



**T.C.**  
**KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ**  
**ANABİLİM DALI**  
**MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**GELİŞTİRİLEN MATEMATİK AĞIRLIKLIL STEM  
MODÜLÜNÜN UYGULAMA SÜRECİNİN YEDİNCİ  
SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ORANTISAL AKIL  
YÜRÜTME BECERİLERİNİN GELİŞİMİNE ETKİSİ**

**YUNUS EMRE SİVRİ**

**YÜKSEK LİSANS**

**KIRŞEHİR / 2022**



T.C.  
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ  
ANABİLİM DALI  
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

**GELİŞTİRİLEN MATEMATİK AĞIRLIKLİ STEM  
MODÜLÜNÜN UYGULAMA SÜRECİNİN YEDİNCİ  
SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ORANTISAL AKIL  
YÜRÜTME BECERİLERİNİN GELİŞİMİNE ETKİSİ**

**YUNUS EMRE SİVRİ**

**YÜKSEK LİSANS**

**DANIŞMAN  
Doç. Dr. Muhammet ARICAN**

**KIRŞEHİR / 2022**

Bu çalışma 16 Kasım 2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

### Tez Jürisi

Doç. Dr. Muhammet ARICAN  
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi  
Eğitim Fakültesi

Doç. Dr. Murat AKARSU  
Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi  
Eğitim Fakültesi

Dr. Öğr. Üyesi Yasemin KIYMAZ  
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi  
Eğitim Fakültesi

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi’nin aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.



## ÖNSÖZ

Yüksek Lisans eğitimim sürecinde benim her zaman yanımda olan ve yol göstericim olmasının yanı sıra bir bilim adamının nasıl çalışması gerektiğini öğreten değerli danışmanım Doç. Dr. Muhammet ARICAN'a büyük bir samimiyetle teşekkür ederim. MA-STEM-M hazırlanma sürecini beraber yürüttüğümüz Merve AKKELEK'e teşekkür ederim. Tez yazma sürecinde destekçim olan kuzenim Furkan YILMAZ'a ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Tezimi, hayatımın her noktasında arkamda ve yanımda olan aileme ithaf ederim.

Aralık, 2022

YUNUS EMRE SİVRİ

# İÇİNDEKİLER

|   | Sayfa No  |
|---|-----------|
| ÖNSÖZ.....  | iv        |
| İÇİNDEKİLER.....  | v         |
| ŞEKİL LİSTESİ.....  | viii      |
| TABLO LİSTESİ.....  | x         |
| SİMGE VE KISALTIMA LİSTESİ.....   | xii       |
| ÖZET.....   | xiii      |
| SUMMARY .....   | xv        |
| <b>1. GİRİŞ.....</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1. Araştırmanın Amacı.....  | 4         |
| 1.2. Araştırmanın Önemi.....  | 5         |
| 1.4. Araştırmanın Varsayımları.....   | 5         |
| <b>2. LİTERATÜR TARAMASI.....</b>   | <b>7</b>  |
| 2.1. Orantısal Akıl Yürütme.....  | 7         |
| 2.1.1. Orantısal Akıl Yürütme Problemlerinin Çözümünde Kullanılan<br>Stratejiler.....             | 8         |
| 2.1.2. Orantısal Akıl Yürütme ile İlgili Öğrenme Zorlukları.....                                  | 12        |
| 2.1.3. Orantısal Akıl Yürütme Becerisinin Geliştirilmesine Yönelik<br>Çalışmalar.....             | 13        |
| 2.2. STEM Eğitimi Yaklaşımı.....  | 15        |
| 2.2.1. Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) .....   | 19        |
| 2.2.2. Matematik Ağırlıklı STEM Modülü (MA-STEM-M) .....  | 21        |
| 2.2.3. Matematik Ağırlıklı STEM Modülünde Oran ve Orantı Dışında<br>Entegre Edilen Konular.....   | 22        |
| 2.2.3.1. Eğitim.....  | 22        |
| 2.2.3.2. Basit Makineler.....   | 23        |
| 2.2.3.3. Elektrik Enerjisinin Hareket Enerjisine Dönüşümü.....                                    | 25        |
| 2.3. Orantısal Akıl Yürütme ve STEM Eğitimi Yaklaşımının Birlikte<br>Kullanıldığı Çalışmalar..... | 25        |
| <b>3. YÖNTEM.....</b>   | <b>28</b> |
| 3.1. Araştırma Tasarımı.....  | 28        |
| 3.2. Çalışma Grubu Seçimi.....  | 28        |
| 3.3. Veri Toplama Araçları ve Süreci.....   | 29        |
| 3.3.1. Nicel Veri Toplama Araçları ve Süreci.....   | 30        |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.3.1.1. Orantısal Akıl Yürütme Testi.....   | 30        |
| 3.3.2. Nitel Veri Toplama Araçları ve Süreci.....  | 33        |
| 3.3.2.1. Matematik Ağırlıklı STEM Modülü (MA–STEM–M) ....  | 33        |
| 3.3.2.1.1. Modülde işlenecek konuların belirlenmesi.....   | 34        |
| 3.3.2.1.2. Modülün ana problem durumu.....   | 34        |
| 3.3.2.1.3. Modül içerisindeki derslerin taslağı.....   | 35        |
| 3.3.2.1.4. Hazırlık basamağı.....  | 36        |
| 3.3.2.1.5. Problemi tanımlama basamağı.....  | 36        |
| 3.3.2.1.6. Öğrenme basamağı.....   | 37        |
| 3.3.2.1.7. Planlama basamağı.....  | 37        |
| 3.3.2.1.8. Prototip oluşturma basamağı.....  | 37        |
| 3.3.2.1.9. Test etme ve karar verme basamağı.....  | 38        |
| 3.3.2.1.10. Pilot çalışma yapılması ve verilere göre<br>modülün düzeltilmesi.....  | 38        |
| 3.3.2.2. Mühendislik Not Defteri (MND) .....   | 41        |
| 3.3.2.3. Kamera ve Ses kayıt cihazları.....  | 42        |
| 3.4. Verilerin Analizi.....  | 42        |
| 3.4.1. Nicel Verilerin Analizi.....  | 42        |
| 3.4.2. Nitel Verilerin Analizi.....  | 43        |
| <b>4. BULGULAR.....</b>  | <b>45</b> |
| 4.1. Nicel Bulgular.....   | 45        |
| 4.1.1. Orantısal Akıl Yürütme Testinden Elde Edilen Bulgular.....  | 45        |
| 4.2. Nitel Bulgular.....   | 51        |
| 4.2.1. Öğrencilerin Hazırbulunuşluk Düzeylerinin Orantısal Akıl<br>Yürütme Gelişimine Etkisine Yönelik Bulgular.....   | 52        |
| 4.2.2. Öğrencilerin Grup İçi Ve Gruplar Arası Tartışmalarının Orantısal<br>Akıl Yürütme Becerilerinin Gelişimine Etkisine Ait Bulgular.....                            | 57        |
| 4.2.3. MA–STEM–M Uygulama Sürecinin Yedinci Sınıf Öğrencilerin<br>Orantısal Akıl Yürütme İle İlgili Karşılaştıkları Zorlukları Gidermeye<br>Etkisine Ait Bulgular..... | 67        |
| 4.2.4. MA–STEM–M Uygulama Sürecinin Yedinci Sınıf Öğrencilerin<br>Orantısal Akıl Yürütme Becerilerinin Gelişimine Ait Bulgular.....                                    | 73        |
| <b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....</b>   | <b>84</b> |

|   |            |
|---|------------|
| 5.1. Matematik Ağırlıklı STEM Modül Uygulama Süreci Deney ve Kontrol Gruplarının Orantısal Akıl Yürütme Problemlerini Çözebilmesi Üzerindeki Etkisi.....                    | 84         |
| 5.2. Matematik Ağırlıklı STEM Modül Uygulama Süreci Yedinci Sınıf Deney Grubu Öğrencilerinin Oran–Orantı Konusu ile İlgili Karşılaştıkları Zorlukları Gidermeye Etkisi..... | 85         |
| 5.3. Matematik Ağırlıklı STEM Modül Uygulama Süreci Yedinci Sınıf Deney Grubu Öğrencilerinin Orantısal Akıl Yürütme Becerilerinin Gelişimine Etkisi                         | 87         |
| 5.3.1. MA–STEM–M Uygulama Sürecinde Grupların Davranışları.....   | 87         |
| 5.3.2. Orantısal Problemleri Çözerken Kullanılan Strateji Sayısı ve Çeşidi.....   | 87         |
| 5.3.3. Farklı Konu ve Disiplinlerde Orantısal Akıl Yürütme Becerisinin Kullanımı.....   | 89         |
| 5.4. Araştırmanın Önerileri ve Sınırlılıkları.....  | 89         |
| 5.4.1. Araştırmanın Önerileri.....  | 89         |
| 5.4.2. Araştırmanın Sınırlılıkları.....   | 90         |
| 5.5. MA–STEM–M Uygulama Sürecinden Edinilen Bilgi ve Tecrübeler.....  | 90         |
| <b>KAYNAKLAR.....</b>   | <b>92</b>  |
| <b>EKLER.....</b>   | <b>98</b>  |
| Ek 1. Orantısal Akıl Yürütme Testi.....   | 9          |
| Ek 2. Veri Toplama ve Anket İzni.....   | 102        |
| <b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>  | <b>103</b> |



## ŞEKİL LİSTESİ

|   | Sayfa No |
|---|----------|
| Şekil 2.1. Doğru Orantı Oran Tablosu Stratejisi Örneği.....                         | 9        |
| Şekil 2.2. Ters Orantı Oran Tablosu Stratejisi Örneği.....                          | 9        |
| Şekil 2.3. Görsel Öğelerden Yararlanma Stratejisi.....                              | 11       |
| Şekil 2.4. Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) .....                                   | 20       |
| Şekil 2.5. Düzenlenmiş Mühendislik Tasarım Süreci.....                              | 22       |
| Şekil 2.6. Sabit Makara ve Hareketli Makara.....                                    | 24       |
| Şekil 4.1. Kontrol ve Deney Gruplarının Ön Test Puanlarının Histogram Grafiği.....  | 46       |
| Şekil 4.2. Kontrol ve Deney Gruplarının Son Test Puanlarının Histogram Grafiği..... | 48       |
| Şekil 4.3. Kontrol ve Deney Gruplarının Regresyon Eğimleri Grafiği.....             | 49       |
| Şekil 4.4. Zehra'nın Limonata Problemine Bireysel ve Grup Cevabı.....               | 53       |
| Şekil 4.5. Melike'nin Sabit Hız Problemine Bireysel ve Grup Cevabı.....             | 53       |
| Şekil 4.6. Sevgi'nin Tekerlek Problemine Verdiği Bireysel ve Grup Cevabı...         | 56       |
| Şekil 4.7. Yusuf'un yüzde gösterimi problemine bireysel cevabı.....                 | 57       |
| Şekil 4.8. Zehra'nın Kek Tarifi Problemine Verdiği Bireysel ve Grup Cevabı          | 60       |
| Şekil 4.9. Emine'nin Akran Öğretimi Olan Durumu Yaşaması Koduna Örnek               | 62       |
| Şekil 4.10. Gruplar Arası Tartışma Durumu Yaşaması Koduna Örnek 1.....              | 63       |
| Şekil 4.11. Gruplar Arası Tartışma Durumu Yaşaması Koduna Örnek 2.....              | 63       |
| Şekil 4.12. Sevgi'nin Limonata Probleme Ait Bireysel ve Grup Cevabı.....            | 65       |
| Şekil 4.13. Dördüncü Grubun Grup Cevabı.....  | 66       |
| Şekil 4.14. Talha'nın Toplamsal Düşünmeye Odaklanması.....                          | 68       |

|                    |   |           |
|--------------------|---|-----------|
| <b>Şekil 4.15.</b> | <b>Sümeyye'nin Doğru ve Ters Orantıyı Karıştırdığı Durum.....</b>                     | <b>70</b> |
| <b>Şekil 4.16.</b> | <b>Gökçe'nin Benzin Deposu Problemine Bireysel ve Grup Cevabı....</b>                 | <b>71</b> |
| <b>Şekil 4.17.</b> | <b>Gökçe'nin Oran Tablosu Stratejisinin Kullanmasına Bir Örnek.....</b>               | <b>74</b> |
| <b>Şekil 4.18.</b> | <b>Gönül'ün Oran Tablosu Stratejisinin Kullanmasına Bir Örnek.....</b>                | <b>74</b> |
| <b>Şekil 4.19.</b> | <b>Sude'nin Birim Oran Stratejisini Kullanmasına Bir Örnek.....</b>                   | <b>75</b> |
| <b>Şekil 4.20.</b> | <b>Nisa'nın Birim Oran Stratejisini Kullanmasına Bir Örnek.....</b>                   | <b>75</b> |
| <b>Şekil 4.21.</b> | <b>Nisa'nın Doğru Orantı Formülü Stratejisi Kullanmasına Bir Örnek</b>                | <b>76</b> |
| <b>Şekil 4.22.</b> | <b>Gökçe'nin Ters Orantı Formülü Stratejisi Kullanmasına Bir Örnek</b>                | <b>76</b> |
| <b>Şekil 4.23.</b> | <b>Sümeyye'nin İnşa Etme Stratejisi Kullanmasına Bir Örnek.....</b>                   | <b>77</b> |
| <b>Şekil 4.24.</b> | <b>Gökçe'nin Görsel Öğelerden Yararlanma Stratejisini Kullanmasına Bir Örnek.....</b> | <b>77</b> |
| <b>Şekil 4.25.</b> | <b>Tuğba'nın MND'sinden Bir Sayfa.....</b>  | <b>79</b> |
| <b>Şekil 4.26.</b> | <b>Melike'nin Fen Dersinde Doğru Orantıyı Kullanmasına Bir Örnek</b>                  | <b>81</b> |
| <b>Şekil 4.27.</b> | <b>Dilara'nın Fen Dersinde Ters Orantıyı Kullanmasına Bir Örnek....</b>               | <b>81</b> |
| <b>Şekil 4.28.</b> | <b>Gönül'ün Eğitim Konusunda Orantıyı Kullanmasına Bir Örnek.....</b>                 | <b>81</b> |
| <b>Şekil 4.29.</b> | <b>Sevgi'nin Bireysel Tasarım Planı Kullanmasına Bir Örnek.....</b>                   | <b>82</b> |
| <b>Şekil 4.30.</b> | <b>Orantısal Akıl Yürütmenin Kullanıldığı Prototip Örnek 1.....</b>                   | <b>82</b> |
| <b>Şekil 4.31.</b> | <b>Orantısal Akıl Yürütmenin Kullanıldığı Prototip Örnek 2.....</b>                   | <b>82</b> |
| <b>Şekil 4.32.</b> | <b>Orantısal Akıl Yürütmenin Kullanıldığı Prototip Örnek 3.....</b>                   | <b>83</b> |

## TABLO LİSTESİ

|   | Sayfa No |
|---|----------|
| <b>Tablo 3.1.</b> Çalışma Gruplarındaki Öğrencilere Ait Frekans Değerleri.....  | 29       |
| <b>Tablo 3.2.</b> Arican (2019) Tarafından Geliştirilen Testte Yer Alan Dört Beceri.....  | 30       |
| <b>Tablo 3.3.</b> Güncellenmiş Orantısal Akıl Yürütme Testinin Dört Temel Beceri Etrafındaki Analizi.....                             | 31       |
| <b>Tablo 3.4.</b> Güncellenmiş Orantısal Akıl Yürütme Testinin Son Test Madde Ayırt Ediciliği ve Madde Güçlüğü İndeksleri.....        | 32       |
| <b>Tablo 3.5.</b> MA-STEM-M'nin Geliştirilme Sürecine Ait Takvim.....   | 34       |
| <b>Tablo 3.6.</b> MA-STEM-M Derslerine Ait Süre, Konu, İçerik, Günlük Hayat Problemleri ve Gerekli Malzemeler.....                    | 38       |
| <b>Tablo 3.7.</b> Nitel Verilerin Analizinde Değiştirilmiş Öğrenci İsimleri ve Grupları.....  | 44       |
| <b>Tablo 4.1.</b> Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Ön-Test Verilerinin Parametrik Test Varsayımları.....                               | 45       |
| <b>Tablo 4.2.</b> Kontrol ve Deney Gruplarının Ön Test Puanlarına İlişkin Bulgular.....   | 46       |
| <b>Tablo 4.3.</b> Kontrol ve Deney Gruplarına Ait Son-Test Verilerinin Parametrik Test Varsayımları.....                              | 47       |
| <b>Tablo 4.4.</b> Kontrol Grubunun Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular.....   | 48       |
| <b>Tablo 4.5.</b> Deney Grubunun Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular  | 49       |
| <b>Tablo 4.6.</b> Levene Testi Hata Varyansının Eşitliği Testi.....   | 50       |
| <b>Tablo 4.7.</b> Gruplar ile Ön-test Ortalama Puanları Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular.....   | 50       |
| <b>Tablo 4.8.</b> Kontrol ve Deney Gruplarının Ön Test Ortalama Puanlarına Göre Düzeltilmiş Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular..... | 50       |
| <b>Tablo 4.9.</b> Kontrol ve Deney Gruplarının Ön Teste Göre Son Test Puanlarının Gruba İlişkin Bulguları (ANCOVA) .....              | 51       |
| <b>Tablo 4.10.</b> Öğrencilerin Hazırbulunuşluk Yetersizliklerine Dair Ortaya Çıkan Kodların Frekans ve Yüzde Değerleri.....          | 52       |

|                    |   |           |
|--------------------|---|-----------|
| <b>Tablo 4.11.</b> | Grupsal Kodların Frekans ve Yüzde Değerleri.....  | <b>58</b> |
| <b>Tablo 4.12.</b> | Orantısal Akıl Yürütme İle İlgili Öğrenme Zorluklarına Dair Ortaya Çıkan Kodların Frekans ve Yüzde Değerleri..... | <b>68</b> |
| <b>Tablo 4.13.</b> | Orantısal Akıl Yürütme İle İlgili Problemleri Çözerken Kullanılan Stratejilerin Frekans ve Yüzde Değerleri.....   | <b>73</b> |
| <b>Tablo 4.14.</b> | Öğrencilerin Kullandıkları Strateji Çeşidine Yönelik Frekans ve Yüzde Değerleri.....                              | <b>78</b> |
| <b>Tablo 4.15.</b> | Orantısal Akıl Yürütmenin Farklı Disiplin Ve Konularda Kullanılması Kodlarının Frekans ve Yüzde Değerleri.....    | <b>80</b> |



## SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

### Kısaltmalar Açıklama

**MA-STEM-M**: Matematik Ağırlıklı STEM Modülü

**MEB** : Milli Eğitim Bakanlığı

**MND** : Mühendislik Not Defteri

**MTS** : Mühendislik Tasarım Süreci

**KR-20** : Kuder Richardson 20

**PISA** : Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı

**TIMSS** : Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması



## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

# GELİŞTİRİLEN MATEMATİK AĞIRLIKLI BİR STEM MODÜLÜNÜN UYGULAMA SÜRECİNİN YEDİNCİ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ORANTISAL AKIL YÜRÜTME BECERİLERİNİN GELİŞİMİNE ETKİSİ

Yunus Emre SİVRİ

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Muhammet ARICAN

Araştırmada geliştirilen matematik ağırlıklı STEM modülünün (MA-STEM-M) uygulama sürecinin yedinci sınıf öğrencilerinin orantısız akıl yürütme becerilerinin gelişimine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. MA-STEM-M, 2021-2022 Eğitim-Öğretim yılı ikinci döneminde oran-orantı konusunun öğretimi sürecinde uygulanmıştır. MA-STEM-M, on bir dersten oluşmaktadır ve her bir dersin uygulanma süresi 80 dk. ile 240 dk. arasında değişmektedir. Araştırmanın çalışma grubu, İç Anadolu Bölgesinde bulunan bir devlet okulunda yedinci sınıf düzeyinde iki ayrı şubede öğrenim gören 39 öğrenciden oluşmaktadır. Bu şubelerden birisi deney diğeri kontrol grubu olacak şekilde rastgele seçilmiştir. Araştırma haftada 5 ders saati (1 ders saati: 40 dk.) olmak üzere toplam 6 haftalık bir süreçte uygulanmıştır. Araştırmada nicel ve nitel araç ve yöntemler uygulanmıştır. Bu nedenle bu araştırmada karma araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın nicel boyutunda kontrol ve deney gruplarına “orantısız akıl yürütme testi” ön-test ve son-test olarak uygulanmıştır. Kontrol ve deney grubunun ön-test başarı puanları arasındaki farklılaşma “bağımsız gruplar t-test” ile analiz edilmiştir ve aralarında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $p > ,05$ ). Geleneksel öğretim uygulanan kontrol

grubunun ön–test ve son–test arasındaki başarı puanları arasındaki farklılaşma “bağımlı gruplar t–test” ile analiz edilmiştir ve analiz sonucunda aralarında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $p > ,05$ ). MA–STEM–M’nin uygulandığı deney grubunun ön–test ve son–test başarı puanları arasındaki farklılaşma “bağımlı gruplar t–test” ile analiz edilmiştir ve analiz sonucunda aralarında son test lehine anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $p < ,05$ ). Kontrol ve deney grubunun son–test başarı puanları arasındaki farklılaşma ANCOVA ile analiz edilmiştir ve analiz sonucunda deney grubu öğrencilerinin lehine anlamlı bir fark bulunmuştur ( $p < ,05$ ). Araştırmanın nitel boyutunda MA–STEM–M uygulama süreci, video ve ses kayıt cihazları ile kayıt altına alınmıştır. Ayrıca ders sürecinde öğrencilerin gelişimi mühendislik not defteri (MND) ile kayıt altına alınmıştır. Elde edilen veriler içerik analizine tabi tutulmuştur. Araştırmada deney grubu öğrencilerinde orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişiminin hazırbulunuşluk düzeyinden etkilendiği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, MA–STEM–M uygulama sürecinde deney grubu öğrencilerinin öğrenme güçlüklerinin azaldığı, orantısal problemlerin çözümünde çeşitli stratejiler geliştirip kullandıkları ve çapraz çarpım stratejisi gibi ezbere dayalı yöntemlerden kaçındıkları görülmüştür.

Kasım 2022, 103 Sayfa

**Anahtar Kelimeler:** Matematik ağırlıklı STEM modülü, Mühendislik tasarım süreci, Oran, Orantı, Orantısal akıl yürütme, Öğrenme zorlukları, STEM eğitimi yaklaşımı

## **ABSTRACT**

**M.Sc. THESIS**

### **THE EFFECT OF THE APPLICATION PROCESS OF A MATHEMATICS– BASED STEM MODULE ON THE DEVELOPMENT OF SEVENTH GRADE STUDENTS' PROPORTIONAL REASONING SKILLS**

**YUNUS EMRE SIVRİ**

**Kırşehir Ahi Evran University**

**Graduate School of Natural and Applied Sciences**

**Department of Mathematics Education**

**Supervisor: Assoc. Prof. Muhammet ARICAN**

In this research, we examined the effect of the application process of a mathematics-based STEM module (MA-STEM-M) on the development of proportional reasoning skills of seventh grade students. MA-STEM-M was applied in the second semester of the 2021–2022 academic year, during the teaching process of the ratio-proportion subject. MA-STEM-M process consisted of eleven courses and the duration of each course varies between 80 and 240 minutes. The sample of the research consisted of 39 seventh grade students attending in two separate classes in a public school located in the Central Anatolia Region. One of these classes was randomly assigned as the experimental group and the other as the control group. The research was carried out in a total of 6 weeks, 5 course hours per week (1 course hour: 40 minutes). Quantitative and qualitative tools and methods were used in the research. Therefore, mixed research methodology was followed in conducting this research. In the quantitative dimension of the research, the "proportional reasoning test" was separately applied to the control and experimental groups as pre-test and post-test. The difference between the pre-test achievement scores of the control and experimental groups was analyzed with the "independent groups t-test" and no significant difference was found between them ( $p > ,05$ ). The difference between the pre-test and post-test achievement scores of the control group, which was applied traditional teaching techniques, was analyzed with the "dependent groups t-test" and no significant difference



was found between pre-test and post-test scores as a result of the analysis ( $p > ,05$ ). The difference between the pre-test and post-test achievement scores of the experimental group to which MA-STEM-M was applied, was analyzed with the "dependent groups t-test" and a significant difference was found between pre-test and post-test scores in favor of the post-test scores ( $p < ,05$ ). The difference between the post-test achievement scores of the control and experimental groups was analyzed with ANCOVA test, and a significant difference was found in favor of the experimental group students ( $p < ,05$ ). In the qualitative part of the research, the MA-STEM-M application process was recorded with video and audio recording devices. In addition, the progress of the students during the course was recorded via using an engineering notebook (MND). The collected qualitative data were analyzed following a content analysis technique. In the research, we observed that in the experimental group the development of students' proportional reasoning skills was affected by their level of readiness. Besides, we observed that the learning difficulties faced by the experimental group students decreased during the MA-STEM-M application process. The experimental group student developed and used various strategies in solving proportional problems, and they avoided rote methods such as the cross-multiplication and strategies.

November 2022, 103 Pages

**Keywords:** Engineering Design Process, Learning Difficulties about Proportional Reasoning Mathematics-Based STEM Module, Ratio Proportion, Proportional Reasoning, STEM Education Approach

# 1. GİRİŞ

Matematik, zihni düşünceler yolu ile geliştiren en önemli araç olmakla birlikte matematiğin sayıları, işlemleri öğrenmekten daha üst düzey bir görevi vardır. Umay (2003) yirmi birinci yüzyılda daha da karmaşıklaşan yaşamda eleştirel düşünme, yaratıcılık, olaylar arasında ilişki kurma, akıl yürütme, tahminlerde bulunma ve problem çözme gibi önemli becerilerde matematiğin destek sağladığını ifade etmiştir. Matematiğin destek sağladığı becerilerden biri olan matematiksel akıl yürütme becerilerinin, matematik gelişiminde vazgeçilmez bir bileşen olduğu bilinmektedir. Matematiksel akıl yürütme becerileri temel olarak cebir, istatistik, oran-orantı ve geometri gibi konuları temel almaktadır. Bu konular içerisinde orantısal akıl yürütme becerisi, diğer beceriler içerisinde öne çıkmaktadır (Duatepe vd., 2005).

