu ortaya koymaktadır. Öğrencilerin kurdukları matematiksel modellerin niteliği, yalnızca matematiksel bilgi düzeyleriyle değil; problemi anlama, sadeleştirme ve disiplinler arası ilişki kurabilme becerileriyle doğrudan ilişkili görülmektedir. Bu yönüyle matematikselleştirme, disiplinlerüstü modelleme sürecinin merkezinde yer alan kritik ve belirleyici bir yeterlik olarak değerlendirilmektedir.

Benzer biçimde literatürde yer alan çalışmalar da öğrencilerin gerçek yaşam problemlerinden matematiksel modele geçiş sürecinde çeşitli güçlükler yaşayabildiklerini ortaya koymaktadır. Özellikle modelleme sürecinde öğrencilerin birden fazla çözüm yolu geliştirebildikleri, ancak matematiksel modeli gerçek yaşam bağlamıyla ilişkilendirme ve modeli genellenebilir hâle getirme aşamalarında zorlanabildikleri belirtilmektedir (Çiltaş, 2011; Hıdıroğlu vd., 2014). Bu sonuçlar, matematikselleştirme sürecinin yalnızca matematiksel işlemleri değil, aynı zamanda bağlamsal ilişkileri anlamlandırmayı gerektiren karmaşık bir bilişsel süreç olduğunu göstermektedir.

Bu araştırmada uygulanan yedi model oluşturma etkinliği kapsamında öğrencilerin ***matematiksel olarak çalışma yeterlikleri*** incelendiğinde, bu basamağın büyük ölçüde kurulan matematiksel modelin niteliğine ve varsayımların doğruluğuna bağlı olarak şekillendiği görülmüştür. Öğrencilerin matematiksel işlemleri yürütme sürecinde sergiledikleri performans, gruplar ve etkinlikler arasında belirgin biçimde farklılaşmıştır.

Araştırma sonuçları, Kalaycı'nın (2017) belirttiği gibi grupların oluşturdukları modellere bağlı olarak doğru, eksik ya da hatalı matematiksel çözümler üretebildiklerini ortaya koymaktadır. Bu çalışmada özellikle matematiksel modeli doğru ve gerçekçi varsayımlara dayalı olarak kuran grupların, işlem sürecinde hata yapsalar bile bu hataları fark ederek düzeltme yoluna gidebildikleri görülmüştür. Örneğin Aşure, Geri Dönüşüm Günü ve Sensörlü Musluk etkinliklerinde mavi ve yeşil grupların, işlem sırasında ortaya çıkan hataları doğrulama yaklaşımlarıyla düzelttikleri ve matematiksel olarak doğru sonuçlara ulaştıkları belirlenmiştir. Bu sonuç, Kalaycı'nın (2017) yüksek başarı grubunun hata yapsa dahi hatayı düzeltebildiğine ilişkin sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Buna karşılık, bazı grupların matematiksel olarak çalışma sürecinde sonuç odaklı bir yaklaşım benimsedikleri, problem bağlamını ve modelin sınırlarını göz ardı ederek ağırlıklı olarak dört işlem temelli çözümlere yöneldikleri belirlenmiştir. Özellikle Deterjan Tüketimi, Damla Sulama Sistemi ve Hurda etkinliklerinde bazı grupların, problemde yer alan "en az", "toplam", "oran" gibi ifadeleri bağlamından kopuk biçimde ele aldıkları; bu durumun işlem hatalarına ve eksik ya da tutarsız çözümlere yol açtığı görülmüştür. Bu durum, Maaß (2006) ve Tekin Dede'nin (2017) vurguladığı "bir an önce sonuca ulaşma isteğinin" aceleci davranışlara ve işlem hatalarına neden olabileceğine ilişkin açıklamalarla uyumludur.

Bu çalışmada matematiksel olarak çalışma yeterliğinin yalnızca matematiksel işlem becerisiyle değil; okul matematiği bilgisi, önceki öğrenmeler ve matematiksel araç kullanım deneyimiyle yakından ilişkili olduğu belirlenmiştir. Özellikle ölçme gerektiren süreçlerde (örneğin Da Vinci etkinliğinde malzemelerin uzunluklarının belirlenmesi aşamasında), bazı grupların ölçüm sürecinde zorlandıkları; bu durumun çözüm stratejilerini değiştirmelerine ya da işlemleri basitleştirme eğilimi göstermelerine yol açtığı görülmüştür. Matematiksel olarak çalışma sürecine ilişkin bu sonuçlar, Deniz'in (2020) öğrencilerin matematiksel araç kullanımında zaman kaybı yaşayabildiklerini ve önceki öğrenme fırsatlarının sınırlılığının modelleme sürecini olumsuz etkileyebildiğini ortaya koyan sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Araştırmada dikkat çeken bir diğer sonuç, öğrencilerin matematiksel olarak çalışma sürecinde sezgisel ve deneme–yanılma temelli stratejilere sıkça başvurmalarıdır. Kaygısız ve Aysın Şenel'in (2023) çalışmasında rapor edilen sezgisel strateji kullanımı, bu araştırmada da özellikle veri üretimi gerektiren etkinliklerde gözlemlenmektedir. Bu durum, öğrencilerin bazı durumlarda matematiksel işlemleri sistematik bir plan çerçevesinde yürütmek yerine tahmin ve kontrol yoluyla ilerleyebildiklerini düşündürmektedir. Söz konusu yaklaşım bazı gruplar için çözüm sürecini kolaylaştırıcı bir işlev görürken, bazı durumlarda hataların fark edilmeden sürmesine de yol açabilmektedir.

Bu araştırmanın disiplinlerüstü yapısı, matematiksel olarak çalışma basamağını daha karmaşık ve çok boyutlu hâle getirmektedir. Bu süreçte öğrencilerin yalnızca matematiksel işlemleri yürütmeleri değil; aynı zamanda çevresel, ekonomik ve teknolojik değişkenleri de dikkate alarak işlem yapmaları gerekmektedir. Özellikle Geri Dönüşüm Günü, Hurda ve Damla Sulama Sistemi etkinliklerinde matematiksel işlemlerin farklı disiplinlere ait verilerle ilişkilendirilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda bazı grupların disiplinler arası

verileri matematiksel işlemlere entegre etmekte zorlanabildiği; bu nedenle zaman zaman işlemleri sadeleştirerek ya da bazı değişkenleri göz ardı ederek ilerleyebildikleri görülmektedir.

Çoksöyler ve Bozkurt'un (2021) belirttiği, öğrencilerin modeli yeterince oluşturmadan doğrudan işlem yapma eğiliminin bu çalışmada da bazı gruplarda görüldüğü anlaşılmaktadır. Bununla birlikte bu araştırmada öğrencilerin matematiksel olarak çalışma sürecinde yaşadıkları güçlüklerin yalnızca işlem becerisi eksikliğinden değil, modelin eksik kurulması ve disiplinlerüstü bağlamın yeterince içselleştirilememesinden de kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu durum, matematiksel olarak çalışmanın modelleme sürecinde bağımsız bir basamak olmaktan ziyade, önceki aşamaların doğal bir sonucu olarak ortaya çıktığına işaret etmektedir.

Sonuç olarak, bu araştırmada matematiksel olarak çalışma yeterliğinin; kurulan modelin doğruluğu, varsayımların gerçekçiliği, disiplinlerarası değişkenlerin dikkate alınması ve öğrencilerin matematiksel araçları kullanma deneyimleriyle doğrudan ilişkili olduğu ortaya konmuştur. Disiplinlerüstü model oluşturma etkinliklerinde matematiksel işlemler, yalnızca hesaplama süreci değil; gerçek yaşam bağlamını temsil eden matematiksel yapının işlerliğini sınayan bir aşama olarak öne çıkmaktadır.

Bu araştırmada uygulanan yedi model oluşturma etkinliği kapsamında öğrencilerin ***yorumlama yeterlikleri*** incelendiğinde, grupların önemli bir bölümünün matematiksel sonuçları gerçek yaşam bağlamıyla ilişkilendirmede zaman zaman güçlük yaşadığı görülmüştür. Yorumlama basamağındaki başarı, çoğu etkinlikte kurulan matematiksel modelin doğruluğu ve problem bağlamında yer alan değişkenlerin (gerekli–gereksiz veri ayrımı, "en az" ifadesi, maliyet, risk, miktar gibi unsurlar) doğru biçimde ele alınmasıyla yakından ilişkili ilerlemiştir.

Araştırma sonuçları, doğru ve gerçekçi varsayımlara dayalı model kurabilen grupların, elde ettikleri sonuçları gerçek yaşam bağlamında daha tutarlı biçimde yorumlayabildiklerini göstermektedir. Nitekim Aşure, Geri Dönüşüm Günü ve Hurda model oluşturma etkinliklerinde matematiksel modeli bağlama uygun biçimde kurabilen grupların, sonuçlarını gerekçelendirerek açıklayabildikleri görülmüştür. Buna karşılık, eksik ya da hatalı model kurulan durumlarda öğrencilerin işlem sonucunu yalnızca "sayısal bir çıktı" olarak kabul ettikleri, sonucu bağlam açısından sorgulamadan eksik veya hatalı yorumlar yaptıkları belirlenmiştir. Özellikle ürün miktarının ya da yol masrafının göz ardı edilmesi ya da "en az"

ifadesinin yanlış yorumlanması, yorumlama basamağında ortaya çıkan tipik sorunlar arasında yer almaktadır.

Bu sonuçlar, yorumlamanın matematiksel modelleme sürecinde öğrencilerin en çok zorlandıkları basamaklardan biri olduğunu ortaya koyan alanyazınla uyumludur (Kalaycı, 2017; Biccard, 2010; Galbraith ve Stillman, 2006; Maaß, 2006; Tekin Dede ve Yılmaz, 2013). Bununla birlikte, bu araştırmada bazı grupların model eksik olmasına rağmen sonucu günlük yaşam bağlamına kısmen taşıyabildikleri de görülmüştür. Örneğin Aşure etkinliğinde bazı gruplar yol masrafını hesaba katmayan eksik bir modelle ilerlemelerine rağmen, ulaştıkları kıyaslama sonucunu gerçek yaşam bağlamında açıklayabilmişlerdir. Ancak bu açıklamaların, modelin eksikliği nedeniyle yorumlama yeterliğinin tam düzeyde gerçekleştiğini göstermediği söylenebilir. Bu durum, yorumlamanın yalnızca sonucu sözlü olarak ifade etme değil; sonucun bağlam açısından geçerli olup olmadığını tartışmayı da içeren çok boyutlu bir süreç olduğunu ortaya koymaktadır (Kalaycı, 2017).

Yorumlama yeterliğinde gözlenen farklılıkların önemli bir kısmı, disiplinlerüstü bağlamın doğasıyla ilişkilidir. Araştırma kapsamında uygulanan model oluşturma etkinlikleri, yalnızca matematiksel işlemleri değil; aynı zamanda çevresel (geri dönüşüm, hurda), ekonomik (maliyet–risk), teknolojik (sensörlü musluk), üretim–tüketim (deterjan) ve tarımsal (damla sulama) boyutları birlikte değerlendirmeyi gerektirmiştir. Bu çok boyutlu yapı, öğrencilerin matematiksel sonuçları tek bir değişkene indirgemesini zorlaştırmış; özellikle birden fazla değişkenin eş zamanlı olarak dikkate alınması gereken durumlarda yorumlama sürecinin sınırlı kalmasına neden olmuştur. Bu yönüyle yorumlama basamağı, disiplinlerüstü modelleme sürecinde disiplin sınırlarını aşan anlamlandırma gerektiren kritik bir eşik olarak öne çıkmaktadır.

Sonuç olarak, bu araştırmada yorumlama yeterliğinin; modelin doğru kurulması, bağlamsal değişkenlerin göz ardı edilmemesi ve grup içi tartışmaların niteliğiyle birlikte değiştiği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, yorumlamanın yalnızca "sonucu açıklama" değil; disiplinlerüstü bağlamda matematiksel sonucu gerekçeleriyle birlikte gerçek yaşamla ilişkilendirme becerisi olduğunu göstermektedir.

Uluslararası alan yazında da benzer sonuçlara rastlanmaktadır. Modelleme temelli öğrenme ortamlarında öğrencilerin matematiksel sonuçları gerçek yaşam bağlamına geri dönüştürme ve elde ettikleri modellerin geçerliliğini değerlendirme aşamalarında zorlandıkları belirtilmektedir (Lingefjärd ve Holmquist, 2005; Sekerak, 2010; Biccard ve Wessels, 2011;

Greefrath ve Siller, 2017). Bu durum yorumlama basamağının öğrenciler açısından yalnızca matematiksel değil, aynı zamanda bağlamsal ve kavramsal değerlendirme gerektiren üst düzey bir bilişsel süreç olduğunu göstermektedir.

Bu araştırmada ***doğrulama yeterliği*** incelendiğinde doğrulamanın gruplar açısından en değişken ve aynı zamanda en zorlayıcı bilişsel basamaklardan biri olduğu görülmektedir. Araştırma verileri doğrulama davranışının iki farklı düzeyde ortaya çıkabildiğine işaret etmektedir:

1. İşlem/hesap kontrolü düzeyinde doğrulama: Bazı gruplarda doğrulamanın ağırlıklı olarak yapılan matematiksel işlemlerin doğruluğunu kontrol etme ile sınırlı kaldığı; modelin yapısı, varsayımların gerçekçiliği ve bağlam uygunluğu gibi unsurların ikinci planda kalabildiği görülmektedir.

2. Varsayım–model–sonuç bütünlüğünü kontrol eden doğrulama: Bazı gruplarda ise doğrulama sürecinin varsayımlar, kurulan model ve elde edilen sonuçların birlikte değerlendirilmesini içerecek şekilde ele alınabildiği anlaşılmaktadır. Bu durum öğrencilerin hata fark ettiklerinde çözüm yollarını yeniden gözden geçirebildiklerini ve gerektiğinde yaklaşımlarını revize edebildiklerini göstermektedir (örneğin bazı etkinliklerde mavi ve yeşil gruplarda gözlenen "hata belirleyip düzeltme" davranışları)., doğrulamanın modelleme sürecinde çoğu zaman ihmal edildiğini ya da yüzeysel düzeyde kaldığını ortaya koyan alan yazınla örtüşmektedir (Blum ve Borromeo Ferri, 2009; Blum ve Leiß, 2007; Ji, 2012; Maaß, 2006; Tekin Dede, 2016; Kalaycı, 2017). Bu araştırmada da bazı etkinliklerde grupların, hataları fark etmelerine rağmen bu hataları düzeltmeye gitmedikleri ya da sunum sonunda gelen geri bildirimlere karşın modelin temel yapısını revize edemedikleri görülmüştür. Bu durum, doğrulamanın yalnızca bir "kontrol" değil; aynı zamanda yeniden düzenleme ve revizyon gerektiren bir bilişsel basamak olduğunu göstermektedir.

Öte yandan, bu araştırmada doğrulamanın yalnızca zayıf kaldığı örnekler değil, etkili biçimde işletildiği güçlü örnekler de bulunmaktadır. Bazı gruplar çözüm süreci boyunca varsayımlarını, matematiksel modellerini ve ulaştıkları sonuçları sürekli olarak sorgulamış; hatalarını fark ederek düzeltebilmişlerdir. Bu durum, Kalaycı'nın (2017) yüksek başarı grubunun doğrulama basamağında daha zengin ve çok yönlü yaklaşımlar sergileyebildiğine ilişkin sonuçlarıyla uyumludur.

Bununla birlikte, bu araştırmada doğrulama yeterliğinin düzeyinin etkinliğin bağlamına bağlı olarak dalgalandığı görülmüştür. Nicel verinin yoğunluğu, çok sayıda değişkenin birlikte

ele alınması ve disiplinlerüstü yapı, doğrulama sürecini daha karmaşık hâle getirmiştir. Disiplinlerüstü yaklaşım, doğrulama basamağını özellikle kritik kılmaktadır; çünkü doğrulama yalnızca matematiksel işlemlerin doğruluğunu değil, aynı zamanda gerçek yaşam koşullarının, disiplinlerarası kısıtların ve varsayımların tutarlılığını da değerlendirmeyi gerektirmektedir.

Örneğin maliyet–risk içeren etkinliklerde (Hurda gibi) doğrulama; "hesap doğru mu?" sorusunun ötesine geçerek "risk ve maliyet varsayımları gerçekçi mi, tüm seçenekler karşılaştırıldı mı?" türünde çok boyutlu bir geçerleme gerektirmiştir. Benzer biçimde damla sulama gibi tarımsal bağlamlı etkinliklerde doğrulama; yalnızca su bedelinin hesaplanmasını değil, ürün miktarı ile artış–azalış gibi değişkenlerin birlikte değerlendirilmesini zorunlu kılmıştır. Ancak bazı grupların bu çoklu kontrolü gerçekleştiremedikleri ve doğrulamayı işlem kontrolüyle sınırlı tuttukları görülmüştür. Bu durum doğrulama basamağının disiplinlerüstü modelleme ortamlarında öğrenciler için daha yüksek bir bilişsel yük oluşturabileceğini düşündürmektedir.

Sonuç olarak, bu araştırmada doğrulama yeterliğinin gruplar ve etkinlikler arasında belirgin biçimde farklılaştığı ortaya konmuştur. Doğrulama; bazı gruplarda süreç boyunca hataları belirleyip düzeltme şeklinde gelişirken, bazı gruplarda işlem kontrolü düzeyinde kalmış ya da büyük ölçüde ihmal edilmiştir. Bu sonuç, yorumlama ile doğrulama basamaklarının çoğu zaman birlikte ilerlediğini (Kalaycı, 2017; Biccard, 2010) ve disiplinlerüstü bağlamda doğrulamanın, modelin geçerliğini ve gerçek yaşamla tutarlılığını sağlamak açısından vazgeçilmez bir bilişsel basamak olduğunu göstermektedir.

Ulusal ve uluslararası araştırmalar da doğrulama basamağının modelleme sürecinin en zorlayıcı aşamalarından biri olduğunu göstermektedir. Öğrencilerin matematiksel olarak elde ettikleri sonuçları gerçek yaşam koşullarına göre değerlendirmekte ve geliştirdikleri modellerin geçerliliğini sorgulamakta güçlük yaşayabildikleri belirtilmektedir (Biccard, 2010; Knott, 2014). Bu durum doğrulamanın modelleme sürecinde yalnızca işlem kontrolü değil, modelin gerçek yaşam bağlamıyla tutarlılığını değerlendirmeyi içeren üst düzey bir bilişsel süreç olduğunu göstermektedir.

Yedi MOEne ait grup toplam puanları birlikte değerlendirildiğinde, öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerinde doğrusal olmayan ancak genel olarak artış eğilimi gösteren bir gelişim sergiledikleri görülmektedir. İlk etkinlik olan Aşure MOE'de, öğrencilerin modelleme süreciyle ilk kez karşılaşmaları nedeniyle özellikle problemi anlama, sadeleştirme ve varsayım üretme basamaklarında zorlandıkları; buna bağlı olarak bazı grupların düşük toplam puanlar

aldığı belirlenmiştir. İzleyen etkinliklerde ise öğrencilerin modelleme döngüsüne ilişkin farkındalıklarının arttığı, özellikle oran–orantı konusunun ele alındığı ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci MOElerinde mavi ve yeşil grupların yüksek ve görece istikrarlı bir performans sergiledikleri görülmüştür. Altıncı ve yedinci MOE'lerde yüzdeler konusuna geçilmesiyle birlikte bazı gruplarda (özellikle turuncu ve yeşil grup) toplam puanlarda düşüşler gözlenmiş; bu durum, yeni matematiksel içeriğe geçişin modelleme sürecindeki bilişsel yükü artırdığını düşündürmüştür. Buna karşın mavi grubun tüm MOE'ler boyunca yüksek ve dengeli bir performans göstermesi, bu grubun hem matematiksel ön bilgiyi hem de modelleme sürecini eş zamanlı ve bütüncül biçimde yönetebildiğini düşündürmektedir. Son MOE olan Hurda etkinliğinde gruplar arasındaki puan farklarının belirginleşmesi, disiplinlerüstü bağlamın, çoklu değişkenlerin ve risk–maliyet gibi karmaşık unsurların modelleme yeterlikleri üzerindeki ayırt edici etkisini daha görünür hâle getirdiğini ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, bilişsel modelleme yeterliklerinin tekil etkinliklerle değil; konu içeriği, bağlam, grup yapısı ve deneyimle birlikte zaman içinde şekillenen dinamik bir süreç olduğunu göstermektedir.

Bu araştırmada benimsenen disiplinlerüstü yaklaşım, literatürde sıklıkla kullanılan disiplinlerarası yaklaşımdan belirgin biçimde ayrılmaktadır. Disiplinlerarası öğretimde, farklı disiplinlere ait bilgi ve beceriler belirli bir konu ya da problem etrafında ilişkilendirilirken; disiplinlerüstü yaklaşımda öğrenme süreci tek tek disiplinlerin sınırlarının ötesine geçmekte ve gerçek yaşamdan alınan bütüncül problem durumları merkeze alınmaktadır. Bu bağlamda disiplinlerüstü yaklaşımda amaç, matematik, fen, sosyal bilgiler veya diğer derslerin kazanımlarını ayrı ayrı öğretmekten ziyade; öğrencilerin bu disiplinlerden edindikleri bilgi ve becerileri anlamlı bir gerçek yaşam bağlamı içinde bütünleştirerek kullanmalarını sağlamaktır. Araştırma kapsamında tasarlanan MOEler bu anlayış doğrultusunda yapılandırılmış; matematik dersi kazanımları, geri dönüşüm teması çerçevesinde diğer derslerde eş zamanlı olarak ele alınan içeriklerle bütünleştirilmiştir. Bu yönüyle çalışma, disiplinlerarası bir yapıdan öte, disiplinlerüstü bir öğrenme ortamının sınıf içi uygulamalarla nasıl hayata geçirilebileceğine yönelik somut bir örnek sunmaktadır.

Uygulama süreci boyunca gruplar arasında gelişim düzeyleri farklılık göstermekle birlikte, tüm gruplarda modelleme sürecine ilişkin farkındalığın arttığı görülmektedir. Özellikle süreç ilerledikçe öğrencilerin problemi anlama, sadeleştirme ve çözüm sürecini planlama basamaklarında daha sistemli ve bilinçli bir yaklaşım benimsedikleri anlaşılmaktadır. Bu durum, modelleme ve problem çözme yeterliklerinin süreç temelli ve kademeli biçimde geliştiğini ortaya koyan çalışmalarla paralellik göstermektedir. Nitekim Alın ve Tekbıyık

(2023), disiplinler arası problem çözme etkinliklerinin uygulandığı süreçte öğrencilerin problem çözme becerilerinde zamanla belirgin bir gelişim gözlendiğini belirtmektedir. Benzer biçimde bu araştırmada da öğrencilerin ilk model oluşturma etkinliklerinde problem durumunu anlamlandırma ve süreci yapılandırma konusunda zorlanabildikleri; ancak uygulama süreci ilerledikçe bilişsel modelleme basamaklarını daha bilinçli ve işlevsel biçimde kullanabildikleri görülmektedir. Bu durum, disiplinlerüstü yaklaşımla tasarlanan model oluşturma etkinliklerinin bilişsel modelleme yeterliklerini destekleyebilecek süreklilik ve tekrar içeren bir öğrenme süreci sunduğunu düşündürmektedir.

Bu sonuçlar, disiplinlerüstü bütünleşik öğretim yaklaşımlarının öğrencilerin bilişsel süreçlerini desteklediğini ortaya koyan kuramsal açıklamalarla da örtüşmektedir. İnci ve Kaya'ya (2022) göre transdisipliner yaklaşımda öğrenme, disiplin sınırlarının ötesinde, doğrudan gerçek yaşamla ilişkili problem durumları üzerinden yapılandırılmakta; çözüm sürecinde disiplinlere ait kavramlar tek tek değil, bütüncül bir anlam çerçevesi içinde ele alınmaktadır. Bu araştırmada model oluşturma etkinliklerinin ortak bir tema (geri dönüşüm) etrafında farklı disiplinlerin kazanımlarıyla eş zamanlı biçimde planlanması ve öğrencilerin matematiksel modelleri gerçek yaşam bağlamında geliştirmeleri, söz konusu disiplinlerüstü anlayışla örtüşmektedir. Bu yönüyle çalışma, disiplinlerüstü yaklaşımın matematik öğretim programı içinde, konu kazanımlarıyla eş zamanlı ve Borromeo-Ferri'nin bilişsel modelleme döngüsünde tanımlanan problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama basamakları üzerinden ölçülebilir bilişsel modelleme yeterlikleri temelinde uygulanabilir olduğunu ortaya koymaktadır.

Uygulanan yedi MOE boyunca grupların bilişsel modelleme yeterliklerine ilişkin toplam puanları birlikte değerlendirildiğinde, öğrencilerin modelleme yeterliklerinde doğrusal olmayan ancak süreç temelli ve kademeli bir gelişim eğilimi sergiledikleri görülmektedir. İlk model oluşturma etkinliği olan Aşure MOEnde grupların genel olarak düşük ve dengesiz performans sergilemeleri, öğrencilerin modelleme sürecinin doğasına ve bilişsel basamaklarına henüz aşina olmamalarıyla ilişkilendirilebilir. Ancak uygulama süreci ilerledikçe, özellikle ikinci ve üçüncü etkinliklerden itibaren öğrencilerin problem durumunu daha sistemli biçimde ele aldıkları, modelleme basamaklarını daha bilinçli kullandıkları ve toplam puanlarında belirgin bir artış olduğu gözlenmiştir. Gruplar arasında gözlenen gelişim farklılıklarının yalnızca matematiksel başarı düzeyiyle açıklanamayacağı; bu farklılıkların grup içi etkileşim, bağlamsal ilgi, duyuşsal etkenler ve etkinliklerin gerçek yaşamla kurduğu ilişki ile yakından bağlantılı olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin günlük yaşam deneyimleriyle doğrudan

ilişkilendirebildikleri Da Vinci Köprüsü ve Damla Sulama Sistemi gibi etkinliklerde bazı grupların performanslarında belirgin sıçramalar gözlenirken, bilişsel yükün arttığı ya da duyuşsal etkenlerin devreye girdiği durumlarda geçici düşüşler yaşandığı görülmüştür. Özellikle son MOE olan Hurda Problemi'nde gruplar arasındaki puan farklarının belirginleşmesi, modelleme sürecinin ilerleyen aşamalarında bilişsel yeterliklerin ayırt edici niteliğinin arttığını göstermektedir. Etkinliğin iki aşamalı yapısı, doğrulama basamağının ağırlığı, öğrencilerin bilişsel modelleme basamaklarını daha derinlemesine kullanmalarını gerektirmiş; bu durum gruplar arasındaki ayrışmayı daha görünür hâle getirmiştir. Bu sonuçlar, bilişsel modelleme yeterliklerinin tek bir etkinlikte değil; tekrar eden ve süreklilik gösteren modelleme deneyimleri yoluyla geliştiğini ortaya koyan çalışmalarla örtüşmektedir (Borromeo-Ferri, 2006; Alın ve Tekbıyık, 2023). Disiplinlerüstü yaklaşımla ve gerçek yaşam teması etrafında yapılandırılan model oluşturma etkinliklerinin, öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerini bütüncül bir süreç içinde desteklediği; bu yeterliklerin etkinlikler ilerledikçe daha sistemli, bilinçli ve ayırt edici hâle geldiği söylenebilir.

Bu gelişimde, MOEnin aynı haftalarda farklı derslerde ele alınan kazanımlarla ilişkilendirilerek planlanmasının, matematik problemlerinin bağlamını öğrenciler açısından daha anlamlı hâle getirdiği görülmektedir. Özellikle Teknoloji ve Tasarım dersinde ele alınan içeriklerle ilişkilendirilen Da Vinci Köprüsü etkinliği ile öğrencilerin günlük yaşamlarında doğrudan deneyim sahibi oldukları damla sulama sistemi bağlamı, öğrencilerin problemi anlamlandırma ve çözüm sürecini yapılandırmalarını kolaylaştırmıştır. Bu durum, disiplinlerüstü yaklaşımla tasarlanan model oluşturma etkinliklerinde bağlamın tanıdık ve anlamlı olmasının, bilişsel modelleme yeterliklerinin gelişimini destekleyen önemli bir etken olduğunu göstermektedir.

Elde edilen sonuçlar, disiplinlerüstü ve gerçek yaşam temelli öğrenme ortamlarının öğrencilerin bilişsel süreçlerini desteklediğini ortaya koyan çalışmalarla paralellik göstermektedir (Maaß, 2006; Lesh ve Caylor, 2007; Çoksöyler ve Bozkurt, 2021). Türkiye'de geliştirilen Harezmi Eğitim Modeli de (Tokmak, 2023), farklı disiplinlerin ortak problem durumları etrafında bütünleştirilmesi yoluyla öğrencilerin problem çözme süreçlerini desteklemeyi amaçlamaktadır. Her ne kadar Harezmi Eğitim Modeli matematiksel modelleme yeterliklerini doğrudan rubrik temelli bir çerçevede ele almamış olsa da; disiplinlerüstü yapı, gerçek yaşam temaları ve grup temelli problem çözme süreçleri bakımından bu araştırmada uygulanan model oluşturma etkinlikleriyle yapısal benzerlikler taşımaktadır.

Bununla birlikte bu araştırma, disiplinlerüstü yaklaşımı problem çözme becerisinin genel algısı üzerinden ele alan çalışmalardan (Yıldırım ve Şimşek, 2008; Özaydınlı Tanrıverdi ve Kılıç, 2019; İnci ve Kaya, 2022; Tokmak, 2023) farklı olarak; Borromeo-Ferri'nin bilişsel modelleme döngüsünde tanımlanan problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama basamaklarını ayrı ayrı ve rubrik temelli biçimde ele alması bakımından literatürdeki birçok çalışmadan ayrışmaktadır. Bu yönüyle çalışma, matematiksel modelleme sürecini bütüncül bir problem çözme çıktısı olarak değil, izlenebilir ve değerlendirilebilir bilişsel yeterlikler bütünü olarak ele alan sınırlı sayıdaki araştırma arasında yer almaktadır (Blum ve Leiss, 2007; Maaß, 2006; Borromeo Ferri, 2018).

Model oluşturma etkinliklerinin matematik öğretim programında yer alan oran–orantı ve yüzdeler konularının işlendiği zaman dilimlerine entegre edilerek uygulanması ise disiplinlerüstü yaklaşımın program içi uygulanabilirliğini göstermesi açısından önem taşımaktadır.

Bu yönüyle araştırma, disiplinlerüstü yaklaşımla ve gerçek yaşam bağlamında tasarlanan model oluşturma etkinliklerinin, öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerini süreç temelli, kademeli ve çok boyutlu biçimde desteklediğini ortaya koymaktadır. Modelleme deneyimi arttıkça öğrencilerin problem durumlarını daha hızlı kavradıkları, varsayımlarını daha gerçekçi biçimde belirledikleri ve oluşturdukları matematiksel modelleri doğrulama eğilimlerinin güçlendiği görülmüştür. Bu sonuçlar, disiplinlerüstü yaklaşımın matematik öğretim programı içinde, konu kazanımlarıyla eş zamanlı ve ölçülebilir bilişsel modelleme yeterlikleri üzerinden uygulanabilirliğini ortaya koyarak alanyazına özgün bir katkı sunmaktadır.

Alanyazında öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerinin uzun vadeli bir süreçte geliştiği ve bu gelişimin süreklilik gösteren uygulamalarla desteklenmesi gerektiği belirtilmektedir (Çoksöyler ve Bozkurt, 2021; Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bu araştırmada, disiplinlerüstü yaklaşımla tasarlanan model oluşturma etkinliklerinin öğrencilere ilk kez uygulanmasına rağmen, öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerinin genel olarak yüksek bir düzeyde gerçekleşmesi, geri dönüşüm temasının farklı derslerde eş zamanlı olarak ele alınmasıyla ilişkilendirilebilir.

Benzer biçimde literatürde, matematiksel modelleme süreçlerinin öğrenciler için hem zorluk hem de önemli öğrenme fırsatları sunduğu; özellikle karmaşık gerçek yaşam problemlerinde modelleme döngüsünün öğrencilere çözüm sürecinde bilişsel bir rehberlik

sağladığı vurgulanmaktadır (Blum ve Leiss, 2007). Ayrıca Blum ve Borromeo Ferri (2009), modelleme becerilerinin gelişiminde grup temelli çalışmaların öğrencilerin düşüncelerini paylaşmalarına ve farklı bilişsel yaklaşımların birbirini tamamlamasına olanak sağladığını belirtmektedir. Bu araştırmada da öğrencilerin grup içi fikir alışverişleri yoluyla bireysel sınırlılıklarını aşabildikleri ve çözüm sürecini daha bütüncül biçimde yapılandırabildikleri gözlenmiştir.

Uygulama süreci bütüncül olarak değerlendirildiğinde, öğrencilerin bilişsel modelleme performanslarının yalnızca matematiksel yeterliklerle değil; aynı zamanda bireysel duyuşsal durumlar ve bağlamsal etkenlerle de ilişkili olduğu görülmüştür. Nitekim bazı etkinliklerde, beklenenin aksine grupların performanslarında geçici düşüşler yaşanmıştır. Bu durumun, öğrencilerin bireysel duygusal durumları ve uygulama sürecinde ortaya çıkan bağlamsal değişkenlerle ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Alanyazında da modelleme ve problem çözme süreçlerinin, öğrencilerin bireysel özellikleri ve öğrenme ortamına ilişkin değişkenlerden etkilendiği vurgulanmaktadır (Maaß, 2006).

Bu araştırmada elde edilen sonuçlar, disiplinlerüstü ve gerçek yaşam bağlamına dayalı model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerini desteklediğini ortaya koyan çalışmalarla paralellik göstermektedir. Gerçek yaşamla ilişkilendirilmiş modelleme etkinliklerinin, öğrencilerin problemi anlama, matematikselleştirme ve yorumlama gibi üst düzey bilişsel süreçleri daha etkin kullanmalarına olanak sağladığı; aynı zamanda modelleme sürecinin aşamalarına yönelik farkındalıklarını artırdığı belirtilmektedir (Maaß, 2006; Lesh ve Caylor, 2007). Bu araştırmada da model oluşturma etkinliklerinin, öğrencilerin modelleme basamaklarını ayrı ayrı değil, bütüncül bir süreç olarak ele almalarını desteklediği belirlenmiştir.

Sonuç olarak bu çalışma, disiplinlerüstü yaklaşımla yapılandırılmış ve matematik öğretim programındaki konu kazanımlarıyla eş zamanlı yürütülen model oluşturma etkinliklerinin, öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerini Borromeo-Ferri'nin modelleme döngüsünde tanımlanan basamaklar doğrultusunda izlenebilir, değerlendirilebilir ve geliştirilebilir biçimde desteklediğini ortaya koymaktadır. Bu yönüyle araştırma, disiplinlerüstü yaklaşımın matematik öğretiminde yalnızca kuramsal bir öneri değil, öğretim programı içinde uygulanabilir ve ölçülebilir bir öğretim tasarımı olarak ele alınabileceğini göstermektedir.

Alan yazın bütüncül olarak değerlendirildiğinde, matematiksel modelleme ve model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerin modelleme yeterliklerinin gelişimini desteklediği

görülmektedir. Bununla birlikte mevcut çalışmaların önemli bir kısmının belirli uygulama örnekleri ya da genel modelleme yeterlikleri üzerinde yoğunlaştığı; modelleme sürecinin bilişsel basamaklarının süreç boyunca ayrıntılı biçimde incelendiği çalışmaların sınırlı olduğu dikkat çekmektedir. Bu araştırma ise disiplinlerüstü yaklaşımla tasarlanan model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerine yansımalarını Borromeo-Ferri'nin bilişsel modelleme döngüsü temelinde ve öğretim deneyi süreci boyunca incelemesi bakımından literatüre özgün bir katkı sunmaktadır.

5.2.1.2. Disiplinlerüstü Model Oluşturma Etkinlikleri Sürecinde Bilişsel Modelleme Yeterliklerini Etkileyen Etmenler

5.2.1.1 bölümünde, disiplinlerüstü yaklaşımla tasarlanan model oluşturma etkinliklerinin yedinci sınıf öğrencilerinin bilişsel modelleme yeterliklerine nasıl yansıdığı; problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama basamakları çerçevesinde ayrıntılı biçimde ele alınmıştır. Bu bölümde ise söz konusu gelişimin hangi etmenler doğrultusunda şekillendiği, gruplar ve etkinlikler arasında gözlenen farklılıkların nedenleri ve süreç boyunca ortaya çıkan dalgalanmaların bağlamsal, eğitimsel ve bilişsel temelleri tartışılmaktadır. Bu kapsamda; öğrencilerin matematiksel konu bilgileri, modelleme deneyimleri, grup içi etkileşimleri, etkinliklerin bağlamsal özellikleri ve disiplinlerüstü yapı içinde farklı derslerle kurulan ilişkilerin, bilişsel modelleme yeterliklerinin gelişimi üzerindeki rolü literatürdeki sonuçlarla ilişkilendirilerek ele alınmaktadır.

Matematiksel Konu Bilgisinin Bilişsel Modelleme Yeterliklerine Etkisi

Disiplinlerüstü yaklaşımla tasarlanan model oluşturma etkinlikleri sürecinde öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerindeki gelişimin önemli belirleyicilerinden birinin, ele alınan matematiksel konuya ilişkin bilgi düzeyi olduğu görülmektedir. Bu araştırmada uygulanan yedi model oluşturma etkinliğinde, ilk beş etkinliğin oran–orantı, son iki etkinliğin ise yüzdeler konusu kapsamında yapılandırılmış olması, matematiksel konu bilgisinin modelleme sürecine etkisini incelemek açısından anlamlı bir karşılaştırma zemini sunmuştur.

Elde edilen sonuçlar, öğrencilerin matematiksel konuya yeni girdikleri dönemlerde modelleme sürecinin özellikle problemi anlama, sadeleştirme ve matematikselleştirme basamaklarında daha fazla zorlandıklarını göstermektedir. Nitekim ilk model oluşturma etkinliği olan Aşure MOEde, öğrencilerin hem modelleme yaklaşımıyla ilk kez karşılaşmaları hem de oran–orantı konusuna yeni başlamış olmaları, grupların genelinde görece düşük toplam

puanlarla sonuçlanmıştır. Bu durum, öğrencilerin matematiksel konu bilgisi yeterince yerleşmeden, gerçek yaşam bağlamlı problem durumlarını matematiksel olarak yapılandırmakta zorlandıklarını göstermektedir.

Uygulama süreci ilerledikçe, öğrencilerin oran–orantı konusuna ilişkin matematiksel bilgi birikiminin artmasıyla birlikte, modelleme basamaklarını daha sistemli ve bilinçli biçimde kullandıkları gözlemlenmiştir. Özellikle Deterjan Tüketimi, Geri Dönüşüm Günü ve Sensörlü Musluk etkinliklerinde bazı grupların toplam puanlarında belirgin artışlar görülmesi, matematiksel konu bilgisinin modelleme sürecine olumlu yansıdığını ortaya koymaktadır. Bu sonuç, matematiksel modellemenin yalnızca problem çözme değil, aynı zamanda matematiksel kavramların anlamlandırılarak kullanılması süreci olduğunu vurgulayan çalışmalarla örtüşmektedir (Blum ve Leiß, 2007; Maaß, 2006; Kaiser, 2007).

Ancak matematiksel konu bilgisindeki artışın, bilişsel modelleme yeterliklerinde doğrusal ve kesintisiz bir gelişimi garanti etmediği de bu araştırmanın dikkat çekici sonuçlarındandır. Altıncı ve yedinci etkinliklerde yüzdeler konusuna geçilmesiyle birlikte, bazı grupların önceki etkinliklerde sergiledikleri performansı korudukları; bazı gruplarda ise konuya yeni geçilmesine bağlı olarak sınırlı düzeyde düşüşler yaşandığı belirlenmiştir. Bu durum, matematiksel konu bilgisinin modelleme sürecini destekleyen ancak tek başına yeterli olmayan bir değişken olduğunu göstermektedir. Alan yazında da matematiksel konu bilgisinin modelleme sürecinde gerekli fakat yeterli olmayan bir koşul olduğu vurgulanmaktadır. Lesh ve Harel (2003), öğrencilerin matematiksel kavramlara hâkim olmalarının model kurma sürecini kolaylaştırdığını; ancak gerçek yaşam bağlamını matematiksel yapıya dönüştürme becerisinin, deneyim ve üstbilişsel farkındalık gerektirdiğini belirtmektedir. Benzer biçimde Özkan ve Pusmaz (2021), öğrencilerin matematiksel işlemleri doğru yapabilmelerine rağmen, modelin gerçek yaşamı temsil etme gücünü yeterince sorgulamadıkları durumlara dikkat çekmektedir.

Sonuç olarak, bu araştırma kapsamında matematiksel konu bilgisinin, bilişsel modelleme yeterliklerinin gelişiminde önemli bir rol oynadığı; ancak bu rolün modelleme deneyimi, etkinliğin bağlamsal özellikleri ve disiplinlerüstü yapı içinde diğer derslerle kurulan ilişkilerle birlikte değerlendirilmesi gerektiği söylenebilir. Matematiksel konu bilgisi, disiplinlerüstü model oluşturma etkinliklerinde sürecin taşıyıcı unsurlarından biri olmakla birlikte, tek başına belirleyici bir etmen değildir. Bu sonuç, literatürde matematiksel bilginin modelleme sürecinde gerekli ancak yeterli olmadığına işaret eden çalışmalarla örtüşmektedir. Nitekim Şen (2013), öğretmen adaylarının matematiksel açıdan başarılı olmalarına rağmen

modelleme etkinliklerinde kavramsal anlama eksiklikleri nedeniyle zorlandıklarını; akademik başarının modelleme başarısını otomatik olarak garanti etmediğini vurgulamaktadır. Benzer biçimde Bukova-Güzel ve Uğurel (2010) ile Soon ve arkadaşları (2011), öğrencilerin temel matematiksel bilgileri bilseler dahi bu bilgileri gerçek yaşam bağlamlarında etkili biçimde kullanmakta güçlük yaşayabildiklerini rapor etmektedir. Bu araştırmada da, bazı grupların matematiksel konu bilgileri yeterli olmasına rağmen özellikle yorumlama ve doğrulama basamaklarında zorlanmaları, matematiksel bilginin modelleme sürecinde bir araç olduğunu; modelleme yeterliğinin ise bu bilgiyi bağlamla ilişkilendirme, varsayımlar oluşturma ve sonuçları gerekçelendirme gibi daha üst düzey bilişsel süreçleri içerdiğini göstermektedir. Bu durum, modelleme sürecinde bilginin ne zaman ve nasıl kullanılacağını öğrenmenin önemini vurgulayan Biembengut ve Faria (2011) ile Lingefjärd (2002) çalışmalarını destekler niteliktedir.

Etkinliklerin Bağlamsal Özelliklerinin Bilişsel Modelleme Sürecine Etkisi

Bu araştırmada uygulanan model oluşturma etkinlikleri, disiplinlerüstü bir yaklaşımla gerçek yaşam temelli bağlamlar üzerinden yapılandırılmıştır. Etkinliklerin bağlamsal özellikleri; öğrencilerin problem durumunu anlamlandırma biçimlerini, modelleme sürecine katılım düzeylerini ve bilişsel modelleme basamaklarını kullanma biçimlerini doğrudan etkilemiştir. Sonuçlar, etkinliğin bağlamının öğrenciler için ne ölçüde tanıdık, anlamlı ve çok boyutlu olduğuna bağlı olarak bilişsel modelleme yeterliklerinin farklı düzeylerde ortaya çıktığını göstermektedir.

Araştırma kapsamında yer alan Aşure, Deterjan Tüketimi, Geri Dönüşüm Günü, Da Vinci Köprüsü, Sensörlü Musluk, Damla Sulama Sistemi ve Hurda etkinliklerinin her biri, öğrencilerin günlük yaşam deneyimleriyle farklı derecelerde ilişkilendirilebilecek bağlamlar içermektedir. Özellikle Damla Sulama Sistemi ve Hurda etkinliklerinde öğrencilerin yaşadıkları çevreyle doğrudan ilişkili bağlamlarla karşılaşmaları, problem durumunu anlamlandırma ve çözüm sürecine katılım açısından bazı gruplar için destekleyici bir unsur olmuştur. Öğrencilerin tarım, su kullanımı, geri dönüşüm ve maliyet gibi kavramlara aşina olmaları, problem bağlamını daha hızlı kavramalarına olanak sağlamıştır.