Orantısal akıl yürütme becerilerinin diğer beceriler arasında öne çıkması, günlük hayatta birçok alanda kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Faiz işlemleri, yol problemleri, yemek tarifleri, arazi ilaçlama, karışım hazırlama, yüzde ve indirim hesaplama orantısal akıl yürütme becerilerinin kullanım alanlarından birkaçıdır (Ünsal, 2009). Orantısal akıl yürütme becerisinin günlük hayatta farklı alanlarda yer alması doğası gereği disiplinler arası olduğunu göstermektedir (Duatepe vd., 2005). Daha disiplinli olarak ifade etmek gerekirse örneğin fizikte güç konusunda veya kimyada yoğunluk konusunda kullanılmaktadır.

Günlük hayatta çeşitli yerlerde kullanılan orantısal akıl yürütme becerisinin tanımına dair ilgili literatür incelendiğinde çeşitli tanımlar karşımıza çıkmaktadır (Baykul, 2009; Cramer vd., 1993; Flowers, 1988). Baykul (2009) orantısal akıl yürütmeyi oranların karşılaştırılabilmesi ve bu karşılaştırmanın sonucu olarak eşdeğer oranlara ulaşma yetisi şeklinde tanımlamıştır. Cramer vd. (1993) orantısal akıl yürütmeyi oranı ve orantıyı anlama, sembollerle çözerek ifade etme ve içerisinde oran ve orantı kavramlarını barındıran problem durumlarını çözebilme gücü olarak tanımlamaktadır. Flowers (1988) orantısal akıl yürütmeyi bir durumun matematiksel anlamda orantı ile modellendiğini fark etme, sembolik olarak temsil etme ve orantı problemlerini çözme becerisi olarak tanımlamıştır.

Yukarıdaki orantısal akıl yürütme tanımları incelendiğinde orantısal akıl yürütmenin oran ve orantı kavramları ile ilişkili olduğu görülmektedir. Bu nedenle, oran ve orantı

kavramlarını anlamak orantısal akıl yürütme için önemlidir. Oran kavramını Lobato vd. (2010) “İki miktarın çarpımsal karşılaştırması veya iki büyüklüğün oluşturulmuş bir birimde birleştirilmesidir.” şeklinde tanımlamışlardır (akt: Arıcan, 2019b, s. 238). Orantı kavramı ise Fisher (1988) tarafından “iki oranın eşitliğinin bir ifadesi (yani,  $a/b = c/d$ )” şeklinde tanımlamıştır (s. 157). Bir orantıda karşılaştırılan nicelikler arasında iki türlü ilişki kurulabilir: doğru orantılı ilişki ve ters orantılı ilişki.  $x$  ve  $y$  iki nicelik olmak üzere bu niceliklerin aldığı değerlerin oranı sabit bir  $k$  reel sayısına eşit ise ( $y/x = k$ ) bu iki nicelik doğru orantılı olarak tanımlanır (Arıcan, 2015). Benzer şekilde,  $x$  ve  $y$  iki nicelik olmak üzere bu niceliklerin aldığı değerlerin çarpımı sabit bir  $k$  reel sayısına eşit ise ( $x \cdot y = k$ ) bu iki nicelik ters orantılı olarak tanımlanır (Arıcan, 2015).

Temel dayanağı oran ve orantı kavramları olan orantısal akıl yürütme becerisi, matematik bilgisini ileri düzeye taşımaktadır ve cebirsel akıl yürütme gelişimi için alt yapı oluşturmaktadır (Duatpe vd., 2005). Dolayısıyla, orantısal akıl yürütmenin matematiksel gelişimde önemli bir rolü vardır. Orantısal akıl yürütmenin bu öneminin uluslararası araştırma ve programlara da yansımaları görmektedir. Bu durumu Arıcan (2019b, s. 238) “Orantısal akıl yürütme becerisinin, Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması (TIMSS) ve Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) gibi çalışmalarda öğrencilerin matematik başarısı için bir ölçüt olarak ele alınmaktadır.” şeklinde ifade etmiştir. Ayrıca, Milli Eğitim Bakanlığı’nın (MEB) 2018 yılı matematik dersi ortaöğretim programında oran, orantı ve orantısal akıl yürütmeye çok fazla yer verilmesi matematik öğretimindeki öneminin açık bir göstergesidir (MEB, 2018a).

Birçok çalışmada (örn: Adak ve Aliustaoğlu 2020; Arıcan, 2019a; Çelik ve Özdemir, 2011) öğrencilerin oran, orantı ve orantısal ilişki kavramlarını anlamada zorlandıkları ve buna bağlı olarak orantısal akıl yürütme becerilerinin de zayıf olduğu görülmüştür. Görülen bu öğrenme zorluklarına örnek olarak çarpımsal düşünme yerine toplamsal düşünmeye odaklanma ve orantılı ilişkileri orantısız ilişkilerden ayırt edememe verilebilir (Arıcan, 2019a). Arıcan’ın (2018) belirttiği gibi genellikle yapılan çalışmalar öğrenme zorluklarını tespit etme, öğrenci başarılarını belirleme ve öğrencilerin matematiğe karşı tutumlarını inceleme üzerine yoğunlaşmakta olup (örn: Cengizhan ve Özer, 2016; Çankaya ve Karametre, 2008; Yıldız, 2008) öğrenme zorluklarının giderilmesine yönelik sınırlı sayıda çalışma vardır (örn: Arıcan ve Özçakır, 2021; Deveci, 2021; Küpçü, 2012). Ayrıca, yapılan çalışmalarda orantısal akıl yürütmenin doğası gereği var olan disiplinler arası boyut, çok az çalışma tarafından dikkate alınmıştır (örn: Gündoğdu, 2021).

Yukarıdaki paragrafta bahsedilen orantısal akıl yürütmenin disiplinler arası boyutunun dikkate alınmaması nedeniyle öğrenciler günlük yaşamda karşılaştıkları problemleri çözmekte zorlanabilmektedirler. Oysaki orantısal akıl yürütme becerisinin “matematik”, “fen ve teknoloji” ve “sosyal bilgiler” dersi gibi birçok farklı disiplinde kullanılmakta olduğunu bilmekteyiz (Çeken ve Ayas, 2010). Oran, orantı, orantısal ilişki ve orantısal akıl yürütme kavramlarını içeren orantısal akıl yürütme becerisi, fizik ve kimya gibi farklı disiplinlerde kullanıldığı için disiplinleri bütünleştiren bir öğretim yöntemi, geleneksel öğretim yöntemlerine göre daha faydalı olacaktır. Bu sebeple, orantısal akıl yürütme becerisini kullanmada karşılaşılan zorlukların giderilmesinin incelenmesinde, adını fen (science), teknoloji (technology), mühendislik (engineering) ve matematik (mathematics) disiplinlerinin ilk harflerinden alan STEM eğitiminden yardım alınmasının daha etkili bir çözüm yolu olacağı beklenmektedir. Akarsu vd. (2020, s. 158) çeşitli alan yazın tanımlarını dikkate alarak STEM eğitim yaklaşımını şu şekilde tanımlamıştır:

Gerçek yaşamda yer alan problemlerin çözümü için fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini bütünleştiren, ilgi çekici ve motive edici deneyimler ile gerçek hayat problemlerinin anlaşılmasını kolaylaştıran, sadece ürün odaklı olmayan aynı zamanda süreç ve beceri odaklı olan bir eğitim yaklaşımıdır.

Literatür incelendiğinde genellikle STEM eğitimi yaklaşımına yönelik etkinliklerin tasarlandığı fakat daha detaylı modüllerin eksik olduğu görülmektedir (Yılmaz Bilir, 2021). Aslında STEM eğitimi yaklaşımının yukarıda verilen tanımında görülen süreç odaklı olma özelliği yapılan STEM etkinliklerinde göz ardı edilmiştir. Literatürde hem sürece odaklanan hem de bu sürecin ayrıntılı planlamasını veren modül sayısı yok denecek kadar azdır. Bu nedenle, STEM eğitimi yaklaşımını etkili bir şekilde uygulayabilmek için ayrıntılı bir şekilde geliştirilmiş modüllere ihtiyaç vardır. Yılmaz Bilir (2021, s. 27) STEM modülünü “STEM eğitimi yaklaşımının uygulanması için fen bilgisi, matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinlerinin belirlenen kazanımlarının, öğretim planlamasını ve uygulama içeriğini tanımlayan ders planlarının birleştirilmiş halidir” şeklinde tanımlamıştır. Literatürde yer alan modüller incelendiğinde fen disiplininin merkeze alındığı veya ağırlık olarak ön plana çıktığı görülmüştür (örn: Hişmi, 2022; Tuğlu ve Ergündüz, 2020). Bu durumda matematiğin diğer STEM disiplinlerinden daha merkezde tutulduğu modüllerin geliştirilme gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu gereklilikten dolayı Yılmaz Bilir (2021) çalışmasında matematik ağırlıklı bir STEM modülü (MA–STEM–M)

geliştirmiştir. Yılmaz Bilir MA–STEM–M’yi (2021, s. 41) “verilen senaryonun tasarımı ve problemin çözümü için matematik öğretimi felsefesinin ve matematiksel düşüncenin ön plana alındığı, gerekli matematik ile ilgili aktivite sayısı, kazanımların belirlenen seviyeye uygunluğu ve ders saatinin diğer disiplinlere oranla daha fazla olduğu modül” olarak tanımlamıştır.

Bu araştırmada, Yılmaz Bilir (2021) çalışması takip edilerek yedinci sınıf öğrencilerinin oran, orantı ve orantısal ilişki kavramları ile ilgili öğrenme zorluklarının giderilmesi ve orantısal akıl yürütmelerinin geliştirilmesi amacıyla bir MA–STEM–M geliştirilmiştir. Geliştirilen MA–STEM–M içerisinde Mühendislik Tasarım Sürecini (MTS) barındırmaktadır. MTS ise, STEM eğitimi yaklaşımında yaygın olarak kullanılan bir teorik çerçevedir. MTS’nin temel amacı gerçek hayat problemlerini çözen ve fen, matematik, teknoloji ve mühendislik bilimlerini bütünleştirerek uygulayan bireyler yetiştirmektir (Moore, Stohlmann vd., 2014).

### **1.1. Araştırmanın Amacı**

STEM disiplinler arası, güçlü gerçek hayat deneyimleri sunan ve süreç odaklı bir yaklaşım olduğu için orantısal akıl yürütme becerisinin gelişimine etkisi, geleneksel öğretim yöntemlerine kıyasla daha fazla olabilmektedir. MA–STEM–M öğrencide orantısal akıl yürütmeyi farklı disiplinler arasında etkileşimlerle, grupla ve bireysel çalışmalarla, öğrencinin gerçek hayat problemlerini bir mühendis gibi çözmesini sağlayarak öğrenmesini sağlamaktadır. Bu nedenle, bu araştırmanın amacı ortaokul matematiğinde önemli bir yere sahip oran–orantı konusunun MA–STEM–M yardımıyla öğretilmesinin yedinci sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişimine etkisinin incelenmesidir. Ayrıca, hazırlanan öğretim modülünün öğrencilerin oran–orantı konusunda karşılaştıkları zorlukların ortadan kaldırılmasına nasıl etki ettiği de incelenmiştir. MA–STEM–M ile yapılan öğretim ve geleneksel öğretimi kıyaslamak için öğrenciler deney ve kontrol grubu olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Deney grubunda MA–STEM–M takip edilerek öğretim uygulanmış olup kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemleri kullanılmıştır. Her iki gruptaki öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişimini belirlemek adına orantısal akıl yürütme testi (Arıcan, 2019b) ön–test ve son–test olarak uygulanmıştır. Sonuçta nicel ve nitel yöntemlerin bir arada kullanıldığı karma araştırma tasarımı kullanılarak aşağıdaki sorulara cevaplar aranmıştır:

1. Deney ve kontrol gruplarının orantısal akıl yürütme ön–test ve son–test puanları ile ilgili araştırma alt soruları aşağıda verilmiştir:
  - a) Deney ve kontrol gruplarının orantısal akıl yürütme ön–test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
  - b) Kontrol grubunun orantısal akıl yürütme ön–test ve son–test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
  - c) Deney grubunun orantısal akıl yürütme ön–test ve son–test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
  - d) Deney ve kontrol gruplarının orantısal akıl yürütme son–test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
2. Matematik ağırlıklı STEM modül uygulama süreci yedinci sınıf deney grubu öğrencilerinin oran–orantı konusu ile ilgili karşılaştıkları zorlukları gidermeye nasıl yardımcı olmuştur?
3. Matematik ağırlıklı STEM modül uygulama süreci yedinci sınıf deney grubu öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişimine nasıl katkıda bulunmuştur?

## 1.2. Araştırmanın Önemi

Literatür incelendiğinde orantısal akıl yürütmenin gerçek yaşamda ve birçok disiplinde kullanıldığı bir gerçektir. Bu nedenle, öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişimine dikkat edilmelidir. Yapılan araştırmalar göstermektedir ki öğrencilerde orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişim sürecinde çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu zorlukları aşmak için orantısal akıl yürütmenin doğasına uyarak yani disiplinler arası olma özelliği dikkate alınarak bir çözüm geliştirmek gereklidir. Dolayısıyla, MA–STEM–M uygulama süreci ile öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişimi ve öğrenme zorluklarının giderilmesi beklenmektedir. Geliştirmiş olduğumuz MA–STEM–M, orantısal akıl yürütmenin gelişiminde Türk literatüründe yol gösterici bir kaynak olacaktır. Çünkü STEM eğitimi yaklaşımında yedinci sınıf düzeyine uygulanmış ve orantısal akıl yürütme gelişiminde başarısını kanıtlamış nadir bir araştırmalardan biridir.

## 1.3. Araştırmanın Varsayımları

1. Bu araştırmada kullanılan MA–STEM–M, Yılmaz Bilir (2021)'in literatüre kazandırdığı MA–STEM–M çerçevesine uygun hazırlanmıştır.

2. MA-STEM-M, araştırmacılar tarafından geliştirilmiş, uzman görüşleri ve pilot çalışma doğrultusunda düzenlenip uygulanmıştır.
4. Deney grubu ğrencileri MA-STEM-M uygulama sürecine istekli olarak katılmıştır.
5. Araştırmada n-test ve son-test için kullanılan orantısal akıl yürütme testi, öğrencilerden beklenen başarı düzeyini yeterli seviyede lmştir.



## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde, orantısal akıl yürütme ve STEM alanındaki temel kavramlar ve yapılan çalışmalar sunulacaktır.

### 2.1. Orantısal Akıl Yürütme

Matematiksel akıl yürütme, öğrencilerin bilgiyi kalıcı hale getirmelerinde ve ilerde oluşabilecek günlük hayat problemlerini çözmelerinde önemli bir katkı sağlamaktadır (Poçan, Yaşaroğlu ve İlhan, 2017). Bu katkıyı sağlamadaki en önemli pay, matematiksel akıl yürütmenin bir biçimi olan orantısal akıl yürütmedir (Cramer ve Post, 1993a). Girişte verilen orantısal akıl yürütme tanımlarında görüldüğü üzere orantısal akıl yürütmenin sadece matematikle ilgili olduğu izlenimi veren çalışmalar (Baykul, 2009) olduğu gibi orantısal akıl yürütmenin farklı disiplinlerle ilgili bir beceri olduğunu (Çeken ve Ayas, 2010) söyleyen çalışmalar da vardır. Cramer ve Post'a (1993a) göre dünyamızın birçok yönü orantılı kurallara göre işlemektedir. Örneğin, günlük hayatımızda ticaret yaparken ürünleri karşılaştırmada, yemek yaparken tarifteki kişi sayısına göre malzeme miktarını ayarlama, bir araziyi ilaçlarken arsa büyüklüğüne göre ilacı ayarlama ve bunun gibi birçok konuda kullanılmaktadır (Ünsal, 2009).

Günlük hayatımızdaki yerinden dolayı orantısal akıl yürütmenin geliştirilmesi bir gereksinimdir. Lamon (2020) orantısal akıl yürütmenin gelişiminin uzun bir süreç olduğunu belirtmiştir. Bu gelişimin başlangıcı okul öncesinde başlayıp ilkokulda gelişmeye devam eder (Langrall ve Swafford, 2000; Sophian ve Wood, 1997). Orantısal akıl yürütmenin asıl gelişimi ise ortaokul düzeyinde gerçekleşmektedir. Langrall ve Swafford'a (2000) göre orantısal akıl yürütme orta sınıflarda geliştirilecek en önemli beceridir ve bu beceriyi geliştiremeyen öğrencilerin ileride üst düzey matematiği anlamada zorluklarla karşılaşması olasıdır. MEB'in 2018 yılı matematik dersi ortaöğretim programında orantısal akıl yürütme becerisi, altıncı sınıfta oran ve yedinci sınıfta oran-orantı konularında öğrencilere kazandırılmaktadır (MEB, 2018a). Bu nedenle, ilköğretimin ikinci kademesi orantısal akıl yürütmenin gelişimi için önemli dönemdir.



### 2.1.1. Orantısal Akıl Yürütme Problemlerinin Çözümünde Kullanılan Stratejiler

Orantısal akıl yürütmenin gelişiminin belirlenmesi için literatürde çeşitli stratejiler yer almaktadır. Literatürdeki stratejileri incelediğimizde araştırmalarda deney grupları tarafından çoğunlukla ortaya çıkan stratejiler; birim oran stratejisi, inşa etme stratejisi, oran tablosu stratejisi, orantı formülü stratejisi, görsel öğelerden yararlanma stratejisi, cebir stratejisi ve içler dışlar çarpımı stratejisidir (Arıcan, 2018; Cramer ve Post, 1993b, Fisher, 1988, Gündoğdu, 2021). Aşağıda bu stratejiler açıklanmıştır.

**Birim oran stratejisi:** Birim oran stratejisi orantısal akıl yürütme için popüler olarak kullanılan bir stratejidir. (örn: Gürler Karakoca, 2019). Birim oran stratejisi çeşitli araştırmalarda tanımlanmaktadır (örn: Cramer ve Post, 1993b). Verilen araştırmalardaki tanımlar ve örnekler incelendiğinde birim oran, orantılı iki nicelikten birinin bir birimine karşılık gelen diğer niceliğin değerini bularak (birim oran) problemi çözmeye yarayan stratejidir. Ayrıca birim oran stratejisi, doğru orantılı ve ters orantılı problemlerde kullanılmaktadır.

Doğru orantılı problemlerde birim oran stratejisine örnek olarak, 2 kg peynirin fiyatı 8 TL olsun ve bize 6 kg peynirin fiyatı sorulsun. Bu problemi birim oran ile çözen kişi öncelikle 1 kg peynirin fiyatının 4 TL olduğunu bulur ( $8 \text{ TL} : 2 \text{ kg} = 4 \text{ TL/kg}$ ). Devamında 1 kg peynirin fiyatını ( $4 \text{ TL/kg}$ ) 6 ile çarparak ( $4 \text{ TL/kg} \cdot 6 \text{ kg} = 24 \text{ TL}$ ) doğru cevabı bulmalıdır. Soru diğer birim oranı (1 TL'ye karşılık gelen peynir miktarı) kullanarak da çözülebilir. Bu durumda öncelikle bulunması gereken 1 TL'ye ne kadar peynir alınacağını bularak ( $\text{çeyrek} = 0,25 \text{ kg}$ ), 24 TL'ye 6 kg peynir alınacağını bulmaktır.

Ters orantılı problemlerde birim oran stratejisine örnek olarak, bir havuzu özdeş 4 musluk 15 saatte dolduruyor olsun ve bize 5 aynı özdeş musluğun kaç saate aynı havuzu dolduracağı sorulsun. Bu problemi birim oran ile çözen kişi öncelikle 1 musluğun havuzu 60 saatte doldurduğunu bulur. Devamında 5 musluğun kaç saate dolduracağını bulmak için 1 musluğa 60 saat süren işin 5 musluğa kaç saat süreceğini bulur ( $60 \text{ saat} / 5 \text{ musluk} = 12 \text{ saat} / 1 \text{ musluk}$ ).

Birim oran stratejisini kullanan öğrencilerin, niceliklerin birim oranı tam sayı olduğu problemlerde doğru cevabı rahatlıkla bulmasına rağmen niceliklerin tam sayı olmadığı problemlerde öğrencilerin doğru çözüme ulaşmada zorluk yaşadıkları görülmüştür (Gürler Karakoca, 2019).

**Oran tablosu stratejisi:** Oran tablosu, nicelikler arası karşılaştırma yapılırken nicelikleri aynı sayılar ile çarpmayı veya bölmeyi kullanarak problemi çözmeye yarayan stratejidir. Bu stratejide nicelikler genelde sıralı şekilde yazılarak tablolaştırılır ve çarpımsal işlemler (çarpma veya bölme) yapılır. Birim oran stratejisinde olduğu gibi oran tablosu stratejisi de doğru ve ters orantı problemlerinde kullanılmaktadır. Bu stratejinin literatürde kullanılan diğer isimleri değişim çarpanı stratejisidir (Cramer ve Post, 1993b).

Doğru orantılı peynirin fiyatı (2 kg peynir 8 TL ise 6 kg peynirin fiyatının kaç TL'dir?) probleminde tablo şeklinde ilerleme ve nicelikleri aynı sayılarla çarpıp bölerek 6 kg peynirin 24 TL olduğunu bulmak oran tablosu stratejisine örnektir. Bu durum Şekil 2.1'de verilmiştir.

|             |   |   |    |    |
|-------------|---|---|----|----|
| Peynir (kg) | 2 | 1 | 4  | 6  |
| TL          | 8 | 4 | 16 | 24 |

|             |   |   |    |    |
|-------------|---|---|----|----|
| Peynir (kg) | 2 | 1 | 4  | 6  |
| TL          | 8 | 4 | 16 | 24 |

**Şekil 2.1.** Doğru Orantı Oran Tablosu Stratejisi Örneği

Şekil 2.1 incelendiğinde peynir ve TL niceliklerini 2'ye bölerek, nicelikleri 2 veya 3 ile çarparak 6 kg peynirin 24 TL olduğunu bulduğunu görülmektedir.

Ters orantılı havuz (Bir havuzu 4 özdeş musluk 15 saatte dolduruyor ise 5 özdeş musluk aynı havuzu kaç saatte doldurur?) probleminde orantılı olan nicelikler tablo şeklinde ilerlemek, bu ilerleme sürecinde niceliklerden birini çarparken diğerini aynı sayı ile bölmek veya tam tersi şeklinde ilerleyerek 5 musluğun havuzu 12 saatte doldurmasını bulmak oran tablosu stratejisine örnektir. Bu durum Şekil 2.2'de verilmiştir.

|        |    |    |    |    |
|--------|----|----|----|----|
| Musluk | 4  | 1  | 2  | 5  |
| Süre   | 15 | 60 | 30 | 12 |

|        |    |    |    |    |
|--------|----|----|----|----|
| Musluk | 4  | 1  | 2  | 5  |
| Süre   | 15 | 60 | 30 | 12 |

**Şekil 2.2** Ters Orantı Oran Tablosu Stratejisi Örneği

Şekil 2.2 incelendiğinde musluk ve süre niceliklerinden birini 4 ile çarparken diğer niceliği 4'e bölme gibi adımlar ile 5 musluğun havuzu 12 saatte doldurduğunun bulunduğu görülmüştür.

Cramer ve Post (1993b) oran tablosu stratejisinin, kullanışlı bir strateji olmasının yanında niceliklerden biri kesirli olduğunda bu stratejinin zor bir probleme dönüşeceğini söylemişlerdir.

**Orantı formülü stratejisi:** Orantı formülü stratejisi, temelini orantının formülünden (iki oranın birbirine eşit olması) alan stratejidir (Fisher, 1988). Bu strateji, doğru orantı formülü stratejisi ve ters orantı formülü stratejisi şeklinde iki orantısal problem durumuna uygun şekilde bölünerek isimlendirilmiştir. Bu stratejinin araştırmalarda çeşitli isimleri vardır. Örneğin, Cramer ve Post (1993b) bu stratejiye kesir stratejisi demiştir.

Doğru orantı formülü stratejisi, doğru orantının tanımından (İki niceliğin birbirine oranı her zaman sabit bir sayıya eşittir.) ortaya çıkan bir stratejidir. Doğru orantı formülü stratejisine peynirin ağırlığı probleminde  $\frac{8 \text{ TL}}{2 \text{ kg}} = \frac{? \text{ TL}}{6 \text{ kg}}$  veya  $\frac{2 \text{ kg}}{8 \text{ TL}} = \frac{6 \text{ kg}}{? \text{ TL}}$  ilişkisinden yararlanarak 6 kg peynirin 24 TL olduğu sonucuna ulaşılması örnek olarak verilebilir. Bu çözüme ulaşma sürecinde görülen eşitlikte çarpımsal 3 katını alma ( $2 \cdot 3 = 6$ ,  $8 \cdot 3 = 24$ ) veya doğru orantı sabitinden yararlanma ( $8:2 = 4$ ,  $?:6 = 4$ ,  $6 \cdot 4 = 24$ ) yöntemlerinden ilerlenebilir. Bu durumda önemli olan doğru orantının tanımından yararlanılarak çözümün geliştirilmiş olmasıdır.

Ters orantı formülü stratejisi, ters orantının tanımından (İki niceliğin çarpımı her zaman sabit bir sayıya eşittir.) ortaya çıkan bir stratejidir. Ters orantı formülü stratejisine havuz probleminde 4 musluk x 15 saat = 5 musluk x ? saat ilişkisinden yararlanarak 5 musluğun 12 saatte havuzu doldurduğu sonucunda ulaşılması örnek olarak verilebilir. Bu çözüme ulaşma sürecinde ters orantı sabitinden ( $4 \cdot 15 = 60$ ,  $5 \cdot ? = 60$ ,  $60:5 = 12$ ) yararlanılarak ilerlenilir. Bu durumda önemli olan ters orantının tanımından yararlanılarak çözümün geliştirilmiş olmasıdır.

**İnşa etme stratejisi:** Bu strateji orantısal problemi çözerken öncelikle birim oranı buldurur ve birim oranı kendisi ile tekrar tekrar toplatılarak ilerleyen bir stratejidir (Ben-Chaim vd., 1998). Bu stratejinin Türk literatüründeki diğer bir çevirisi arttırma stratejisidir (Gürler Karakoca, 2019). İnşa etme stratejisi, çözüme ulaşırken toplamsal işlemlerden

yararlanmasından dolayı orantısal akıl yürütmenin gelişiminde önemli bir strateji olarak sayılmamaktadır (Gündoğdu, 2021).