Buna karşılık, bağlamın çok sayıda değişken içermesi ve disiplinlerüstü yapının karmaşıklığı, bazı etkinliklerde bilişsel yükü artırmıştır. Özellikle Hurda ve Geri Dönüşüm Günü etkinliklerinde çevresel, ekonomik ve matematiksel değişkenlerin birlikte ele alınması, öğrencilerin sadeleştirme ve yorumlama basamaklarında zorlanmalarına neden olmuştur. Bu

durum, öğrencilerin bağlamı anlamalarına rağmen bağlamdaki tüm değişkenleri matematiksel modele dengeli biçimde yansıtmakta güçlük yaşayabildiklerini göstermektedir. Bununla birlikte bu tür çok değişkenli ve disiplinlerüstü bağlamların, öğrencilerin modelleme sürecinin karmaşıklığını fark etmelerine ve gerçek yaşam problemlerinin çok boyutlu yapısını kavramalarına katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Dolayısıyla disiplinlerüstü modelleme etkinliklerinin öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmesi açısından önemli öğrenme fırsatları sunduğu söylenebilir.

Alan yazında bağlamın, modelleme sürecinin merkezinde yer aldığı ve öğrencilerin matematiksel düşünmelerini yönlendiren temel unsurlardan biri olduğu vurgulanmaktadır (Galbraith ve Stillman, 2006; Blum ve Borromeo Ferri, 2009). Gerçek yaşamla güçlü biçimde ilişkilendirilen problem durumlarının, öğrencilerin problemi sahiplenmelerini ve çözüm sürecine daha istekli katılmalarını sağladığı belirtilmektedir (Lesh ve Doerr, 2003; Maaß, 2006). Bu araştırmada da öğrencilerin ilgi çekici buldukları bağlamlarda (ör. Da Vinci Köprüsü etkinliği) daha fazla tartışma yürüttükleri, ölçme–deneme gibi stratejilere yöneldikleri ve çözüm sürecini daha uzun süre sürdürdükleri gözlemlenmiştir. Ancak bağlamın ilgi çekici olması, bilişsel modelleme yeterliklerinin tüm basamaklarında yüksek performans sergilenmesini her zaman garanti etmemiştir. Bazı grupların, bağlamdan etkilenerek çözüm sürecine hızlı biçimde dâhil oldukları; ancak bağlamsal unsurları matematiksel modele aktarırken yüzeysel kaldıkları görülmüştür. Bu durum, bağlamın tek başına yeterli olmadığını; bağlamsal verilerin matematiksel olarak yapılandırılmasının bilinçli yönlendirme ve deneyim gerektirdiğini göstermektedir.

Disiplinlerüstü bağlamın bir diğer etkisi, öğrencilerin matematiksel sonuçları yorumlama ve doğrulama basamaklarında ortaya çıkmıştır. Çok boyutlu bağlamlarda öğrenciler, ulaştıkları sonuçların yalnızca sayısal doğruluğunu değil; gerçek yaşam koşullarına uygunluğunu da değerlendirmek zorunda kalmışlardır. Bu durum, bazı gruplar için yorumlama ve doğrulama basamaklarını güçlendirirken, bazı gruplar için süreci daha karmaşık hâle getirmiştir. Özellikle maliyet–risk içeren etkinliklerde, öğrencilerin sonuçları gerekçelendirme sürecinde bağlamdan kopuk yorumlar yaptıkları gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak, bu araştırmada etkinliklerin bağlamsal özelliklerinin bilişsel modelleme sürecini çok yönlü biçimde etkilediği görülmektedir. Gerçek yaşamla ilişkili ve disiplinlerüstü bağlamlar, öğrencilerin problem durumuna yönelik ilgisini ve katılımını artırmakla birlikte, sadeleştirme, matematikselleştirme ve doğrulama basamaklarında daha yüksek bilişsel talep

oluşturmuştur. Bu sonuç, bağlamın modelleme sürecinde hem destekleyici hem de zorlayıcı bir unsur olarak işlev gördüğünü ve bilişsel modelleme yeterliklerinin gelişiminde belirleyici bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Grup İçi Etkileşim ve Grup Yapısının Bilişsel Modelleme Sürecine Etkisi

Bu araştırmada uygulanan model oluşturma etkinlikleri, grup temelli bir öğrenme ortamında yürütülmüş ve grup içi etkileşimin bilişsel modelleme sürecinde belirleyici bir rol oynadığı görülmüştür. Sonuçlar, öğrencilerin problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, yorumlama ve doğrulama basamaklarını kullanma biçimlerinin; grup içi iletişim düzeyi, görev paylaşımı ve grup üyelerinin akademik profilleriyle yakından ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Araştırma kapsamında oluşturulan grupların matematiksel başarı düzeyleri bakımından heterojen bir yapıya sahip olması, grup içi etkileşimi doğrudan etkilemiştir. Özellikle mavi ve yeşil gruplarda, akademik açıdan görece güçlü öğrencilerin grup içinde açıklayıcı rol üstlendikleri; çözüm sürecinde varsayımları gerekçelendirdikleri ve diğer grup üyelerini tartışmaya dâhil ettikleri gözlemlenmiştir. Bu gruplarda problem durumunun daha kapsamlı ele alındığı, modelleme basamakları arasında daha bilinçli geçişler yapıldığı ve özellikle doğrulama basamağının daha işlevsel biçimde kullanıldığı görülmüştür.

Buna karşılık, grup içi etkileşimin sınırlı kaldığı ya da kararların tek bir öğrenci tarafından yönlendirildiği gruplarda bilişsel modelleme sürecinin daha yüzeysel ilerlediği belirlenmiştir. Özellikle turuncu grupta bazı etkinliklerde, çözüm sürecinin büyük ölçüde bireysel ilerlediği; diğer grup üyelerinin sürece sınırlı katılım gösterdiği ve bu durumun sadeleştirme ile doğrulama basamaklarında eksikliklere yol açtığı gözlemlenmiştir. Bu sonuç, grup çalışmasının tek başına yeterli olmadığını; grup içi etkileşimin niteliğinin belirleyici olduğunu göstermektedir. Alan yazında grup temelli modelleme çalışmalarının, öğrencilerin düşüncelerini görünür kıldığı ve üstbilişsel farkındalığı desteklediği belirtilmektedir (Lesh ve Doerr, 2003; Kaygısız ve Aysın Şenel, 2023). Bu araştırmada da grup içi tartışmaların yoğun olduğu durumlarda, öğrencilerin problem metnine geri döndükleri, varsayımlarını yeniden değerlendirdikleri ve çözüm yaklaşımlarını revize ettikleri görülmüştür. Özellikle grup sunumları sırasında diğer gruplardan gelen soruların, öğrencilerin kendi çözümlerini sorgulamalarına ve doğrulama basamağını daha etkin kullanmalarına katkı sağladığı belirlenmiştir.

Grup yapısının bilişsel modelleme sürecine etkisi, etkinlik bağlamına göre de farklılaşmıştır. Örneğin Da Vinci Köprüsü etkinliğinde ölçme, çizim ve deneme gerektiren süreçlerin bulunması, grup içi iş birliğini artırmış; öğrencilerin görev paylaşımı yaparak birlikte çalışmasını zorunlu kılmıştır. Bu durum, bazı gruplarda matematiksel olarak çalışma ve yorumlama basamaklarının daha güçlü biçimde ortaya çıkmasını sağlamıştır. Buna karşılık, daha çok hesaplama ve karşılaştırma temelli olan bazı etkinliklerde grup içi etkileşimin sınırlı kaldığı gözlemlenmiştir.

Disiplinlerüstü bağlam, grup etkileşimini hem destekleyici hem de zorlayıcı bir unsur hâline getirmiştir. Öğrenciler, matematiksel değişkenlerin yanı sıra çevresel, ekonomik ve teknolojik unsurları da tartışmak durumunda kalmış; bu durum bazı gruplarda zengin tartışmaların ortaya çıkmasına olanak sağlarken, bazı gruplarda bilişsel yükü artırarak sürecin dağılmasına neden olmuştur. Özellikle birden fazla disipline ait bilginin aynı anda kullanılması gereken etkinliklerde, grup üyelerinin farklı bakış açıları süreci hem zenginleştirmiş hem de karmaşıklaştırmıştır.

Sonuç olarak, bu araştırmada grup içi etkileşim ve grup yapısının, bilişsel modelleme yeterliklerinin ortaya çıkışında kritik bir rol oynadığı görülmektedir. Etkili iletişim, ortak karar alma ve karşılıklı sorgulama ortamı sunan gruplarda modelleme basamaklarının daha bütüncül ve bilinçli biçimde kullanıldığı; etkileşimin sınırlı kaldığı gruplarda ise modelleme sürecinin daha yüzeysel ilerlediği belirlenmiştir. Bu sonuç, disiplinlerüstü model oluşturma etkinliklerinde grup çalışmasının, yalnızca örgütsel bir tercih değil; bilişsel süreci doğrudan etkileyen temel bir yapı taşı olduğunu ortaya koymaktadır.

Disiplinlerüstü Yapının Bilişsel Modelleme Sürecine Etkisi

Bu araştırmada uygulanan model oluşturma etkinlikleri, disiplinlerüstü bir anlayışla yapılandırılmış ve öğrencilerin bilişsel modelleme süreçlerinin, tek bir disipline dayalı öğrenme ortamlarından farklı biçimde şekillendiği görülmüştür. Sonuçlar, disiplinlerüstü yapının öğrencilerin problem durumlarını algılama, çözüm sürecini yapılandırma ve elde edilen sonuçları anlamlandırma biçimleri üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Disiplinlerüstü yaklaşım, öğrencilerin problem durumlarını yalnızca matematiksel bir çerçevede değil; çevresel, ekonomik, teknolojik ve toplumsal boyutlarıyla birlikte ele almalarını gerektirmiştir. Bu durum, özellikle problemi anlama ve sadeleştirme basamaklarında öğrencilerin tek bir değişkene odaklanmalarını zorlaştırmış; buna karşılık problem durumunun

çok boyutlu yapısını fark etmelerini sağlamıştır. Öğrenciler, geri dönüşüm teması etrafında yapılandırılan etkinliklerde, matematiksel değişkenlerin yanı sıra çevresel etkiler, maliyet unsurları ve risk faktörlerini de dikkate almak durumunda kalmışlardır. Bu çok boyutlu yapı, öğrencilerin modelleme sürecinde yalnızca sayısal doğruluğa odaklanmalarını engellemiş; kurdukları modellerin gerçek yaşamla tutarlılığını sorgulamalarını gerektirmiştir. Özellikle geri dönüşüm, hurda, damla sulama ve sensörlü musluk gibi çevresel ve ekonomik boyutları güçlü olan etkinliklerde, disiplinlerüstü yapı öğrencilerin matematiksel kararlarını gerekçelendirme biçimlerini doğrudan etkilemiştir.

Alan yazında disiplinlerüstü yaklaşımın, öğrenme sürecini disiplin sınırlarının ötesine taşıyarak gerçek yaşam problemlerine odaklandığı ve öğrencilerin farklı bilgi alanlarını bütüncül biçimde kullanmalarını teşvik ettiği vurgulanmaktadır (İnci ve Kaya, 2022). Bu araştırmada elde edilen sonuçlar da, disiplinlerüstü yapının öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerini yalnızca matematiksel işlem düzeyinde değil; problem durumu ile çözüm arasındaki ilişkiyi kurma, varsayımları sorgulama ve çözümü bağlam içinde değerlendirme düzeyinde desteklediğini göstermektedir.

Bazı grupların hangi değişkenleri modele dâhil edecekleri konusunda zorlandıkları; bu nedenle ya aşırı sadeleştirme yaparak önemli değişkenleri dışladıkları ya da gereğinden fazla değişkenle karmaşık ve işlevsiz modeller oluşturdukları görülmüştür. Bu durum, disiplinlerüstü yaklaşımın sunduğu zengin öğrenme ortamının, öğrencilerin modelleme deneyimi ve grup içi etkileşim düzeyiyle yakından ilişkili olduğunu göstermektedir.

Öte yandan, disiplinlerüstü yapı grup içi etkileşimi ve tartışmayı da desteklemiştir. Farklı disiplinlerden gelen bakış açıları, öğrencilerin çözüm sürecini tek bir matematiksel yol üzerinden değil, alternatif senaryolar üzerinden değerlendirmelerine olanak tanımıştır. Özellikle modelleme deneyimi görece yüksek olan grupların, disiplinlerüstü bağlamı bir avantaj olarak kullandıkları; problem durumunu daha esnek, sorgulayıcı ve bütüncül biçimde ele aldıkları belirlenmiştir.

Sonuç olarak, bu araştırmada disiplinlerüstü yapı; bilişsel modelleme sürecini hem destekleyen hem de belirli açılardan zorlayıcı bir unsur olarak ortaya çıkmıştır. Disiplinlerüstü yaklaşım, öğrencilerin gerçek yaşam problemlerini çok boyutlu biçimde ele almalarını sağlayarak bilişsel modelleme yeterliklerini derinleştirmiş; ancak bu sürecin etkili olabilmesi, öğrencilerin matematiksel ön bilgileri, modelleme deneyimleri ve grup içi etkileşimlerinin niteliğiyle doğrudan ilişkili olmuştur. Bu yönüyle disiplinlerüstü yapı, modelleme temelli

öğrenme ortamlarında dikkatle yapılandırılması gereken kritik bir bileşen olarak değerlendirilmektedir.

Bu bölümde ele alınan sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, disiplinlerüstü yaklaşımla tasarlanan model oluşturma etkinliklerinde öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerindeki gelişimin tek bir değişkene indirgenemeyecek kadar çok boyutlu olduğu görülmektedir. Öğrencilerin matematiksel konu bilgisi (oran–orantı ve yüzdeler), problem bağlamının gerçek yaşamla ilişkisi, grup içi etkileşimin niteliği ve disiplinlerüstü yapının sunduğu bütüncül öğrenme ortamı, bu gelişimi eş zamanlı ve karşılıklı olarak etkilemiştir. Özellikle konu bilgisiyle bağlamsal deneyimin örtüştüğü, grup içi etkileşimin etkin biçimde yürütüldüğü ve disiplinlerüstü bağlantıların anlamlı biçimde kurulduğu etkinliklerde öğrencilerin bilişsel modelleme basamaklarını daha bilinçli, tutarlı ve sistematik biçimde kullandıkları görülmüştür. Buna karşılık, bu bileşenlerden bir ya da birkaçının zayıf kaldığı durumlarda gelişimin dalgalı bir seyir izlediği belirlenmiştir. Bu sonuçlar, disiplinlerüstü modelleme süreçlerinde bilişsel gelişimin; konu bilgisi, bağlam, etkileşim ve öğrenme ortamının bütüncül etkileşimiyle şekillendiğini göstermekte ve birinci alt problem kapsamında elde edilen sonuçları bütüncül bir çerçevede açıklamaktadır.

5.2.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Tartışma

Bu araştırmanın ikinci alt problemi kapsamında, disiplinlerüstü yaklaşımla oluşturulan model oluşturma etkinliklerinin uygulama sürecine ilişkin farklı branş öğretmenlerinin görüşleri incelenmiştir. Öğretmen görüşleri; disiplinlerüstü yapılandırmanın öğretim sürecine katkıları, dersler arası ilişkilendirme düzeyi, öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal katılımları ile sınıf içi uygulamalardaki işlevselliği bağlamında ele alınmıştır. Bu doğrultuda elde edilen sonuçlar, disiplinlerüstü MOElerin öğretmenler tarafından yalnızca matematik öğretimini destekleyen bir araç olarak değil; farklı derslerin kazanımlarını ortak bir problem durumu etrafında bütünleştiren, öğrenmeyi anlamlı hâle getiren ve öğrencilerin aktif katılımını artıran bir öğretim yaklaşımı olarak değerlendirildiğini göstermektedir.

Öğretmenler, disiplinlerüstü yaklaşımla yürütülen MOE uygulamalarının dersler arasında anlamlı bağlar kurulmasına olanak sağladığını, öğrencilerin gerçek yaşamla ilişkilendirilmiş problem durumları üzerinden düşünmelerini desteklediğini ve öğrenmenin daha bütüncül bir yapı kazanmasına katkı sunduğunu ifade etmişlerdir. Bu sonuç, disiplinlerarası ve disiplinlerüstü yaklaşımların öğrencilerin öğrenme sürecinde bilgiyi farklı bağlamlarda bütünleştirmelerine olanak sağladığını ortaya koyan çalışmalarla paralellik

göstermektedir (Beane, 1997; Drake ve Burns, 2004). Öğretmenlerin özellikle ortak tema etrafında planlanan derslerin öğrencilerin dikkatini çektiğine ve öğrenme sürecini anlamlı hâle getirdiğine vurgu yapmaları, disiplinlerüstü yaklaşımın öğrenme ortamını zenginleştirdiğini göstermektedir.

Öğretmenlerin öğrenci katılımına ilişkin görüşleri, disiplinlerüstü MOE uygulamalarının öğrencilerin derse aktif katılımını artırdığı yönündedir. Özellikle grup çalışmaları, farklı disiplinlere ait araç ve yaklaşımların birlikte kullanılması ve gerçek yaşam problemlerinin derslere dâhil edilmesi, öğrencilerin motivasyonunu artıran unsurlar olarak öne çıkmıştır. Öğretmenler, normalde derse katılım göstermekte zorlanan bazı öğrencilerin dahi süreç içerisinde daha istekli hâle geldiklerini ifade etmişlerdir. Bu sonuç, grup temelli ve bağlam temelli öğrenme ortamlarının öğrenci katılımını desteklediğini ortaya koyan çalışmalarla örtüşmektedir (Lesh ve Doerr, 2003; Blum ve Leiss, 2007).

Bununla birlikte öğretmen görüşlerinde, resmi bir not ya da puanlama yapılmasa dahi, öğrencilerin çözüm süreçlerini sunma zorunluluğu, çözümlerinin doğruluğuna ilişkin beklenti ve grup içinde görünür olma durumlarının, öğrenciler üzerinde bir tür algılanan değerlendirme etkisi oluşturabildiğine yönelik vurgular dikkat çekmektedir. Bu durum, Şen'in (2013) not kaygısının modelleme sürecine müdahale edebildiğini ortaya koyduğu sonuçlarla örtüşmektedir. Şen (2013), değerlendirme baskısının öğrencileri süreci sorgulamaktan ziyade hızlı ve yüzeysel çözümlere yöneltebildiğini belirtmekte; Schoenfeld (1982) ise problem çözme davranışlarının yalnızca resmi ölçme araçlarından değil, bağlam, beklenti ve sosyal etkileşimlerden de önemli ölçüde etkilendiğini vurgulamaktadır. Bu araştırmada her ne kadar MOElerde doğrudan not ya da grup puanı verilmemiş olsa da, çözümün doğru olmasına yönelik beklenti ve sunum sürecinin bazı öğrenciler için katılımı artırıcı bir işlev gördüğü; bazı öğrenciler için ise süreç odaklı düşünmeyi sınırlayabilecek potansiyel bir etmen olarak algılanabildiği anlaşılmaktadır.

Öte yandan, disiplinlerüstü ve gerçek yaşam temelli bağlamların öğrenciler açısından hem destekleyici hem de zorlayıcı bir işlev gördüğü görülmektedir. Şen (2013), modelleme sürecinde yaşanan güçlüklerin önemli bir bölümünün öğrencilerin matematiksel bilgilerini gerçek yaşam bağlamlarına transfer etmekte zorlanmalarından kaynaklandığını belirtmektedir. Bu durum, bilginin bağlama bağımlı olarak yapılandığını savunan durumlu biliş kuramı ile açıklanmaktadır (Brown, Collins ve Duguid, 1989; Niss, 1999). Blum (2011) ise matematiksel modellemenin kendiliğinden transfer edilen bir beceri olmadığını, farklı bağlamlarda sistematik

biçimde öğrenilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bu araştırmada elde edilen sonuçlar da, öğrencilerin modelleme deneyimleri arttıkça bağlam–matematik ilişkisini daha bilinçli kurabildiklerini göstermesi bakımından bu görüşleri desteklemektedir.

Öğretmenler, disiplinlerüstü uygulamaların sorgulama, akran öğrenmesi ve üst düzey düşünme becerilerini desteklediğini belirtmekle birlikte, bu gelişimin tüm öğrencilerde aynı düzeyde gerçekleşmeyebileceğine de dikkat çekmişlerdir. Öğrencilerin akademik hazır bulunuşluk düzeylerinin modelleme sürecindeki performansı etkileyebileceği yönündeki bu sonuç, modelleme ve problem çözme süreçlerinin bireysel farklılıklardan etkilendiğini ortaya koyan çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Borromeo Ferri, 2018).

Bununla birlikte öğretmen görüşleri, disiplinlerüstü uygulamaların planlama, zaman yönetimi ve öğretmenler arası uyum gibi açılardan çeşitli zorluklar barındırdığını ortaya koymuştur. Özellikle müfredat yoğunluğu, ders saatlerinin sınırlılığı ve farklı branş öğretmenlerinin ortak planlama yapma gerekliliği, sürecin uygulanabilirliğini zorlaştıran unsurlar olarak ifade edilmiştir. Bu sonuçlar, literatürde matematiksel modelleme etkinliklerinin sınıf ortamında uygulanmasına yönelik en sık dile getirilen güçlüklerden biri olan zaman kısıtlılığı ile örtüşmektedir (Şen, 2013; Kaiser ve ark., 2011; Biembengut ve Faria, 2011). Bu durum, disiplinlerüstü ve bütünleşik öğretim uygulamalarında karşılaşılan yapısal ve organizasyonel güçlükleri ele alan çalışmalarla da paralellik göstermektedir (Beane, 1997; Drake ve Burns, 2004). Ancak öğretmenlerin önemli bir kısmı, bu tür zorlukların uygun planlama ve öğretmenler arası iş birliği ile aşılabileceğini belirtmiş; süreç ilerledikçe disiplinlerüstü uygulamalara yönelik tutumlarının olumlu yönde değiştiğini ifade etmiştir. Benzer biçimde Tokmak (2023), Harezmi Eğitim Modeli kapsamında yürütülen disiplinlerüstü uygulamaların öğretmenler arası koordinasyon ve ortak tema etrafında yapılan planlama sayesinde öğretim sürecini zenginleştirdiğini ve eğitimsel farkındalığı artırdığını vurgulamaktadır.

MOEler, yalnızca matematik dersinde bağlamsallaştırılmış problemler olarak değil; aynı haftalarda Fen Bilgisi, Sosyal Bilgiler, Teknoloji ve Tasarım ile Ahlak ve Yurttaşlık Eğitimi derslerinde ele alınan kazanımlarla eş zamanlı ve bütüncül biçimde yapılandırılmıştır. Bu yönüyle çalışma, disiplinlerarası uygulamaların çoğunlukla tek ders bağlamında ele alındığı araştırmalardan ayrışmakta ve disiplinlerüstü yaklaşımın öğretim sürecine gerçek anlamda entegre edildiği bir uygulama örneği sunmaktadır.

Turuncu grubun bilişsel modelleme yeterliklerinin diğer gruplara kıyasla daha düşük düzeyde seyretmesine karşın, öğretmen görüşleri bu grubun uygulama sürecine katılımı ve gösterdiği çaba açısından dikkat çekici bir gelişim yaşadığını ortaya koymaktadır. Bu durum, disiplinlerüstü MOE uygulamalarının özellikle akademik başarısı düşük öğrenciler açısından motive edici ve kapsayıcı bir öğrenme ortamı sunduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, bu araştırmada elde edilen öğretmen görüşleri, disiplinlerüstü model oluşturma etkinliklerinin yalnızca öğrenci öğrenmeleri açısından değil; öğretmenlerin öğretimsel farkındalıkları, iş birliği pratikleri ve öğretim yaklaşımlarını dönüştürme potansiyeli açısından da önemli katkılar sunduğunu ortaya koymaktadır.

5.2.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Tartışma

Bu alt bölümde, disiplinlerüstü yaklaşımla tasarlanan model oluşturma etkinliklerinin öğretim sürecine yönelik öğrenci görüşleri ele alınmıştır. Öğrencilerle gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen sonuçlar, disiplinlerüstü yaklaşımın öğrenme sürecinde nasıl algılandığını ve deneyimlendiğini ortaya koymaktadır.

Öğrenci görüşleri, disiplinlerüstü yaklaşımın öğrenme sürecinde öğrenciler tarafından fark edildiğini ve anlamlandırıldığını göstermektedir. Öğrenciler, model oluşturma etkinliklerinde matematik dersinin diğer derslerle bütüncül bir yapı içinde ele alındığını ifade etmişlerdir. Bu sonuç, disiplinlerüstü yaklaşımın öğrencilerin farklı derslerde edindikleri bilgileri bir araya getirerek anlamlı bir öğrenme bütünlüğü oluşturmalarına katkı sağladığını göstermektedir.

Bu araştırmada öğrencilerin model oluşturma etkinliklerini farklı derslerle ilişkilendirmeleri ve öğrenme sürecini bütüncül biçimde değerlendirmeleri, disiplinlerarası problem çözme etkinliklerinin uygulandığı çalışmalarda elde edilen öğrenci görüşleriyle paralellik göstermektedir. Nitekim Alın ve Tekbıyık (2023), öğrencilerin uygulanan etkinliklerin her dersle bağlantılı olduğunu fark ettiklerini ve bu süreçte farklı derslerde de kendilerini geliştirdiklerini ifade ettiklerini belirtmektedir.

Bu araştırmada öğrencilerin model oluşturma etkinliklerine ilişkin görüşleri, alanyazında modelleme temelli öğrenme ortamlarının öğrenci katılımını, akran etkileşimini ve üst düzey düşünme süreçlerini desteklediğini ortaya koyan çalışmalarla paralellik göstermektedir. English (2004), modelleme problemleriyle çalışan öğrencilerin grup tartışmaları yoluyla düşüncelerini ifade etme, farklı çözüm yollarını karşılaştırma ve

matematiksel anlamlandırma becerilerinin geliştiğini belirtmektedir. Benzer biçimde Lesh ve Doerr (2003), model oluşturma etkinliklerinin sosyal bir öğrenme ortamı sunduğunu ve öğrencilerin problem çözme sürecine aktif katılımını teşvik ettiğini vurgulamaktadır. Bu çalışmada öğrencilerin etkinlikleri "eğlenceli", "günlük yaşamla ilişkili" ve "diğer derslerle bağlantılı" olarak ifade etmeleri, modelleme etkinliklerinin öğrenmeyi anlamlı hâle getirdiğini ortaya koyan bu çalışmalarla örtüşmektedir.

Öğrenci görüşleri, disiplinlerüstü yaklaşımla yürütülen model oluşturma etkinliklerinin yalnızca bilişsel değil, aynı zamanda duyuşsal boyutta da olumlu etkiler yarattığını göstermektedir. Öğrenciler, uygulama sürecinde derslere odaklanmalarının arttığını, yeni bilgiler edindiklerini ve akademik başarılarında artış olduğunu ifade etmişlerdir. Bu sonuçlar, disiplinlerarası öğretim uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı ve problem çözme becerilerini desteklediğini ortaya koyan çalışmalarla paralellik göstermektedir (Özçelik, 2015; Yıldız ve arkadaşları, 2017).

Aynı zamanda öğrencilerin süreci eğlenceli, keyif verici ve motive edici olarak tanımlamaları, disiplinlerüstü öğrenme ortamlarının öğrenmeye yönelik olumlu duyuşsal tutumları desteklediğini göstermektedir. Bu durum, bütünleşik öğrenme uygulamalarının öğrencilerin derse yönelik ilgilerini artırarak öğrenme sürecini daha anlamlı hâle getirdiğini ortaya koyan alanyazınla da örtüşmektedir (Yıldız ve arkadaşları, 2017). Öğrencilerin süreci yalnızca "öğretici" değil, aynı zamanda "keyifli" olarak değerlendirmeleri, disiplinlerüstü model oluşturma etkinliklerinin öğrenmeye yönelik içsel motivasyonu destekleyen bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

Öğrencilerin etkinlik sürecine yönelik olumlu değerlendirmeleri, disiplinlerüstü model oluşturma etkinliklerinin öğrenmeye katılımı artıran bir yapı sunduğunu göstermektedir. Öğrencilerin süreçte aktif rol almaları, grup içinde fikirlerini ifade edebilmeleri ve farklı çözüm yollarını tartışabilmeleri, öğrenme sürecini daha anlamlı ve kalıcı hâle getirmiştir. Bu durum, modelleme temelli öğrenme ortamlarının öğrencilerin derse katılımını ve öğrenme sorumluluğunu artırdığına işaret etmektedir

Sonuç olarak, öğrenci görüşleri disiplinlerüstü yaklaşımla tasarlanan model oluşturma etkinliklerinin yalnızca bilişsel modelleme yeterliklerini desteklemekle kalmadığını; aynı zamanda öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katılımını, akran etkileşimini ve farklı disiplinler arasında anlamlı bağlar kurmalarını da teşvik ettiğini ortaya koymaktadır. Öğrencilerin etkinlikleri eğlenceli, ilgi çekici ve günlük yaşamla ilişkili olarak değerlendirmeleri; matematik

dersine yönelik tutumlarının olumlu yönde değiştiğini göstermektedir. Bununla birlikte, öğrencilerin etkinliklere yönelik eleştirel geri bildirimlerde bulunmaları ve geliştirilmesine ilişkin öneriler sunmaları, süreci pasif biçimde değil, bilinçli ve sorgulayıcı bir yaklaşımla deneyimlediklerini göstermektedir. Bu durum, disiplinlerüstü model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerin yalnızca matematiksel bilgi ve becerilerini değil; aynı zamanda üst düzey düşünme, iletişim ve öğrenmeye yönelik farkındalıklarını da destekleyen bütüncül bir öğrenme ortamı sunduğunu ortaya koymaktadır.

Bu araştırma kapsamında elde edilen sonuçlar; disiplinlerüstü yaklaşımla tasarlanan model oluşturma etkinliklerinin, yedinci sınıf öğrencilerinin bilişsel modelleme yeterliklerinin gelişimini çok boyutlu biçimde desteklediğini ortaya koymaktadır. Öğrenci ürünleri, öğretmen görüşleri ve öğrenci görüşleri birlikte ele alındığında; modelleme sürecinin yalnızca bilişsel basamakların kullanımıyla sınırlı kalmadığı, aynı zamanda sosyal etkileşim, akran öğrenmesi ve öğrenmeye yönelik tutumlar üzerinde de etkili olduğu görülmüştür. Özellikle gerçek yaşam teması etrafında farklı disiplinlerle bütünleştirilerek yapılandırılan MOElerin, öğrencilerin problem çözme süreçlerine daha bilinçli ve anlamlı biçimde katılmalarını desteklediği belirlenmiştir. Öğretmenlerin uygulama sürecine ilişkin görüşleri, disiplinlerüstü yaklaşımın planlama ve zaman yönetimi açısından belirli zorluklar barındırmakla birlikte; süreç içerisinde hem öğretmenler hem de öğrenciler açısından eğitimsel farkındalığı artıran bir yapı sunduğunu göstermektedir. Öğrenci görüşleri ise bu yaklaşımın öğrenme sürecini daha ilgi çekici, anlamlı ve günlük yaşamla ilişkili hâle getirdiğini ortaya koymaktadır. Bu yönüyle araştırma, disiplinlerüstü model oluşturma etkinliklerinin matematik öğretiminde bilişsel, sosyal ve duyuşsal boyutları birlikte ele alan bütüncül bir öğrenme ortamı sunduğunu göstermekte ve alanyazına özgün katkılar sağlamaktadır.

5.3. Öneriler

Bu araştırmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda, disiplinlerüstü MOE matematik öğretiminde etkili biçimde kullanılmasına yönelik aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

Bu araştırmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda, disiplinlerüstü model oluşturma etkinliklerinin matematik öğretiminde etkili ve sürdürülebilir biçimde kullanılmasına yönelik çeşitli öneriler geliştirilmiştir. Araştırma sürecinde elde edilen sonuçlar, model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerini geliştirmede önemli bir öğrenme ortamı sunduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda, modelleme etkinliklerinin matematik derslerinde farklı disiplinlerde ele alınan ortak temalarla ilişkilendirilerek planlanmasının,

gerçek yaşam problemlerinin öğrenciler tarafından daha anlamlı biçimde algılanmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Disiplinlerüstü bağlamda yapılandırılan öğrenme ortamlarının öğrencilerin matematiksel bilgilerini farklı bağlamlara transfer etmelerini desteklediği görülmüş; bu nedenle etkinliklerin bağlamsal içeriğinin disiplinler arası temalarla zenginleştirilmesi önerilmektedir.

Araştırma sürecinde model oluşturma etkinliklerinin öğretim programı ile eş zamanlı biçimde planlanmasının ders akışını aksatmadığı ve uygulamaların öğretim sürecine doğal biçimde entegre edilebildiği gözlenmiştir. Bu durum, modelleme etkinliklerinin öğretim programlarının bir alternatifi değil, tamamlayıcı bir bileşeni olarak ele alınabileceğini göstermektedir. Bu nedenle, disiplinlerüstü yaklaşıma dayalı model oluşturma etkinliklerinin öğretim programlarına entegrasyonunun program geliştirme süreçlerinde dikkate alınması ve uygulama örneklerinin artırılması önerilmektedir.

Öğretmen görüşlerinden elde edilen sonuçlar, disiplinlerüstü uygulamaların etkili biçimde yürütülebilmesi için öğretmenler arası iş birliğinin ve ortak planlama süreçlerinin önemli olduğunu ortaya koymuştur. Bu bağlamda, öğretmenlerin ders planlarını oluştururken farklı branşlarla iş birliği içinde model oluşturma etkinliklerini sistematik biçimde kurgulamaları ve okul temelli planlama süreçlerinin desteklenmesi önerilmektedir. Ayrıca disiplinlerüstü model oluşturma etkinliklerinin etkili biçimde uygulanabilmesi amacıyla öğretmenlere yönelik hizmet içi eğitimlerde modelleme basamaklarına, disiplinler arası planlama süreçlerine ve gerçek yaşam temelli problem tasarımına özel olarak yer verilmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.

Bu araştırmada MOE geri dönüşüm teması kapsamında yürütülmüştür. Gelecek çalışmalarda sürdürülebilirlik, enerji, sağlık ve benzeri farklı küresel temalar çerçevesinde tasarlanacak model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerin modelleme süreçleri ve bilişsel modelleme yeterlikleri üzerindeki etkisinin incelenmesi, disiplinlerüstü modelleme uygulamalarının farklı bağlamlardaki etkililiğini ortaya koyarak alanyazına katkı sağlayabilir.

Öğrenci görüşleri ise gerçek yaşamla ilişkilendirilen problem durumlarının öğrenmeye yönelik motivasyonu artırdığını ve öğrencilerin matematiği anlamlandırma süreçlerini desteklediğini göstermektedir. Bu doğrultuda, öğrenci merkezli öğrenme ortamlarının geliştirilmesinde model oluşturma etkinliklerinin daha yaygın biçimde kullanılması önerilmektedir. Öğrencilerin çözüm süreçlerini tartışabilecekleri, farklı çözüm yollarını karşılaştırabilecekleri ve modellerini revize edebilecekleri öğrenme ortamlarının oluşturulması,

modelleme yeterliklerinin gelişimini destekleyen önemli bir unsur olarak değerlendirilmektedir.

Araştırmanın görece küçük öğrenci mevcuduna sahip bir sınıfta ve kırsal bağlamda gerçekleştirilmiş olması, disiplinlerüstü model oluşturma etkinliklerinin farklı okul koşullarında uygulanabilirliğine ilişkin önemli ipuçları sunmaktadır. Bu nedenle gelecekte yapılacak araştırmalarda farklı sosyo-kültürel çevrelerde, farklı okul türlerinde ve farklı sınıf büyüklüklerinde yürütülecek uygulamaların karşılaştırmalı biçimde incelenmesi önerilmektedir. Ayrıca disiplinlerüstü yaklaşım kapsamında farklı küresel temalar (örneğin sürdürülebilirlik, enerji, çevre, sağlık veya teknoloji) temel alınarak geliştirilecek model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerin modelleme süreçlerine etkisinin araştırılması alanyazına katkı sağlayabilir.

Araştırma sonuçları, modelleme süreçlerinin yalnızca matematiksel bilgi düzeyiyle değil; grup içi etkileşim, bağlamsal anlamlandırma ve modelleme deneyimiyle birlikte geliştiğini göstermektedir. Bu nedenle gelecekteki çalışmalarda modelleme sürecinin sosyal etkileşim boyutuna, grup dinamiklerine ve öğrencilerin üstbilişsel farkındalıklarına odaklanan araştırmaların yürütülmesi önerilmektedir.

Millî Eğitim Bakanlığı'nın dijital öğrenme platformları aracılığıyla model oluşturma etkinliklerinin sınıf düzeylerine göre kategorize edilerek açık erişimli öğretim materyalleri hâline getirilmesi, öğretmenlerin bu etkinliklere erişimini kolaylaştırarak uygulamaların yaygınlaşmasına katkı sağlayabilir.

Sonuç olarak, bu öneriler Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin disiplinler arası bütünleşme, gerçek yaşam temelli öğrenme ve beceri odaklı öğretim anlayışıyla uyumlu biçimde, matematik öğretiminde model oluşturma etkinliklerinin planlı ve sürdürülebilir şekilde kullanılmasının önemini ortaya koymaktadır. Bu yönüyle çalışma, disiplinlerüstü model oluşturma etkinliklerinin öğretim programlarıyla bütünleşebilen uygulanabilir bir öğrenme yaklaşımı sunduğunu göstermekte ve TYMM'nin öngördüğü bütüncül öğrenme anlayışına uygulama temelli bir örnek oluşturmaktadır.

KAYNAKÇA

Acar, E. (2013). İlköğretim düzeyinde matematik yeterliliği için gerekli dört temel prensipten birisi "tersine çevirme prensibi" nedir? Neden önemlidir? Stratejileri nelerdir? *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 16*(30), 65-87.

Akgün, L., Çiltaş, A., Deniz, D. ve Çiftçi, Z. (2013). İlköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili farkındalıkları. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 6*(12), 1-34.

Akın, A. (2016). Bir matematik eğitimi araştırmasına dayalı öğretim deneyi. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi, 4*(3), 7–27.

Alberta Education. (2007). *Primary programs framework-curriculum integration: Making connections*. Alberta, Canada. https://education.alberta.ca/media/656618/curr.pdf

Alın, S., & Tekbıyık, A. (2023). Disiplinler arası problem çözme etkinliklerinin uygulandığı fen bilimleri dersinde öğrencilerin yaratıcı problem çözme süreçlerinin incelenmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, *52*(1), 457-492.

Ang, K. C. (2010). Mathematical modelling in the Singapore curriculum: Opportunities and challenges. In A. Araújo, A. Fernandes, A. Azevedo, & J. F. Rodrigues (Eds.), *Educational interfaces between mathematics and industry: Proceedings of the EIMI 2010 Conference* (pp. 53–62). New York: Springer.

Aslan, M. (2019). *Özgün baskıresim derslerinde disiplinlerarası yaklaşımların akademik başarıya etkisi* [Doktora tezi]. Gazi Üniversitesi, Ankara.

Aşık, G. ve Yılmaz, Z. (2017). Matematik eğitiminde tasarım tabanlı araştırma ve öğretim deneyi yöntemleri: Farklar ve benzerlikler. *Eğitimde Kuram ve Uygulama, 13*(2), 343–367.

Aydın, G. ve Balım, A. G. (2005). Yapılandırmacı yaklaşıma göre modellendirilmiş disiplinlerarası uygulama: Enerji konularının öğretimi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 38*(2), 145-166.

Baz, B. (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin sınıf öğretmenlerinin görüşleri bağlamında incelenmesi. *Eğitim Felsefesi ve Sosyolojisi Dergisi, 5* (2), 106-123

Beane, J.A. (1997) *Curriculum integration: designing the core of democratic education*. Teachers College Press.

Berry, J., & Houston, K. (1995). *Mathematical modelling*. London: Elsevier.

Biccard, P. (2010). *An investigation into the development of mathematical modelling competencies of grade 7 learns.* (Published masters dissertation), Stellenbosch University, South Africa.

Biccard, P., & Wessels, D. (2011). Development of affective modelling competencies in primary school learners. *Pythagoras, 32*(1), Article 20. https://doi.org/10.4102/ pythagoras.v32i1.20.

Biembengut, M. S., & Faria, T. M. B. (2011). Mathematical modelling in a distance course for teachers. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri and G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 269-278). New York: Springer.

Blomhøj, M., & Højgaard Jensen, T. (2003). Developing mathematical modelling competence: Conceptual clarification and educational planning. *Teaching Mathematics and Its Applications, 22*(3), 123-139.

Blomhøj, M., & Kjeldsen, T. N. (2006). Teaching mathematical modelling through project work. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik (ZDM), 38*(2), 163-177.

Blum, I.R. (2002). Contemporary views on dry socket (alveolar osteitis): a clinical appraisal of standardization, aetiopathogenesis and management: A critical review. *Int J Oral Maxillofac Surg*., 31(3):309-17.

Blum, V., & Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be thought or learned? *Journal of Mathematical Modelling and Application, 1*(1), 45-58.

Blum, W. & Kaiser, G. (1997). Vergleichende empirische Untersuchungen zu mathematischen Anwendungsfähigkeiten von englischen und deutschen Lernenden. *Unpublished application to Deutsche Forschungsgesellschaft*.

Blum, W. & Leiß, D. (2007). How do students and teachers deal with modelling problems? In C. Haines, P. Galbraiths, W. Blum & Khan (Eds.), *Mathematical modelling (ICTMA 12): Education, engeneering and economics* (pp.223-231). Chicheester: Hollywood.

Blum, W. (1993). Mathematical modelling in mathematics education and instruction. In T. Breiteig, I. Huntley, & G. Kaiser-Messmer (Eds.), *Teaching and learning mathematics in context* (pp. 3-14). Chichester, UK: Horwood.

Blum, W. (2002). ICMI Study 14: Applications and modelling in mathematics education – Discussion document. *Educational Studies in Mathematics, 51*(1), 149-171.

Blum, W. (2011). Can modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling: International perspectives on the teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 15-30). New York: Springer.

Blum, W. (2015). Quality teaching of mathematical modelling: What do we know, what can we do? In S. J. Cho (Ed.), *The proceedings of the 12th international congress on mathematical education* (pp. 73–96). Springer International Publishing.

Blum, W., & Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught or learned? *Journal of Mathematical Modelling and Application, 1*(1), 45-58.

Blum, W., & Leiß, D. (2007). Understanding how students' and teachers deal with modelling problems. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum and S. Khan (Eds.), *Mathematical modeling (ICTMA 12) Education, engineering and economic* (pp. 222-231). Chichester: Horwood.

Blum, W., & Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects – State, trends and issues in mathematics instruction. *Educational Studies in Mathematics, 22*, 37-68.

Blum, W., Galbraith, P. L., Henn, H.-W., & Niss, M. (2007). *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study*. New York: Springer.

Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (2007). *Qualitative research for education: An introduction to theories and methods*. Boston: Pearson Education.

Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik (ZDM), 38*(2), 86-95.

Borromeo Ferri, R. (2007). Personal experiences and extra-mathematical knowledge as an influence factor on modelling routes of pupils. In D. Pitta-Pantazi & G. Philippou (Eds.), *CERME 5: Proceedings of the Fifth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 2080-2089).

Borromeo Ferri, R. (2013). Mathematical modelling in European education. *Journal of Mathematics Education at Teachers College, 4*, 18-24.

Borromeo Ferri, R. (2018). *Learning how to teach mathematical modeling in school and teacher education* [DX Reader version].

Brand, S. (2014). Effects of a holistic versus an atomistic modelling approach on students' mathematical modelling competencies. In C. Nicol, P. Liljedahl, S. Oesterle, & D. Allan (Eds.), *Proceedings of the 38th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education and the 36th Conference of the North American Chapter of the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 2, pp. 195-203). Vancouver, Canada: PME.

Braskén, M., Hemmi, K., & Kurten, B. (2020). Implementing a multidisciplinary curriculum in a Finnish lower secondary school – The perspective of science and mathematics.

Scandinavian Journal of Educational Research, 64(6), 852-868. https://doi.org/10.1080/00313831.2019.1623311

Brazee, E., & Capelluti, J. (1995). *Dissolving boundaries: Toward an integrated middle school curriculum*. National Middle School Association.

Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher, 18*(1), 32–42.