İnşa etme stratejisi doğru orantılı problemlerde kullanılan bir stratejidir. İnşa etme stratejisine, peynirin fiyatı probleminde öncelikle 1 kg peynirin 4 TL olduğunun bulunması örnek olarak verilebilir. Sonrasında 2 kg 8 TL, 3 kg 12 TL, 4 kg 16 TL, 5 kg 20 TL ve 6 kg 24 TL şeklinde cevap bulunmalıdır.

**Görsel öğelerden yararlanma stratejisi:** Görsel öğelerden yararlanma, orantısal bir problemi çözerken görsel resim, materyal vb. çizimler kullanılarak ilerlenen stratejidir (Gündoğdu, 2021). Örneğin, araştırmamızda kullanılan bir orantı probleminin (4 kg armudu 12 liraya satan bir manavdan 5 kg armut alan kişi kaç TL öder.) doğruluğu sorulduğunda öğrencinin cevabı Şekil 2.3’de verilmiştir.



Şekil 2.3. Görsel Öğelerden Yararlanma Stratejisi

Şekil 2.3. incelendiğinde armutlar görselleştirilmiştir ve armutların birim fiyatları bulunarak 15 TL elde edilmiştir.

**Cebir Stratejisi:** Cebir stratejisi, orantılı olan nicelikleri cebirsel bir formül oluşturarak çözen bir stratejidir (Fisher, 1988). Örneğin peynirin fiyatı probleminde peynir  $a$  değişkeni ve fiyat  $b$  değişkeni ile ifade edilsin. Cebir stratejisi ile  $f(a) = 4 \cdot a = b$  şeklinde ilişkilendirilerek  $f(6) = 4 \cdot 6 = 24$  bulunur.

**İçler dışlar çarpımı stratejisi:** İçler dışlar, orantılı iki niceliğin birbirlerine oranları ( $a/b = c/d$ ) yazıldığında çaprazlamasına çarpılarak ( $a \cdot d = b \cdot c$ ) eşitlenmesi ve bilinmeyen değerin bulunması şeklinde ilerlenen stratejidir (Cramer and Post, 1993b). İçler dışlar stratejisi okullarda öğretim zamanından kazanmak için ezbere dayalı öğretilen ve öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişimini olumsuz etkileyen bir stratejidir (Lamon, 2007). Gündoğdu (2021) araştırmasında içler dışlar stratejisini öğrenen öğrencilerin çoğunlukla bu stratejiye yöneldiklerinin görüldüğünden ve bilinmeyen değer problemlerinde çoğunlukla kullanılan bir strateji olduğundan bahsetmiştir. Cramer ve Post

(1993) ortaokul öğrencilerinde çapraz çarpım stratejisinin genellikle sekizinci sınıflarda daha çok kullanılan strateji olduğunu ve araştırmasında çapraz çarpımı öğrenmeyen öğrencilerin çoğunlukla oran tablosu ve birim oran stratejilerini kullandığı sonucuna ulaşmışlardır.

İçler dışlar çarpımı stratejisine peynirin fiyatı probleminde  $\frac{2}{8} = \frac{6}{?}$  oranı yazılarak çapraz olan değerlerin çarpımı  $2 \cdot ? = 48$  ( $6 \cdot 8 = 48$ ) yazılır. Sonrasında 48 sayısı 2'ye bölünerek 24 bulunması örnek olarak gösterilebilir.

### 2.1.2. Orantısal Akıl Yürütme ile İlgili Öğrenme Zorlukları

İlköğretim ikinci düzeyde orantısal akıl yürütme ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde öğrencilerin orantısal akıl yürütme kavramını anlamlandırmada zorluklar yaşadıkları görülmüştür (Adak ve Aliustaoğlu 2020; Arıcan, 2019b; Çelik ve Özdemir, 2011; Mersin, 2018; Uçar ve Bozkuş, 2016).

Adak ve Aliustaoğlu (2020) yedinci sınıf öğrencilerinin oran–oranlı konusundaki kavram yanılgılarının incelenmesi üzerine bir araştırma yapmıştır. Araştırmaya 35 yedinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin çarpımsal ilişki kurmaları gereken yerlerde toplamsal ilişki kurdukları, ters orantı problemlerini doğru orantı gibi algılayıp çözdükleri, oranı verilen niceliklerin gerçek miktarını bulamadıkları, eşdeğer oranları çözümde göremedikleri ve iki nicelik arasındaki ilişkiyi fark edemedikleri görülmüştür.

Çelik ve Özdemir (2011) ortaokul öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerileri ile problem kurma becerileri arasındaki ilişki için çalışma yapmıştır. Bu çalışmaya 392 tane yedinci ve sekizinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Sonuç olarak orantısal akıl yürütme becerisi ile problem kurma becerisi arasında anlamlı bir ilişki olduğunu göstermiştir. Orantısal akıl yürütmesi yetersiz düzeyde olan öğrencilerin çoğunun oran–oranlı problemi kuramadıkları görülmüştür. Ayrıca, orantısal akıl yürütmesi yetersiz düzeyde olan öğrenciler verilmeyen değeri bulma ve ilgili problemlerde orantısal ilişkileri fark etme konusunda zorluklar yaşamışlardır.

Mersin (2018) iki aşamalı teşhis testine göre ortaokul beş, altı ve yedinci sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütmelerinin değerlendirilmesi üzerine bir çalışma yapmıştır. Çalışmaya toplam 146 ortaokul öğrencisi katılmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin çarpımsal akıl yürütme kullanmaları gereken yerlerde toplamsal akıl yürütme

kullandıkları, orantısal akıl yürütmeyi nerede kullanacağını belirleyemedikleri görülmüştür.

Arıcan (2019b) ortaokul öğrencilerinin orantısal akıl yürütmeleri üzerine tanısıl bir değerlendirmeye ilişkin bir çalışma yapmıştır. Teste 282 yedinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Çalışmanın sonuçları öğrencilerin %25'inde araştırılan dört temel becerinin (oran kavramını anlama ve değerini belirleme, doğru orantılı ilişkileri tanıma ve çözme, ters orantılı ilişkileri tanıma ve çözme ve orantısal olmayan ilişkileri tanıma ve çözme) görülmediğini göstermiştir. Arıcan (2019b) öğrencilerin orantısal ilişkileri orantısal olmayan ilişkilerden ayırt etmede zorlandıklarını belirtmiştir.

Yapılan araştırmalar incelendiğinde orantısal akıl yürütme kavramını anlamlandırma üzerinde karşılaşılan öğrenme zorlukları; çarpımsal düşünme yerine toplamsal düşünmeye odaklanma, oran ve orantı kavramlarını anlamama, orantıyı oluşturan nicelikleri belirleyememe, doğru ve ters orantıyı birbiriyle karıştırma ve orantılı ilişkileri orantısız ilişkilerden ayırt edememe şeklinde özetlenebilir. Yaşanılan bu zorluklardan dolayı, öğrencilere orantısal akıl yürütme becerilerinin kazandırılması daha kolay hale getirilmelidir (Misailidou ve Williams, 2002).

### **2.1.3. Orantısal Akıl Yürütme Becerisinin Geliştirilmesine Yönelik Çalışmalar**

Literatür incelendiğinde orantısal akıl yürütmenin geliştirilmesine yönelik az sayıda çalışma yapıldığı gözlemlenmektedir. Yapılan literatür araştırmasında elde edilen çalışmalar bu bölümde anlatılmıştır.

Langrall ve Swafford (2000) iki dolara üç balon problemi ile bir orantılı akıl yürütmenin geliştirilmesi üzerine bir araştırma yapmıştır. Araştırmada öğrencilerin farklı cevaplar verdiği gözlemlenmiştir. Bu öğrenme zorluğuna yönelik; öğretimde farklı problem türleri kullanılmıştır, öğrencilerin problem çözümlerinde farklı strateji ve düşünceler teşvik edilmiştir ve orantılı problemler nesne veya resimlerle anlatılarak verilen problemleri çözmeleri istenmiştir. Yapılan öğretim sonucunda öğrencilerin orantısal akıl yürütmelerinde olumlu yönde gelişme görülmüştür.

Jitendra vd. (2013) şema tabanlı öğretimin yedinci sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerileri üzerine matematik başarısı ve problem çözme performansı araştırmıştır. Araştırmaya 1163 yedinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Altı haftalık eğitimle şema tabanlı

öğretim uygulanmıştır. Araştırma sonucunda şema tabanlı öğretimin normal öğretime göre daha verimli olduğu gözlemlenmiştir.

Norton (2005) orantılı akıl yürütmenin inşası için çeşitli lego kullanımını araştırmıştır. Araştırmaya 46 altıncı sınıf öğrencisi katılmıştır. Araştırma sonucunda legoların kullanımının; kesirler, ondalık sayılar arası bağlantı kurma, orantılı problemin çözümü ve orantısız akıl yürütmenin gelişiminde yardımcı olduğu görülmüştür.

Larson (2013) orantısız akıl yürütmeyi açıklayan ve öğrencilerin gelişimi için sınıfa uygun öğretim stratejilerini anlatan bir çalışma yapmıştır. Çalışmada orantısız akıl yürütmenin gelişimi beş ana maddede anlatılmıştır. Bunlar; çeşitli orantı tipinde problemler kullanmak, çeşitli çözüm stratejileri kullanmak, orantısız akıl yürütmenin öncelikle sezgisel olarak oluşturmak, çoklu temsilleri kullanmak ve çapraz çarpmadan önce resmi olmayan stratejiler geliştirmektir. Çalışmada öğrencilerin gerçek dünya problemlerini çözebilen ve orantılı düşünebilen bireyler olacağı savunulmaktadır.

Hilton vd., (2013) dijital fotoğrafçılık kullanarak orantısız akıl yürütmeyi desteklemeyi araştırmışlardır. Çalışmaya 120 öğretmen katılmıştır. Çalışmada öğretmenler küçük gruplar halinde orantılı durumların fotoğrafını çekmişler ve deneyimlerini atölyede projektör yardımıyla göstermişlerdir. Çalışmada gerçek yaşamda bulunan orantılı durumun çokluğu, öğretmenler tarafından şaşkınlıkla karşılanmıştır. Çalışma sonucunda ilgi çekici ve işbirlikçi bir aktivitenin orantısız akıl yürütme gelişimine fayda sağlayacağı görülmüştür.

Sumarto vd. (2013) orantısız gelişimde oran tablosu ve anlam olarak para bağlamı kullanmanın etkisini araştırmıştır. Araştırma dördüncü sınıftan 29 öğrenciye uygulanmıştır. Araştırma sonucunda öğrenciler, oran tablosu kullanarak toplama ve ikiye katlama gibi hesaplama stratejileri geliştirmişlerdir. Para bağlamı ise öğrencilerin orantılı şekilde düşünmelerini sağlamıştır. Özetle oran tablosu ve para bağlamı orantısız akıl yürütmenin gelişiminde anlamlı bir etki sağlamıştır.

Arıcan ve Özçakır (2021) artırılmış gerçeklik etkinlikleri kullanılarak öğretmen adaylarının geometrik benzerlik problemlerinde orantısız akıl yürütme becerilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarında var olan orantısızlığı aşırı kullanmalarının önemli ölçüde azaldığı gözlemlenmiştir. Sonuçta teknoloji kullanımı öğretmen adaylarının becerilerinin orantısız akıl yürütme gelişimine olumlu yönde katkı sağlamıştır.

Küpçü (2012) etkinlik temelli öğretim yaklaşımının ortaokul öğrencilerinin orantısal problemleri çözme başarısına etkisini araştırmıştır. Araştırmaya 134 yedinci ve sekizinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Araştırma sonucunda etkinlik temelli öğretim orantısal problemlerde “çözüm planı yapma” ve “çözümü uygulama” aşamalarında geleneksel öğretime göre olumlu yönde etki göstermiştir. Fakat etkinlik temelli öğretim orantısal problemlerde “problemin anlaşılması” aşamasında daha fazla etkinlik düzenlenmesinin gerektiği sonucu ortaya çıkmıştır.

Deveci (2021) sorgulayıcı öğrenme ve problem çözme yoluyla oran orantı konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesini araştırmıştır. Araştırmaya Konya'nın kırsal bir bölgesindeki on üç sekizinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Araştırma sonucunda sorgulayıcı öğrenme ve problem çözme modelinin sekizinci sınıf öğrencilerinin kavram yanlışlarını azaltıp gidermede etkili olduğu görülmüştür.

Orantısal akıl yürütmenin geliştirilmesine yönelik çalışmalar incelendiğinde orantısal akıl yürütmeyi geliştiren başarılı çalışmalar görülmüştür. Bu çalışmalarda özetle farklı orantı problemleri kullanımı, farklı stratejilerin kullanımı, ilgi çekici ve gerçek hayat ile ilişkili etkinliklerin kullanımı, farklı temsillerin kullanımı, teknoloji kullanımı, materyal kullanımı ve işbirlikçi bir çalışma ortamının orantısal akıl yürütmenin gelişimini olumlu yönde etkilediği ortaya çıkmıştır. Araştırmalar incelendiğinde STEM eğitimi yaklaşımının tanımı ve içeriğinin verilen araştırmaları kapsadığı görülmektedir. Bu nedenle, bu çalışmada kullanılan MA-STEM-M'nin öğretmen adaylarının orantısal akıl yürütmelerinin gelişimi için nitelikli bir çözüm sunacağı düşünülmektedir.

## **2.2. STEM Eğitimi Yaklaşımı**

Yirmi birinci yüzyılda son derece hızlı bir şekilde teknoloji ve bilim gelişmektedir. Bilim ve teknolojideki bu gelişim yaratıcılık, eleştirel düşünme, problem çözme ve işbirlikli çalışma gibi birçok beceriyi de anlamlandırmayı zorunlu kılmıştır (Akgündüz, vd., 2015). Bu becerilerin öğretimde bireylere kazandırma ihtiyacı yeni bir eğitim yaklaşımını oluşturmuştur. Bu eğitim yaklaşımı farklı disiplinleri bütünleştiren ve 21. yüzyıl becerilerini öğrencilere kazandırmayı hedefleyen STEM eğitimi yaklaşımıdır. Son zamanlarda araştırmalarda adını sıkça duyduğumuz STEM eğitimi Türkiye’de FeTeMM (fen, teknoloji, mühendislik ve matematik) eğitimi yaklaşımı olarak adlandırılmaktadır.



STEM eğitimi yaklaşımının literatürde çeşitli tanımları bulunmaktadır (Yazıcı, 2019). Akgündüz vd. (2015) STEM eğitimi “STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) eğitimi fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin birbiriyle entegre bir şekilde öğretilmesini içeren ve okul öncesinden yüksek öğretime kadar tüm süreci kapsayan bir eğitim yaklaşımıdır.” şeklinde tanımlamışlardır (s. 4). Bybee (2013) ise STEM eğitimi, disiplinler arası bütünleşik bir eğitim yaklaşımı şeklinde tanımlamıştır. Tezel ve Yaman (2017), “Öğrencilere, problemlere disiplinler arası bakış açısıyla yaklaşarak bilgi ve beceri kazandırmayı amaçlayan, ayrıca öğrencilere 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasını sağlayan ve bu dört alanda uzmanlaşmalarına fırsatlar sunan bir yöntemdir.” şeklinde tanımlamıştır (s. 137). Literatürdeki çeşitli STEM eğitimi yaklaşımı tanımlarının özelliklerini içinde barındıran tanımı Akarsu vd. (2020, s. 158) yapmıştır. Akarsu vd. (2020), “Gerçek yaşamda yer alan problemlerin çözümü için fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini bütünleştiren, ilgi çekici ve motive edici deneyimler ile gerçek hayat problemlerinin anlaşılmasını kolaylaştıran, sadece ürün odaklı olmayan aynı zamanda süreç ve beceri odaklı olan bir eğitim yaklaşımıdır.” şeklinde tanımlamışlardır. Çalışmamızda kullanılan MA–STEM–M tasarım süreci Akarsu vd. (2020) yaptığı STEM eğitimi yaklaşımı tanımı çerçevesinde yapılmıştır.

STEM eğitimi kavramı yaygınlaştıktan sonra içerisinde yer alan dört disiplinin arasındaki ilişkiye yönelik çeşitli modeller ortaya çıkmıştır. Bybee (2013) STEM eğitimi dokuz farklı yolla anlatılabileceği model belirlemiştir:

- 1- STEM, sadece fen veya sadece matematik
- 2- STEM, hem fen hem matematik
- 3- STEM; teknoloji, mühendislik veya matematiği birleştiren fen
- 4- STEM, dört ayrı disiplin
- 5- STEM, bir teknoloji veya mühendislik programı ile bağlantılı fen ve matematik
- 6- STEM, disiplinler arası bir koordinasyon
- 7- STEM, iki veya üç disiplini birleştirme
- 8- STEM, disiplinler arası bütünleştirici
- 9- STEM, ders veya program

Ayrıca, literatürde STEM eğitiminde çoğunlukla disiplinler arası ve çok disiplinli olmak üzere iki yaklaşımdan bahsedilmektedir. Çok disiplinli yaklaşımda disiplinler arası çizgiler belirgin olduğu için öğrencilerin her konuyu birbirinden ayırarak öğrenmesini, disiplinler arası yaklaşımda öğrencilerin bütün disiplinleri iç içe birbiriyle karışmış olarak

öğrenmesini savunmaktadır (Yılmaz Bilir, 2021). Disiplinler arası yaklaşımda çoğunlukla bir problem çevresinde, öğrencilerin bu problemi çözümünde bu dört disiplini birlikte kullanarak ilerlemeleri beklenir. Bu nedenle disiplinler arası STEM eğitimi, çok disiplinliye göre çoğunlukla benimsenmektedir.

STEM eğitimi yaklaşımının çeşitli öğretim yollarının olmasından dolayı araştırmacıların ve ülkelerin kendi ihtiyaçlarına göre farklı STEM eğitimi yaklaşımları uyguladığı ortaya çıkmıştır (Tekin Poyraz, 2018). Uygulamalarda bazen tek bir disiplin, bazen iki disiplin bazen de dört disiplinin bütünleştirildiği varyasyonlar görülmektedir. Türkiye’de yapılan bazı araştırmalarda STEM’in çeşitli yaklaşımlar ve yöntemler ile uygulandığı görülmüştür. Yapılan araştırmalara bakıldığında, bağlam temelli öğrenmeye uygun FeTeMM (Yıldırım, 2018), mobil teknolojiye dayalı STEM (Kayalar, 2018), sorgulamaya dayalı STEM (Duygu, 2018), 6E öğrenme modeline dayalı STEM (Yazıcı, 2019), tasarım temelli STEM (Uysal, 2018) ve sanat disiplinli STEM [STEAM] (Balcı, 2020) şeklinde çeşitli STEM çalışmaları görülmektedir.

Yıldırım (2018) bağlam temelli öğrenmeye uygun hazırlanmış STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının çevreye karşı duyarlılıkları, davranışları ve tutumları, doğaya olan bağlılıkları ve teknolojiye karşı tutumları üzerine etkisini incelenmiştir. Araştırma 26 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda bağlam temelli öğrenme öğretmen adaylarının duyarlılık, davranış ve tutumlarında olumlu etki göstermiştir.

Kayalar (2018) mobil teknolojiye dayalı FeTeMM uygulamalarının öğretmen adaylarının mühendislik tasarım becerilerine, sistem düşünme zekâsına ve öğretmenlik öz yeterliklerine etkisini araştırmıştır. Mobil teknoloji kullanımının deney ve ölçümlerin kontrollü şekilde yapılmasına olanak sağlayabileceğini savunmaktadır. Tasarlanan FeTeMM etkinlikleri içerisinde öğrenciler, tasarım ve model üretmede yetersizlik göstermişlerdir. Öğretmen öz yeterliklerinde anlamlı bir değişim gözlemlenmemiştir. Öğretmen adayları FeTeMM uygulamalarının şu anki okul şartları için uygun olmadığı yorumunda bulunmuşlardır. Ayrıca öğretmen adayları, FeTeMM etkinliklerinin uygulanması için öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının eğitilmesi gerektiğini söylemişlerdir.

Duygu (2018) simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ortamında STEM eğitiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve STEM farkındalıklarına etkisini araştırmıştır. Araştırmaya fen bilgisi öğretmenliği okuyan 39 öğrenci katılmıştır. Araştırmada ön test–

son test ve betimsel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda STEM'in beceri gelişimi sağladığı, bilgiyi desteklediği ve derse karşı olumlu tutum ve motivasyonu artırdığına ulaşılmıştır.

Yazıcı (2019) 6E öğrenme modeline dayalı FeTeMM eğitiminin öğrencilerin girişimcilik, tutum ve meslek ilgilerine etkisini araştırmıştır. Araştırmaya 50 beşinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Eğitim uygulaması 28 ders saati sürmüştür. Araştırma sonucunda bu eğitimin öğrencilerde FeTeMM alanlarına yönelik meslek bilinci oluşturmada kullanılabileceği görülmüştür. Ayrıca öğrencilerde girişimcilik, yaratıcılık, iş birliği gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirmede kullanılabileceği görülmüştür.

Uysal (2018) tasarım temelli STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine ve tutumlarına etkisine yönelik bir araştırma yapmıştır. Çalışmada tek grup ön test–son test kullanılmıştır. Fen bilgisi öğretmenliği okuyan 25 öğrenci araştırma grubunu oluşturmaktadır. Elde edilen araştırma sonuçlarında öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini STEM etkinlikleri ile geliştirdiği görülmüştür.

Balcı (2020), STEM (STEAM) temelli öğretim tekniklerinin ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin rasyonel sayılar konusunda kavramsal değişimlerine ve başarılarına etkisi üzerine bir araştırma yapmıştır. Bu araştırma 36 yedinci sınıf öğrencisi katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmada kontrol grubu ve deney grubu üzerine ön test–son test kullanılmıştır. Araştırma sonucunda sanat üzerine hazırlanan FeTeMM tasarımı 21. yüzyıl becerilerini kazandırmada olumlu sonuç almışken matematik başarısı üzerine anlamlı bir fark oluşturmamıştır.

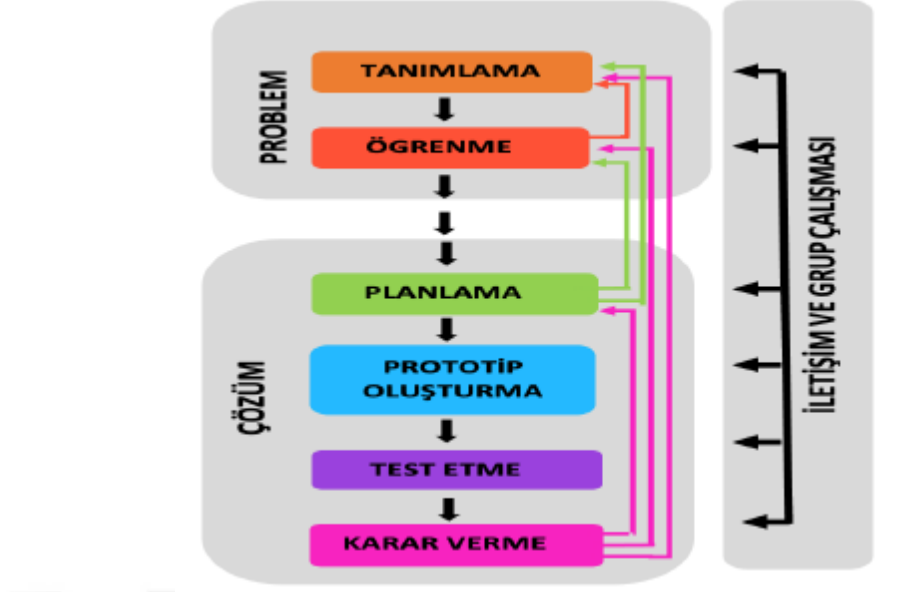
Yukarda bahsi geçen çalışmalara bakıldığında, bu çalışmalar gibi birçok STEM çalışmasında fen bilimlerinin merkeze alındığı ve matematiği geri planda bıraktığı görülmektedir. Oysa diğer disiplinlerin temelini oluşturduğu için matematik STEM eğitiminde daha önemli bir role sahiptir (Fitzallen, 2015). Fitzallen (2015) STEM eğitimi öncelikli olarak matematik üzerine yapılandırmayı desteklemiştir. Bu nedenle, bu çalışmada matematiğin diğer disiplinlerden daha öncelikli ele alındığı MA–STEM–M geliştirilip sınıf ortamında uygulanmıştır.

Burada dikkat edilmesi gereken ikinci bir nokta STEM eğitimi yaklaşımının farklı öğrenme yaklaşımları (probleme dayalı öğrenme, proje tabanlı öğrenme vb.) ile

ilişkilendirildiği görülmüştür. (Ergün ve Balçın, 2019; Sümen ve Çalışıcı, 2019). Oysa STEM eğitimi yaklaşımı yapılandırmacı bir yaklaşım olduğundan diğer öğrenme türlerinin çoğu özelliğini kapsamaktadır. Bu nedenle STEM eğitimini farklı öğretimler ile değil robotik kodlama (Tuluri, 2017) gibi araçlar ile ilişkilendirmek daha doğru bir eşleştirme olacaktır. Farklı öğrenme yaklaşımlarını STEM ile ilişkilendirmek yerine Uysal ve Cebesoy (2020)'un çalışmalarında tanımladığı gibi STEM eğitimi yaklaşımının öğrencileri öğrenme çıktılarına götüren süreç ve tasarım odaklı bir yaklaşım olarak ele alınması gerekmektedir. Araştırmamızda kullandığımız MA-STEM-M yukarıda bahsi geçen birçok öğrenme yaklaşımını kapsamaktadır. Bu durum Yılmaz Bilir (2021)'in araştırmasında verdiği STEM eğitim yaklaşımının özelliklerinden anlaşılmaktadır. Bu özellikler özetle; MTS teorik çerçevesi kullanılması, öğrencilere karar verme sürecinde kanıta dayalı açıklama sunmasını istemesi, öğrenme sürecinin ayrıntılı bir şekilde planlanması, öğrencilerin hatalarından ders çıkararak öğrenmesi ve tekrarlı bir tasarım süreci olması, sürecin üründen daha önemli olması, grup çalışmasının önemli olmasıdır. Bu da STEM eğitiminin yapılandırmacı bir kuram olduğunu göstermektedir.

### **2.2.1. Mühendislik Tasarım Süreci (MTS)**

STEM eğitime yönelik modüllerin gelişimi için Moore, vd. (2013) altı basamaklı bir Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) teorik çerçevesi geliştirmişlerdir. Teorik çerçevedeki bu basamaklar; tanımlama, öğrenme, planlama, prototip oluşturma, test etme ve karar vermedir.



Şekil 2.4. Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) (Moore vd., 2013)

**Tanımlama:** MTS'nin başında öğrencilere bir gerçek hayat problemi verilir. Bu gerçek hayat problemi öğrenciler için ilgi çekici, yaşamları ile bağlantılı, süreç odaklı, öğrencilerin seviyesine uygun, farklı tasarımlara açık, motive edici vb. özellikleri sahip olmalıdır. Tanımlama basamağında öğrenciler grup arkadaşları ile bu problemi anlamlandırır. Daha açık olarak ifade etmek gerekirse “Problemi talep eden kişi veya şirket kimdir?”, “Problem nedir?”, “Problem neden çözülmek isteniyor?”, “Problemi çözmek için gerekenler ve kısıtlamalar nelerdir?” vb. soruları cevaplamaları gerekir. Bu cevaplanan sorular ışığında öğrenciler problemi neden çözmeleri gerektiğini kavramış olurlar (Moore, Glancy vd., 2014).

**Öğrenme:** MTS'nin en önemli basamağı olarak görülen öğrenme basamağı, tanımlama basamağında verilen günlük hayat problemini çözmek için gerekli olan fen bilgisi ve matematik konuları öğrenilir. Bu basamakta öğretmen, öğrencilerin grup içi ve gruplar arası tartışmalar kurarak gerekli bilgilerin öğrenilmesini sağlar (Yılmaz Bilir, 2021).

**Planlama:** Öğrenme basamağından sonra öğrenilen fen bilgisi ve matematik konuları ışığında öğrenciler en az iki tasarım planı hazırlar. Hazırlanan planlarını grup arkadaşları kanıta dayalı şekilde açıklarlar. Gruptaki tüm üyeler planlarını paylaştıktan sonra grupça ortak bir tasarım planı hazırlanır. Gruplar hazırladıkları ortak planları birbirlerine kanıta dayalı şekilde sunarlar bu sayede diğer gruplara bilgi aktarımı ve fikir sağlamış olurlar.

**Prototip oluşturma:** Planlama aşamasında grupların, grup üyeleri ile hazırladıkları ortak plana göre bir prototip geliştirilir.

**Test Etme:** Bu basamakta grupla tanımlama basamağında verilen günlük hayat probleminin kriter ve kısıtlamalarını sağlayıp sağlamadığı ve problemin çözümine uygunluğu test edilir. Bu testi öğrenciler kriter ve kısıtlamalar ışığında kendileri tasarlar.

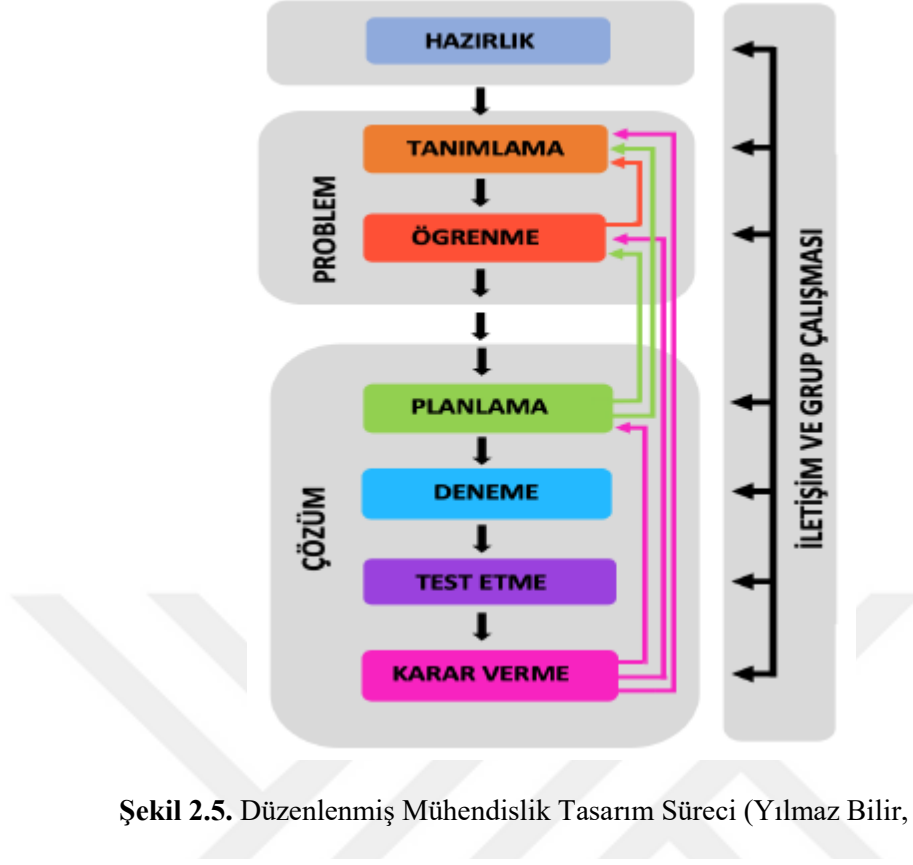
**Karar Verme:** Test etme basamağından elde edilen bulgular sonucunda prototiplerinin problem için yeterli olup olmadığı sonucuna varırlar veya geliştirilebilirliğini tartışırlar. Eğer olumsuz bir sonuç çıkarsa yeniden tasarlama sürecine geçilir.

MTS’de herhangi bir adımda problem yaşanıyorsa ve bu problem önceki basamaklarla ilişkili ise o basamağa geri dönülebilmektedir. Bu sayede MTS’nin tekrarlanabilen bir süreç olduğu görölmektedir (Moore, 2013).

### **2.2.2. Matematik Ağırlıklı STEM Modöü (MA–STEM–M)**

Araştırmamızın giriş bölümünde bahsettiğimiz gibi yapılan STEM ile ilgili araştırmaların çoğunda fen disiplininin matematik disiplinine göre baskın olduğu görölmektedir. Bu da matematiğin diğer disiplinlerden daha önde tutulduğu STEM modöünün geliştirilmesi gerekliliğini ortaya koymuştur. Yılmaz Bilir (2021), araştırmasında Matematik Ağırlıklı STEM Modöünü geliştirmiş ve değerlendirmiştir. Bu araştırma Yılmaz Bilir (2021)’in geliştirdiği Matematik Ağırlıklı STEM Modöü (MA–STEM–M) çerçevesinde gerçekleştirilmiştir.

Yılmaz Bilir (2021), araştırmasında Mühendislik Tasarım Sürecinin başına hazırlık basamağını eklemiştir ve MTS sürecini Şekil 2.5’de gösterildiği Şekilde düzenlemiştir.



Şekil 2.5. Düzenlenmiş Mühendislik Tasarım Süreci (Yılmaz Bilir, 2021)

MTS sürecinin başlangıcına Hazırlık basamağının eklenmesinin sebebi MTS sürecine katılan öğrencilerin sürece dair bilgilendirilmesinin gerekliliğidir (Yılmaz Bilir, 2021). Hazırlık basamağında öğrencilere; grup çalışması, iletişim, mühendislik, Mühendislik Tasarım Süreci ve Mühendis Not Defteri'nin ne olduğu hakkında bilgi verilir. Araştırma grubumuzdaki öğrencilere daha önce her hangi bir STEM Modülü uygulanmadığı için Yılmaz Bilir (2021)'in 7 basamaklı MTS süreci bu çalışmada kullanılmıştır.

### 2.2.3. Matematik Ağırlıklı STEM Modülünde Oran ve Orantı Dışında Entegre Edilen Konular

#### 2.2.3.1. Eğitim

Orantısız akıl yürütmeyi içinde barındıran eğitim kısaca doğrunun dikliğinin ölçümüdür (Stump, 1997). Literatürde eğitim için çeşitli temsil biçimleri anlatılmaktadır. Stump'ın (1997) eğitim ile ilgili kavram tanımlarının arasında bu araştırma ile ilgili iki tanım bulunmaktadır. Bunlar; geometrik oran ve cebirsel orandır. Geometrik oran, bir doğrunun herhangi iki noktası arasındaki dikey mesafenin yatay mesafeye oranı olarak tanımlanmaktadır (Aytekin Kazanç vd., 2021). Cebirsel oran,  $(y_2 - y_1) / (x_2 - x_1)$  şeklinde tanımlanmaktadır. Öğrencilere eğitim ilk kez ortaokul öğretim programında sekizinci sınıfta

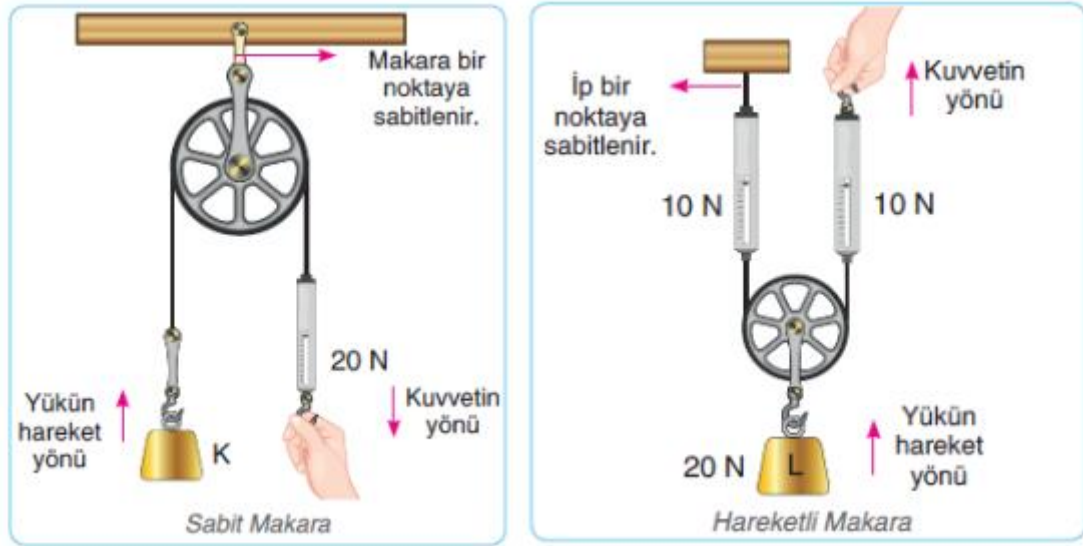
öğretilmektedir. (MEB, 2018a). Yapılan araştırmalarda sekizinci sınıf öğrencilerinin eğitim kavramı ile ilgili çeşitli öğrenme zorlukları yaşadıkları görülmüştür (Aytekin Kazanç vd. 2021). Bu zorluklardan bazıları; günlük yaşam durumlarını grafiğe aktaramama, birim oranın değiştiğini düşünme, eğimi sadece yüksekliğin etkilediğini düşünme ve eğimi sadece bir rasyonel sayı olarak düşünmedir (Aytekin Kazanç vd., 2021; Clement, 1985; Lobato ve Thanheiser, 2002; Walter ve Gerson, 2007). Eğitim konusunda yaşanan öğrenme zorlukları incelendiğinde bu problemlerin orantısal akıl yürütme kaynaklı olduğu anlaşılmaktadır. Eğitimde dikey ve yatay niceliklerin orantılı olduğunu görememek, eğimin sadece yükseklikten etkilendiğini düşünmenin orantısal akıl yürütmeden kaynaklı olmasına örnek olarak gösterilebilir. Bu nedenle MA–STEM–M’de eğitim konusuna yer verilmiştir. Eğitim anlatımı sekizinci sınıf matematik dersi öğretim programında 10 ders saati olarak önerilmiştir.

#### **2.2.3.2. Basit Makineler**

Basit makineler genel itibari ile çok az parçadan oluşan ve işlerimizi kolaylaştırmaya yarayan araçlar olarak tanımlanabilir. Öte yandan basit makineler, hareket enerjisi ve kuvvet enerjisi arasında çift yönlü dönüşümü yapabilen araçlardır. Kısaca çok az parçadan oluşan ve yalnız bir kuvvet çeşidi kullanılan araçlara basit makine denir (Yiğit, 2022). Basit makineler; makara, çıkrık ve kasnak basit makinelere örnek verilebilir. Basit makineler anlatımı fen bilimleri dersi öğretim programında 10 ders saati olarak önerilmiştir.

**Makaralar:** Sabit bir silindir etrafında dönebilen, silindirin ortasında bulunan çukur sayesinde çevresindeki ipin geçmesine imkân tanıyan basit düzenektir. Makaralar, sabit makara ve hareketli makara şeklinde ikiye ayrılır.





Şekil 2.6. Sabit Makara ve Hareketli Makara (Yiğit, 2022)(s. 139)

Sabit makara, hareket etmeyecek şekilde asılan ve çevresini saran ip çekildiğinde sadece kendi çevresinde dönebilen makaradır. Bu durum Şekil 2.6'da görülmektedir. Hareketli makara, çevresini saran ip çekildiğinde dönerek aşağı ve yukarı hareket eden (Bu hareket ipin gergin olduğu durumlarda yatay veya eğik de olabilir.) makaralara denir. Hareketli makarada ipin bir ucu hareket etmeyecek şekilde asılıdır. Diğer ucu ise çekme kuvvetinin yapıldığı uçtur. Makara yüke bağlıdır. Hareketli makaralarda kuvvetten iki kat kazanç vardır buna karşılık çekilen ip mesafesi iki kat artar. Bu durum Şekil 2.6'da görülmektedir. Hareketli makarada uygulanan kuvvet ve yükün ağırlığı arasında doğru orantı vardır. Ayrıca kuvvetin uygulandığı ipin yer değiştirme uzunluğu ile ağırlığın yer değiştirme uzunluğu arasında doğru orantı vardır.

**Çıkrık:** Yarıçapları birbirinden farklı iki veya daha fazla silindirin birbirine monte edilmesi ile oluşturulan basit makine düzeneklerine denir. Çıkrık sistemlerinde kuvvetin uygulandığı kolun yarıçapı (kuvvet kolu), yükün bağlı olduğu silindirden (yük kolu) büyük oldukça kuvvet kazancı sağlanır. Yük ve kuvvetin sabit olduğu durumlarda yük kolu ve kuvvet kolu aralarında doğru orantılıdır. Ayrıca yük ve yük kolunun sabit olduğu durumlarda ise kuvvet ve kuvvet kolu arasında ters orantı vardır. (kuvvet • kuvvet kolu = yük • yük kolu).

**Kasnaklar:** Dişsiz tekerleklerdir. Kasnaklar kendi aralarında bir kayış ile bağlanarak kuvvet aktarımı sağlarlar. Birbirine kayış ile bağlı kasnakların yarıçapları ile tur sayıları arasında ters orantı vardır. Bu nedenle kasnak yarıçapı arttıkça tur sayısı azalacaktır.

Literatür incelendiğinde öğrenciler basit makinelerin günlük hayattaki yerini belirlemekte ve ilişkilendirmekte problem yaşamaktadırlar (Özkan ve Eryılmaz Muştu, 2018). Bu tarz problemlerin çözümü için, yaratıcı drama (Tezel, vd., 2020), STEM etkinlikleri (Bahşi ve Açıkgül Fırat, 2020), labaratuvar yöntemi (Telli, vd., 2004) vb. araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Ayrıca orantısal akıl yürütme becerisinin gelişimi için uygulanan etkinliklerde makara, çark, kasnak ve dişli gibi basit makineler kullanılmaktadır. Bu nedenle MA–STEM–M’de basit makineler konusuna yer verilmiştir.

### ***2.2.3.3. Elektrik Enerjisinin Hareket Enerjisine Dönüşümü***

Elektrik enerjisi günlük hayatımızda su ısıtıcısı, çamaşır makinesi, ütü, buzdolabı, elektrikli süpürge, saç kurutma makinesi, lamba vb. birçok yerde kullanılmaktadır. Bu kullandığımız eşyalar elektrik enerjisinin ısı, ışık ve hareket enerjisine dönüştüğünü göstermektedir. Elektrik enerjisinin dönüşümü, Milli Eğitim Bakanlığının 2018 ilköğretim öğretim programında sekizinci sınıfta 10 ders saati olarak anlatım süresi önerilmiştir. Araştırmamızda elektrik enerjisinin hareket enerjisine dönüştüğü elektrik motorları kullanılmaktadır. Elektrik enerjisini hareket enerjisine dönüştüren araçlarda çeşitli büyüklüklerde elektrikli motorlar bulunur. Örneğin tıraş makinesi, elektrik süpürgesi, fön makinesi ve vantilatörde kullanılan elektrik motorları farklı büyüklüklerde yer almaktadır. MA–STEM–M’de öğrencilere verilen günlük hayat probleminin çözümünde elektrik motorunun kullanılması gerekliliğinden dolayı bu konuya yer verilmiştir. Elektrik enerjisinin dönüşümü anlatımı fen bilimleri dersi öğretim programında 10 ders saati olarak önerilmiştir.

### **2.3. Orantısal Akıl Yürütme ve STEM Eğitimi Yaklaşımının Birlikte Kullanıldığı Çalışmalar**

STEM eğitimi yaklaşımında matematik diğer disiplinlerin temelini oluşturur (Suryadi, vd., 2020). Bu nedenle, STEM eğitimi yaklaşımında matematiğe daha fazla değer verilmelidir (Fitzallen, 2015). Diğer taraftan, matematik STEM eğitimi yaklaşımında temel oluşturmasına rağmen yapılan araştırmalar fen eğitimi üzerine daha fazla eğilmektedir (Duygu, 2018; Uysal, 2018). Son yıllarda orantısal akıl yürütme ve STEM eğitimi yaklaşımının birlikte kullanıldığı çeşitli araştırmalar görülmektedir. Bu araştırmaların bir kısmı aşağıda özetlenerek verilmiştir.

Hasanah (2020) STEM eğitiminin lise öğrencilerinin akıl yürütme becerilerinin güçlendirmesine etkilerini araştırmıştır. Kontrol ve Deney grubu olmak üzere 63 lise öğrencisi katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubuna geleneksel eğitim verilmiştir. STEM eğitimi alan deney grubunun akıl yürütme becerilerinde anlamlı bir fark bulunmuştur. Matematiğin destek sağladığı akıl yürütme becerisi üzerine yapılan bu araştırma matematiğin STEM üzerindeki etkisi de gösterilmektedir.

Akıl yürütmenin temelini oluşturan orantısal akıl yürütme becerisi ile ilgili Ortiz (2015) entegre LEGO robotik ve matematik öğrenme deneyiminin etkisinin kanıtı olarak öğrencilerin orantısal akıl yürütme stratejisi düzeylerinin incelenmesi üzerine bir araştırma yapmıştır. Öğrencilerde oran ve orantı kavramlarını öğrenmede ilerleme kaydettikleri gösterilmiştir. Ortiz (2015)'in yaptığı çalışmada görüldüğü gibi disiplinleri bütünleştiren çalışmalarda matematik daha olumlu şekilde öğrenciye kazandırılmaktadır.

Howe vd. (2015) erken ortaokulda STEM eğitimine etkileyen ilkeli iyileştirme ile fen ve matematik derslerindeki pedagojik ilerlemeyi araştırmıştır. Projede erken ortaokul için modüller geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Modüller rasyonel sayı ve orantısal akıl yürütme kapsamaktadır. Ortaöğretimde 11 sınıfta uygulanmıştır ve 16 kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Araştırmada elde edilen deney grubu öğrencilerinde orantısal akıl yürütme ve rasyonel sayı konusu kontrol grubu öğrencilerine göre daha fazla gelişmiştir.

Berk (2020) dinamik matematik öğrenme nesnesi (DMÖN) destekli STEM uygulamalarının oran – orantı ve yüzdeler konusunda etkisini incelemiştir. Bu araştırma 89 yedinci sınıf öğrencinin katılımı ile gerçekleşmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin öğrenmeye yönelik görüşlerinin genellikle pozitif olduğu görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin uygulama sürecinde gerçek yaşam ile okul öğrenmeleri arasında ilişki kurduğu görülmüştür. Bazı öğrencilerin bilgisayar kullanımında zorlandığı ama öğrencilerde bilgisayarla düşünme becerilerinin büyük ölçüde geliştiği görülmüştür.

Gündoğdu (2021) yedinci sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerinin FeTeMM etkinlikleriyle geliştirilmesini incelemiştir. Bu araştırma için sekiz yedinci sınıf öğrencisinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda FeTeMM etkinlikleri uygulanan öğrencilerin orantısal problemleri; çarpımsal ilişkilere sahip çeşitli stratejiler ile çözdüğü görülmüştür. Orantısız ilişkilere öğrencilerin çoğunun toplamsal ilişkiler ile doğru cevaplara ulaştığı görülmüştür.

STEM'in orantısal akıl yürütme üzerine etkileri olumlu olmasına rağmen etkili hazırlanamayan bir STEM modülü diğer yapılandırmacı yaklaşımlar gibi öğrencilerde olumlu bir fark oluşturmamaktadır (Yılmaz Bilir, 2021). Bu duruma Suryadi vd.nin (2020) çalışması örnek gösterilebilir. Suryadi vd. (2020) STEM ile orantısal akıl yürütmeyle ilgili olguları araştırmıştır. Ön test–son test yolu ile 25 lise öğrencisinin katılımıyla araştırma gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin orantısal akıl yürütmelerinde anlamlı bir artış olmadığı görülmüştür.

Araştırmalara genel olarak bakıldığında, iyi tasarlanmış ve etkili bir şekilde uygulanmış matematik temelli STEM modülü ile öğrencilerin orantısal akıl yürütmelerinin gelişiminin incelenmesinin gerekliliği görülmektedir. Bu nedenle, bu çalışmada oran–orantı konusu üzerine geliştirilmiş MA–STEM–M'nin ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinde orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişimine etkisi incelenecektir. Aynı zamanda, bu araştırmada MA–STEM–M'nin ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin oran–orantı ile ilgili karşılaştıkları zorlukları gidermeye etkisi incelenecektir.

### 3. YÖNTEM

Bu çalışmada, matematik ağırlıklı STEM modül uygulama sürecinin yedinci sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişimine etkisi araştırılmıştır. Bu bölümde, araştırmanın modeli, çalışma grubu seçimi, veri toplama araçları ve süreci ve toplanan verilerin analizinin nasıl yapılacağı ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

#### 3.1. Araştırma Tasarımı

Sadece nicel veya sadece nitel araştırma tasarımı kullanmak araştırmanın amacına ulaşmayı zorlaştıracığı için karma araştırma kullanılmıştır. Karma araştırmalar nicel ve nitel yöntemlerle veri toplama, veri analizi ve nitel ve nicel yöntemleri bütünleştirebilme özelliklerine sahiptir. Ayrıca, karma yöntemler araştırma problemini kapsamlı ve çok boyutlu inceleme olanağı sağlamaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 1999).

Literatür incelendiğinde karma yöntemin bir araya getirilme sürecine yönelik çeşitli desenler bulunmaktadır (Tashakkori ve Teddlie, 2003). Araştırmamızda nicel ve nitel veriler eş zamanlı toplanıp elde edilen verileri ilişkilendirmek, karşılaştırmak ve araştırma soruları ile ilgili veriler elde etmek amaçlanmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 1999). Ayrıca araştırmamızda nitel yöntem nicel yönteme göre daha ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle araştırmamızda gömülü desen kullanılmıştır.

#### 3.2. Çalışma Grubu Seçimi

Çalışma, 2021–2022 eğitim ve öğretim yılı ikinci döneminde İç Anadolu Bölgesinde bulunan bir ortaokulda gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın örneklemini 39 yedinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır.

Örneklem olasılıksız örnekleme yöntemlerinden olan uygun örneklem yöntemi (convenience sampling method) takip edilerek seçilmiştir. Özen ve Gül (2007)'e göre uygun örneklem yöntemi, evren elemanlarından hepsine ulaşılmasının imkânsız olduğu durumlarda ulaşılması kolay olan örneklemin seçilmesinin görece pratik ve ekonomik olması dolayısıyla tercih edildiğini belirtmişlerdir. Araştırmamızda, MA–STEM–M'yi araştırmacının kendisi uygulamıştır. Bu durumda araştırmacı öğretici rolünde olduğu için ekonomiklik ve ulaşılabilirlikten dolayı uygun örneklem seçilmiştir. Ayrıca, giriş

bölümünde açıklandığı üzere orantısal akıl yürütme becerilerine daha çok yedinci sınıfta ağırlık verildiğinden MA–STEM–M bu sınıf düzeyi için tasarlanmıştır.

Çalışmaya dâhil edilen öğrenciler iki şubede eğitim görmektedirler. Şubelerden orantısal akıl yürütme ön testi başarı ortalaması düşük olan sınıf deney grubu olarak seçilmiştir. Başlangıçta deney grubu 20 kişi iken araştırma sürecine, yapılan testlere etkin katılım göstermeyen ve okuldan nakil giden öğrenciler araştırmadan çıkarılmıştır. Bu nedenle, deney grubu 12’si kız 4’ü erkek olan 16 öğrenciden oluşmaktadır. Deney grubuna araştırmamız için MA–STEM–M uygulanmıştır. Kontrol grubu ise 12’si kız 11’i erkek olan 23 öğrenciden oluşmuştur ve geleneksel öğretim uygulanmıştır (Tablo 3.1).

**Tablo 3.1.** Çalışma Gruplarındaki Öğrencilere Ait Frekans Değerleri

| Grup    | Cinsiyet | <i>f</i> | %   |
|---------|----------|----------|-----|
| Kontrol | Kız      | 12       |     |
|         | Erkek    | 11       |     |
|         | Toplam   | 23       | 59  |
| Deney   | Kız      | 12       |     |
|         | Erkek    | 4        |     |
|         | Toplam   | 16       | 41  |
| Toplam  | Kız      | 24       |     |
|         | Erkek    | 15       |     |
|         | Toplam   | 39       | 100 |

Tablo 3.1 incelendiğinde kontrol grubu öğrencileri (%59), deney grubu öğrencilerinden (%41) daha fazladır. Kontrol grubunda kız ve erkek öğrenci dağılımı neredeyse eşittir. Deney grubunda ise yukarıda bahsettiğimiz çeşitli nedenlerden dolayı araştırmadan çıkarılan öğrenciler, kız öğrencilerin sayısı ile erkek öğrencilerin sayısı arasındaki farkı artırmıştır. Bu durum ön test sonuçlarındaki deney grubu başarı ortalamasının kontrol grubunun başarı ortalamasının altında olmasını değiştirmemiştir.

### 3.3. Veri Toplama Araçları ve Süreci

Bu araştırmada, öğrencilerden nicel ve nitel veriler toplanmıştır. Nicel ve nitel veri toplama araçları ve süreçleri aşağıda belirtilmiştir.