Budak Coşkun, S., ve Altun, S. (2012). İlköğretim 8. sınıf matematik dersinin disiplinler arası yaklaşım ilkelerine göre işlenmesinin öğrencilerin matematik başarısı üzerindeki etkisi. *Kalem Eğitim ve İnsan Bilimleri Dergisi, 2*(2), 91-122.

Bukova Güzel, E. (2011). An examination of pre-service mathematics teachers' approaches to construct and solve mathematical modeling problems. *Teaching Mathematics and Its Applications, 30*(1), 19-36.

Canbazoğlu Albayrak, H. B., & Bukova Güzel, E. (2024). Bir ilkokul dördüncü sınıf öğrencisinin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi: Ayrıntılı geri bildirim. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi [PAÜEFD], 62,* 29–71. https://doi.org/10.9779/pauefd.1290603.

Canter, C., & Brumar, C. I. (2011). Transdisciplinary niches fostering lifelong learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 28*, 636–639.

Chamberlin, S. A. ve Chamberlin, M. T. (2001). Enhancing the mathematical problem solving of students with high abilities. *Teaching Exceptional Children, 33*(3), 41–47. https://doi.org/10.1177/004005990103300306

Chamberlin, S. A. ve Moon, S. M. (2008). How does the problem based learning approach compare to the model-eliciting activity approach in mathematics?. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning, 9*(1), 1–27.

Chamberlin, S. A., & Moon, S. M. (2005). Model-eliciting activities as a tool to develop and identify creatively gifted mathematicians. *Journal of Secondary Gifted Education, 17*(1), 37-47.

Cobb, P. (2000). *Conducting teaching experiments in collaboration with teachers.* In A. E. Kelly & R. A. Lesh (Eds.), Handbook of research design in mathematics and science education (pp. 307–333). Mahwah. NJ: Erlbaum.

Cobb, P., & Bauersfeld, H. (Eds.), (1995). *The emergence of mathematical meaning: Interaction in classroom cultures*. Hillsdale, NJ: Lawrance Erlbaum.

Cobb, P., Jackson, K., & Dunlap, C. (2017). *Conducting design studies to investigate and support mathematics students' and teachers' learning.* In J. Cai (Ed.), First compendium

for research in mathematics education (pp. 208–233). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Cobb, P., Yackel, E., & Wood, T. (1989). *Young children's emotional acts while engaged mathematical problem solving.* In D. B. McLeod & V. M. Adams (Eds.), Affect and mathematical problem solving: A new perspective (pp. 117–148). New York: Springer-Verlag.

Cohen, J. (2024). Transdisciplinary approaches in education: Integrating knowledge across disciplines for complex problem solving. *International Journal of Educational Research* 123, 102345.

Common Core State Standards Initiative [CCSSI]. (2010). *Common core state standards for mathematics (CCSSM)*. Washington, DC: National Governors Association Center for Best Practices & Council of Chief State School Officers.

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

Czarnocha, B., & Maj, B. (2008). Teaching experiment. In B. Czarnocha (Ed.), *Handbook of mathematics teaching research: Teaching experiment – A tool for teacher-researchers* (pp. 47-58). Poland: University of Rzeszow.

Çavuş Erdem, Z., & Gürbüz, R. (2018). Matematik modelleme etkinliklerine dayalı öğrenme ortamında yedinci sınıf öğrencilerinin alan ölçme bilgi ve becerilerinin incelenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, *8*(2), 86-115.

Çavuş Erdem, Z., Doğan, M. F., Gürbüz, R., & Şahin, S. (2017). Matematiksel modellemenin öğretim araçlarına yansımaları: Ders kitabı analizi. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, *7*(1), 61-86.

Çepni, S. (2009). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. Trabzon.

Çiltaş, A. (2011). *Dizi ve seriler konusunun matematiksel modelleme yoluyla öğretiminin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının öğrenme ve modelleme becerileri üzerine etkisi*. [Yayınlanmamış doktora tezi], Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Çiltaş, A., ve Yılmaz, K. (2013). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının teoremlerin ifadeleri için kurmuş oldukları matematiksel modeller. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, 2*(2), 107-114.

Çoksöyler, A. (2020). *Altıncı sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme problemlerini çözüm süreçlerinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi], Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.

Çoksöyler, N., ve Bozkurt, A. (2021). Bilişsel perspektif bağlamında matematiksel modelleme süreci: Altıncı sınıf öğrencilerinin deneyimleri. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, 52*, 480–502.

Darling-Hammond, L., Hyler, M. E., & Gardner, M. (2017). *Effective teacher professional development.* Palo Alto Learning Policy Institute.

Dede, A. T. &Bukova Güzel, E. (2007). Model oluşturma etkinlikleri: Kuramsal yapısı ve bir örneği. *Eğitim ve Bilim, 32*(146), 19–34.

Dede, Y. (2017). Disiplinler arası yaklaşıma dayalı öğretim sürecinin matematiksel modelleme becerilerine etkisi. *Eğitim ve Bilim, 42*(189), 1–20. https://doi.org/10.15390/ EB. 2017.6842

Delice, Y., ve Tatlı, S. (2023). Eğitim bilimleri ve eğitim yönetiminin disiplinlerarası ve disiplinler üstü yapısı. *International Journal of Social Sciences (IJSS), 8*(33), 402-414.

Demirci, F. (2020). *Okul öncesi öğretmenlerinin disiplinlerüstü yaklaşım hakkındaki görüşlerinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Deniz, D., & Akgün, L. (2016). Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin model oluşturma etkinliği tasarım prensiplerine uygun etkinlik tasarlayabilme yeterlikleri. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi, 4*, 1-14.

Deniz, Ş. (2020). *Ortaokul öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri (MOE) Aracılığıyla STEM eğitiminde matematiksel modelleme süreçlerinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Mersin Üniversitesi, Mersin.

Didiş Kabar, M. G., & İnan Tutkun, M. (2021). Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Matematiksel Modelleme Problemini Uygulama Sürecinin İncelenmesi: Uygulamayı Planlama ve Öğretmen Müdahaleleri. *International Journal of Educational Studies in Mathematics*, *8*(2), 98-123.

Doerr, H. M. & O'Neill, A. H. (2011). Talking, writing, and mathematical modeling in a high school pre-calculus classroom. *Journal of Mathematical Behavior, 30*(1), 16–31. https://doi.org/ 10.1016/j.jmathb.2011.02.001

Dominguez, A. (2010). Students' modeling of real-world problems: A study of the modeling process. *The Montana Mathematics Enthusiast, 7*(2–3), 317–340.

Doruk, B. K. (2010). *Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi* [Doktora tezi]. Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Doruk, K. B., ve Umay, A. (2011). Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 41*(1), 124-135.

Dossey, J. A., McCrone, S. S., O'Sullivan, C., & Gonzales, P. (2008). *Mathematics education in the United States 2008: A capsule summary fact book*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics (NCTM).

Drake, S. (1998). *Creating integrated curriculum, proven ways to increase student learning.* Corwin Press.

Drake, S. M., & Burns, R. C. (2004). *Integrated curriculum: Meeting standards through*. Association for Supervision and Curriculum Development.

Drake, S. M., Savage, M. J., Reid, J. L., Bernard, M. L., & Beres, J. (2015). An exploration of the policy and practice of transdisciplinarity in the IB PYP programme. *International Baccalaureate Organization*. https://www.ibo.org/globalassets/newstructure/ research/ pdfs/pyp-transdisciplinarity-summary.pdf

Drake, S. M., Savage, M. J., Reid, J. L., Bernard, M. L., & Beres, J. (2015). An exploration of the policy and practice of transdisciplinarity in the IB PYP programme. *International Baccalaureate Organization*. https://www.ibo.org/globalassets/newstructure/ research/ pdfs/pyp-transdisciplinarity-summary.pdf

Engelhardt, P. V., Corpuz, E. G., Özimek, D. J., & Rebello, N. S. (2003). The teaching experiment—What it is and what it isn't. *2003 Physics Education Research Conference, 1179*(1), 105–108.

English, L. (2010). Young children's early modelling with data. *Mathematics Education Research Journal, 22*(2), 24-47.

English, L. (2012). Data modelling with first-grade students. *Educational Studies in Mathematics*, *81*(1), 15-30.

English, L. D. (2004). Mathematical modeling in the primary school classroom. In L. D. English (Ed.), *Mathematical and analogical reasoning of young learners* (pp. 183–204). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education, 3*(3). https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1

English, L. D., & Watters, J. J. (2004). Mathematical modelling with young children. In M. Johnsen Hoines & A. Berit Fuglestad (Eds.), *Proceedings of the 28th International PME Conference* (pp. 335-342). Bergen: Bergen University College.

English, L., & Watters, J. J. (2005). Mathematical modeling in third-grade classrooms. *Mathematics Education Research Journal, 16*, 59-80.

Erbaş, A. K., Kertil, M., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., Alacalı, C., ve Baş, S. (2014). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Temel kavramlar ve farklı yaklaşımlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 14*(4), 1-21.

Eric, M. M. (2008). *An investigation of the impact of model-eliciting activities on students' mathematical problem-solving and metacognitive development* [Unpublished doctoral dissertation]. Purdue University.

Ertaş, A. (2000). Transdisciplinary engineering education and research model. *Journal of Integrated Design & Process Science, 4*(4), 1–11.

Eurydice. (2011). *Mathematics education in Europe: Common challenges and national policies*. Education, Audiovisual and Culture Executive Agency.

Fox, L. J. (2006). A justification for mathematical modelling experiences in the preparatory classroom. In *Proceedings of the 9th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (pp. 1–7). Canberra, Australia.

Freudenthal, H. (1968). Why to teach mathematics so as to be useful. *Educational Studies in Mathematics*, 1(1–2), 3–8.

Freudenthal, H. (1973). *Mathematics as an educational task*. Dordrecht: D. Reidel.

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

Galbraith P., & Clatworthy, N. (1990). Beyond standard models-meeting the challenge of modeling. *Educational Studies in Mathematics, 21,* 137-163.

Galbraith, P., & Stillman, G. (2006). A framework for identifying student blockages during transitions in the modelling process. *ZDM, 38*(2), 143 – 162 .

Gardner, H. (1995). *Teamwork models and experience in education*. Allyn and Bacon.

Glesne, C. (2013). *Nitel araştırmaya giriş* (Çev. A. Ersoy & P. Yalçınoğlu). Anı Yayıncılık.

Gravemeijer, K. ve Stephan, M. (2002). Emergent models as instructional design heuristics. In K. Gravemeijer, R. Lehrer, B. van Oers, & L. Verschaffel (Eds.), *Symbolizing, modeling and tool use in mathematics education* (pp. 145–170). Dordrecht: Springer.

Greefrath, G., & Siller, H. S. (2017). Modelling and simulation with the help of digital tools. In G. Stillman, W. Blum, & G. Kaiser (Eds.), *Mathematical modelling and applications: Crossing and researching boundaries in mathematics education* (pp. 529-539). Cham: Springer.

Grunewald, S. (2012). Acquirement of modelling competencies – First results of an empirical comparison of the effectiveness of a holistic respectively an atomistic approach to the

development of (metacognitive) modelling competencies of students. *12th International Congress on Mathematical Education*, 8–15 July 2012, COEX, Seoul, Korea.

Gurlitt, J. & Maaß, K. (2011). Fostering modelling competencies by using learning environments based on cognitive apprenticeship. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 197–206). Dordrecht: Springer.

Guyette, K. W., Sochaka, N. W., & Costantino, T. (2015). Collaborative creativity in STEAM: Narratives of art education students' experience in transdisciplinary space. *International Journal of Education, 16*(15), 2–38.

Güç, F. A. (2015). *Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik tasarlanan öğrenme ortamlarında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

Güç, F. A. ve Baki, A. (2016). Matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirme ve değerlendirme yaklaşımlarının sınıflandırılması. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education, 7*(3), 621. https://doi.org/10.16949/turkbilmat.277876

Güler, A., Halıcıoğlu, M. B. ve Taşğın, S. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.

Haines, C., Crouch, R., & Davis, J. (2001). Recognizing students' modelling skills. In J. F. Matos, W. Blum, S. K. Houston, & S. P. Carreira (Eds.), *Modelling and mathematics education – ICTMA 9: Application in science and technology* (pp. 366-380). Chichester, UK: Horwood.

Hemmi, K., & Ryve, A. (2015). Effective mathematics teaching in Finnish and Swedish teacher education discourses. *Journal of Mathematics Teacher Education, 18*(6), 501–522. https://doi.org/10.1007/s10857-014-9293-4

Hıdıroğlu, Ç., & Bukova Güzel, E. (2013). Matematiksel modelleme sürecini açıklayan farklı yaklaşımlar. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2*(1), 127–145.

Hıdıroğlu, Ç. N., Tekin Dede, A., Kula, S., & Bukova Güzel, E. (2014). Öğrencilerin kuyruklu yıldız problemi'ne ilişkin çözüm yaklaşımlarının matematiksel modelleme süreci çerçevesinde incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 31*, 1-17.

Hıdıroğlu, Ç. N., & Bukova Güzel, E. (2016). Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme sürecindeki bilişsel ve üst bilişsel eylemler arasındaki geçişler. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, *10*(1), 313-350.

Hıdıroğlu, Ç. N., & Özkan Hıdıroğlu, Y. (2017). Altıncı sınıf öğrencilerinin matematiksel modellemede oluşturdukları gerçek yaşam problem durumu modelleri. *İlköğretim Online, 16*(4), 1702-1731.

İlke Vakfı. (2023). *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli izleme raporu*. İlke Vakfı Yayınları. https://ilkecenter.org

İnci, S. ve Kaya, V. H. (2022). Eğitimde multidisipliner, disiplinlerarası ve transdisipliner kavramları. *Milli Eğitim Dergisi, 235*, 2757–2772.

Jacobs, H. H. (1989). *Interdisciplinary curriculum: Design and implementation*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Jahn, T., Bergmann, M., & Keil, F. (2012). Transdisciplinarity: Between mainstreaming and marginalization. *Ecological Economics, 79*, 1–10.

Jensenius, A. R. (2012). *Disciplinarities: Intra, cross, multi, inter, trans*. [Blog post]. Retrieved from https://www.arj.no/2012/03/12/disciplinarities-2/

Ji, X. (2012). A. quasi- experimental study of high school students‟ mathematics modelling competence. *12th International Congress on Mathematical Education,* 8 July - 15 July 2012. COEX, Seoul, Korea.

Kaiser, G. & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 38*(3), 302–310. https://doi.org/10.1007/BF02652812

Kaiser, G. (2007). Modelling and modelling competencies. In C. R. Haines, P. Galbraith, W. Blum, S. Khan (Eds.), *Mathematical modelling, education, engineering and economics: The ICTMA 12 Study* (pp.18-119). Chichester: Horwood Publishing.

Kaiser, G. ve Brand, K. (2015). Empirical research on teaching and learning of mathematical modelling: A survey on the current state-of-the-art. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 47*(6), 821–836. https://doi.org/10.1007/s11858-015-0704-2

Kaiser, G., Blomhøj, M., & Sriraman, B. (2006). Towards a didactical theory for mathematical modelling. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik (ZDM), 38*(2), 82-85.

Kaiser, G., Schwarz, B., & Buchholdz, N. (2011). Authentic modelling problems in mathematics education. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri and G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 591-601). New York: Springer.

Kaiser, G., Schwarz, B., & Tiedemann, S. (2010). Future teachers' professional knowledge on modeling. In R. Lesh, P. L. Galbraith, C. R. Haines, & A. Hurford (Eds.), *Modeling students' mathematical modeling competencies* (pp. 433-444). New York: Springer.

Kalaycı, Ö. (2017). *Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin bilişsel ve üst bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerinin incelenmesi.* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Bartın Üniversitesi, Bartın.

Kan, A. (2007). Performans değerlendirme sürecine katkıları açısından yeni program anlayışı içerisinde kullanılabilecek bir değerlendirme yaklaşımı: Rubrik puanlama yönergeleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 7*(1), 129-152.

Karakuş, M. ve Aslan, S. (2016). İlkokulda disiplinlerarası öğretime yönelik mevcut durumun incelenmesi. *İlköğretim Online, 15*(4), 1325-1344.

Karakuş, M., Türkkan, B. T. ve Karakuş, F. (2017). Fen bilgisi ve ilköğretim matematik öğretmenlerinin disiplinlerarası yaklaşıma yönelik görüşlerinin belirlenmesi. *İlköğretim Online, 16*(2), 509-524.

Karataş, İ. H. (2025). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli ve Millî Eğitim Akademisi eğitim fakültelerinin sonunu mu getirdi? *Alanyazın, 6*(1), 1-7.

Kaufman, D., Moss, D. M., & Osborn, T. A. (2003). *Sınırların ötesinde: Öğrenme ve öğretmeye disiplinlerarası bir yaklaşım*. Praeger.

Kaygısız, İ. (2021). *İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin matematiksel modellemezyeterliklerinin incelenmesi: Bir öğretim deneyi.* [Yayımlanmamış doktora tezi], Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

Kaygısız, İ., & Aysın Şenel, E. (2023). Investigating mathematical modeling competencies of primary school students: Reflections from a model eliciting activity. *Journal of Pedagogical Research,* **7**(1), Article 202317062.

Kertil, M. (2008). *Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi* [Yayımlanmış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Keşan, C. ve Kaya, D. (2008). Fen öğretiminde hibritleşmiş bir öğrenme ortamı nasıl olmalı. *Bilim, Eğitim ve Düşünce Dergisi, 8*(4).

Knott, A. (2014). *The process of mathematisation in mathematical modelling of number patterns in secondary school mathematics.* Doctoral dissertation, Stellenbosch University, Stellenbosch.

Korkmaz, E. (2010). *İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modellemeye yönelik görüşleri ve matematiksel modelleme yeterlikleri.* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Balıkesir, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Korkmaz, E. (2010). *İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modellemeye yönelik görüşleri ve matematiksel modelleme yeterlikleri* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Krajcik, J. ve Czerniak, C. M. (2014). *Teaching science to children**:** A project-based science approach*. New York, NY: Routledge.

Krippendorff, K. (1980). *Content analysis: An introduction to its methodology.* Beverly Hills, CA: Sage Publications.

Küçük, B., Kahraman, S. ve İşleyen, T. (2013). Öğretmen adaylarının matematiğe karşı tutumlarının incelenmesi. *Gaziantep University Journal of Social Science, 12*(1), 178-195.

Lattuca, L. R. (2001). *Creating interdisciplinarity**:** Interdisciplinary research and teaching among college and university faculty*. Vanderbilt University Press.

Lawrence, E. M. (1993). *Interdisciplinary curriculum influences on students' achievement, teacher and administrator attitudes and teacher efficiency* [Doktora tezi]. Arizona State University.

Lesh, R. & Caylor, B. (2007). Introduction to special issue: Modeling as application versus modeling as a way to create mathematics. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, *12*(3), 173-194.

Lesh, R. & Harel, G. (2003). Problem solving, modeling, and local conceptual development. *Mathematical Thinking and Learning*, *5*(2–3), 157–189. https://doi.org/10.1207/S15327833MTL0502&3_3

Lesh, R. (2007). Foundations of a models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving. In R. Lesh, E. Hamilton & J. Kaput (Eds.), *Foundations for the future in mathematics education* (pp. 33–60). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Lesh, R., & Doerr, H. M. (2003). Foundations of a models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving. In R. Lesh & H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics teaching, learning, and problem solving*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Lesh, R., & Lehrer, R. (2003). Models and modeling perspectives on the development of students and teachers. *Mathematical Thinking and Learning, 5*(2–3), 109–129. https://doi.org/10.1080/10986065.2003.9679996.

Lesh, R., & Yoon, C. (2004). Evolving communities of mind: In which development involves several interacting simultaneously developing strands. *Mathematical Thinking and Learning, 6*(2), 205-226.

Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A., & Post, T. (2000). Principles for developing thought-revealing activities for students and teachers. In A. Kelly & R. Lesh (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp. 591-645). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Lesh, R., Young, R., & Fennewald, T. (2010). Modeling in K–16 mathematics classrooms – and beyond. In R. Lesh, C. R. Haines, P. L. Galbraith, & A. Hurford (Eds.), *Modeling students' mathematical modeling competencies* (pp. 275–283). New York, NY: Springer.

Lesh, R.; &Zawojewski, J.S. (2007) Problem Solving and Modeling. In: Lester, F., Ed., Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning, Information Age Publishing, Greenwich, CT, 763-802.

Lester, F. K., & Kehle, P. E. (2003). From problem solving to modeling: The evolution of thinking about research on complex mathematical activity. In R. Lesh & H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning and teaching* (pp. 501–518). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Lingefjärd, T. (2000). *Mathematical modelling by prospective teachers* [Doctoral dissertation, University of Georgia]. Electronically published. Available at http://ma-serv.did.gu.se/matematik/thomas.htm.

Lingefjärd, T. (2006). Faces of mathematical modeling. *ZDM – Mathematics Education, 38*(2), 96-112.

Lingefjärd, T., & Holmquist, M. (2005). To assess students' attitudes, skills and competencies in mathematical modeling. *Teaching Mathematics and Its Applications, 24*(2–3), 123–133. https://doi.org/10.1093/teamat/hri021.

Maaß, K. & Gurlitt, J. (2011). Designing a teacher questionnaire to evaluate professional development in modelling. In V. Durand-Guerrier, S. Soury-Lavergne, & F. Arzarello (Eds.), *Proceedings of the 6th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education CERME 6* (pp. 2056-2065). Lyon, France.

Maaß, K. & Kaiser, G. (2007). Modelling in mathematics education: Traditions and new developments. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 39*(3), 73–85. https://doi.org /10.1007/s11858-007-0005-1

Maaß, K. (2006). What are modelling competencies?. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik (ZDM), 38*(2), 113-142.

Maaß, K., & Mischo, C. (2011). Implementing modelling into day-to-day teaching practice – The project STRATUM and its framework. *Journal für Mathematik-Didaktik, 32*(1), 103-131.

McGregor, S. L. T. (2011). Transdisciplinary axiology: To be or not to be. *Integral Leadership Review*, *11*(3), 1–21.

Memişoğlu, B., & Tapan-Broutin, M. S. (2025). Disiplinler ötesi öğretimle 7. sınıf öğrencilerinin Model Oluşturma etkinliği uygulaması. *Social Science Development Journal, 10(*49), 47–72. https://doi.org/ 10.5281/zenodo.15002445

Merriam, SB (2013). *Nitel araştırma desen ve uygulama için bir rehber.* (Çev. Ed. Selahattin Turan). Ankara: Nobel Yayıncılık.

Mertler, C. A. (2012). *Action research: Improving schools and empowering school educators* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage

Michelsen, C. (2006). Functions: A modelling tool in mathematics and science. *ZDM, 38*(3), 269-280.

Miles, M. B., & Huberman, M. A. (1994). *Qualitative analysis: An expanded sourcebook.* Thousand Oaks, CA: Sage.

Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) (2018). *Matematik dersi öğretim programı*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2015). *Ortaokul matematik dersi (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: MEB.

Mousoulides, N., & English, L. (2008). Modelling with data in Cypriot and Australian classrooms. In O. Figueras, J. L. Cortina, S. Alatorre, T. Rojano, & A. Sepulveda (Eds.), *Proceedings of the 32nd International Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 3, pp. 423-430). PME-The International Group for the Psychology of Mathematics Education, Morelia, Mexico.

Mousoulides, N. (2007). *A modeling perspective in the teaching and learning of mathematical problem solving* [Unpublished doctoral dissertation]. University of Cyprus.

Mousoulides, N., Christou, C. & Sriraman, B. (2006). From problem solving to modeling: The emergence of models and modeling perspectives in mathematics education. In C.

Bergsten, B. Grevholm, & T. Lingefjärd (Eds.), *Nordic research in mathematics education* (pp. 177–194). Linköping: SMDF.

Mylonakou-Keke, I. (2015). *The emergence of "Syn-epistemic Wholeness" from dialectic synergy of disciplines: A transdisciplinary social pedagogic model*. *Creative Education, 6*(17), 1890–1907. https://doi.org/10.4236/ce.2015.617195

Nicolescu, B. (1996). *Manifesto of transdisciplinarity*. SUNNY Press.

Nicolescu, B. (2010). Methodology of transdisciplinarity – Levels of reality, logic of the included middle and complexity. *Transdisciplinary Journal of Engineering & Science, 1*(1), 19–38.

Niss, M., Blum, W., & Galbraith, P. (2007). Introduction to modelling and applications in mathematics education. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. Henn, & M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: 14th ICMI study* (pp. 3-32). New York: Springer.

OECD (2013). PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science.

OECD (2019). PISA 2018 Assessment and Analytical Framework.

OECD. (2013). *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*. Paris: OECD Publishing.

Özaltun Çelik, Ö., & Bukova Güzel, E. (2018). Doğrusal fonksiyonun öğrenilmesine yönelik tasarlanan matematiksel modelleme etkinliği üzerine çalışan öğrencilerin nicel muhakemeleri. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi,* Özel Sayı, 53-85.

Özaydınlı, B., & Kılıç, C. (2019). Disiplinlerarası Yaklaşıma İlişkin Ortaöğretim Öğretmenlerinin Görüşleri ve Ders Uygulamaları. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES), 52*(2), 301-330.

Özçelik, C. (2015). *Disiplinler arası öğretim yaklaşımına dayalı hazırlanan öğretim etkinliklerinin, öğrencilerin geometrik cisimlerin hacimleri konusundaki akademik başarılarına ve problem çözme becerilerine etkisi.* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Bartın Üniversitesi, Bartın.

Özer, A. Ö., & Bukova Guzel, E. (2016). Öğrenci, öğretmen adayı ve öğretmenlerin bakış açısından matematiksel modelleme problemleri. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *4*(1), 57-73.

Özer, Ö. (2010). *Disiplinlerüstü yaklaşım temelli bütünleşik eğitim programı üzerine bir durum analizi: Okul öncesi öğretmenlerinin görüşleri* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Özkan, M., & Pusmaz, A. (2021). Bilişsel modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik eylem planlarının oluşturulması. *Uluslararası Akademik Araştırmalar Kongresi*, Türkiye.

Rosenfield, P. L. (1992). The potential of transdisciplinary research for sustaining and extending linkages between the health and social sciences. *Social Science & Medicine, 35*(11), 1343–1357.

Sagor, R. (2000). *Guiding school improvement with action research*. Virginia, USA: Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD).

Schoenfeld (1982). *Beyond the Purely Cognitive: Metacognition and Social Cognition as Driving Forces in Intellectual performance*. Paper presented at the 66th Annual Meeting of the American Educational Research Association, New York, NY.

Seçer, T. (2021). *Harezmi Eğitim Modelini uygulayan öğretmenlerin model hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Sekerak, J. (2010). Phases of mathematical modelling and competence of high school students. *The Teaching of Mathematics, 13*(2), 105-112.

Sezer, S. (2005). Öğrencinin akademik başarısının belirlenmesinde tamamlayıcı değerlendirme aracı olarak rubrik kullanımı üzerinde bir araştırma. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 18*(18), 61-69.

Simon, M. A. (1995). Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective. *Journal for Research in Mathematics Education, 26*(2), 114–145. https://eric.ed.gov/?id=ED364406.

Smyth, T. (2017). Transdisciplinary pedagogy: A competency-based approach for teachers and students to promote global sustainability. *Journal of Interdisciplinary Studies in Education, 5*(2), 64–72.

Sriraman, B. (2005). A global survey of international perspectives on modeling in mathematics education. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 38*(3), 302–310.

Steffe, L. P., & Thompson, P. W. (2000). Teaching experiment methodology: Underlying principles and essential elements. In R. Lesh & A. E. Kelly (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp. 267–306). Lawrence Erlbaum Associates.

Steffe, L. P., & Ulrich, C. (2014). *The constructivist teaching experiment.* In S. Lerman (Ed.), Encyclopedia of mathematics education (pp. 102–109). Springer, Berlin.

Strauss, A. L., & Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques*. Newbury Park, CA: Sage.

Swan, M., Turner, R., & Yoon, C. (2006). The roles of modelling in learning mathematics. In W. Blum, P. Galbraith, H.-W. Henn, & M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI Study* (pp. 275–284). New York: Springer.

Şahal, M. ve Özdemir, A. (2021). Matematiksel modelleme eğitiminin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modellemenin doğasına ilişkin bilgilerine katkısı: Bir eylem araştırması. *Türkiye Eğitim Dergisi, 6*(1), 124-145.

Şahin, N. (2014). *İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri üzerindeki düşünme süreçleri.* [Yayımlanmış yüksek lisans tezi], Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.

Şahin, N. (2019). *İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin bilişsel modelleme yeterliklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi*. [Yayımlanmamış doktora tezi], Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.

Şahin, N., & Eraslan, A. (2016). İlkokul öğrencilerinin modelleme süreçleri: Suç problemi. *Eğitim ve Bilim, 41*(183), 47-67.

Şahin, N., & Eraslan, A. (2018). İlkokulda model oluşturma etkinlikleri nasıl uygulanmalı? *Journal of Education, Theory and Practical Research, 4*(1), 99-117.

Şencan, H. (2005). *Sosyal ve davranışsal ölçümlerde güvenilirlik ve geçerlilik.* Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Şen-Zeytun, A. (2013). *An investigation of prospective teachers' mathematical modelling processes and their views about factors affecting these processes* [Yayımlanmamış Doktora tezi]. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Tan, L. S., & Ang, K. C. (2016). A school-based professional development programme for teachers of mathematical modelling in Singapore. *Journal of Mathematics Teacher Education, 19*(5), 399–432. https://doi.org/10.1007/s10857-014-9293-4

Tan, L., & Bibby, Y. (2010). IB PYP and MYP student performance on the International Schools' Assessment (ISA). *Australian Council for Educational Research*. http://web.archive.org/web/20140713014421/http://ibo.org/research/programmevalidation/documents/2010ISASummaryReportFinalwebsiteversion.pdf

Tanju, B. (2020). *Matematik öğretmen adaylarının temsil ve ilişkilendirme becerilerinin matematiksel modelleme sürecinde incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Tekin Dede, A., & Bukova Güzel, E. (2013). Matematik öğretmenlerinin model oluşturma etkinliği tasarım süreçleri ve etkinliklere yönelik görüşleri. *Bartın University Journal of Faculty of Education, 2*(1), 300-322.

Tekin-Dede, A., & Yılmaz, S. (2016). Cognitive modelling skills from noviciate to expertness. *European Journal Of Education Studies*, 15-32.

Tekin Dede, A. & Bukova Güzel, E. (2014). Matematiksel modelleme yeterliklerini değerlendirmeye yönelik bir rubrik geliştirme çalışması. *XI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Adana, 11-14 Eylül 2014.

Tekin Dede, A. & Yılmaz, S. (2013). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının modelleme yeterliklerinin incelenmesi. *Türk Matematik ve Bilgisayar Dergisi, 4*(3), 185-206.

Tekin Dede, A. (2012). *Matematik öğretmenlerinin model oluşturma etkinliği tasarım süreçleri ve etkinliklere yönelik görüşleri* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Tekin Dede, A. (2015). *Matematik derslerinde öğrencilerin modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi: Bir eylem araştırması.* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Tekin Dede, A. (2016). Modelling difficulties and their overcoming strategies in the solution of a modelling problem. *Acta Didactica Napocensia, 9*(3), 21-34.

Tekin Dede, A. (2017). Modelleme Yeterlikleri ile Sınıf Düzeyi ve Matematik Başarısı Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi. *İlköğretim Online*, *16*(3), 1201-1219.

Tokmak, A. (2023). Harezmi Eğitim Modelinin Problem çözme becerisinin geliştirilmesine etkisi. *Milli Eğitim Dergisi*, *52*(1), 437-456.

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (TYMM). (2023). *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli öğretim programları ortak metni*. Millî Eğitim Bakanlığı. https://mufredat.meb.gov.tr

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2014). *Roadmap for implementing the global action programme on education for sustainable development*. UNESCO.

Urhan, S. ve Dost, Ş. (2016). Matematiksel modelleme etkinliklerinin derslerde kullanımı: Öğretmen görüşleri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 15*(59), 1279-1295.

Uygan, C. (2019). Öğrenci matematiğini araştırmada öğretim deneyi yöntemi: Kuramsal temeller ve örnek bir uygulamadan yansımalar. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi, 7*(2), 792–825.

Ülgen, E. (2017). Akademik tefsir araştırmalarında interdisipliner yöntem ve önemi. *Bingöl Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi, 5* (10), 11-32.

Vars, G. F. (1991). Integrated curriculum in historical perspective. *Educational Leadership, 49*(2), 14–15.

Vorhölter, K. (2018). Metacognitive processes in mathematical modelling: Modelling competencies and learning success. *Educational Studies in Mathematics, 97*(3), 329–348. https://doi.org/10.1007/s10649-018-9812-9

Wang, H. (2012). *A new era of science education: Science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) integration* [Unpublished doctoral dissertation]. University of Minnesota.

Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research, 1*(2), Article 2. https://doi.org/10.5703/1288284314636

Watters, J. J., English, L. D., & Mahoney, S. (2004). *Mathematical modeling in the elementary school*. *American Educational Research Association Annual Meeting* (pp. 1-12). ABD: San Diego. Wickstrom, M. H.,& Aytes, T. (2018).

White, J. D., & Carpenter, J. P. (2008). Integrating mathematics into the introductory biology laboratory course. *Primus, 18*(1), 22-38.

Wu, X., Yang, Y., Zhou, X., Xia, Y., & Liao, H. (2024). A meta-analysis of interdisciplinary teaching abilities among elementary and secondary school STEM teachers. International *Journal of STEM Education, 11*, Article 38. https://doi.org/10.1186/s40594-024-00500-

Yalçın, M. (2013). Biyoloji dersinde disiplinlerarası çalışmaların öğrenme üzerine etkilerinin incelenmesi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, 2*(3), 117-122.

Yıldırım, A. (1996). Disiplinlerarası öğretim kavramı ve programlar açısından doğurduğu sonuçlar. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 12*(12), 89- 94.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yıldız, D, Özkaral, T., & Yavuz, M. (2017). Türkçe-Teknoloji-Sanat-Sosyal Bilgiler (2t2s): Bütünleşik öğrenme uygulaması. *Journal of Education and Future, 12*, 117.

Yoon, C., Dreyfus, T., &Thomas, M. O. (2010). How high is the tramping track? Mathematising and applying in a calculus model-eliciting activity. *Mathematics Education Research Journal, 22*(2), 141-157.

Yu, S.-Y., & Chang, C.-K. (2009). What did Taiwan mathematics teachers think of model-eliciting activities and modeling? In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling:*

International perspectives on the teaching and learning of mathematical modelling (pp. 147–156). New York: Springer.

Zawojewski, J. S., Lesh, R., & English, L. D. (2003). A models and modelling perspective on the role of small group learning. In R. A. Lesh & H. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning and teaching* (pp. 337-358). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Zbiek, R. M. & Conner, A. (2006). Beyond motivation: Exploring mathematical modeling as a context for deepening students' understandings of curricular mathematics. *Educational Studies in Mathematics, 63*, 89-112.

Zhang, J., Li, X. W., Tang, Z. X., Xiang, S. G., Tang, Y., Hu, W. X., et al. (2024). Effects of stress on sleep quality: multiple mediating effects of rumination and social anxiety. *Psicologia: Reflexao e Critica* 37, 1–10. doi: 10.1186/s41155-024-00294-2

Zihar, M. (2018). *Matematiksel modelleme yöntemiyle 8. sınıf üslü ifadeler konusunun öğretimine yönelik bir eylem araştırması* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Zubi, I., A., Peled, I., & Yarden, M. (2018). Children with mathematical difficulties cope with modelling tasks: what develops? *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. https://doi.org/10.1080/0020739X.2018.1527404

EKLER

EK 1: Etik Kurul

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİK KURULLARI
(Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma ve Yayın Etik Kurulu)
TOPLANTI TUTANAĞI

OTURUM TARİHİ	OTURUM SAYISI
18 ARALIK 2023	2023-12

KARAR NO 22: Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'nden alınan Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı öğretim üyelerinden Doç. Dr. Menekşe Seden TAPAN BROUTİN'in sorumluluğunda Matematik Eğitimi Bilim Dalı Doktora Programı öğrencisi Banu MEMİŞOĞLU'nun "Disiplinler Üstü verilen Öğretimin, 7. Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Yeterlik Gelişimine Yansıması" konulu tez çalışması kapsamında uygulanacak görüşme sorularının değerlendirilmesine geçildi.

Yapılan görüşmeler sonunda; Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı öğretim üyelerinden Doç. Dr. Menekşe Seden TAPAN BROUTİN'in sorumluluğunda Matematik Eğitimi Bilim Dalı Doktora Programı öğrencisi Banu MEMİŞOĞLU'nun "Disiplinler Üstü verilen Öğretimin, 7. Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Yeterlik Gelişimine Yansıması" konulu tez çalışması kapsamında uygulanacak görüşme sorularının fikri, hukuki ve telif hakları bakımından metot ve ölçeğine ilişkin sorumluluğu başvurucuya ait olmak üzere uygun olduğuna oybirliği ile karar verildi.

EK 2: Araştırma İzni

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

Sayı: E-20585590-302.14.02-14473 19.01.2024
Konu: Banu MEMİŞOĞLU'nun araştırma izni.

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

İlgi : 13.12.2023 tarihli ve 41401206-301.11-13905 sayılı yazınız.

Ana Bilim Dalınız doktora öğrencisi Banu MEMİŞOĞLU'nun araştırma izni çalışması kapsamında Balıkesir Valiliği İl Millî Eğitim Müdürlüğünden alınan yazı örneği ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi ve öğrenci ile danışmanı Doç. Dr. Menekşe Seden TAPAN BROUTIN'e bildirilmesi konusunda gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Kazım YOLDAŞ
Müdür

Ek:
1-Yazı Örneği
2-Eki

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır
Belge Doğrulama Kodu:qBSxqHUljkqK9uEH3a8qbg Belge Doğrulama Adresi: https://udos.uludag.edu.tr/Teyit/
BUÜ Eğitim Bilimleri Enst. Üniversite 1 Cd. No. 221 Görükle Kampüsü 16059 Nilüfer/BURSA
Telefon No: 0224 29 42 884 Faks No: 0224 29 40 975
e-Posta: egtbil@uludag.edu.tr İnternet Adresi: uludag.edu.tr/egtümbilimleri
Kep Adresi: uludag.rektorluk@hs03.kep.tr
Bilgi için: Halil AYDOĞAN
Bilgisayar İşletmeni
Telefon No: 0224 29 40 978
Bu belge UDOS ile hazırlanmıştır

T.C.
BALIKESİR VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-99191664-605.01-94510387 17.01.2024
Konu : Araştırma Uygulama İzin Talebi

DAĞITIM YERLERİNE

İlgi : a) Millî Eğitim Bakanlığı'nın 21/01/2020 tarih ve 2020/2 Nolu Araştırma Uygulama İzinleri Genelgesi.
b) Bursa Uludağ Üniversitesi Rektörlüğünün 29/12/2023 tarih ve 143223 sayılı yazısı.

Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik Eğitimi Doktora Programı öğrencisi Banu MEMİŞOĞLU' nun Müdürlüğümüze bağlı eğitim kurumlarımızda anket çalışması yapma izin talebine ilişkin ilgi (b) yazı ve ekleri Müdürlüğümüz tarafından incelenmiştir.

Müdürlüğümüze bağlı resmi/özel okul ve kurumlarda öğrenci, öğretmen ve okul yöneticilerinin katılımıyla yapılması planlanan uygulamanın denetimi ilçe millî eğitim müdürlükleri ve okul/kurum idaresinde olmak üzere, kurum faaliyetlerini aksatmadan, gönüllülük esasına göre; onaylı bir örneği Müdürlüğümüzde muhafaza edilen ve uygulama sırasında da mühürlü ve imzalı örnekten çoğaltılan, veri toplama araçlarının uygulanmasına ilgi (a) Genelge doğrultusunda; Valilik Makamının 16/01/2024 tarih 94491634 sayılı onayı ile izin verilmiştir.

İlgi (a) genelgenin 28. maddesinde "Araştırma uygulama izni alan kamu kurum ve kuruluşları, uluslararası kuruluşlar, üniversiteler, sivil toplum kuruluşları ve araştırmacılar tamamladıkları bilimsel araştırma ile ilgili sonuç raporlarını, izni aldıkları ilgili birime çalışma bitiminden itibaren 30 gün içerisinde göndereceklerdir." denildiğinden tamamlanan araştırmaya esas sonuç raporunun araştırmanın bitimini takiben en geç 30 gün içerisinde Müdürlüğümüz Strateji Geliştirme Şube Müdürlüğü (stratejigelistirme10@meb.gov.tr) mail adresine gönderilmesi gerekmektedir.

Gereğini bilgilerinize arz ve rica ederim.

Ali TATLI
Vali a.
İl Millî Eğitim Müdürü

Ek :
1-Onay (1 Adet)
2- Anket Formu (1 Sayfa)

Bilgi :
Bursa Uludağ Üniversitesi Rektörlüğüne
(Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı)

Dağıtım :
Gereği :
Altıeylül ve Karesi Kaymakamlığına
(İlçe Millî Eğitim Müdürlüğü)

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır
Adres : Kasaplar Mahallesi Sındırgı Caddesi No:1 Merkez/BALIKESİR
Belge Doğrulama Adresi : https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys
Bilgi için. Hasan KARADEMİR
Unvan V.H.K.İ.
Telefon No : (0 266) 277 10 49
E-Posta: stratejigelistirme10@meb.gov.tr
İnternet Adresi:balikesir.meb.gov.tr
Faks: (0 266) 277 10 66
Kep Adresi : meb@hs01.kep.tr

T.C.
BALIKESİR VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-99191664-605.01-94491634 16/01/2024
Konu : Araştırma İzni

VALİLİK MAKAMINA

İlgi : a) Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 21/01/2020 tarih ve 2020/2 sayılı Genelgesi.
b) Bursa Uludağ Üniversitesi Rektörlüğünün 29/12/2023 tarih ve 143223 sayılı yazısı.

Başvuru Sahibinin Adı Soyadı	Banu MEMİŞOĞLU
Danışmanı	Doç. Dr. Menekşe Seden Tapan Broutin
Kurumu/Üniversite/Görev Yeri	Uludağ Üniversitesi
Alan/Bölüm	Eğitim Bilimleri Enstitüsü/ Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı/ Matematik Eğitimi
Tez,Araştırma veya Anketin Konusu	"Disiplinler Üstü Verilen Eğitimin 7. Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Yeterlik Gelişimine Yansıması "
Başvuru Tarihi	29.12.2023
Başvuru Sayısı	93327926
Komisyon Toplantı Tarihi	12.01.2024
Çalışma Başlama Tarihi	15.01.2024
Çalışma Bitiş Tarihi	24.05.2024
Veri Toplama Araçları	• Görüşme Soruları
Araştırma Türü	Doktora Tezi
ÇALIŞMA YAPILACAK EĞİTİM KURUMLARININ LİSTESİ	
Balıkesir Karesi ve Altıeylül ilçelerinde resmi ortaokul ve imam-hatip ortaokullarında öğrenim gören öğrencilere uygulanacaktır.	

29/12/2023 tarihli araştırma izni başvurusu 21.01.2020 tarih ve 2020/2 sayılı araştırma, yarışma ve sosyal etkinlik izinlerine ilişkin genelge kapsamında değerlendirilmiştir. Lisans, lisansüstü, TÜBİTAK çalışmalarına ve seminer ödevlerine veri toplamak amacıyla, araştırma önerisinin ve veri toplama araçlarının içerik ve kapsam yönünden Türk Millî Eğitiminin amaçlarına uygun olduğu, millî ve manevi değerlere aykırı ve kişilik haklarını zedeleyecek herhangi bir unsur taşımadığı görülmüştür.