### 3.3.1. Nicel Veri Toplama Araçları ve Süreci

Bu araştırmada, nicel veriler için veri toplama sürecinde Arıcan'ın (2019b) hazırlamış olduğu orantısal akıl yürütme testinden yararlanılmıştır. Testin kullanımı için yazardan gerekli izinler alınmış olup araştırmamızın amacı doğrultusunda bazı sorular düzenlenmiştir.

#### 3.3.1.1. Orantısal Akıl Yürütme Testi

Araştırmada, MA-STEM-M uygulama sürecinin yedinci sınıf öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerileri gelişimine etkisini incelemek için 22 çoktan seçmeli madde içeren orantısal akıl yürütme testi düzenlenerek 20 çoktan seçmeli madde (Ek 1) şeklinde kullanılmıştır. Arıcan'ın (2019b) araştırmasında orantısal akıl yürütme testinden üç bileşik orantı sorusu ve üç ezbere dayalı formül sorusu kaldırılmıştır. Bu durumun nedeni bileşik orantı sorusu ortaokul müfredatında olmayışı ve ezbere dayalı formül sorularının günlük hayat ile ilişkisinin zayıf kalmasıdır. Çıkarılan soruların yerine orantısal günlük hayat ile ilişkili dört soru yazılmıştır. Burada soru sayısını 20 yapılmasının nedeni MEB'e bağlı okullarda ders süresinin 40 dakika olması sonucunda öğrencilerin her soruya ortalama 2 dakika süre ayırmasının amaçlanmasıdır.

Arıcan'ın (2019b) hazırladığı testin seçilme nedeni güncel olması, ayrıca İç Anadolu Bölgesinde 282 yedinci sınıf öğrencisine uygulanarak test edilmiş ve geçerliliğini kanıtlamış olmasıdır. Orantısal akıl yürütme testi MEB müfredatı, uluslararası yayınlar ve öğretim standartlarının incelenmesi sonucunda dört temel beceri etrafında geliştirilmiştir. (Arıcan, 2019b). Orantısal akıl yürütme testinde belirtilen dört beceri Tablo 3.2'de verilmiştir.

**Tablo 3.2.** Arıcan (2019b) Tarafından Geliştirilen Testte Yer Alan Dört Beceri

| Beceri  |
|---|
| Beceri 1: Oran kavramını anlamak ve belirli bir oranda bir miktarın değerini belirlemek                   |
| Beceri 2: Doğru orantılı ilişkileri tanımak ve bu tür ilişkileri içeren günlük yaşam problemlerini çözmek |
| Beceri 3: Ters orantılı ilişkileri tanımak ve bu tür ilişkileri içeren günlük yaşam problemlerini çözmek  |

**Tablo 3.2 (devam)**

Beceri 4: Orantısız olmayan ilişkileri fark etme ve bu tür ilişkileri içeren günlük yaşam problemlerini çözmek.

Arıcan'ın (2019b) orantısız akıl yürütme testi düzenlendikten sonraki Tablo 3.2'de belirtilen beceriler etrafındaki analizi Tablo 3.3'de gösterilmektedir.

**Tablo 3.3.** Güncellenmiş Orantısız Akıl Yürütme Testinin Dört Temel Beceri Etrafındaki Analizi

| Beceri   | Sorular   | Toplam |
|----------|---|--------|
| Beceri 1 | 1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 12, 14,<br>15, 16, 17, 18 | 13     |
| Beceri 2 | 1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 15, 16,<br>17, 18, 19     | 12     |
| Beceri 3 | 8, 9, 14, 17, 19, 20                            | 6      |
| Beceri 4 | 5, 11, 13, 19                                   | 4      |

Tablo 3.3 incelendiğinde bir sorunun birden fazla beceri ile ilişkili olduğu anlaşılmaktadır. Bu durumun nedeni oran konularının doğru orantıyı içermesidir. Ayrıca becerilere ait soru dağılımında Arıcan'ın (2019b) 22 soruluk orantısız akıl yürütme testine göre Beceri 1 ile ilişkili toplam soru sayısı değişmemiştir. Beceri 2 ile ilişkili, bir soru azalmış, beceri 3 ile ilişkili, üç soru azalmış, beceri 4 ile ilişkili iki soru azalmıştır. Bu durumun nedeni 6 sorunun 4 soru ile değiştirilmesinden ve soruların birden fazla beceri ile ilişkili olmasından kaynaklanıp beceri dağılımı açısından fazla bir değişime uğramadığını göstermektedir. Bu değişimi kontrol etmek için testin güvenilirlik değeri Kuder Richardson 20 (KR-20) ile tekrar hesaplanmıştır. Tüm test KR-20 değeri hesaplandığında güncellenmiş orantısız akıl yürütme testinin güvenilir (,768) olduğu görülmüştür (Akyüz, 2018).

Madde güçlüğü indeksi, maddenin uygulanan grup tarafından zorluğunu veya kolaylığını belirlemede kullanılır (Doran, 1980). Madde güçlüğü indeksi 0 ile 1 arasında (0 ve 1 dahil) değerler alır. Madde güçlük indeksinin 0'a yaklaştıkça zor, 1'e yaklaştıkça kolay ve 0,5'e yakınlığı ise maddenin bireysel farklılıkları üst düzeyde ölçebilen bir madde olduğunu gösterir (Hopkins, 1997). Madde güçlük indeksi, maddeyi doğru cevaplayanların sayısının tüm öğrencilerin sayısına bölümünden hesaplanır.



Madde ayırt edicilik indeksi, maddenin konuyu bilen ve bilmeyen öğrenciyi birbirinden ayırt etmesinde kullanılır. Madde ayırt edicilik indeksi -1 ile +1 arasında değerler alır. Madde ayırt edicilik indeksi 0,40 ve üzerinde ise maddenin ayırt ediciliğinin çok iyi olduğunu, 0,30–0,39 iyi ayırt ediciliğe sahip olduğunu, 0,20–0,29 maddenin düzeltilmesi gerektiğini ve 0,19 ve daha küçük ayırt edicilik indeksi ise maddenin kullanılmaması gerektiğini göstermektedir (Doran, 1980). Madde ayırt edicilik indeksi üst gruptaki (%27) maddeyi doğru cevaplayanların sayısından alt gruptaki (%27) maddeyi doğru cevaplayanların sayısı çıkarılır ve alt ve üst gruptaki öğrenci sayısına bölümünden hesaplanır.

Araştırmamızda kontrol ve deney gruplarının son test madde güçlüğü ve madde ayırt ediciliğine dair veriler Tablo 3.4’te verilmiştir.

**Tablo 3.4.** Güncellenmiş Orantısal Akıl Yürütme Testinin Son Test Madde Ayırt Ediciliği ve Madde Güçlüğü İndeksleri

| Sorular | Madde ayırt ediciliği | Madde güçlüğü |
|---------|-----------------------|---------------|
| M1      | ,39                   | ,59           |
| M2      | ,36                   | ,53           |
| M3      | ,56                   | ,51           |
| M4      | ,56                   | ,59           |
| M5      | -,09                  | ,10           |
| M6      | ,06                   | ,13           |
| M7      | ,50                   | ,72           |
| M8      | ,56                   | ,26           |
| M9      | ,39                   | ,21           |
| M10     | ,40                   | ,64           |
| M11     | ,61                   | ,36           |
| M12     | ,20                   | ,21           |
| M13     | ,20                   | ,59           |
| M14     | ,41                   | ,36           |
| M15     | ,48                   | ,49           |
| M16     | ,20                   | ,26           |
| M17     | ,53                   | ,56           |
| M18     | ,61                   | ,36           |

**Tablo 3.4 (devam)**

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| M19 | ,63 | ,51 |
| M20 | ,65 | ,38 |

Madde güçlük indeksleri dikkate alındığında M5, M6, M8, M9, M12 ve M16 sorularının zor sorular olduğu görülmektedir. Madde ayırt edicilik indekslerine bakıldığında M5 ve M6 sorularının ayırt edici maddeler olmadığı görülmektedir. Arıcan'ın (2019b) orantısal akıl yürütme testine eklenen sorular M3, M10, M12 ve M20 sorularıdır. Bu soruların madde güçlük ve madde ayırt edicilik indeksleri incelendiğinde test için geçerli oldukları görülmektedir.

Araştırmamızda orantısal akıl yürütme testi ön-test ve son-test olarak deney ve kontrol gruplarına uygulanmıştır. Ön-test 2021–2022 eğitim öğretim yılının 19. haftasında, son-test 2021–2022 eğitim öğretim yılının 26. haftasında her iki gruba uygulanmıştır. Bu tarihlerin seçilme nedeni MEB'in 2018 yılına ait matematik dersi öğretim programında oran ve orantı konularının anlatımının 2021–2022 eğitim öğretim yılının 19–26 haftaları aralığına denk gelmesinden kaynaklanmaktadır. Bu süreçte, kontrol grubuna MEB'in matematik müfredatı takip edilerek öğretim yapılmış, deney grubuna ise MA–STEM–M uygulanarak öğretim yapılmıştır.

### **3.3.2. Nitel Veri Toplama Araçları ve Süreci**

Deney grubunda MA–STEM–M'nin uygulama sürecinin yedinci sınıf öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişimine nasıl katkıda bulunduğunu izlemek ve oran–orantı konusu ile ilgili karşılaştıkları zorlukların giderilmesine nasıl yardımcı olduğunu araştırmak için Mühendislik Not Defteri (MND), kamera ve ses kayıt cihazları ile öğretim süreci kayıt altına alınmıştır. MA–STEM–M deney grubu öğrencilerine sekiz hafta boyunca 30 ders saati olacak şekilde uygulanmıştır.

#### **3.3.2.1. Matematik Ağırlıklı STEM Modülü (MA–STEM–M)**

Literatür taraması sonucunda görüldüğü üzere STEM eğitiminde çeşitli modüller ve etkinliklerin fen odaklı olmasından kaynaklı matematik ağırlıklı STEM modüllerinin geliştirilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır (Yılmaz Bilir, 2021). Alan yazında yakın bir tarihe kadar matematik ağırlıklı STEM modülü tanımlaması olmadığı için bu araştırmaya uygun bir MA–STEM–M alanında uzman iki akademisyen ve iki araştırmacıdan oluşan bir

ekip ile geliştirilmiştir. Bu bölümde, MA–STEM–M’nin geliştirilme süreci ayrıntılı olarak anlatılmıştır ve bu süreç Tablo 3.5’de verilmiştir.

**Tablo 3.5.** MA–STEM–M’nin Geliştirilme Sürecine Ait Takvim

|                     |  |  |  |  |   |   |  |  |  |   |
|---------------------|--|--|--|--|---|---|--|--|--|---|
| 11-12. ay           |  |  |  |  |   |   |  |  |  | *   |
| 8-10. ay            |  |  |  |  |   |   | *  | *  | *  |   |
| 6-8. ay             |  |  |  |  |   | *   |  |  |  |   |
| 4-6. ay             |  |  |  | *  | *   |   |  |  |  |   |
| 2-4. ay             |  | *  | *  |  |   |   |  |  |  |   |
| 1-2. ay             | *  |  |  |  |   |   |  |  |  |   |
| <b>Süreç: Aylar</b> | <b>1.Adım: Modül için literatür taraması</b> | <b>2.Adım: Problem durumunun oluşturulması</b> | <b>3.Adım: Ders planı taslağının oluşturulması</b> | <b>4.Adım: Hazırlık basamağı ders planı taslağının oluşturulması</b> | <b>5.Adım: Tanımlama basamağı ders planı taslağının oluşturulması</b> | <b>6.Adım: Öğrenme basamağı ders planı taslağının oluşturulması</b> | <b>7.Adım: Planlama basamağı ders planı taslağının oluşturulması</b> | <b>8.Adım: Prototip oluşturma basamağı ders planı taslağının oluşturulması</b> | <b>9.Adım: Test etme ve Karar verme basamağı ders planı taslağının oluşturulması</b> | <b>10.Adım: Pilot çalışma yapılması ve verilere göre modülün düzeltilmesi</b> |

### 3.3.2.1.1. Modülde İşlenecek Konuların Belirlenmesi

Modülde işlenecek konuları belirlerken araştırma amacından da anlaşılacağı üzere öncelikli olarak matematik disiplininin oran–orantı konusu belirlenmiştir. İşlenecek diğer konular için literatür taraması sonucunda öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerileri ile ilişkili olan ve öğrenme zorlukları yaşadıkları konular seçilmiştir. Bu konular matematik disiplininin eğitim ve fen bilimleri disiplininin basit makineler olarak belirlenmiştir. Bu çalışma güncel MTS basamakları takip edilerek oluşturulmuştur.

### 3.3.2.1.2. Modülün Ana Problem Durumu

MA–STEM–M için kullanılacak ana problemin hedeflenen konular ile STEM eğitimi yaklaşımı tanımında görüleceği gibi ilgi çekici ve motive edici bir gerçek hayat problemi

olması gerekmektedir. Hedeflediğimiz amaç doğrultusunda “findık nakliye sistemi” problemi geliştirilmiştir. Problemimizde eğimli bir arazide findık taşımakta yardımcı olacak bir sistem tasarlanması istenmektedir. Problemin içeriğinde hedeflenen kazanımları öğrenme ihtiyacını ortaya çıkaracak kriter ve kısıtlamalar kullanılmıştır.

Problemin çözüm sürecinde öğrencilerin ihtiyaçlarını uygulama öncesinden belirlemek için bir prototip oluşturulup gözlemler yapılmıştır. Oluşturulan prototip doğrultusunda MA–STEM–M ile öğrencilerde geliştirilmesi hedeflenen kazanımlarının bazıları güncellenmiştir ve fen bilimlerinden elektrik enerjisinin dönüşümü konusu eklenmiştir.

### **3.3.2.1.3. Modül İçerisindeki Derslerin Taslağı**

MA–STEM–M dersleri genel olarak dört bölümden oluşacak şekilde tasarlandı. Bu dört bölüm tüm derslerin öğrenme süreçlerinin tasarımında takip edilmiştir.

Birinci bölüm, dersin özeti, gereken zaman, kullanılacak materyallerin listesi, hedeflenen kazanımlar, önemli kelimeler ve gerekli çıktılarının isimlerinden oluşmaktadır. Buradaki amacımız öğretime başlamadan önce öğreticinin ders hakkında genel bir bilgi sahibi olması ve ihtiyaç duyacağı malzeme ve çıktıları saptamasını kolaylaştırmaktır.

İkinci bölüm, öğretmenin bilmesi gereken ön bilgilerden oluşmaktadır. Bu bölümde öğretmenin bilmesi gereken kavramlar, ders sürecinde dikkat etmesi gereken noktalar ve modülün derste öğrencilere neyi kazandırmayı hedeflediğine yönelik bilgiler paylaşılır.

Üçüncü bölüm, sınıf yönergesini içermektedir. Bu bölümde, ders süreci boyunca öğretmenin ders içerisinde izleyeceği süreç ayrıntılı olarak verilmiştir. Öğretmenin soru soracağı, dağıtacağı, söyleyeceği ve dikkat edeceği her şey adım adım aktarılmıştır. Buradaki amacımız ders sırasında öğretmenin her adımda ihtiyacı olabilecek bilgiye sahip olması ve yapılandırmacı dersin amacına ulaşmasıdır.

Son bölümde ise ders içerisinde kullanılacak etkinlikler ve değerlendirme çıktıları sırası ile verilmiştir. Bu sayede uygulama öğretmenin ders öncesinde öğrenciler için hazırlanması gereken fotokopilere erişimi kolaylaşmış olacaktır.

#### **3.3.2.1.4. Hazırlık Basamağı**

Hazırlık basamağı, MA–STEM–M'nin ilk dersini oluşturmaktadır. Bu basamak iki ders saati olacak şekilde (80 dk.) hazırlanmıştır. Bu derste, genel olarak çalışma grupları oluşturulur, MND, mühendislik, MTS, kriter ve kısıtlama kavramları öğrenilir.

Ders öğrencilerin gruplara ayrılması ile başlar. Gruplar kendi aralarında homojen, grup içerisinde ise heterojen olacak şekilde yapılır. Gruplar oluşturulurken öğrencilerin akademik başarı, sosyal beceri düzeyi veya cinsiyet gibi çeşitli özellikler dikkate alınır. Öğretmen için ön bilgilerde öğretmenin grup oluşturmasını kolaylaştıracak bilgiler açık ve ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. Gruplar oluşturulduktan sonra öğrenciler, ekip çalışmasının ve iletişimin önemini keşfedip grupların uyması gereken kuralları tartışarak belirlemiştir. Grup kurallarına örnek olarak kararları oy çokluğu ile alma, fikirleri açıkça söyleme veya görev paylaşımı gösterilebilir.

Dersin devamında öğrencilere MND, tanıtılır. MND'nin özellikleri, ne amaca hizmet ettiği ve nasıl kullanılması gerektiğine dair bilgiler öğrencilere aktarılır. Daha sonra, öğrencilere mühendislik mesleği, MTS ve MTS'nin basamakları hakkında bilgi verilir. Dersin son kısmında öğrencilere kriter ve kısıtlama kavramlarının ne demek olduğu bilgisi verilir.

#### **3.3.2.1.5. Problemi Tanımlama Basamağı**

Problemi tanımlama basamağı öğrencilerin gerçek bir problem ile karşılaşip analiz edecekleri basamaktır. Bu ders iki ders saati olacak şekilde (80 dk.) hazırlanmıştır. Ders sürecinde öğrencilere bir mektup ile Karadeniz bölgesinde eğimli bir arazide yaşanan fındık taşıma problemi verilir. Öğrenciler grup üyeleri ile beraber çalışarak problemi anlayıp tartışır. Öğrenciler bu tartışma sırasında “Problem ne?”, “Problemi talep eden kim?”, “Problemi talep eden neden çözmek istiyor?” gibi sorulara cevap ararlar. Aldıkları ikinci bir mektup ile problemin kriter ve kısıtlamalarını grupları ile tartışarak belirlerler. Dersin devamında öğrencilere problemin çözümünde fikir sunabilecek 4 farklı model sunulmuştur. Problemin çözümü için merak ettikleri soruları ders sürecinin sonuna doğru öğretmen aracılığı ile problemi talep eden kişiye iletirler. Öğrencilerden gelebilecek sorular ve cevapları sınıf yönergesinde öğretmen için hazır bulunmaktadır.

### **3.3.2.1.6. Öğrenme Basamağı**

MTS süreci içerisindeki en uzun ve en önemli basamak öğrenme basamağıdır. Öğrenme basamağında öğrenciler problemi çözmek için gerekli olan matematik ve fen konularını keşfettikleri basamaktır. Öğrenme basamağı MA–STEM–M içerisinde 6 ders olarak tasarlanmıştır. Her bir ders, içerisindeki aktiviteler veya bilgi miktarı farklılığından dolayı farklı sürelerde bitmektedir. Öğrenme basamağında öğrencilerin keşfedeceği konular: oran-orantı (4 ders saati, 240 dk.), doğru orantı (4 ders saati, 240dk.), ters orantı (4 ders saati, 240 dk.), makara ve çıkıık (4 ders saati, 240 dk.), kasnaklar ve elektrik enerjisinin hareket enerjisine dönüşümü (2 ders saati, 80 dk.) ve eğim (2 ders saati, 80 dk.) konularıdır. Öğrenme basamağı derslerinde diğer derslerden farklı olarak o derse özel gerçek hayat problemleri üzerinde durulmaktadır. Öğrencilerin keşfedecekleri konuları gerçek hayat problemi doğrultusunda kendi grupları ile tartışarak ve derste verilen etkinlik ve soruları cevaplayarak keşfetmeleri planlanmıştır. Örneğin oran konusunun bir limonata aktivitesi ile öğrencilere kazandırılması hedeflenmektedir. Öğrencilerin her ders bölümünde keşfettikleri konuları aynı zamanda “fındık nakliye sistemi” ile ilişkilendirerek ilerlemeleri amaçlanmıştır.

### **3.3.2.1.7. Planlama Basamağı**

MTS sürecindeki problem için tasarım planının oluşturulduğu bölümdür. Ders iki ders saati (80 dk.) olacak şekilde hazırlanmıştır. MTS sürecinde öğrencilerin öğrendikleri plan doğrultusunda “fındık nakliye sistemi” problemi için bireysel olarak iki, grup üyeleri ile bir adet tasarım planı oluşturacaklardır. Dersin başlangıcında öğrencilere problemin kriter ve kısıtlamaları sorgulatılarak öğrencilerin çözümlerinde doğru karar vermeleri amaçlanmıştır. Ders sürecinde öğrencilerin tasarım planlarını oluşturmalarını kolaylaştırmak için çıktılar verilecektir. Verilen çıktıya öğrencilerin resim, model ölçüsü, gerçek ölçüler, ihtiyaç duyulacak motor gücü, kullanılacak malzemeler, malzemelerin prototipteki yeri ve miktarı kanıta dayalı şekilde yazmaları istenmektedir. Ayrıca, öğrencilere tasarım planlarının avantaj ve dezavantajları yazdırılarak öğrencilerin kendi eksikliklerini belirlemeleri amaçlanmıştır.

### **3.3.2.1.8. Prototip Oluşturma Basamağı**

Öğrenciler bir önceki derste grupta hazırlamış oldukları planı kullanarak fındık nakliye sisteminin bir prototipini oluşturacaklardır. Ders iki ders saati olacak şekilde (80 dk.)

hazırlanmıştır. Ders içerisinde öğrencilerin prototip oluşturması için gerekli malzemeler ortak bir masada yeterli miktarda bulunacaktır. Tehlike oluşturabilecek malzemeler (örn: maket bıçağı) öğretmen gözetiminde kullanılacaktır.

### **3.3.2.1.9. Test Etme ve Karar Verme Basamağı**

Öğrencilerin oluşturdukları prototiplerin kriter ve kısıtlamalara uygun olup olmadığını değerlendikleri basamak test etme ve karar verme basamağıdır. Ders iki ders saati olacak şekilde (80 dk.) hazırlanmıştır. Öğrenciler test etme basamağında kriter ve kısıtlamalar doğrultusunda bir değerlendirme formu geliştirip prototip üzerinde veri toplayarak test etme basamağını tamamlarlar. Elde edilen veriler doğrultusunda öğrenciler “Çözüm problem için yeterli mi?”, “Kriter kısıtlamalara uygun mu?” ve “Nasıl geliştirilebilir?” gibi sorulara cevaplar arayarak düşüneceklerdir. Eğer karar verme sürecinde önceki basamaklardan kaynaklı bir eksiklik varsa bu basamağa geri dönülüp eksiklik giderilir.

### **3.3.2.1.10. Pilot Çalışma Yapılması ve Verilere Göre Modülün Düzeltilmesi**

MA–STEM–M’nin geliştirilme sürecinde on bir ders ve ders içerisindeki etkinlikler tasarlanmış olup bu etkinliklerin araştırmanın amacına hizmet edip etmediği alanında uzman kişilerce değerlendirilmiş ve gerekli dönütler alınmıştır. Alınan geri dönütler doğrultusunda gerekli güncellemeler yapılarak dörder kişilik iki gruptan oluşan farklı branşlardan öğretmen adayları üzerinde bir pilot çalışma yapılmıştır. Çalışma sonucuna göre eksiklikleri giderilen MA–STEM–M araştırma için güncellenmiştir. Bu eksikliklere bazı etkinlik malzemelerinin amaca ulaşmada beklenen sonuca götürmemesi ve bazı günlük hayat problemlerinin net anlaşılmasında örnek olarak gösterilebilir. Güncellenmiş MA–STEM–M içeriğine yönelik bilgiler Tablo 3.6’de verilmiştir.