Bakanlığımıza bağlı okul ve kurumlarda yapılacak Araştırma, Yarışma ve Sosyal Etkinlik izinleri ilgi (a) genelge gereğince yukarıdaki bilgileri belirtilen çalışmanın, eğitim kurumlarında, okul/kurum müdürlüklerinin denetiminde, öğrenci ve velilerin kişisel bilgilerinin alınmaması/verilmemesi kaydı ile yapılması Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Adres : Kasaplar Mahallesi Sındırgı Caddesi No 1 Merkez/BALIKESİR
Belge Doğrulama Adresi : https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys
Bilgi için: Hasan KARADEMİR
Unvan : V.H.K.İ.
Telefon No : (0 266) 277 10 49
E-Posta. stratejigelistirme10@meb.gov.tr
İnternet Adresi. balikesir.meb.gov.tr
Faks: (0 266) 277 10 66
Kep Adresi : meb@hs01.kep.tr

Ali TATLI
İl Millî Eğitim Müdürü

OLUR
16/01/2024
Mustafa ÇEK
Vali a.
Vali Yardımcısı

Ek : Anket Formu (1 Sayfa)

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır
Adres : Kasaplar Mahallesi Sındırgı Caddesi No:1 Merkez/BALIKESİR
Belge Doğrulama Adresi : https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys
Bilgi için Hasan KARADEMİR
Unvan V.H.K.İ.
Telefon No (0 266) 277 10 49
E-Posta. stratejigelistirme10@meb.gov.tr
İnternet Adresi balikesir.meb.gov.tr
Faks: (0 266) 277 10 66
Kep Adresi : meb@hs01.kep.tr

EK 5: Model Oluşturma Etkinlikleri

TANITICI MAKALE

AŞURE



Aşure, haşlanmış buğday tanelerinden yapılan bir tatlıdır. Aşurenin kökeni tarıma başlanan ilk döneme kadar iner. Aşure, buğday kültürü ile Mezopotamya'dan yayılmıştır. Bu yüzden Çin'den İngiltere'ye kadar dünyanın birçok ülkesinde aşure benzeri, bayram veya yeni yıl yemeklerine rastlanır.

Türkiye'de Aşure, buğdaydan başka çeşitli tahıl, bakliyat ve kuruyemişlerle yapılır. Genellikle tatlı olarak yapılsa da bazı yörelerde etli veya tuzlu türlerine de rastlanır. Her evde farklı malzemeler ve farklı yöntemlerle yapılan aşurenin insanları bir araya getiren bir özelliği olduğunu söylemek mümkün. Eldeki malzemelerle yapılan, bereket getirdiğine inanılan ve kase kase paylaşılan aşure; farklı coğrafyalarda farklı kültürlerde günümüze kadar ulaşan bir lezzettir.

Aşure, Hicri takvime göre Muharrem ayının onuncu günü yapılan tatlıdır. İslami inanca göre Muharrem ayının onuncu günü, Nuh peygamber Büyük Tufan'dan sonra karaya ayak bastığında, elinde kalan son malzemelerle bu tatlıyı yapmıştır. Temel olarak su, buğday, nohut, toz şeker, fasulye, pirinç kullanılarak yapılır. Süsleme amacı ile ceviz, fındık, çam fıstığı, badem, nar, susam ve tarçın gibi kuruyemiş, meyve ve baharatlar kullanılır.

Aşure, Arapça ''aşara'' kelimesinden türeyen aşure kelimesinin Sami diller arasında ortak olduğu düşünülür. Ermeni ve Rum kültüründe de vardır. Ermeniler, 6 Ocak'ta ''anuş-abur'' yaparken; Rumlar, buğday, kuru üzüm ve bal ile ''koliva'' yapmaktadırlar.

Peki ''aşure'' ne anlama gelir?

''Aşure, (Aşara) Arapça' da 10 manasına gelen ''aşara'' kelimesinden türemiştir. Sözcüğün Sâmî diller arasında ortak bir sözcük olduğu düşünülmektedir.

Aşure dağıtmak ise toplumumuzda önemli bir gelenektir. Anadolu'nun hemen her yerinde bilinen ve hâlâ uygulanan aşure geleneği, günümüzde köy derneklerinin düzenlediği çeşitli organizasyonlar yoluyla bir şenliğe de dönüştürülmüştür. Aşure pişerse dağıtılır, dağıtıldıkça lezzetlenir ve paylaştıkça daha da tatlanır.

Yukarıdaki bilgilere göre lütfen aşağıdaki soruları yanıtlayınız:

1. Aşureyi süsleme amacı ile üzerine hangi ürünler eklenmektedir?
2. "Aşara" kelimesi ne anlama gelmektedir?
3. Hicri takvime göre aşure hangi ay yapılmaktadır?
4. Aşure dağıtma ve benzeri geleneklerimize devam edilmesi toplumumuzda sosyal yaşama ne gibi katkılar sağlamaktadır? Düşüncelerinizi açıklayınız.

AŞURE PROBLEMİ

Cemile'nin okulunda düzenlenecek kermes için annesi 40 kişilik aşure yapacaktır. Bunun için internetteki bir yemek sitesinden 8 kişilik bir aşure tarifi bulmuştur. Tarife göre malzeme listesi:

MALZEME LİSTESİ
(8 kişi için)
200 gr. aşurelik buğday
1/2 su bardağı nohut
1/2 su kuru fasulye
75 gr. kuru kayısı
75 gr. kuru incir
40 gr. fındık içi
60 gr. ceviz içi
75 gr. kuru üzüm
200 gr. toz şeker

Cemile'nin annesi listeye göre evdeki malzemeleri kontrol ettikten sonra evde ceviz ve fındık içi olmadığını fark etmiştir. Annesi Cemile'den fındık ve ceviz içi almasını istemiştir. Cemile'nin malzemeleri alabilmesi için Yörem ve Doğal adında iki kuruyemişçi vardır. Fakat Doğal kuruyemişçisine toplu taşıma aracıyla gidip gelmesi gerekmektedir. Her iki kuruyemişçideki ceviz ve fındık içi fiyatları aşağıda verilmiştir.

KURUYEM İŞÇİ	CEVİZ İÇİ (kg)	FINDIK İÇİ (kg)
YÖREM	250 TL	420 TL
DOĞAL	160 TL	450 TL

Sizce Cemile'nin hangi kuruyemişçiden alması mantıklı olacaktır?

TANITICI MAKALE

SUYUN ÖNEMİ ve TASARRUF

Doğal kaynakların bilinçsiz kullanımı çağımızın en büyük sorunu olarak canlı organizmaların topluluğu ve içinde yaşadıkları çevrenin doğal kaynakları olan ekosistemi tüketiyor; atıkların havada, toprakta ve suda birikmesine yol açıyor. Gelinen noktada kaynaklarımız tükenirken doğal yaşam büyük tehlikeye giriyor.

En küçük canlı organizmadan, en büyük canlı varlığa kadar, bütün biyolojik hayatı ve bütün insan faaliyetlerini ayakta tutan sudur. Dünyamızın 3/4 'ünü su kaplamaktadır. İnsan vücudunun önemli bir kısmı su molekülünden oluşmaktadır. Vücudumuzun 2/3'ünün su moleküllerinden oluştuğunu öğrendiğimizde, suyun ne kadar önemli olduğunu anlayabiliriz.

Dünyada kişi başına su tüketimi yılda ortalama 800 m^3 civarındadır. Dünya nüfusunun yaklaşık %20'sine karşılık gelen 1,4 milyar insan yeterli içme suyundan mahrum olup, 2,3 milyar kişi sağlıklı suya hasrettir.

Su tasarrufu, suya olan talebi azaltmak için ekonomik ve çevreci bir yoldur. Su tasarrufu, içme suyu temininde kullanılan malzemelerin ömrünü uzatır ve gölleri, barajları, akarsuları ve yeraltı suları gibi kaynakları korur.



Evlerimizdeki çamaşır, bulaşık makinesini kullanırken kaynakların etkili kullanımı bakımından enerji ve su tasarrufuna dikkat etmeliyiz. Evde harcanan suyun ortalama olarak %15'i çamaşır yıkamak için kullanılır. Çamaşır için sadece su değil, enerji ve deterjan da harcanır. Çamaşır makineleri tamamen dolduğunda çalıştırıldığında enerji, deterjan ve sudan tasarruf edilebilir.

Nüfusun hızla artması, buna karşılık su kaynaklarının sabit kalması sebebiyle su ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Geleceğe bırakabileceğimiz başka bir dünyamız olmadığı için kaynaklarımızı sınırsızca kullanamayız.

Yukarıdaki bilgilere göre lütfen aşağıdaki soruları yanıtlayınız:

1. Doğal kaynakların bilinçsiz kullanımının zararları nelerdir?
2. Ekonomik ve çevreci bir yöntem olan su tasarrufunun sağladığı yararlar nelerdir?
3. Su ihtiyacının her geçen gün artmasının en önemli sebepleri arasında neler yer almaktadır?
4. Daha fazla su tasarruf edebilmek için evlerimizde neler yapılabilir?

DETERJAN TÜKETİMİ PROBLEMİ

Bir çamaşırhanede çamaşır alma kapasitelerine göre A, B ve C türünde üç farklı model çamaşır makinesi vardır. Görselde verilen deterjanın, arkasındaki açıklamada bu makinelerin çamaşır yıkama kapasitelerine göre her yıkamada kullanılan sıvı deterjan miktarları verilmiştir.



A B C

Çamaşır alma kapasitesine göre üç farklı makine bulunan bir çamaşırhanenin günlük çamaşır yıkama kapasitesi 50 kilogramdır. Makinede unutulabilecek renkli bir çamaşırın beyazların rengini bozmaması için beyaz çamaşırlar en fazla 12 kg çamaşır yıkayabilen en büyük kapasiteli C türü çamaşır makinesinde yıkanmaktadır. Renkli çamaşırlar ise B ve C türü çamaşır makinelerinde yıkanmaktadır.

Günlük yıkama kapasitesini doldurulduğu ve renkli çamaşırların beyaz çamaşırlara oranının 2/3 olduğu bir günde en az sıvı deterjanı kullanmak için hangi makineler kaç defa çalıştırılmış olmalıdır?

(*Görselde belirtilen miktarlar kullanılmıştır.)*

TANITICI MAKALE

KAĞIT ATIK ÜRÜNLER



1 Ton kağıt ne kazandırır?

- 177 kg sera gazı
- 4100 kwh enerji
- %40 enerji tasarrufu
- 17 adet kurtarılan ağaç
- 800 kg ham madde tasarrufu

Kağıt, hammadde miktarında önemli oranda tasarruf sağlaması ve ekonomik değerinin yüksek olması nedeniyle önemli geri dönüşüm ürünüdür. Atık kağıtların toplanıp ayrıştırılması çevre kirliliğini azaltmaya katkıda bulunur. Okunmuş gazete, dergileri kullanılmış defterler, kitaplar, not kağıtları, atık kartonlar, plastik içermeyen bisküvi, sakız vb. kağıtları, kağıt torbalar kağıt atık ürünleri arasında yer alır.

Geri dönüşümün yazılı kaynaklara dayandırılan en eski tarih 1031 yılına kadar uzanır. Kaynakların kısıtlı olması ve üretim süreçlerinin uzun olması insanları geri dönüşüme yönlendirmiştir. Japonya'da 1031 yılında kullanılan kağıtlar geri dönüşüme dahil edilmiş ve yeniden kağıt olarak kullanılmıştır. Daha sonraki kaynak ise 1960 yılında kurulan Rittenhouse değirmenini gösterir. Bu değirmen geri dönüşüm kaynaklı kağıt üretimi için kurulmuştur.

Atıkları uygun şekilde geri dönüştürerek ve yeniden kullanarak; çöplüklere karışan, okyanuslarda yaşayan ve ekosistemlere zarar veren çevreye zararlı atıkların sayısını azaltmak mümkün. Örneğin kullanılmış kağıt ürünlerin geri dönüştürülmesi hava kirliliğini %73, su kirliliğini %35 oranlarında azaltır. Geri dönüşüm doğa ve canlılar için pek çok fayda sağlasa da bu, her şeyi geri dönüşüm kutularına atabileceğimiz anlamına gelmez. Yönergeler ülkelere farklılık gösterse de bazı malzemeler genel olarak geri dönüştürülemez grubundadır. Geri dönüşüme dahil edilemeyen malzemelerin yaşam döngüsü sona ermiş demektir.

HAZIR OLUŞ SORULARI

1 Atık kağıtların toplanıp ayrıştırılması amacıyla çevremizde yer alan kağıt atık ürünlerine örnekler veriniz.

2. Bir yerleşim bölgesinde 50 ton kağıt tüketimi azaltılsa ortalama kaç adet ağaç kurtarılmış olur?

3. Tarihte 1960 yılında kurulan Rittenhouse değirmeninin kuruluş amacı nedir?

4. Çevrenizde atık kağıt ürünlerinin geri dönüşüme kazandırılması için neler yapılabilir?

GERİ DÖNÜŞÜM GÜNÜ PROBLEMİ



Bir sınıfta, öğrencilerin mart ve nisan aylarında kağıt hurda toplayacakları bir yarışma düzenlenmiştir. Yarışma sonucu 17 Mayıs Uluslararası Geri Dönüşüm Günü'nde açıklanacaktır. Yarışmaya katılan 7/A sınıfı öğrencileri A, B, C ve D olmak üzere dört gruba ayrılmıştır. Her bir grup farklı türde kağıt hurda toplamaya karar vermiştir. Grupların toplayacakları kağıt türleri ve geri dönüşüm alım fiyatları tabloda verilmiştir.

Tablo: Kağıt Hurda Türleri ve Alım Fiyatları

GRUP	KAĞIşIT HURDA TÜRÜ	KAĞIT HURDA FİYATI (kg)
A	Kullanılmış gazete	3 TL
B	Karışık renkli kağıt	4 TL
C	A-4 fotokopi kağıdı	4,5 TL
D	Hurda karton kağıdı	2 TL

Yarışmayı iki ay boyunca topladıkları kağıt hurdaların alım ücreti en fazla olan grup kazanacaktır. Kazananı belirlemek amacıyla bir komisyon kurulmuş ve gruplardan mart ve nisan ayı sonunda toplanan kağıt hurda miktarlarını kg cinsinden yazmaları istenmiştir.

	GRUPLAR			
AYLAR	A	B	C	D
MART	24 kg	32 kg	18 kg	27 kg
NİSAN	-	24 kg	-	-

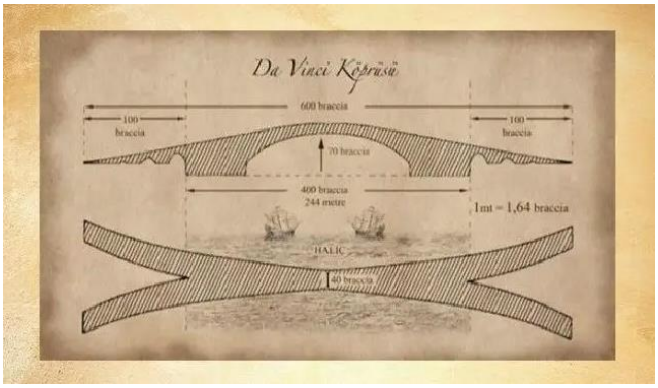
Tabloya tüm verilerin yazılmadığını fark eten komisyon üyeleri öğrencilerden aşağıdaki bilgileri öğrenmiştir.

- A ve B grubu ile C ve D gruplarının topladıkları kağıt hurda miktarları her ay orantılıdır.
- Nisan ayında A ve B grubunun alacağı toplam kağıt hurda alım ücreti ile C ve D grubunun alacağı toplam alım ücreti birbirine eşittir.

Öğrenilen bilgilerle yarışmayı kazanan grubun belirlenmesinde komisyon üyelerine yardımcı olunuz. Sizce yarışmayı hangi grup kazanmıştır?
Grupların topladıkları kağıt miktarları değişmeden, seçimlerini farklı kağıt türünde yapsalardı yarışma sonucu değişir miydi? Nedenleriyle açıklayınız.

TANITICI MAKALE

DA VİNCİ KÖPRÜSÜ



1481-1512 yılları arasında Osmanlı İmparatorluğu'nun hükümdarı olan Sultan II. Bayezid, Haliç boyunca uzanabilecek köprü tasarımları için talepte bulunduğunda Da Vinci, yenilikçi bir köprü taslağı sundu. Bu bölgede aslında 6. yüzyılda Büyük Justinianus tarafından yapılmış olan bir köprü vardı. Ancak Sultan bu köprüyü merkeze daha yakın bir yere almak istiyordu. Bu köprü için padişah öneriler aldı. Da Vinci, padişaha mektup gönderenler arasındaydı.

Leonardo Da Vinci çalışmalarını ve çizimlerini deftere kaydederdi. Bu çizimler ve defter sayfalarının bir kısmı günümüzde Paris'teki Fransa Enstitüsünde bulunuyor. Herhangi bir sabitleyici, çekiç ya da çiviye ihtiyaç duymadan inşa edilen bu köprünün, çalışma prensibi, köprünün üzerine binen ağırlığın, çubukların daha fazla kenetlenmesini sağlıyor olmasıdır. Ağırlık sayesinde, çubuklara binen yük eşit şekilde tüm ayaklara dağılır, çubuklar kaymadan daha sıkı şekilde birbirine kenetlenir ve köprü bu sayede çökmez. Da Vinci köprü tasarımı geniş bir tek bir kemere sahipti. Ayrıca gemilerinin altından geçmesine izin verecek kadar uzun olacaktı.

Leonardo da Vinci'nin görünüşe göre bölgenin depreme eğilimli olduğunu tespit ettiği ve ekstra stabilite sağlayacak geniş temeller gibi özellikleri dahil ettiği anlaşıldı. Bir grup araştırmacının yaptığı köprünün modelinde, yapının direncini test etmek için köprüyü iki hareketli platform üzerine inşa ettiler ve ardından zayıf topraktan kaynaklanabilecek temel hareketlerini simüle etmek için birini diğerinden uzaklaştırdılar. Köprü yatay harekete direnç gösterdi, tamamen çökme noktasına kadar gerilene kadar sadece hafifçe deforme oldu. Araştırmacılar hazırladıkları blokları bir iskele kullanarak bir araya getirdiler. Son olarak "kilit taşı" kemerin üstüne konuldu ve iskele çıkartıldı. Sonuçta köprü ayakta kaldı. Köprüde kullanılan bloklar, sadece sıkıştırma ile bir arada kalmıştır. Bu da aslında geometrinin gücünün bir kanıtıdır.

Yukarıdaki bilgilere göre lütfen aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

1) Da Vinci, yenilikçi bir köprü taslağına ait çizimler ve defter sayfalarının bir kısmı günümüzde nerede bulunmaktadır?
2) Köprünün çalışma prensibi nedir?
3) Da Vinci köprü tasarımında geniş tek bir kemer oluşturulma sebebi nedir?
4) Ülkemizde geçmişte yapılan tarihi yapılarda hangi disiplinlerin iş birliği ile ergonomi, dayanıklılık ve estetik eserlerin oluşumu sağlanmıştır? Araştırarak bilgilerinizi paylaşınız.

DA VİNCİ KÖPRÜSÜ PROBLEMİ



Teknoloji ve Tasarım dersi öğretmeni Ebru Öğretmen, görselde verilen okullarının bahçesindeki truncu ve yeşile boyanmış kereste parçalarından oluşan Da Vinci Köprüsü modelinin yapılışını göstermiştir. Bahçedeki köprü 75 cm uzunluğunda yeşil ve 90 cm uzunluğunda truncu renkli parçalardan oluşmaktadır. Bir hafta sonraki derslerinde bu köprünün, orantı sabiti 1/10 olacak şekilde küçültülmüş maketini eşit sayıda parça kullanarak herbir öğrencinin yapacağını söylemiştir.
Ebru Öğretmen, sınıfa kullanabilecekleri malzemelerden birer örnek ile cetvel getirmiştir. Öğrencilerden maketin yapımı için toplamaları gereken gerekli uzunluktaki iki malzemeyi listeden seçerek işaretlemelerini istemiştir.

	MALZEMELER
	Pipet
	Ahşap çöp şiş çubuğu
	Kürdan
	Dondurma çubuğu
	Kibrit çöpü
	Kulak çubuğu
	Ahşap tahta karıştırıcı

20 kişilik sınıfta malzeme toplamak için gönüllü olan öğrenciler, bir hafta boyunca tüm sınıf için malzemeleri toplayabileceklerini söylemişler ve gereken iki farklı malzemeyi listeden seçmişledir.
Bir tablo oluşturan gönüllü öğrenciler ilk günden itibaren her günün sonuda toplanan kısa ve uzun malzeme adetini tabloya yazmaya başlamışlardır.

GÜN	KISA MALZEME (adet)	UZUN MALZEME (adet)
1	5	8
2	10	16
3	15	24
4	.	.
5	.	.
6	.	.
7	.	.

Bir hafta boyunca bibirleriyle doğru orantılı olarak toplanan kısa ve uzun malzemelerin ilk üç gün toplanan miktarları tobloda verilmiştir.
-Sizce maketin yapımı için gönüllülerin hangi malzemeleri seçmeleri gerekmektedir ?
-Sizce gönüllülerin tüm sınıf için hafta boyunca topladıkları malzemeler yeterli midir?
Yeterli değil ise eksik malzemeleri Ebru Öğretmen tamamlayacağı için malzeme türü ve adedini belirlenmesine yardımcı olunuz.

TANITICI MAKALE

İSRAFTAN TASARRUFA YOLCULUK

Nüfus hızla artarken su kaynaklarının sabit kalması sebebiyle su ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Geleceğe bırakabileceğimiz başka bir dünyamız olmadığı için kaynaklarımızı sınırsızca kullanamayız. Suya olan talebi azaltmak için ekonomik ve çevreci bir yol olan su tasarrufu: gölleri, barajları, akarsuları ve yeraltı suları gibi kaynakları korur. Geleceğe bırakabileceğimiz başka bir dünyamız olmadığı için kaynaklarımızı sınırsızca kullanamayız.

Su tasarrufuyla yalnızca çevrenin ve iklimin korunmasına katkıda bulunmakla kalınmaz, aynı zamanda bütçelerde korunur. Diş fırçalarken veya tıraş olurken musluğu açık bırakanlar, kullanılan aparatlara bağlı olarak dakikada 5 ila 15 litre arasında suyu israf eder.

Hem çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunmak hem de ekonomik olarak fayda sağlamak için su tasarruf önemlidir. Bu yöntemleri günlük yaşamınıza entegre ederek hem su faturalarınızı azaltabilir hem de su kaynaklarını koruma altına alabilirsiniz.

Otomatik, temassız, hareket algılayıcı musluk veya sensörlü musluklar yakın çevredeki kullanıcının ellerinin varlığına tepki olarak suyun akmasına izin verip vanasını açan mekanizma ve yakınlık sensörüyle donatılmış musluklardır. Bir alışveriş merkezini hafta sonları ortalama 20 bin kişi ziyaret ediyor. Bu alışveriş merkezindeki musluklar fotoselli batarya ile değiştirilirse yılda 384 ton su tasarrufu sağlanır. Fotoselli musluklar olarak adlandırılan sensörlü bataryalar çoğunlukla banyo ya da mutfak gibi alanlarda kullanılarak su tasarrufu sağlar ve kaynaklarımızın kullanımında israfın önüne geçer.