**Tablo 3.6.** MA–STEM–M Derslerine Ait Süre, Konu, İçerik, Günlük Hayat Problemleri ve Gerekli Malzemeler

| <b>Dersler ve Süre:</b> | <b>Hedef öğrenme konuları</b> | <b>İçerik ve ders içi günlük hayat problemleri</b> | <b>Gerekli Malzemeler</b> |
|-------------------------|-------------------------------|--|---------------------------|
| <b>MTS basamağı</b>     |                               |  |                           |

**Tablo 3.6 (devam)**

|                                    |                     |   |  |
|------------------------------------|---------------------|---|--|
| <b>Ders Hazırlık</b>               | 1: 2 ders (80 dk.)  | MTS'yi tanıma, MND'yi tanıma, Grup oluşturma, Kriter ve kısıtlama     | Bu ders öğrenciyi MTS sürecine hazırlamayı amaçlamaktadır  |
| <b>Ders Planlama</b>               | 2: 2 ders (80 dk.)  | Problemi tanımlama, problemin kriter ve kısıtlamalarını belirleme     | Bu ders içerisinde öğrencilere fındık taşıma sistemine ihtiyaç duyan bir teyzenin yardım mektupları gelir. Öğrenciler problemin ne olduğu, nasıl çözülebileceği gibi sorulara cevap arayarak problemi anlamaları amaçlanmaktadır.  |
| <b>Ders Öğrenme (Oran-Orantı)</b>  | 3: 4 ders (160 dk.) | Nicelik, oran, birim oran ve orantı                                   | <b>Limonata problemi:</b> İçerisinde limon suyu ve şeker olan 5 farklı sūrahiden aynı tada sahip olanları bulmayı amaçlamaktadır. Sarı karton bardaklar (limon suyunu temsil etmek için) Kūp şekerler  |
| <b>Ders Öğrenme (Doğru orantı)</b> | 4: 4 ders (160 dk.) | Doğru orantı ve doğru orantı sabiti                                   | <b>Test sürüşü problemi:</b> Sabit hızda 320 km yolu giden bir şoförün test sırasında km göstergesi bozulmuştur. Bu duruma öğrencilerin belirli saatlerde kaç km gittiğini ve gidilen yol ile zaman arasında nasıl bir ilişkiye sahip olduğunu bulmayı amaçlamaktadır. Test parkuru (Üzerinde km uzunlukları belirtilmektedir.) ve oyuncak arabalar                |
| <b>Ders Öğrenme (Ters orantı)</b>  | 5: 4 ders (160 dk.) | Pi sayısı, Çemberin çevre uzunluğu, Ters orantı ve ters orantı sabiti | <b>Oyuncak tekerleği problemi:</b> 3 farklı tekerlek yarıçapına sahip (2cm, 3cm ve 4cm) traktör ve römorkun 72cm'lik yolu tamamlarken kaç tur atacaklarını ve tur sayısı ile yarıçapları arasında nasıl bir ilişki olduğunu bulmayı amaçlamaktadır. Pergel, 40cm ip, A4 kâğıt, kurşun kalem, cetvel, tahta kalemi tekerlekler (2cm, 3cm ve 4cm yarıçaplı) ve makas |



**Tablo 3.6 (devam)**

|   |                    |  |    |  |   |
|---|--------------------|--|----|--|---|
| <b>Ders 6:</b><br><b>Öğrenme</b><br><b>(Basit</b><br><b>makineler)</b>  | 4 ders<br>(80 dk.) | Makara<br>çıkırık  | ve | <b>Tuğla taşımacılığı problemi:</b><br>Çekme yöntemi ile yukarıya yük taşınan ve elektrik olmayan bir inşaatta yorulma problem yaşayan işçi yardım istemektedir. Bu durumun çözümünde öğrencilerin makara ve çıkırığı özellikleri ile keşfetmesi amaçlanmaktadır.                      | Kancalı makaralar, İplik makarası (2cm çaplı ve 3cm çaplı), tahta şiş çubuklar, 50cm ip, 5N dinamometre, 350gr ağırlık seti, kurşun kalem, 10x10 mukavvalar, bant ve makas  |
| <b>Ders 7:</b><br><b>Öğrenme</b><br><b>(Basit</b><br><b>makineler</b><br><b>ve Elektrik</b><br><b>enerjisinin</b><br><b>dönüşümü)</b> | 2 ders<br>(80 dk.) | Kasnak<br>elektrik<br>enerjisinin<br>hareket<br>enerjisine<br>dönüşümü | ve | <b>Asansör ödevi problemi:</b> Asansörü çekmek için kullanılan motor çok hızlı dönmektedir ve yük taşıma performansı zayıftır. Bu durumu çözmek için öğrencilerin kasnakları özellikleri ile keşfetmeleri ayrıca elektrik motorunu tanımaları amaçlanmıştır.                           | Plastik kasnak seti, çivi, lastik, mukavva, pervaneli, redüktörsüz DC motor (3V-12V), Güç kaynağı ve timsah ağzı kablo  |
| <b>Ders 8:</b><br><b>Öğrenme</b><br><b>(Eğim)</b>   | 2 ders<br>(80 dk.) | Eğim ve yüzde  |    | <b>Yol Eğimi problemi:</b> Şehirlerarası tabelalarda %8 gibi yazılar gören ve ne ifade ettiğini öğrenmeye çalışan bir öğrenci vardır. O öğrencinin öğrenmesi için öğretmeni tarafından verilen aktivitede ona yardımcı olarak eğim kavramı ve formülünün keşfedilmesi amaçlanmaktadır. | Makas ve A4 kâğıdında 2 farklı eğime sahip üçgenler   |
| <b>Ders 9:</b><br><b>Planlama</b>   | 2 ders<br>(80 dk.) | Tasarım planı<br>ve kanıta dayalı<br>açıklama                          |    | Bu ders öğrencilere en az 2 farklı bireysel tasarım planı ve grup ile birlikte 1 adet tasarım planı yapmayı amaçlamaktadır.  | Cetvel, makas, yapıştırıcı, mukavva, DC motor, timsah ağzı kablo, güç kaynağı, masura (makara yapımı için), ip makarası (çıkırık yapımı için), 5lt'lik şişe kapakları çeşitli çaplarda plastik kasnak seti (1cm–10cm), çöp şişler, dil çubukları, 0,5 |

**Tablo 3.6 (devam)**

|                 |        |   |  |   |
|-----------------|--------|---|--|---|
| <b>Ders 10:</b> | 2 ders | Prototip, model ve taslak                   | Bu ders içerisinde öğrenciler grup tasarım planlarına göre ilk prototiplerini oluşturması amaçlamaktadır.  | litre mini plastik dikdörtgen saklama kabı (römork yapımı için), silikon tabancası, silikon, uzun plastik kramayer dişli ve öğrencilerin grup |
| <b>Ders 11:</b> | 2 ders | Ürünü değerlendirme ve yeniden yapılandırma | Bu ders içerisinde prototipi kriter ve kısıtlamalar çerçevesinde değerlendirme sorularını hazırlayıp değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Değerlendirme sonrasında çözüm için yeterli olup olmadığına karar verilir. Olumsuz cevap çıkarsa öğrenciler eksiklerinin olduğu basmağa dönüp eksikler giderilir. Eğer olumlu cevap alırlarsa prototipin geliştirilebilirliğini tartışıp MTS sürecini bitirirler. | tasarım planlarında gerekli gördükleri malzemeler   |

Tablo 3.6 incelendiğinde MA–STEM–M’nin 11 ders bölümü ve 30 ders saati olarak planlandığı görülmektedir. MA–STEM–M içerisindeki dersler, okul ders saatleri 40’ar dakikadan oluştuğu için 40’ar dakikalık bölümlere ayrılarak uygulanmıştır.

Araştırmamız ilk defa okul saatleri içerisinde ve yedinci sınıf düzeyine uygulandığı için elde edilen veriler MA–STEM–M’nin gelişimi için araştırma sonunda tekrar güncellenmiştir. Tasarlanan MA–STEM–M’nin içerisine her ders sonunda öğretmen görüşleri kısmı eklenerek MA–STEM–M gelişime açık bırakılmıştır. Bu şekilde, her zaman gelişime açık, eksikliklerini gideren ve yapılandırmacı yaklaşıma uygun bir MA–STEM–M geliştirilmesi planlanmıştır.

### **3.3.2.2. Mühendislik Not Defteri (MND)**

Öğrenciler MA–STEM–M’nin okulda uygulama sürecinde MND adı verilen bir deftere bireysel ve grup olarak; fikirlerini, soru ve cevaplarını, çizimlerini, planlamalarını ve hesaplamalarını not ederler (Yılmaz Bilir, 2021). MND’de her bilgi ve gelişme değerli olduğu için yazılanlar yanlış bile olsa silinmemeli, üstü çizilmemelidir. Ortalama 70 sayfalık A4 boyutunda bir defter seçilmelidir. Öğrenciler çizim yapacağı için kareli bir

defterin seçilmesi kolaylık açısından daha iyi olacaktır. Bu defterde, öğrencinin hem kendi düşüncesi hem de grup düşüncesi yer alacağından iki farklı renkte kalem kullanılması istenir. Öğrenciler yöneltilen sorulara önce mavi tükenmez kalem ile kendi düşüncelerini cevap olarak yazarlar. Sonra cevaplarını grup ile paylaşıp tartışarak ortak grup cevaplarına ulaşırlar ve ortak grup cevabını kırmızı tükenmez kalem ile kaydederler. Defter kullanımında tükenmez kalem seçiminin nedeni yazılan bilgilerin silinmemesi ve bundan dolayı öğrencilerin gelişiminin daha etkili olarak değerlendirilmesine imkân vermesidir. Öğretmen dersin başında defteri dağıtır, öğrenciler deftere o dersin tarihini yazarak not tutar, ders sürecinde defteri aktif olarak kullanır ve dersin sonunda öğretmen bu defterleri öğrenci aktivitelerini kontrol etmek adına geri toplar.

### **3.3.2.3. Kamera ve Ses Kayıt Cihazları**

MND'nin yanı sıra, tüm ders süreçleri en az iki kamera ve oluşturulan her grup için birer ses kayıt cihazı kullanılarak kayıt altına alınmıştır.

## **3.4. Verilerin Analizi**

Yukarıda belirtildiği üzere, bu araştırmada öğrencilerden nicel ve nitel veriler toplanmıştır. Bu nedenle, toplanan verilerin analizinde nicel ve nitel veri analiz yöntemleri kullanılmıştır. Toplanan verilerin analizi araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Aşağıda bu süreç detaylı olarak anlatılmıştır.

### **3.4.1. Nicel Verilerin Analizi**

MA-STEM-M'nin uygulama süreci başında ve sonunda uygulanan orantısal akıl yürütme testi ile elde edilen veriler SPSS 23 programı kullanılarak analiz edilmiştir. SPSS nicel verilerin istatistiksel olarak analiz edilmesinde kullanılan bir programdır (Kalaycı, 2010). Kontrol ve deney gruplarından elde edilen veriler nicel analiz tekniklerinden bağımsız örneklem t-testi, bağımlı gruplar t-testi ve ANCOVA ile analiz edilmiştir.

Kontrol ve deney grupları birbirinden bağımsız gruplar olduklarından bu iki grubun ön-test sonuçları arasındaki fark ve yine son-test sonuçları arasındaki fark bağımsız örneklem t-testi ile analiz edilmiştir. Bağımsız örneklem t-testi, iki bağımsız örneklem uygulanan aynı ölçeğin elde edilen veri değerleri ortalamaları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını test etmekte kullanıldığı için araştırmamızda kontrol ve deney grubunu karşılaştırırken kullanılmıştır.

Kontrol ve deney gruplarının kendi içlerindeki ön test–son test farkı ise bağımlı gruplar t–testi ve kovaryans analizi (ANCOVA) ile analiz edilmiştir. Bağımlı gruplar t-testi, aynı örnekleme ait farklı zamanlarda uygulanan aynı ölçeğin elde edilen veri değerleri ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığını test etmekte kullanıldığı için kontrol ve deney gruplarının kendi içlerinde karşılaştırırken kullanılmıştır. ANCOVA, deney ve kontrol grubunun ön test puanları doğrultusunda son test puanları arasındaki farklılaşmayı karşılaştırırken kullanılmıştır.

### **3.4.2. Nitel Verilerin Analizi**

MA–STEM–M'nin uygulama sürecinde doldurulan MND'ler ve ders kayıtlarından elde edilen veriler hiçbir değişikliğe uğramadan bilgisayara aktarılarak transkript edilmiştir. Elde edilen transkripsiyonlar nitel analiz yöntemlerinden içerik analizine tabi tutulmuştur.

İçerik analizinde önce verilerin kavramlaştırılması, devamında elde edilen kavramlara göre mantıklı bir biçimde düzenlenmesi ve bu açıdan veriyi açıklayan temaların belirlenmesi gerekmektedir. Dolayısıyla içerik analiz süreci 4 temel aşamada uygulanmaktadır: İlk adımda verilerin kodlanması, ikinci adımda temaların bulunması, üçüncü adımda kodların ve temaların düzenlenmesi ve son adımda bulguların tanımlanması ve yorumlanmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 1999).

İlk adımda elde edilen veriler okunmuş orantısal akıl yürütme becerisinin gelişimi, orantısal akıl yürütme ile ilgili karşılaşılan zorluklar ve MA–STEM–M uygulama süreci yönünden anlamlandırılıp kodlanmıştır. Başlangıç aşamasında elde edilen 200 sayfadan oluşan nitel veriden 72 farklı kod bulunmuştur.

İkinci adımda (kodlama adımında) kendi içlerinde ortak yönleri olanlar bulunup geçici temalar belirlenmiştir. Temalar belirlenirken öncelikle kodlar bir araya getirilip incelenmiş ve ortak noktaları bulunmuştur. Ortak noktalar belirlenirken literatür taramasında belirlediğimiz oran–orantı konusu ile ilgili öğrencilerin karşılaştıkları zorluklar dikkate alınmıştır. Bulunan temalar; öğrencilerin hazırbulunuşluğuna dair kodlar, grupsal kodlar, orantısal akıl yürütme ile ilgili karşılaşılan öğrenme zorlukları, orantısal akıl yürütme ile ilgili problemleri çözerken kullanılan stratejiler ve orantısal akıl yürütmenin farklı disiplin ve konularda kullanılmasına dair kodlardır. Belirlenen 5 tema ve etrafında şekillenen kodlar 26 adede indirgenmiştir. Kodlar 26 adede indirgenirken bazı kodlar birleştirilmiş

bazı kodlar kaldırılmıştır. Belirlenen kodların özellikleri nitel bulgular kısmında açıklanmıştır.

Üçüncü adımda ise elde edilen temalar ve kodlar düzenlenip okuyucuya sunulacak forma getirilmiştir. Bu aşamada öğrencilerin isimleri takma isimler ile değiştirilmiştir. Değiştirilen isimler ve grupları Tablo 3.7’de verilmiştir.

**Tablo 3.7.** Nitel Verilerin Analizinde Değiştirilmiş Öğrenci İsimleri ve Grupları

| Grup          | Öğrenci |
|---------------|---------|
| Birinci grup  | Gökçe   |
|               | Sevgi   |
|               | İsmail  |
|               | Melike  |
| İkinci grup   | Emine   |
|               | Yusuf   |
|               | Dilara  |
|               | Asena   |
| Üçüncü grup   | Nisa    |
|               | Sude    |
|               | Talha   |
|               | Sümeyye |
| Dördüncü grup | Gönül   |
|               | Zehra   |
|               | Furkan  |
|               | Tuğba   |

Son adımda, elde edilen bulgular araştırma sorularımızın etrafında ilişkilendirilip yorumlanmıştır.

## 4. BULGULAR

Bu bölümde MA–STEM–M uygulama sürecinin yedinci sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişimine etkisine ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Verilerin analizinde bağımlı gruplar t-testi, bağımsız gruplar t-testi, ANCOVA ve içerik analizi kullanılmıştır. Orantısal akıl yürütme testinden elde edilen verilere ilişkin bulgularda öncelikle parametrik test ve ANCOVA varsayımları kontrol edilip sonra t-test analizleri ve ANCOVA yapılmıştır. MND ve ders kayıtlarından elde edilen bulgular ise içerik analizine tabi tutularak kodlar ve temalar halinde sunulmuştur.

### 4.1. Nicel Bulgular

#### 4.1.1. Orantısal akıl yürütme testinden elde edilen bulgular

Çalışmamızda deney ve kontrol gruplarının orantısal akıl yürütme ön–test ve son–test sonuçlarına dair bulgular bu bölümde analiz edilmiştir.

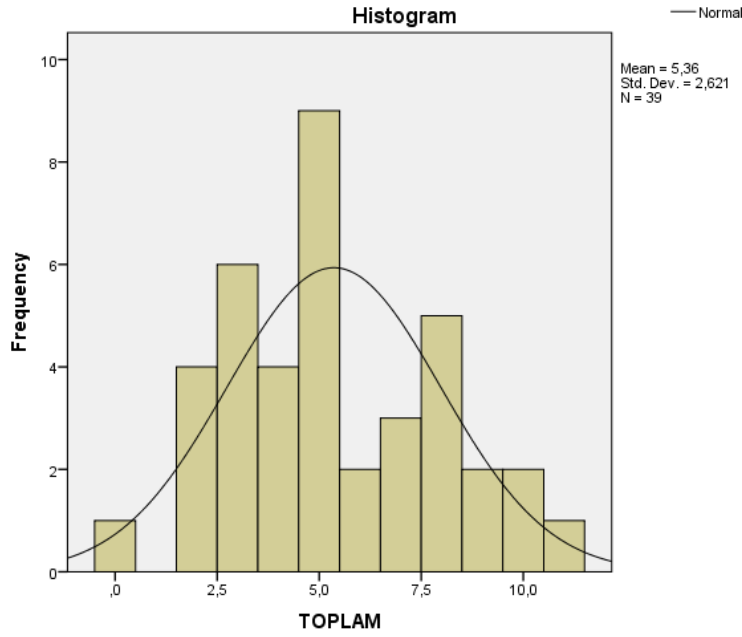
Bunun için öncelikle öğrencilerden toplanan verilerin parametrik test varsayımlarını (normal dağılım göstermesi, grupların varyanslarının aralarında anlamlı bir farklılık olmaması ve grupların birbirinden bağımsız olması) sağlayıp sağlamadığı kontrol edilmiştir ve t–test sonuçlarına yönelik bulgular paylaşılmıştır. Devamında ANCOVA varsayımlarını (regresyon eğrilerinin homojenliği, varyansların homojenliği ve regresyon katsayısının eşit olması) sağlayıp sağlamadığı kontrol edilmiştir ve ANCOVA sonuçlarına yönelik bulgular paylaşılmıştır (Büyüköztürk, 1988). Tablo 4.1’de deney ve kontrol gruplarının ön–test varsayımlarını kontrol etmek için uygulanan testlerin sonuçları görülmektedir.

**Tablo 4.1.** Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Ön-Test Verilerinin Parametrik Test Varsayımları

|         | Çarpıklık | Basıklık | Shapiro-Wilk testi $p$ değeri | Levene’s testi $p$ değeri |
|---------|-----------|----------|-------------------------------|---------------------------|
| Kontrol | ,485      | -,280    | ,386                          |                           |
| Deney   | ,280      | -,865    | ,366                          |                           |
| Toplam  | ,288      | -,579    | ,214                          | ,46                       |

Uygulama öncesinde her iki gruba da yapılan ön-test sonuçlarından basıklık ve çarpıklık değeri -2 ve +2 aralığında yer aldığı, Shapiro-Wilk testi sonucunda elde edilen değerin  $p >$

,05 olduğu ve histogram grafiğın (Şekil 4.1)'den normal bir dağılıma sahip olduğu anlaşılmaktadır. Levene's testi sonucunda elde edilen değerin  $p > ,05$  olduğu için varyansların eşit dağılım gösterdiği anlaşılmaktadır. Sonuç olarak kontrol ve deney gruplarının ön-test bağımsız gruplar t-testi uygulanması için gerekli şartların sağlandığı görülmüştür.



**Şekil 4.1.** Kontrol ve Deney Gruplarının Ön Test Puanlarının Histogram Grafiği

Kontrol ve deney gruplarının orantısal akıl yürütmelerinin araştırmanın başlangıcında grupların orantısal akıl yürütme başarı puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını araştırmak için bağımsız gruplar t-testi analizi yapılmıştır.

Elde edilen veriler tablo şeklinde aşağıda sunulmuştur. Aşağıdaki tabloda kontrol ve deney gruplarının ön test verilerine ait: öğrenci sayısı (N), ortalama ( $\bar{X}$ ), standart sapma (SS), serbestlik derecesi (SD),  $t$  değeri ( $t$ ) ve anlamlılık seviyesi ( $p$ ) şeklinde verilmiştir. Bu testin analizindeki kısaltmalar diğer tablolarda da kullanılmıştır. Yapılan ön test puanlarına ilişkin bulgular, Tablo 4.2'de verilmiştir.

**Tablo 4.2.** Kontrol ve Deney Gruplarının Ön Test Puanlarına İlişkin Bulgular

|         | N  | $\bar{X}$ | SS    | SD | $t$  | $p$ |
|---------|----|-----------|-------|----|------|-----|
| Kontrol | 23 | 5,65      | 2,244 | 37 | ,834 | ,40 |

**Tablo 3.6 (devam)**

|       |    |      |       |
|-------|----|------|-------|
| Deney | 16 | 4,94 | 2,886 |
|-------|----|------|-------|

Tablo 4.2'deki sonuçlardan kontrol grubu ortalama puanının (5,65) deney grubunun ortalama puanından (4,94) ,71 puan ile kontrol grubu lehine olduğu görülmektedir. T-testi sonucunda  $p$  değeri (,40) anlamlılık seviyesi ,05'ten büyük olmasından dolayı kontrol ve deney grupları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu sonuçtan araştırmanın başlangıcında kontrol ve deney gruplarının orantısal akıl yürütme başarı puanları arasında bir fark olmadığı görülmüştür.

Araştırma süreci sonunda deney ve kontrol gruplarına uygulanan son test sonuçlarına dair parametrik test varsayımları Tablo 4.3 de görülmektedir.

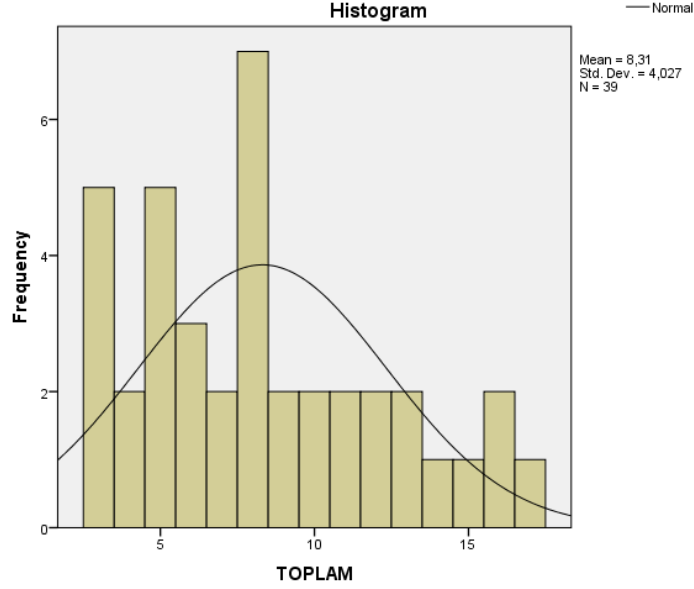
**Tablo 4.3. Kontrol ve Deney Gruplarına Ait Son-Test Verilerinin Parametrik Test Varsayımları**

|         | Çarpıklık | Basıklık | Shapiro-Wilk testi $p$ değeri | Levene's testi $p$ değeri |
|---------|-----------|----------|-------------------------------|---------------------------|
| Kontrol | 1,329     | 1,863    | ,004                          |                           |
| Deney   | ,185      | -,719    | ,895                          |                           |
| Toplam  | ,543      | -,607    | ,300                          | ,43                       |

Uygulama sonrasında her iki gruba da yapılan son-test sonuçlarından basıklık ve çarpıklık değeri -2 ve +2 aralığında yer aldığı, Shapiro-Wilk testi sonucunda elde edilen değerlerin  $p > ,05$  olduğu ve histogram grafiği (Şekil 4.2)'den normal bir dağılıma sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Levene's testi sonucunda elde edilen değerlerin  $p > ,05$  olduğu için varyansların eşit dağılım gösterdiği anlaşılmaktadır. Sonuç olarak kontrol ve deney gruplarının son-test bağımsız gruplar t-testi uygulanması için gerekli şartların sağlandığı görülmüştür.





**Şekil 4.2.** Kontrol ve Deneysel Gruplarının Son Test Puanlarının Histogram Grafiği

Geleneksel öğretim sonucunda kontrol grubunun ön test - son test başarı puanları arasında farklılaşmaya dair bulgular Tablo 4.4’de verilmiştir.

**Tablo 4.4.** Kontrol Grubunun Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular

|          | N  | $\bar{X}$ | SS    | SD | <i>t</i> | <i>p</i> |
|----------|----|-----------|-------|----|----------|----------|
| Ön test  | 23 | 5,65      | 2,244 | 22 | -1,137   | ,19      |
| Son test | 23 | 6,43      | 3,342 |    |          |          |

Tablo 4.4 görüldüğü gibi kontrol grubunun son test puan ortalaması (6,43) ön test puan ortalaması (5,65)’na göre ,78 puanlık bir artış göstermiştir. Yapılan t-test sonucunda puan ortalamalarının arasında *p* değeri (,19) anlamlılık değeri ,05’ten büyük olmasından dolayı ön test – son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu sonuç geleneksel öğretimin yedinci sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerini geliştirmede yeterli olmadığını göstermektedir.

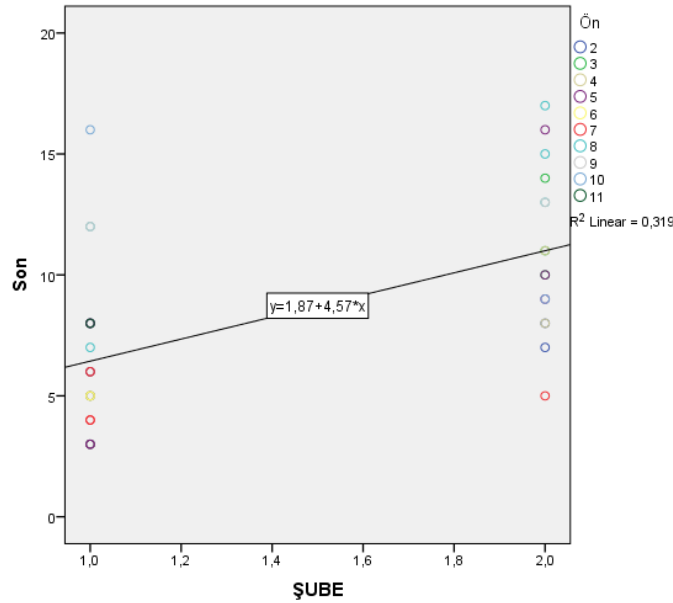
MA–STEM–M’nin uygulama sonucunda deney grubunun ön test - son test başarı puanları arasında farklılaşmaya dair bulgular Tablo 4.5’de verilmiştir.

**Tablo 4.5.** Deney Grubunun Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular

|          | N  | $\bar{X}$ | SS    | SD | <i>t</i> | <i>p</i> |
|----------|----|-----------|-------|----|----------|----------|
| Ön test  | 16 | 4,94      | 2,886 | 15 | -8,208   | ,00      |
| Son test | 16 | 11        | 3,406 |    |          |          |

Tablo 4.5’de görüldüğü gibi deney grubunun son test puan ortalaması (11) ön test puan ortalamasına (4,94) göre 6,06 puanlık bir artış göstermiştir. Yapılan t-test sonucunda puan ortalamalarının arasında *p* değeri (,00) anlamlılık değeri ,05’ten küçük olmasından dolayı ön test – son test puan ortalamaları arasında son test ortalaması lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. Bu sonuç MA–STEM–M’nin uygulama sürecinin yedinci sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme problemlerini çözmeye anlamlı etkiye sahip bir yöntem olabileceğini göstermiştir.

Araştırma süreci sonunda deney ve kontrol gruplarına uygulanan son test sonuçlarına dair bulguları hesaplamak için ANCOVA varsayımlarından regresyon eğrilerinin homojenliğine dair sonuçlar Şekil 4.3’de verilmiştir.



**Şekil 4.3.** Kontrol ve Deney Gruplarının Regresyon Eğimleri Grafiği

Şekil 4.3’de görülen doğrusallıktan regresyonların homojenliği varsayımının sağlandığı görülmektedir. ANCOVA varyansların homojenliği varsayımını tespit etmek için Levene’s testi sonuçları Tablo 4.6’de verilmiştir.

**Tablo 4.6.** Levene Testi Hata Varyansının Eşitliği Testi

| F    | Df1 | Df2 | <i>p</i> |
|------|-----|-----|----------|
| ,110 | 1   | 37  | ,74      |

Tablo 4.6 incelendiğinde *p* değeri (,74) ,05'den büyük olduğu için varyansların homojen olduğu görülmektedir. ANCOVA varsayımlarından Grup ile ön–test puanları arasındaki ilişki Tablo 4.7’de verilmiştir.

**Tablo 4.7.** Gruplar ile Ön–test Ortalama Puanları Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular

|                  | KT    | Sd | KO    | <i>F</i> | <i>p</i> |
|------------------|-------|----|-------|----------|----------|
| Grup*Ön–<br>test | 7,140 | 1  | 7,140 | ,768     | ,38      |

Tablo 4.7 incelendiğinde *p* değeri (,38) ,05'den büyük olmasından regresyon katsayısının eşit olduğu anlaşılmaktadır. Sonuç olarak kontrol ve deney gruplarının son–test sonuçlarına ANCOVA uygulanması için gerekli şartların sağlandığı görülmüştür. Aşağıda kontrol ve deney gruplarının ön test ortalamasına göre düzeltilmiş son test puanlarına ilişkin bulgular Tablo 4.8’de verilmiştir.

**Tablo 4.8.** Kontrol ve Deney Gruplarının Ön Test Ortalama Puanlarına Göre Düzeltilmiş Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular

|         | N  | $\bar{X}$ | Düzeltilmiş<br>Ortalama |
|---------|----|-----------|-------------------------|
| Kontrol | 23 | 6,43      | 6,365                   |
| Deney   | 16 | 11,00     | 11,100                  |

Tablo 4.8’deki sonuçlardan kontrol grubu ortalama puanının (6,43) deney grubunun ortalama puanından (11) 4,74 puan ile deney grubu lehine olduğu görülmektedir. Son test ortalamaları ön–test ortalama puanlarına göre kontrol edildiğinde, kontrol grubu öğrencilerinki düşerken (6,356) deney grubu öğrencilerinin arttığı (11,100) görülmüştür.

Ön–teste göre düzeltilen son test puanlarının arasındaki farkın anlamlı olup olmadığına ilişkin bulgular Tablo 4.9’de verilmiştir.

**Tablo 4.9.** Kontrol ve Deney Gruplarının Ön Teste Göre Son Test Puanlarının Gruba İlişkin Bulguları (ANCOVA)

| Varyansın Kaynağı   | Kareler Toplamı<br>(KT) | SD | Kareler<br>Ortalaması (KO) | F      | <i>p</i> | Eta-<br>Kare |
|---------------------|-------------------------|----|----------------------------|--------|----------|--------------|
| Ön test (Kovaryans) | 87,137                  | 1  | 87,137                     | 9,434  | ,01      | ,208         |
| Grup                | 210,875                 | 1  | 210,875                    | 22,831 | ,00      | ,388         |
| Hata                | 332,515                 | 36 |                            |        |          |              |
| Toplam              | 3307,000                | 39 |                            |        |          |              |

Tablo 4.9'daki ANCOVA sonucunda deney grubu öğrencileri ile kontrol grubunun ön-test ortalama puanlarına yönelik düzeltilmiş son-test ortalama puanları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ( $p = ,00$ ). Bu sonuç, geleneksel eğitim uygulanan kontrol grubu ve MA-STEM-M'nin uygulandığı deney grubunun orantısal akıl yürütme becerileri gelişiminde deney grubu öğrencilerinin daha başarılı oldukları göstermiştir. Uygulanan MA-STEM-M'nin etki genişliğini gösteren Eta-Kare değerine göre, kontrol ve deney gruplarının %38'i öğretim sürecinde kullanılan yöntem ile açıklanabilmektedir. Ayrıca, Tablo 4.4'e göre öğrencilerin ön-test puanları son-test puanları üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığı görülmektedir ( $p = ,00$ ). Eta-Kare değerine göre, öğrencilerin son-test puanlarının %20'sini ön-test puanlarından aldığı görülmektedir.

#### 4.2. Nitel Bulgular

Çalışmamızda “Matematik ağırlıklı STEM modül uygulama süreci yedinci sınıf deney grubu öğrencilerinin oran-orantı konusu ile ilgili karşılaştıkları zorlukları gidermeye nasıl yardımcı olmuştur?” ve “Matematik ağırlıklı STEM modül uygulama süreci yedinci sınıf deney grubu öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişimine nasıl katkıda bulunmuştur?” problemlerine yönelik bulgular bu bölümde toplanmıştır.

#### 4.2.1. Öğrencilerin Hazırbulunuşluk Düzeylerinin Orantısal Akıl Yürütme Gelişimine Etkisine Yönelik Bulgular

MA-STEM-M'nin uygulama sürecinde MND'ler ve ders kayıtları aracılığı ile toplanan veriler doğrultusunda öğrencilerin hazırbulunuşluklarına dair kodlar; “öğrencilerin hazırbulunuşluk yetersizliği” kategorisi altında birleştirilmiştir. Bu kategoriye ilişkin kodların, kod, frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.7’de verilmiştir. Tabloda görülen çarpma ve bölme becerisi yetersizliği genelde bölme yetersizliği durumunda (10) görülmüştür. Çarpma yetersizliği durumu (1) çok az ortaya çıkmıştır. Çarpma ve bölme yetersizliğinin tabloda beraber gösterilmesinin nedeni çarpma ve bölmenin aralarında ilişkili olmasıdır. Yetersizlikler bazı öğrencilerde görülmemişken bazı öğrencilerde birden fazla tekrar etmiştir. Örneğin, Zehra'nın çarpma ve bölme yetersizliği durumu 2 defa tekrar etmiştir.

**Tablo 4.10.** Öğrencilerin Hazırbulunuşluk Yetersizliklerine Dair Ortaya Çıkan Kodların Frekans ve Yüzde Değerleri

| Kod  | n | %   | f  | %     |
|--|---|-----|----|-------|
| Çarpma ve bölme becerisi yetersizliği      | 4 | 80  | 11 | 91,67 |
| Yüzde gösterimi anlamlandırma yetersizliği | 1 | 20  | 1  | 8,33  |
| Toplam                                     | 5 | 100 | 12 | 100   |

Tablo 4.10. incelendiğinde, öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerini geliştirmek için hazırbulunuşluklarında çoğunlukla “*çarpma ve bölme becerisi yetersizliği*” (%91,67) görülmüştür. Bu yetersizlik durumu 16 öğrencinin 4'ünde (%25) birden fazla defa tekrar tekrar görülmüştür. Bu öğrenciler: Sevgi, Melike, Yusuf ve Zehra'dır. “*Çarpma ve bölme becerisi yetersizliği*” olan öğrencilerin diğer öğrencilere göre orantısal akıl yürütme becerilerini gelişimini olumsuz etkilediği görülmüştür. “*Çarpma ve bölme becerisi yetersizliği*” koduna bir örnek olarak dördüncü grupta modül içerisindeki limonata probleminin (İçerisinde 4 bardak limon suyu 10 adet küp şeker bulunan sürahinin tadının beğenen Ahmet, evinde aynı tada sahip limonata'yı yapmak isterse 1 bardak limon suyuna karşılık kaç adet küp şeker atmalıdır.) çözümüne ait tartışma aşağıda verilmiştir.

**Zehra:** 4 bardağa karşılık 10 adet işte

**Furkan:** 1 bardağa kaç tane atmanı soruyor sana.

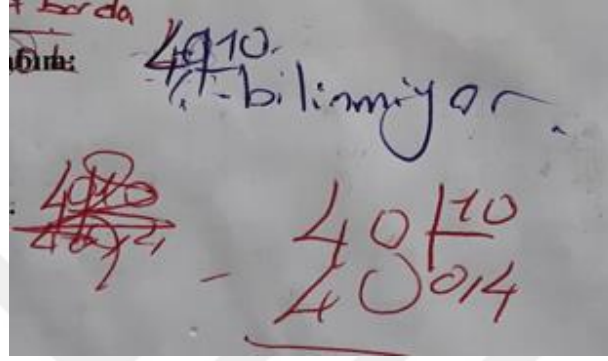
**Zehra:** 4'ü 10'a böleriz biz de.

**Furkan:** İşte bende ona bakıyorum.

**Zehra:** 4'ü 10'a bölemeyiz ki

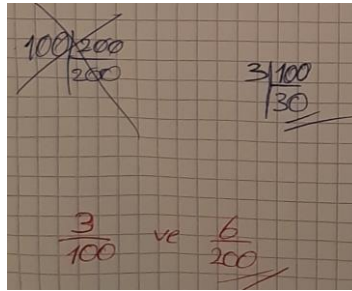
**Furkan:** Bölünür.

Yukarıdaki dördüncü gruba ait tartışmadan anlaşılacağı üzere Zehra 4'ü 10'a bölemeyeceğini düşünmektedir. Zehra'nın yanlıgısı bir doğal sayının kendisinden daha büyük bir doğal sayıya bölünemeyeceğini düşünmesidir. Zehra'nın probleme ait bireysel cevabı ve daha sonra gruba bulduğu doğru cevabı şekil 4.4'de görülmüştür.



**Şekil 4.4.** Zehra'nın Limonata Problemine Bireysel ve Grup Cevabı

Şekil 4.4'deki çözümden anlaşılacağı gibi Zehra'nın çarpma ve bölme becerisinin zayıf kaldığı görülmüştür. "Çarpma ve bölme becerisi yetersizliği" yaşanma durumu öğrencinin çarpma ve bölmeyi tamamen bilmediği anlamına gelmemektedir çünkü bu durumu yaşayan öğrencilerin diğer soruları incelendiğinde çarpma ve bölme yapabildikleri görülmüştür. MND'ler ve ders kayıtları incelendiğinde "çarpma ve bölme becerisi yetersizliği" yaşayan öğrencilerin çarpma ve bölme işleminin belirli kısımlarında zorlandıkları (örn: devirli bölme veya kendinden büyük bir sayıya bölme) görülmüştür. Örneğin, bir sabit hız problemine (Sabit hızda giden bir araç 3 saniyede 100 metre gitmektedir. Bu araç 200 metreyi kaç saniyede gider?) Melike'nin çözümü ve grup cevabı Şekil 4.5'te gösterilmiştir.



**Şekil 4.5.** Melike'nin Sabit Hız Problemine Bireysel ve Grup Cevabı

Şekil 4.5 incelendiğinde görülmüştür. Melike'nin bireysel çözümü incelendiğinde Zehra'da olduğu gibi bir doğal sayının kendisinden daha büyük bir doğal sayıya bölme durumunda hata yapmıştır 100'ü 200'e böldüğünde 200 cevabını bulmuştur. Bu durum bölme becerisindeki hazırbulunmuşluk eksikliğini göstermektedir. Ayrıca Melike, 3'ü 100'e böldüğünde 30 cevabını bulmuştur. Bu durum, öğrencinin devirli bölme durumunda hazırbulunmuşluk eksikliği olduğunu göstermektedir.

**Melike:** 200'ü 100'e bölünce 200 mü çıkıyor? (Sevgi ile konuşuyor. Beraber bölmeye çalışıyorlar.)

**İsmail:** Sevgi 3 saniyede 100 metre gidiyorsa 6 saniyede 200 metre gider.

**Melike:** ... 200 eder.

**Gökçe:** Herkes bitirdi mi?

**Melike:** Bir dakika hayır (telaşlı). İuu 30 da ... yaparsak 200 de

**Sevgi:** Dur bir dakika bir dakika. 30

...(bireysel kısmı bitirip grup tartışmasına geçtiler)

**Sevgi:** Benim öncelikle fikrim şu, 3'ü 100'e böldüm. Ondan sonra 3'ü 100'e böldüm 30 çıktı.

**Gökçe:** Ney ney ne yaptın (şaşkın)

**Melike:** 3'ü 100'e böldüm.

**Gökçe:** 3'ü niye 100'e böldün?

**Melike:** Çünkü 3 saniyede 100 gidiyor ya.

**Gökçe:** uu (yanlış anladın beni) hayır niye böldün. 3 saniyede 100 metre gitmesi 3'ü 100'e bölmeni. Bölmek parçalamak.

**Sevgi:** Ya da bırak 6 olsun yaaa. Bu değil bu değil.

**Gökçe:** Niye 3'ü 100'e böldün.

**Melike:** Çünkü 3 saniyede 100 santim mi gitti ne ... (bakıyor) 3 saniyede 100 metre gittiği için.

**Gökçe:** 3 saniyede 100 metre gitmesi niye onu parçaladın.

**Melike:** Canım öyle istedi.

**Gökçe:** Ona (3'e) bölersen her 1 saniyede ne kadar gittiğini bulursun.

**Melike:** aaaa (anlamak)

**Sevgi:** 3 saniyede 100 metre gidiyorsa 6 saniyede de 200 metre gitmesi lazım.

**Melike:** Ben bir de 200'ü 3'e bölmeyi denedim nasıl.

**Gökçe:** 3 saniyede 100 gidiyorsa 100 saniyenin metreye oranı  $\frac{3}{100}$ 'dür. Biz onu genişlettiğimizde 200'ü istiyor.

**Melike:** 200 bölü 100. 6 o zaman.

**Gökçe:** 100 200 (hesap yapıyor) 2'ye bölününce 100 olur. 100'ünde 2 katı 200'dür. 3'ü de 2 ile çarpınca 6 oluyor. Saniyeyi de metreye böldüğümüz için pay saniye payda metre olur. 6 saniyedir.

**Sevgi:** Ben 6 saniye ben de öyle dedim.

**Melike:** 6 saniye mi? Biz direk şey yaptık 2 ile 3'ü böldük 6 bulduk. Ayy 2 değil.

**İsmail:** Ben 3 ile 2'yi çarptım.

**Sevgi:** 3 saniye de 100 ise 6 saniyede 200 gitmesi gerekmez mi?

**Melike:** 200'ü 3'e böldük 6 bulduk değil mi?

**Gökçe:** 200'ü 3'e bölünce nasıl 6 buldunuz?

**İsmail:** Çarpacağız yaa.

**Sevgi:** ama (düşünüyor)

**İsmail:** Çıkartsak deseniz neyse.

**Sevgi:** Kafayı yiyeceğim (Melike ve Sevgi sinirden gülüyorlar)

**Melike:** 60 bulduk ama biz 6'ya çevirdik.

**Gökçe:** Yanlış bölmüşsünüz. 180 çıkar.

**Gökçe:** 200'ün içinde 2 tane 100 vardır.

**Melike:** Evet.

**Gökçe:** 100 metrede 3 saniye var. 2 tane varsa 200'ün içinde 2 tane 100 varsa. 100 bölü 3'de 100 bölü bir tane daha 3 vardır. Buraya kadar okey misin?

**Melike:** Ben şey anladım. 100'ü eşitinde 3 var ya bir de 200'de 2 tane 100 var. Yani 3 buradan 3'de buradan 6 oluyor.

**Gökçe:** Evet.

Yukarıda birinci gruba ait grup içi tartışma incelendiğinde Sevgi ve Melike'nin bölme yetersizliği durumu yaşadığı görülmektedir. Çözüm süreci içerisinde Gökçe ve İsmail problemi doğru çözdükleri için Sevgi ve Melikeye doğru yolu anlatmışlardır. Grup içi tartışma sonrası Sevgi ve Melike problemi anlamışlardır. Bu durum şekil 4.5'deki grup cevabından da anlaşılmaktadır.



“Çarpma ve bölme becerisi yetersizliği” içerisindeki çarpma yetersizliği durumuna bir örnek olarak tekerlek probleminde (Her bir tekerleğin kendi çevre uzunluğu ile döndüğü tur sayısını çarpalım. Bu çarpım sonuçlarını inceleyin ve ne gördüğünüzü açıklayın.) birinci grubun tartışmasından bir bölüm aşağıda verilmiştir.

**Melike:** Hepsini mi çarpacağız.

**Gökçe:** hıhı

... (işlemler yapıyorlar kendi aralarında)

**Sevgi:** 18 ile 4 'ü çarpınca 68 mi çıkıyor?

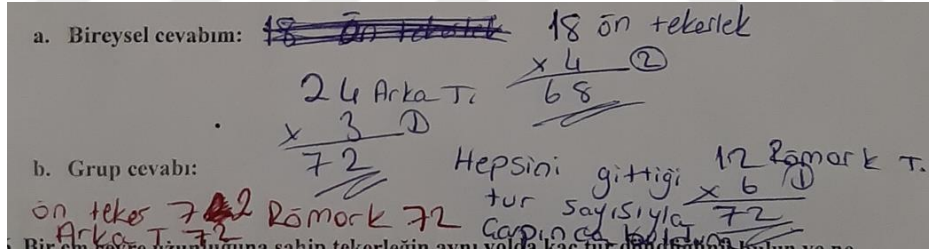
**Gökçe:** 68 olmaz 72. O zaman (düşünüyor). Hepsinin mi 72 olması lazım.

Aaa evet hepsi 72 8 kere 4 32 yani 72 oluyor.

**Sevgi:** O da 72.

...

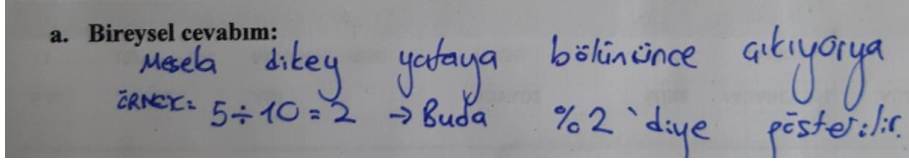
Yukarıda birinci gruba ait tartışmadan anlaşılacağı üzere Sevgi çarpma işleminde yetersiz kalmıştır. Sevgi grup ile yaptığı tartışmada cevabının yanlış olduğunu öğrenmiştir. Sevgi'nin tekerlek probleminde ait bireysel çözümü ve grup cevabı Şekil 4.6'da gösterilmiştir.



**Şekil 4.6.** Sevgi'nin Tekerlek Problemine Verdiği Bireysel ve Grup Cevabı

Şekil 4.6 incelendiğinde öğrencinin bazı çarpma işlemlerinde yetersiz kaldığı görülmüştür. Grup içi tartışmada yanlış çarptığını anlayıp hatasını düzelttiği, şekildeki grup cevabından anlaşılmaktadır.

Bir öğrencide ise “yüzde gösterimi anlamlandırma yetersizliği” (%8,33) görülmüştür. İkinci grup öğrencisi Yusuf'un “Eğim nasıl hesaplanır?” soruna ait çözümü Şekil 4.7'de verilmiştir.



Şekil 4.7. Yusuf'un Yüzde Gösterimi Problemine Bireysel Cevabı

Şekil 4.7'deki çözümden anlaşılacağı öğrenci eğimin nasıl hesaplandığını öğrenmiştir. Fakat öğrenci eğimi gösterirken beşinci sınıfta öğrenilen kazanım (M.5.1.6.2. Bir yüzdelik ifadeyi aynı büyüklüğü temsil eden kesir ve ondalık gösterimle ilişkilendirir, bu gösterimleri birbirine dönüştürür.) eksikliği öğrencinin eğimi hesaplamasında zayıf kaldığını göstermiştir. Ayrıca öğrencinin bölme işleminde de yetersiz kaldığı 5'i 10'a bölmek yerine 10'u 5'e bölmesinden anlaşılmaktadır.

#### 4.2.2. Öğrencilerin Grup İçi ve Gruplar Arası Tartışmalarının Orantısal Akıl Yürütme Becerilerinin Gelişimine Etkisine Ait Bulgular

MA-STEM-M'nin uygulama sürecinde MND'ler ve ders kayıtları aracılığı ile toplanan veriler doğrultusunda öğrencilerin orantısal akıl yürütme gelişimini etkilediğini görülmüştür. Bu doğrultuda kodlar; "grupsal kodlar" kategorisi çerçevesi başlığı altında birleştirilmiştir. Bu kategoriye ilişkin kodların, kod frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.8'de verilmiştir. Buradaki kodlar olayın gerçekleşme durumunu ifade etmektedir. Tablonun daha iyi anlaşılması için grup içi tartışma durumu dört grupta 20 defa gerçekleşmiş olup birinci grupta 7 defa ikinci grupta 2 defa üçüncü grupta 6 defa ve dördüncü grupta 5 defa gerçekleşmiştir.

**Tablo 4.11.** Grupsal Kodların Frekans ve Yüzde Değerleri

|                           | Kod  | f  | %     | f  | Toplam % |
|---------------------------|--|----|-------|----|----------|
| Olumlu grup davranışları  | Grup içi öğretici tartışma   | 20 | 29,85 |    |          |
|                           | Sınıf içi öğretici tartışma  | 12 | 17,91 |    |          |
|                           | Akran öğretimi   | 20 | 29,85 | 55 | 82,09    |
|                           | Etkinlik malzemelerinden yararlanma                                | 3  | 4,48  |    |          |
| Olumsuz grup davranışları | Diğer grupların cevabını söyleme                                   | 2  | 2,99  |    |          |
|                           | Grup içi yanlış öğretici tartışma                                  | 1  | 1,49  | 12 | 17,91    |
|                           | Grup içi akademik başarısı yüksek olan öğrencinin cevabını söyleme | 9  | 13,43 |    |          |
|                           | Toplam   | 67 | 100   | 67 | 100      |

Tablo 4.11 incelendiğinde, öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişimini grupsal kodlar “*olumlu grup davranışları*” (%82,09) ve “*olumsuz grup davranışları*” (%17,91) şeklinde iki bölüme ayrıldığı görülmektedir. “*Olumlu grup davranışları*” öğrencilerin orantısal akıl yürütmelerinin gelişimini anlamlı yönde etkileyen grup davranışlarıdır. “*Olumsuz grup davranışları*” ise öğrencilerin orantısal akıl yürütmelerinin gelişimlerini olumsuz etkileyen grup davranışlarıdır. Tablo 4.11’den anlaşılacağı gibi MA–STEM–M’nin uygulama sürecinde öğrencilerin genellikle “*olumlu grup davranışları*” sergiledikleri görülmüştür.

MA–STEM–M’nin uygulama süreci incelendiğinde grupsal kodların büyük çoğunluğunu “*grup içi öğretici tartışma*” (%29,85) ve “*akran öğretimi*” (%29,85) kodları oluşturmaktadır. “*Grup içi öğretici tartışma*” grupta öğrencilerin birbirleri ile olan iletişimleri sonucunda orantısal akıl yürütmelerini geliştiren durumlardır. “*Grup içi öğretici tartışma*” koduna ait grupsal dağılım yukarıda belirtilmiştir (Kodun ortaya çıkma sayısı: Birinci grup 7, ikinci grup 2, üçüncü grup 6 ve dördüncü grup 5’tir.). “*Grup içi öğretici tartışma*” koduna bir örnek olarak dördüncü grupta kek tarifi probleminin (Bir kek tarifi ölçüsünde 3 yumurta için 1,5 bardak şeker kullanılmaktadır. Aynı ölçüyü çoğaltmak isteyen bir kişi 8 yumurta için kaç bardak şeker kullanmalıdır?) çözümüne ait grup içi tartışma aşağıda verilmiştir.

**Furkan:** Ben 4 bardak şeker buldum. Sen ne buldun?

**Zehra:** 5 bardak.

**Furkan:** Ben 4 bardak şeker bulduğumu nasıl anlatayım mı? Şimdi 3 yumurta için 1,5 bardak şeker kullanılmaktadır. Diyor 3'ü 1,5'a bölelim yarım. Ondan sonra 3 3 6 bu da 3 bardak şeker oluyor. 6 yumurta için. 6 yumurta için 3 bardak şeker kullanılmaktadır ondan sonra 4.

...

**Gönül:** 3 yumurta da 1,5 bardak şeker var ya. 1,5 ile de 3'ü bölünce de 1 yumurtaya 0,5. Ondan sonra 8 yumurtada 0,5 0,5 ... 0,5 daha 1 bardak etmiyor mu?

**Zehra:** Şimdi bak 3 yumurta için 1,5 bardak diyor.

**Furkan:** 0,5 dediği kaç biliyon mu? 0,500 o.

**Zehra:** Bir beni dinler misiniz?

**Furkan:** 0,500 0,500 daha 1 litre ediyor. Şu ikisi 1 litre ediyor.

**Gönül:** Hayır bu 3 yumurtaya karşılık diyor.

**Zehra:** Bence beeeş.

**Furkan:** 3 yumurtaya karşılık bu.

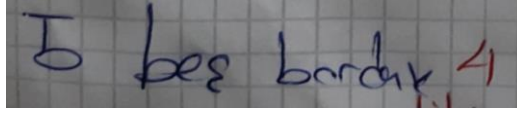
**Zehra:** Bence 5. Ya beş diyorum abi. Açıklayım mı? 3 yumurtaya 1,5 bardak. 3'ü 2 ile çarptım ben 6 oldu. Bunu da (1,5'u) 2'ye çıkarttım. Yani toplamda 3 oldu. 2 tane daha ekledim. O zaman 5.

...

**Gönül ve Furkan:** 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 3,5, 4. (0,5 toplaya toplaya 4 buldular)

...

Yukarıda dördüncü grupta geçen tartışmadan anlaşılacağı üzere, Zehra problemi bireysel olarak yanlış cevaplamıştır. Furkan ve Gönül ise doğru cevaplamıştır. Aralarında yaptıkları tartışmada öğrenciler bireysel cevaplarının doğru olduğunu birbirlerini ikna etmeye çalışmaktadırlar. Aşağıda Zehra'nın MND'sinde bulunan bu probleme ait bireysel ve grup cevabı görülmektedir.



**Şekil 4.8.** Zehra'nın Kek Tarifi Problemine Verdiği Bireysel ve Grup Cevabı

Yukarıdaki Şekil 4.8'den ve dördüncü gruba ait konuşmadan anlaşılacağı üzere Zehra ve grup arkadaşları yaptığı tartışma sürecinde birbirlerine çözümlerini savunmuşlardır. Bu tartışma sürecinin sonucunda Zehra cevabının yanlış olduğunu öğrenip grup arkadaşlarının cevabına katılmıştır. Bu durum Şekil 4.8'den de anlaşılmaktadır. Zehra'nın bireysel cevabı 5 iken grup içi tartışma sonrası cevabı 4 olmuştur. Grup içi öğretici tartışma öğrencilerin problemi yanlış anladıklarında veya çözdüklerinde grup arkadaşları ile tartışarak doğru çözümü öğrenmelerine olanak sağlamaktadır. Ayrıca öğrencilere, karşı düşünceleri öğrenme olanağı veya hoşgörü ile karşılama anlayışını geliştirmesine yardımcı olur. Özetle grup içi öğretici tartışma öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişimini olumlu yönde etkileyen bir durumdur.

Tablo 4.11'deki "akran öğretimi" (%29,85) ise grup içerisinde bir problem çözümlenirken gruptaki bir öğrencinin grup arkadaşlarına sorunun çözümünü anlattığı durumdur. Bu durum sonucunda grup arkadaşları, orantısal problemleri anlamlandırdıkları ve ilerleyen problemlerde orantısal akıl yürütme becerilerinin geliştiği görülmüştür. "Akran öğretimi" koduna bir örnek olarak su arıtma probleminin (Su arıtma cihazı 3 saatte 10 litre su arıtmaktadır. Buna göre 1 litre suyu kaç saatte arıtmaktadır?) çözümüne ait birinci grubun grup içi tartışması aşağıda verilmiştir.