Tüketim kültürünün sonucu olan aşırı tüketim anlayışı türlerin yok olmasına, çevresel felaketlere ve kaynakların hızlı bir şekilde tüketilerek israf edilmesine yol açmaktadır. Bu sorunların çözülebilmesi için kaybolan ahlaki değerlerin yeniden kazanılması yeni neslin tüketim ile ilgili bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Her birimiz, suyun kıymetini bilmeli ve gelecek nesillere temiz su kaynakları bırakmak için sorumluluk almalıyız.

İsrafın önlenebilmesi için sadece bireysel olarak değil toplumsal olarak görevler düşmektedir. Kaynakları savurgan ve tutarsız kullanmak yerine, kaynakları verimli bir şekilde kullanarak gelecek nesillere aktarılması sağlanmalıdır.

Yukarıdaki bilgilere göre lütfen aşağıdaki soruları yanıtlayınız:

1. Su tasarrufu neden önemlidir?
2. Metindeki bilgiler göre bir alışveriş merkezini hafta sonları ortalama 3 bin kişi ziyaret ettiğini düşünürsek musluklar fotoselli batarya ile değiştirilseydi yılda kaç ton su tasarrufu sağlanırdı?
3. Doğal kaynakların bilinçsiz kullanımının zararları nelerdir?
4. Günlük yaşamda kaynaklarımızın (su, gıda, para, enerji vb.) kullanımında israfın azaltılması ya da önlenmesini teşvik etmek için neler yapılabilir?

SENSÖRLÜ MUSLUK PROBLEMİ



Her bir apartmanda 5'er dairenin bulunduğu 6 apartmanlı Kepsutlu Sitesi'nde su tüketimine ait aylık su faturaları toplu olarak site yönetimi tarafından ödenmektedir. Daire başına düşen ödeme ise gelen toplu fatura tutarının daire sayısına bölünerek bulunmaktadır. Aralık ayında daire başına düşen su tüketim ücreti 400 TL olarak hesaplanmıştır.

Sitenin yönetim kurulu toplantıları Aralık ve Temmuz aylarında yapılmaktadır. Aralık ayı toplantısında yönetim kurulunca, boşa akıtılan suların azaltılması ve faturaların düşmesi için bir öneri sunulmuştur. Her ay bir apartmandaki dairelerin değişimi tamamlanmak şartıyla haziran ayı dahil olmak üzere tüm dairelerin banyo ve mutfak musluklarının yerine sensörle çalışan muslukların takılması önerilmiştir.

Site yönetiminin konuyla ilgili görüştükleri firma yetkilileri bu değişimin aylık faturalarda 4/10 oranında tasarruf sağladığı, bir daire için banyo ve mutfak sensörlü musluk değişim bedelinin 3600 TL olduğunu iletmişlerdir. Yetkililer ocak ayından itibaren faturalara yansıtılacak şekilde haziran ayına kadar her ay bir apartmandaki değişimlerin tamamlanması şartıyla tüm sitedeki banyo ve mutfak musluklarını bu fiyata değiştirilebileceklerini iletmiştir.

Site sakinlerinin çoğunluğu, günümüz fiyatlarıyla (6 ay boyunca su fiyatının ve tüketim miktarının sabit kaldığını düşünerek) mayıs ayında oluşan sitenin toplam fatura bedeli üzerindeki tasarruf miktarının bir daireye takılacak sensörlü musluklar için verilen değişim bedelini karşılarsa önerinin kabul edilebileceği kararlaştırılmıştır.

Sizce site yönetim kurulunun kararı verebilmesi için aşağıdaki varsayımlardan hangisi ya da hangilerini kullanmalıdır? Aşağıdaki varsayımlar dışında gerekli olduğunu düşündüğünüz başka varsayımlar varsa ekleyiniz.

( ) Dairede yaşayan kişi sayısı
( ) Sensörlü musluk maliyeti
( ) Apartman sayısı
( ) Faturalardaki indirim oranı
( ) Aralık ayına ait daire başına düşen su tüketim ücreti
( ) Apartmandaki daire sayısı
( ) Firma yetkililerinin çalıştıracağı işçi sayısı

Yönetim kurulu üyeleri karar vermekte güçlük çekmektedirler. Kurul üyelerine yardımcı olmak için grup arkadaşlarınızla tartışarak süreçteki tasarruf miktarıyla ilgili Ocak-Haziran ayı sürecinde sitenin aylık toplam fatura tutarının aylara göre değişimini gösteren grafiği çizerek yardımcı olunuz.

TANITICI MAKALE

DAMLA SULAMA SİSTEMİ

Toprak altı damla sulama, suyun yavaş ve devamlı bir şekilde damlalar halinde bitki kök bölgesine, toprak ve bitki nem eksikliği hissetmeden sık aralıklarla verilmesidir. Toprak yüzeyi kuru tutularak suyun kök bölgesine en verimli şekilde yayılması sağlanır.

Fasulye bitkisi, suya ihtiyaç duyduğunda yaprakları solar ve hızlı bir şekilde büyümesini durdurur. Bu nedenle, bitkinin su ihtiyacını karşılamak için toprağın nem oranını düzenli olarak kontrol etmek önemlidir. Sistem sayesinde yabancı ot gelişimi azalır, bitkinin yeşil kısmı ıslanmayacağından sebzelerde lekelenme ve mantar hastalıklar olmaz. Gübreleme ve ilaçlamada maddelerin su ile yıkanıp ortadan gitme olasılığı ortadan kalkacağı için daha verimli şekilde yapılır. Su kaybını en aza indiren sistemdir.

DAMLA SULAMA SİSTEMİ PROBLEMİ

Çiftçi Erdem ve komşusu Cihan fasulye üretmektedirler. Erdem'in ekim yaptığı tarım arazilerine kurdurduğu yeni sulama sitemiyle ilgili aralarında aşağıdaki diyalog geçmiştir.

Erdem: Fasulye ektiğim daha önce yağmurlama, karık gibi sistemlerle suladığım 15 dekar tarlamda başta işçilik olmak üzere maliyetlerim çok yüksekti. Toplam 60 ton su harcamıştım. 2023 yılında araştırmalarım sonucunda toprak altı damla sulama sistemi sayesinde, su tüketiminden %40 tasarruf ederken ürün verimim de %35 oranında arttı.

Cihan: Erdem sistemi kurdurmadan önce kaç dönümden ne kadar ürün alıyordun?

Erdem: 15 dönümlük arazide 9 ton ürün yetişti.

Cihan: Muhtarlıktaki yazıda okudum devlet bu yıl damla sulama yöntemini kullananlara su bedelinde indirim yapıyormuş Erdem.

Cihan Erdem'e 2024 yılı için uygulanan Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün yayınladığı. "Sulama Birliklerince 2024 Yılında Su Kullanım Hizmet Bedeli" başlıklı yazıyı göstermiştir:

> Sulama sistemi yağmurlama ve damla sulama yöntemine göre inşa edilen ve teknik koşulların (sistem işletme basıncı vb.) uygun olduğu sulama tesislerinde; su ve enerji tasarrufunu teşvik etmek maksadıyla, sulamadan faydalanma sözleşmesinde taahhüt edilen hükümler saklı kalmak kaydıyla, yağmurlama ve damla sulama yöntemiyle sulama yapan su kullanıcılarına, sulama birliğinin kararı ve DSİ Bölge Müdürlüğünün onayı ile su kullanım hizmet bedeli %50'ye kadar indirimli uygulanabilir.

Erdem: Bu daha da güzel bir haber. Toprak altı damla sulama sistemi bizler için daha da avantajlı oldu.

Cihan: Senle sisteme geçmeden önce dönüm başına düşen, tükettiğimiz su ile topladığımız ürün miktarı aynıydı. Bu yıl ton başı su bedeli ne kadar olmuş? Sisteme geçince su kullanım hizmet bedeli indiriminden en fazla yararlanacak şekilde bir hesap yapayım.

Erdem: 2024 yılı için m^3 başına belirlenen ücret 0,783 TL olmuş.

Cihan, 2024 yılında ürünlerini toprak *altı damla sulama sistemine geçerek yetiştirmeye karar vermiştir. Fasulye ekimi yaptığı 5 dönümlük tarlası için ödeyeceği su bedeli ve toplayacağı ürün miktarını hesaplamasına yardım ediniz.*

TANITICI MAKALE

ÜRETİM TEKNOLOJİSİNDEKİ GELİŞİMLE DEĞİŞEN GERİ DÖNÜŞÜM

Dünyanın hızla değişmesi, ürünlerin üretim şekil ve yöntemleri, tüketim ve dağıtım geri dönüşüm planlamalarını da değiştirmektedir. Teknolojinin gelişmesi ile elektronik ürünler hem evlerde hem de işyerlerinde kullanılarak hayatı kolaylaştırmaktadır. Kullanım ömrü dolmuş elektronik ürünlere ise elektronik atık adı verilir.

Elektronik atıklar yapılarında bulunan ağır metaller nedeniyle çevre ve insan sağlığının korunması için büyük bir tehdit unsuru oluşturmaktadır. Atık fabrikalarında elektronik atıklara ön işlem uygulanarak geri kazanımı sağlanmaktadır.

Atık elektrikli ve elektronik eşyalar ön işlem tesislerinde elle veya kırıcı makineler ile kırılarak metal, plastik, cam vb. parçalar ayrıştırılır. Ayrıştırılan bu parçalar geri kazanım tesislerine gönderilerek her bir malzemenin geri kazanımı sağlanır.

Hurda, genellikle tekrar kullanılabilirliklerini kaybeden, fonksiyonel değeri olmayan ve süresi dolmuş tüm madde ve malzemelerin adıdır. Endüstriyel ve ekonomik olarak gelişmiş ülkelerde, atıklar yeni ürünler kadar değerlidir. Bunun nedeni, geri dönüşüm sürecinde kullanılmalarıdır. Aşırı endüstriyel atık, farklı ürünlere dönüştürülebilen ve farklı alanlarda kullanılabilen hurda haline gelir.

"Hurda" adı verilenler dışında, hurda olarak tanımlanan tüm malzeme ve malzemelerin tek ortak özelliği, asla eskisi gibi kullanılamamasıdır. Ek olarak, tüm atık malzemeler bir şekilde geri dönüştürülebilir ve faydalı ara malzemelere veya hammadde girdilerine dönüştürülebilir. Bu da hurda fiyatları konusunda değişikliklere neden olmaktadır. Makinelerin durumuna ve de malzeme özelliklerine göre, hurda fiyatları açısından farklı ücretlendirmeler oluşabilmektedir. Bunun nedenlerinden biri hem hurdaların temizliği hem de materyalinin yeniden kullanılabilir hale getirilirken yapılacak olan işlemlerin sıralamasına ve de yoğunluğuna göre belirlenmesidir.

Metal hurda, otomobil hurda, elektronik alet hurda, plastik hurda, kâğıt hurda ve bilgisayar hurda gibi çeşitler bulunmaktadır. Bununla birlikte, bu atık maddeler arasında, özellikle kâğıt ve metal hurdaları, eski zamanlardan beri en çok ihtiyaç duyulan maddeler arasında yer almaktadır. Aynı zamanda, son yıllarda, elektronik hurda ve bilgisayar hurdası da bu pazarda hurda fiyatları belirlenmekte ve kendi kategorilerini yaratmaktadırlar.

Yukarıdaki bilgilere göre aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

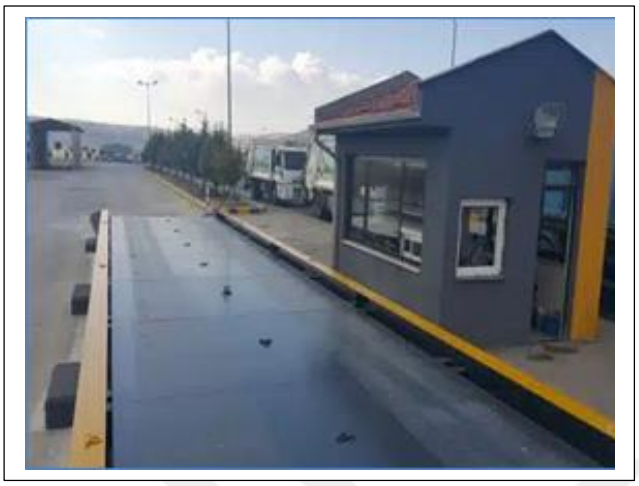
1. Hurda nedir?

2. Endüstriyel ve ekonomik olarak gelişmiş ülkelerde, atıkların yeni ürünler kadar değerli olmasının sebebi nedir?

3. Hurda türleri arasında en çok ihtiyaç duyulan maddeler nelerdir?

4. Genel olarak, toplanan hurdaların geri dönüşüme sağladığı katkılar nelerdir? Düşüncelinizi açıklayınız.

HURDA PROBLEMİ



Ülkemizde ticari araçların ağırlık sınırlarını aşıp aşmadıklarını belirlemek için yollarda araç denetim istasyonları bulunmaktadır. Azami yüklü ağırlık, aracın güvenle taşıyabileceği azami yükle birlikte ağırlığıdır.

Denetim istasyonunda kantara çıkan araçta; aracın azami yüklü ağırlığı ile tartı toleransının toplamı esas alınır. Kantarda bu toplamdan daha fazla bir ağırlık çıkarsa araca ceza uygulanır.

Tartı toleransı ise aracın azami yüklü ağırlığı kullanılarak hesaplanmaktadır. Tartı toleransı en çok;

[(aracın azami yüklü ağırlığı x %3,75) + 500] kg ***olmaktadır.***

Denetim istasyonunda kantarda aracın azami yüklü ağırlığı ile tartı toleransının toplamından daha fazla bir değer çıkarsa araca ceza uygulanır.



Murat, çevre ilçelerde üretim yapan işletmelerden çıkan hurda toplama demir ve hurda teneke ürünlerini alarak geri dönüşüm tesisine satmaktadır. Aldığı ürünleri satacağı, Bursa organize sanayi bölgesinde bulunan geri dönüşüm tesisinin firma yetkilileriyle güncel fiyatları almak için görüşmüştür. Yetkililer, demirin kilosunu 10,80 TL, tenekelerin kilosunu 5 TL'den almaktadır. İki gün önceden haber verilirse 1600 kilograma kadar hurdaları şirket aracı göndererek aldırabileceklerini söylemişlerdir.
%40'ını tenekelerin oluşturduğu teneke ve demirden oluşan hurdaların toplam ağırlığı 2 tondur. Murat'ın azami yüklü ağırlığı 4 ton olan kamyonetinin boş ağırlığı ise 2240 kg'dır.
Murat denetim istasyonlarında ceza alma riski yoksa hurdaları kendi kamyonetiyle götürmek istemekte fakat yol masrafı da olacağından şirket yetkililerine haber verme konusunda kararsız kalmıştır.

Murat'ın karar verebilmesi için aşağıdaki soruları yanıtlayarak yardımcı olunuz.

- Sizce, Murat hurdaları işyerinden kendi götürürse denetleme istasyonlarında ceza ödeme riski var mı?
- Hurdaları işyerinden kamyonetiyle götürdüğünde karlı çıkabilmesi için yol masrafı en fazla ne kadar olmalıdır?

EK 4: Çözüm Kağıdı

Grup:

1) Problemde ne istenildiğini kendi cümlelerinizle açıklayınız.

2) Problemi çözmek için problemde verilmeyen bilgilere ihtiyacınız var mı? Varsa bu bilgiler neler olabilir?

3) Problemi çözmek için varsayımlarınız neler olabilir? Varsayımlarınızı belirlerken mantıklı olmasına ve gerçek yaşama uygun olmasına dikkat ediniz.

4) Problemi çözmek için gerekli işlemleri yazınız ve problemi çözünüz.

5) Problemin yanıtı nedir? Bulduğunuz sayısal sonuç sizin probleminiz için yeterli yanıtı oluşturdu mu? Mantıksal bir çerçevede açıklayınız.

6) Yaptıklarınızı kontrol ediniz. Çözümünüz doğru mu? Evet ise nedenini açıklayınız. Hayır ise çözümünüzü düzeltiniz.

EK 5: Etkinlik Sonu Soruları

Grup:

1. Problemi nasıl çözdüğünüzü adım adım açıklayarak anlatınız.

2. Problemi doğru / yanlış çözdük. Çünkü

3. Elde ettiğiniz sonuçları doğru ve anlamlı olup olmadığını gerekçeleriyle açıklayınız Sonuçlar gerçek yaşama uygun mu? Neden gerçek yaşama uygun / uygun değil?

4. Problemi çözerken zorlandığınız bir yer oldu mu? Zorlandığınız yer veya yerlerin üstesinden gelmek için ne yaptınız?

5. Problemde en çok hoşunuza ne gitti sebebini açıklayınız. Varsa hoşunuza gitmeyen yer neresidir?

6. Bu problemi siz arkadaşlarınıza soracak olsanız neleri nasıl düzenlerdiniz? Neden?

7. Arkadaşlarınızın grup sunumlarından sonra çözümünüzde değişiklik yaptınız mı? Değişiklik yaptıysanız neyi değiştirdiniz ya da düzelttiniz?

EK 6: Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları

Öğretmen Ön Görüşme Soruları

1. Disiplinler üstü öğretime ilişkin bildiklerinizi paylaşır mısınız?
2. Öğretmenlerin ortak çalıştığı bir ders sürecinde zorluklar yaşanabilir mi? Bu süreçte ne tür zorluklarla karşılaşabileceğinizi düşünüyorsunuz?
3. Öğretime ait öğrencilerin derslere katılım gerçekleştireceğini düşünüyor musunuz?
4. Gerçek yaşamla bağlantılı belirlenen temada disiplinlerüstü işlenen derslerin öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerini geliştirebileceğini düşünüyor musunuz?
5. Bu çalışmalardan beklentileriniz nelerdir?

Öğretmen Son Görüşme Soruları

1. Öğrencilerin disiplinlerüstü yaklaşımla hazırlanan ders uygulamalarına katılım süreciyle ilgili düşünceleriniz nelerdir?
2. Disiplinlerüstü yaklaşımla ortak tema çerçevesinde bağlantılı derslerin öğretmenleriyle iş birliğinde zorluk yaşadınız mı? Düşüncelerinizi nedenleriyle açıklayınız.
3. Gerçek yaşamla bağlantılı belirlenen temada disiplinlerüstü işlenen derslerin öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerini geliştirdiğini düşünüyor musunuz?
4. Çalışmalar süresince yapılan uygulamaları incelediğinizde değiştirilmesi ya da geliştirilmesi gereken yerler var mı? Düşüncelerinizi nedenleriyle açıklayınız.
5. Uygulama başında sahip olduğunuz beklentilere ne derece ulaştığınızı düşünüyorsunuz?
6. Disiplinlerüstü ders uygulamaları yaygınlaştırılmalı mıdır?

Öğrenci Görüşme Soruları

1. Yapılan etkinlikler hakkında senin düşüncelerini öğrenmek istiyorum.
2. Bu etkinliklerde değiştirilmesi ya da geliştirilmesi gereken yer var mı sence?
3. Diğer derslerle olan ilişkisi hakkında ne düşünüyorsun?
4. Bu şekilde etkinliklerin devam etmesini ister misin?
5. Çözüm kağıdınızda alt başlıklarda yer alan problemi anlama, verilmeyen bilgilere ihtiyacınızın olup olmadığını ve yorumlama ve doğrulama ile ilgili alt başlıklarda yer alan basamakları yaptığınız basamakları yaptığınız düşünüyor musun?

ÖZ GEÇMİŞ

Adı Soyadı	Banu Memişoğlu		
Bildiği Yabancı Diller	İngilizce		
Eğitim Durumu	**Başlama-Bitirme**		**Kurum Adı**
Lise	1991	1994	Balıkesir Lisesi
Yüksek Lisans	2001	2005	Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik Eğitim Anabilim Dalı
Doktora	2018		Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Çalıştığı Kurum	**Başlama-Ayrılma**		**Çalışılan Kurumun Adı**
1.	2001	2006	Tuzakçı İlköğretim Okulu
2.	2006	2008	Selim Şehit Teğmen Gökhan Yaşartürk Lisesi
3.	2008	2010	Kars Fen Lisesi
4.	2010	2014	Celal Bayar Anadolu Lisesi
5.	2014	2017	Savaştepe Anadolu İmam Hatip Lisesi
6.	2017	2020	Bigadiç Anadolu Lisesi
7.	2020	2025	15 Temmuz Şehitler Anadolu Lisesi
8.	2025	-	Altıeylül Fen Lisesi
Üye Olduğu Bilimsel ve Mesleki Kuruluşlar	-		
Katıldığı Proje ve Toplantılar	118B380 Tübitak 4004: Matematik ve Sanat (Yürütücü)		
Yayınlar	• Tapan Broutin, M. S., ve Memişoğlu, B. (2018, Nisan 9-11). *Cumhuriyetten günümüze matematik öğretim programlarındaki dönüşüm geometrisi kavramlarının değerlendirilmesi*. International Congress on New Horizons in Education and Social Sciences (ICES-2018) Bildirileri (Cilt 1, ss. 196-209). İstanbul, Türkiye. https://doi.org/10.21733/ibad.419484 • ICES 2018. (2018, Nisan 9-11). *Pisagor bağıntısı (tuzlu) – Kesir çarkı; $(x + 1)^3$'ün geometrik sunumu; Parabollerin tarihsel örnek ile günlük hayatla ilişkilendirilmesi*. Eğitim Materyalleri Tasarımı Sergisi & Yarışması (ICES-2018) Materyal Sergi Kitabı (ss. 117-120). İstanbul, Türkiye. ISBN: 978-605-2132-23-4. • Memişoğlu, B., ve Tapan Broutin, M. S. (2018, Ekim 26-28). *Fatih Projesi bileşenlerinin eTwinning projesine entegrasyonu*. Uluslararası Necatibey Eğitim ve Sosyal Bilimler Araştırmaları Kongresi (UNESAK 2018) Bildiri Tam Metin Kitabı (Cilt V, s. 136). Balıkesir, Türkiye. Akademik İletişim. ISBN: 978-605-258-236-7. • Memişoğlu, B., & Tapan-Broutin, M. S. (2025). Disiplinler ötesi öğretimle 7. sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinliği uygulaması. Social Science Development Journal, 10(49), 47–72. https://doi.org/10.5281/zenodo.15002445		

Tarih	06.03.2026
İmza	
Adı-Soyadı	Banu Memişoğlu