**Melike:** Ben 30 dk. buldum. 10 defa 30 yazdım. Bunları topladım.

**İsmail:** Hiçbir şey yapmadım. 10 ile 3'ü çarptım. 30 buldum.

**Sevgi:** Bence 30'u 10'a böldük.

**Gökçe:** Ben de 30 buldum. 30 mu bilmiyorum ama 0,3 buldum. 30 sanırım o da.

**Sevgi:** 30'u 10 bölsek

**Melike:** 30 diyorum.

**İsmail:** 10 ile 3'ü çarptım 30 çıkıyor o da

**Gökçe:** 3 saate 10 litre su arıtıyorsa  $\frac{3}{10}$ 'dur oranı. Orantıya uyu bir tane şey yazmıştık hatırlıyor musunuz? Bir tane şeyin u hıh birim oran niceliklerin birinin 1 birimi diğer niceliğin aldığı miktarı karşılaştırmasını gösteren

*matematiksel ifade. Burada birini alıyoruz. 10 katına düşüyor. 1 litre su ya 10 litre sudan 1 litre suya düşünce 10 kat azalmış oluyor. 3'ü de 10 kat azaltınca o zaman 3'ü de 10'a bölünce üç bölü on 0,3 saat olur.*

Yukarıda birinci gruba ait tartışmadan anlaşılacağı gibi grup arkadaşları problemi çözmekte zorlanmaktadır. Gruptaki problemi başarı ile anlayıp çözen Gökçen grup arkadaşlarına problemin çözümünü ve mantığını anlatmıştır. “Akran öğretimi” genellikle grubun akademik başarısı yüksek olan öğrencisi tarafından gerçekleştirilmekte olsa da MA–STEM–M’nin uygulama sürecinin ilerleyen problemlerde gruptaki diğer öğrencilerin de arkadaşlarına problemleri anlattığı görülmüştür. Hatta bazen grubun akademik başarısı yüksek olan öğrencisi problemi çözemediği durumlarda, grubun diğer üyelerinden de akran öğretimi ile çözümü öğrendiği olmuştur. Örneğin limonata probleminin (Ahmet içerisinde 6 bardak limon suyu ve 18 adet şeker olan sürahinin tadını çok beğenmiştir. Evinde aynı tada sahip limonata yapmak için 2 bardak limon suyuna kaç adet şeker katmalıdır?) çözümüne ait ikinci gruba ait tartışma aşağıda verilmiştir.

**Yusuf:** 10 tane şeker dedim.

**Emine:** Neden 10 tane şeker dedin

**Dilara:** Kaç şeker

**Emine:** 2 dedim.

**Yusuf:** Neden?

**Emine:** Şu  $\frac{6}{18}$  olan bunla aynıydı ya  $\frac{2}{6}$  oluyor.

**Dilara:** 6 adet.

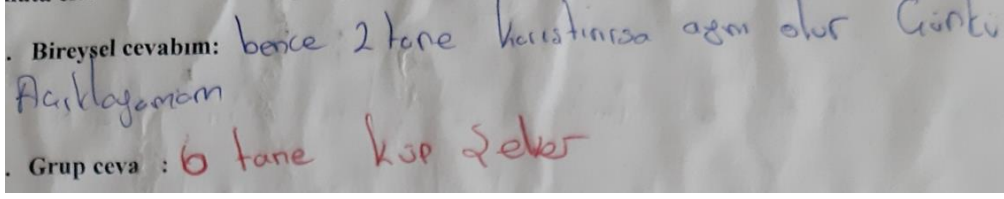
**Emine:** Neden 6.

**Dilara:** Çünkü 1 numaralı sürahide 3 katına atmışlar. O yüzden bence 3 katı.

...

**Dilara:** Bakın şimdi adam 1 numaralı sürahiyi beğenmiş ve onda da 3 bardak limon suyu.(araya girdiler) ... 1. Sürahiyi beğenmiş. 1. sürahide de 3 bardak limonata (limon suyu) 9 adette şeker varmış. Şimdi onun(...) 3 katını almış. 2 bardağa da 6 tane atmalı. Çünkü 6'yı 2'ye ve 3 çıkmış.

Yukarıda ikinci gruba ait tartışmadan anlaşılacağı üzere Dilara problemi çözüp arkadaşlarına öğretmiştir. Bu problemi grubun akademik başarısı yüksek olan öğrencisi Emine'nin cevabı Şekil 4.9'da görülmektedir.



**Şekil 4.9.** Emine'nin Akran Öğretimi Olan Durumu Yaşamaya Koduna Örnek

Şekil 4.9 incelendiğinde problemi Emine nicelikleri karıştırarak yanlış cevaplamıştır. Süreç içerisinde kendisini geliştiren Dilara, Emine'ye ve grup arkadaşlarına “akran öğretimi” yapmıştır. MA-STEM-M'nin uygulama süreci öğrencilerin orantısal problemleri çözebilecek ve anlatabilecek duruma getirmektedir. Özetle MA-STEM-M'nin uygulama süreci öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerini anlamlı yönde geliştirmektedir.

Tablo 4.11'de “sınıf içi öğretici tartışma” (%17,91) grupların farklı cevaplar bulduklarında kendi cevaplarını savunarak gruplar arası yapılan tartışmayı kapsamaktadır. “Sınıf içi öğretici tartışma” sonucunda gruplar genellikle doğru cevaba ulaşmışlardır ve bu durum sonucunda orantısal akıl yürütme becerilerinin geliştiği görülmüştür. “Sınıf içi öğretici tartışma” koduna bir örnek olarak musluk açma kapama probleminin (Musluklar gün içinde sık sık aç kapa yapılmasından dolayı belirli bir süre ömrü vardır. Ahmet bir musluğu günde 20 defa aç kapa yaparak 5 yıl kullanmıştır. Aynı musluğu Mehmet günde 10 defa aç kapa yaparak kaç yıl kullanır?) çözümüne ait gruplar arası tartışma ve tartışmaya ait video kaydından alınan fotoğraflar aşağıda verilmiştir.

**Öğretmen (29.10):** Evet tüm gruplar bitirdi cevaplarınızı sıra ile alayım.

**Üçüncü Grup:** 2,5 bulduk

**Dördüncü Grup:** Hocam bizim grubumuzda bir 10 bir de 2,5 cevabı var

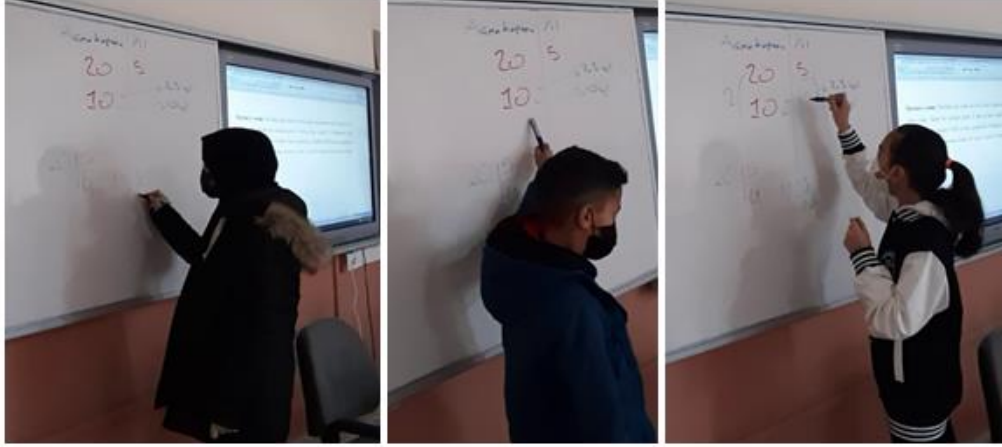
**Birinci Grup:** 10 yıl

**İkinci Grup:** 10 yıl

**Öğretmen:** Ortak bir cevap belirleyelim

**Üçüncü Grup (Nisa):** Biz önce 20'yi 5'e böldük 4 çıktı. 10'u da 4'e böldük 2,5 çıktı.

**Dördüncü Grup (Furkan):** 20 açma kapamada 5 yıl kullanıyorsa 10 açma kapamada 5 yıl kullanır bence.



Şekil 4.10. Gruplar Arası Tartışma Durumu Yaşaması Koduna Örnek 1

**Dördüncü Grup (Gönül):** 20 ile 10 arasında 2 kat var ya o yüzden 20'yi 2'ye bölünce 10 çıkıyor. 5'i de 2 ile çarparsak 10 çıkıyor.

**Üçüncü Grup (Sude):** Neden burada böldü(açma kapamalar arası) burada çarptı (yıllar arası)



Şekil 4.11. Gruplar Arası Tartışma Durumu Yaşaması Koduna Örnek 2

**Dördüncü Grup (Furkan):** ters orantı olduğu için

...

**Dördüncü Grup (Furkan):** 20 defa aç kapa yaparak 10 yıl kullanım demi

**Üçüncü Grup (Sude):** Evet

**Dördüncü Grup (Furkan):** Ömrünü azalmış yani 20 onu 10 defa aç kapa yaparak yani 20 defa 5 ya ters orantı var burada 10 defa aç kapa yaparak 10 yıl



**Birinci Grup (Gökçe):** Şimdi bu ters orantı sabiti olduğu için hepsinin çarpımının 100 çıkması lazım. Birinci bize verilenler 10 kere 5 100 yapar. 10'unda çarpımında 100 olabilmesi için bölüyoruz. Sonuç 10 çıkıyor.

**Öğretmen:** Peki burada bazı arkadaşlarınız ters orantı olduğunu düşünüyor. Bu konuda konuşmalısınız birbirinizi ikna etmelisiniz bence ondan ikna olmuyorlar.

...

**Öğretmen:** Neden ters orantı var burada ya da neden yok onu konuşalım.

**Birinci Grup (Gökçe):** Bir tane çeşmeyi 20 kere açıp kapatınca 5 yıl gidiyorsa 10 kere açıp kapatırsa da 10 yıl gider. Çünkü bu ikisinin çarpımı 100 çıkıyor bu ikisininkinin de.

**Dördüncü Grup (Furkan):** Ben 100'ü anlayamadım ama

**Birinci Grup (Gökçe):** Ters orantı da bütün sayıların çarpımı ters orantı sabiti olduğu için.

**Dördüncü Grup (Zehra):** şimdi 20'nin yarısı 10 5'in de yarısı 2,5 diyorum.

...

Yukarıda gruplar arası geçen tartışma incelendiğinde birinci ve ikinci gruplar 10, üçüncü grup 2,5 cevabını vermişlerdir. Dördüncü grup, grup içi tartışmaları sonucunda 10 ve 2,5 cevabı vermişlerdir ortak bir cevapta buluşmamışlardır. Bu durum grup içi tartışmada öğrencilerin bireysel cevaplarını birbirlerine ikna edemedikleri durumlarda gerçekleşmiştir. Gruplar cevaplarını söyledikten sonra gruptaki öğrenciler grup cevaplarının doğru cevap olduğunu diğer gruplara ikna etmeye çalışmışlardır. Bu ikna etme sürecindeki tartışmada öğrenciler yanlış yaptıkları noktaları, sorunun mantığını ve akıl yürütemedikleri noktaları fark ederek doğru cevaba ulaşmışlardır. Ayrıca gruplar arası tartışmadan anlaşılacağı üzere öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerileri yanında iletişim ve işbirliği, matematik okuryazarlığı, eleştirel düşünme ve problem çözme vb. becerileri de geliştirdiği görülmüştür. Sonuçta MA-STEM-M'nin uygulama süreci öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini geliştirdiği anlaşılmaktadır.

Tablo 4.11'deki "olumsuz grup davranışları" incelendiğinde "grup içi akademik başarısı yüksek olan öğrencinin cevabını söyleme" (%13,43), "grup içi yanlış öğretici tartışma" (%1,49) ve "diğer grupların cevabını söyleme" (%2,99) kodların gerçekleştiği durumlarda;

deney grubu öğrencilerinin orantısal akıl yürütme gelişimlerini olumsuz etkilediği ve doğru cevabın öğrenilmeden problemin geçilmesine neden olduğu görülmüştür.

“Grup içi yanlış öğretici tartışma” (%1,48) ve “etkinlik malzemelerinden yararlanma” (%4,48) kodlarına bir örnek olarak limonata problemine (İçerisinde 4 bardak limon suyu 10 adet küp şeker bulunan sürahinin tadını beğenen Ahmet, evinde aynı tada sahip limonatayı yapmak isterse 1 bardak limon suyuna karşılık kaç adet küp şeker atmalıdır.) ait birinci grubun tartışması aşağıda verilmiştir. Ayrıca aynı probleme ait gruptaki Sevgi'nin bireysel ve grupsal cevabı Şekil 4.12'de verilmiştir.

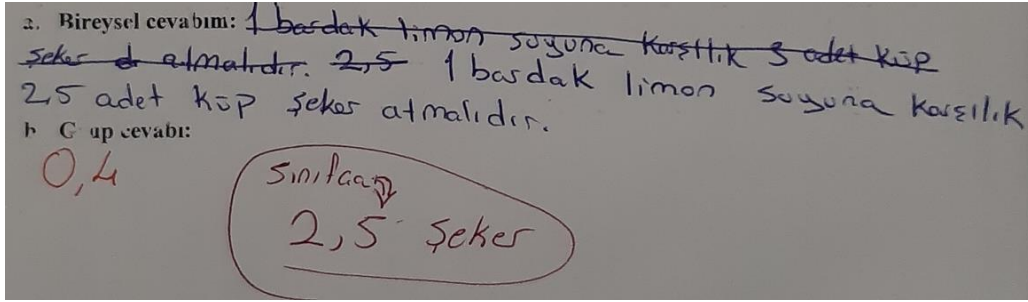
**Gökçe, Melike ve Sevgi:** Bardaklar ve küp şekerler yardımı ile cevabı 2,5 buldular.

**Gökçe:** 4'ü 10'a böleceğim 10'u 4'e değil. 4 tane şekerini 10 tane parçaya bölmemiz lazım. 10 tane bardağı 4 tane şeker değil.

**Sevgi:** Bak 1 bardağa karşılık 2,5 küp şeker düşüyor.

**Melike:** Ben direk 5'tir dedim.

**Gökçe:** 4 tane şekerini 10 tane sürahiye paylaştırmamız lazım. 4 tane şekerimiz var. 10 tanede sürahimiz var. Bu  $\frac{4}{10}$  olmaz mı? Bu da 0,4 yapar. 4'ü 10'a bölersek hani 0 atma şeyi vardı ya.



Şekil 4.12. Sevgi'nin Limonata Probleme Ait Bireysel ve Grup Cevabı

Yukarıda birinci gruba ait tartışmadan anlaşılacağı üzere grup tartışmasının başlangıcında etkinlik malzemeleri yardımı ile doğru cevabı bulmuşlardır. Fakat gruptaki akademik başarısı yüksek olan öğrenci yanlış işlem yaparak grubu yanlış cevaba yönlendirmiştir. Bu tartışmadan ayrıca grupta akademik başarısı yüksek olan öğrencinin fikrinin grubun diğer üyelerine göre daha etkili olduğu görülmüştür. Özetle akademik başarısı yüksek olan öğrenci genelde doğru cevabı bulsa da, bazen yanlış cevabı bulması grup içi yanlış öğrenme durumunu sağlamıştır. Grup içi tartışma sonrası sınıf ile yapılan gruplar arası tartışma, Şekil 4.12'de görüldüğü gibi grup öğrencilerinin yanlış cevaplarını

düzeltilmelerine olanak sağlamıştır. Sonuçta grup içi yanlış öğretici tartışma, orantısal akıl yürütmeyi olumsuz etkilese de “olumlu grup davranışları” ile düzeldiği görülmüştür.

Görüntü ve ses kayıtları incelendiğinde Tablo 4.11’de görülen az da olsa “diğer grupların cevabını söyleme” (%2,99) kodu gözlemlendi. Bu kod cevabın grup tarafından bulunamadığında veya diğer grupların aynı cevabı bulmaları durumunda gerçekleşmiştir. “Diğer grupların cevabını söyleme” koduna bir örnek olarak gruplar arası bir tartışma ve dördüncü grubun cevabı aşağıda yer almaktadır.

**Öğretmen:** Evet dördüncü soruyu grupça cevaplayalım.

**Birinci Grup:** Hocam biz 6 adet küp şeker bulduk.

**Öğretmen:** Neden:

**Birinci Grup:** Hocam limon suyu küp şeker oranı  $\frac{6}{18}$ . Bize verilen limon suyu iki bardak limon suyu. Biz 6’yı 3’e böldük 2 çıktı. Bu 2 bardak limon suyumuz. 18’i de aynı şekilde 3’e böldük. Bu sefer de 6 çıktı. 6 küp adet küp şeker.

**İkinci Grup:** biz de 6 tane bulduk.

**Öğretmen:** Açıklamanız benzer mi? Değilse açıklamanızı merak ediyorum.

**İkinci Grup (Dilara):** Hocam önce birinci sürahi denmiş. Birinci sürahide de 3 tane 3 bardak limona ve 9 adet küp şeker var. 2’yede 2 bardağa da biz 6 tane (küp şeker) attık çünkü hani 3, 9 tane atmış ya 3 katını atmış. Burada da 3 katı olur.

**Üçüncü Grup:** Hocam bizde aynı mantıkta yaptık.

**Dördüncü Grup:** Hocam bizim cevabımız 6.

b. Grup cevabı:

$$\frac{2}{6} \quad \frac{2}{18} \quad | \quad \frac{2}{18}$$

Şekil 4.13. Dördüncü Grubun Grup Cevabı

Yukarıda dördüncü grup, grup içi tartışmasında cevabı  $\frac{2}{6}$  bulmasına rağmen diğer grupların ortak bir cevap verdiğinde cevaplarını “hocam bizim cevabımız 6” şeklinde değiştirmişlerdir. Bu durum Şekil 4.13’den anlaşılmaktadır. Bu durum incelendiğinde grubun, grup cevabından emin olamadığı ve diğer grupların aynı cevabı vermesi sonucu

kendi cevaplarını savunamayacaklarını düşünmesinden kaynaklı olması muhtemeldir. Bu durum sonucunda dördüncü grubun bazı öğrencilerin tartışılan limonata problemini tam kavrayamadan geçmiştir.

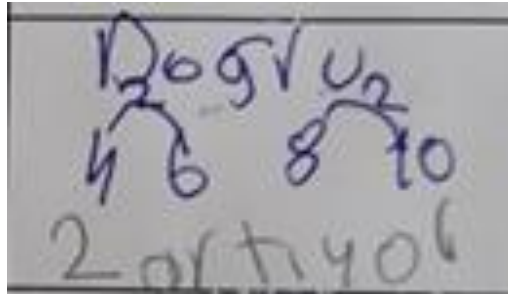
#### **4.2.3. MA–STEM–M Uygulama Sürecinin Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Orantısal Akıl Yürütme ile İlgili Karşılaştıkları Zorlukları Gidermeye Etkisine Ait Bulgular**

MA–STEM–M'nin uygulama sürecinde MND'ler ve ders kayıtları aracılığı ile toplanan veriler incelendiğinde öğrencilerde orantısal akıl yürütme ile ilgili öğrenme zorlukları az da olsa görülmüştür. Orantısal akıl yürütme ile ilgili öğrenme zorluklarına ait kodlar “orantısal akıl yürütme ile ilgili öğrenme zorlukları” kategorisi altında birleştirilmiştir. Bu kategoriye ilişkin kodların; kod,  $n$  (kodun kaç farklı öğrencide görüldüğü), frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.12'de verilmiştir. Tabloda  $n$  kodunun görüldüğü farklı öğrenci sayısı en az 1 olması durumunda o öğrenciyi “ $n$ ” değerine +1 şeklinde katmaktadır. Örneğin, “oranı verilen ölçümlerin gerçek miktarlarını bulamama” kodunu Yusuf iki defa yaşamıştır ve tablodaki  $n$  değerlerine bir eklenmiştir. Ayrıca tabloda  $n$ 'nin yanındaki yüzde sembolü, 16 öğrencinin kaçında görüldüğüne dair yüzdeyi belirtmektedir. Örneğin, oranı verilen ölçümlerin gerçek miktarlarını bulamama yüzdesi 16 farklı öğrencinin 8'inde görüldüğü için %50 olarak tabloya yazılmıştır. Kodların frekans değerleri ( $f$ ), tabloda aynı öğrenciye ait birden fazla öğrenme zorluğunun kaç kez görüldüğünün istatistiksel verisini göstermektedir. Bu durum tablodaki  $f$  değerlerinin 16 (deney grubu öğrenci sayısı)'dan fazla olmasından anlaşılmaktadır. Örneğin, Yusuf 7 defa öğrenme zorluğu yaşamıştır ve tablodaki  $f$  değerine yedi eklenmiştir. Orantısal akıl yürütme ile ilgili öğrenme zorlukları genellikle Yusuf, Talha, Sümeyye, Zehra ve Furkan isimli öğrencilerde görülmüştür. Öğrencilerde görülen öğrenme zorlukları en fazla Sude isimli öğrencide 3 defa görülmüştür. Yani Sude, doğru ve ters orantıyı birbirleriyle karıştırma kodunu 3 ayrı problemde yaşamıştır. Bu da yaşanan öğrenme zorluklarının öğrencilerin çözdüğü problemler içinde çok az yaşandığını göstermektedir. Çünkü 40'dan fazla orantısal akıl yürütme problemi MA-STEM-M uygulama süreci içerisinde öğrenciler tarafından cevaplanmaktadır. Özetle bir öğrenme zorluğunun birkaç defa gerçekleşmesi öğrencinin orantısal akıl yürütmesinin anlamlı gelişmediğini tam olarak göstermemektedir. Öğrencilerin çözdüğü soruları, kullandığı stratejileri vb. nedenler ile birlikte analiz etmeliyiz. Araştırmanın tartışma ve sonuç bölümünde bu konu detaylı olarak işlenecektir.

**Tablo 4.12.** Orantısal Akıl Yürütme İle İlgili Öğrenme Zorluklarına Dair Ortaya Çıkan Kodların Frekans ve Yüzde Değerleri

| Kod   | <i>n</i> | %     | <i>f</i> | %     |
|---|----------|-------|----------|-------|
| Oranı verilen ölçümlerin gerçek miktarlarını bulamama         | 8        | 50    | 10       | 20,83 |
| Doğru ve ters orantıyı birbiriyle karıştırma                  | 5        | 31,25 | 8        | 16,67 |
| Çarpımsal düşünme yerine toplamsal düşünmeye odaklanma        | 11       | 68,75 | 17       | 35,42 |
| Orantısız ilişkili problemlerde çarpımsal düşünmeye odaklanma | 6        | 37,5  | 7        | 14,58 |
| Yanlış birim oranı bulma                                      | 6        | 37,5  | 6        | 12,50 |
| Toplam  |          |       | 48       | 100   |

Tablo 4.12. incelendiğinde, öğrencilerin orantısal akıl yürütme ile ilgili öğrenme zorlukları çoğunlukla “*çarpımsal düşünme yerine toplamsal düşünmeye odaklanma*” (%35,42) kodunun yaşandığı görülmüştür. “*Çarpımsal düşünme yerine toplamsal düşünmeye odaklanma*” kodu öğrencilerin orantısal ilişkiye sahip problemlerde öğrencilerin toplamsal çözümler düşünüp yanlış cevaba gittikleri durumdur. Bu kod bir öğrencide en fazla 2 defa görülmüştür. İki defa yaşayan öğrenciler; Asena, Dilara, Talha, Zehra ve Furkan’dır. Ayrıca bu durum 16 deney grubu öğrencisinin yarısından çoğunda görülen (%68,75) tek öğrenme zorluğudur. “*Çarpımsal düşünme yerine toplamsal düşünmeye odaklanma*” koduna bir örnek olarak karışım probleminin (4 kg yoğurt ile 6 litre ayran yapılırsa, aynı kıvamda 10 litre ayran 8 kilo yoğurt ile yapılır.) doğruluğu sorulduğunda Talha’nın cevabı Şekil 4.14’de gösterilmiştir.



**Şekil 4.14.** Talha’nın Toplamsal Düşünmeye Odaklanması

Şekil 4.14’den anlaşılacağı gibi Talha aralarında çarpımsal bir ilişkiye sahip olan yoğurt ve ayran niceliklerini toplamsal düşünmeye odaklanarak çözüm ürettiği

görülmüştür. Talha çözümünde yoğurt ve ayran niceliklerinin aralarında 2 fazlası durumunun olduğunu düşünmüştür.

Tablo 4.12'deki çoğunluk olarak ikinci sırada “*oranı verilen ölçümlerin gerçek miktarlarını bulamama*” (%20,83) kodu ortaya çıkmıştır. Bu kod iki niceliğin arasında bir oran verilip bu orandan yararlanarak niceliklerin gerçek değerlerinin bulunulması istenildiğinde bu değeri bulamayan öğrencileri temsil etmektedir. “*Oranı verilen ölçümlerin gerçek miktarlarını bulamama*” kodu öğrencilerin yarısında görülmüştür. Öğrencilerde en fazla 2 defa görülmüştür. Bu öğrenciler; Yusuf ve Dilara’dır. Bu koda bir örnek olarak orantısal bir problemin (Bir çiftlikte tavukların tavşanlara oranı  $3/7$ ’dir. Tavukların sayısı 24 ise bu çiftlikte kaç adet tavşan vardır?) ikinci gruba ait grup içi tartışması aşağıda verilmiştir.

**Dilara:** Ben 8 buldum. 24’ü 7’ye bölelim.

**Yusuf:** Ben cevabı bulamadım.

...

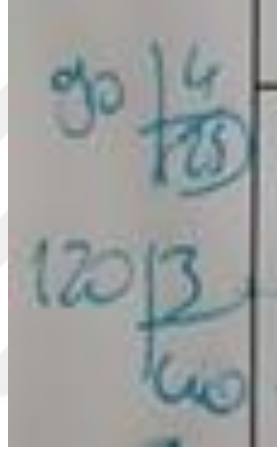
**Emine:** Tavukların sayısı 24. 3 bölü 7’ymiş ya bu 3 tavukların sayısını temsil ediyor. 24’de tavuk varsa. 24’ü 3’e böleriz. 8 olur. 7 kere 8’de 56 oluyor. 56’yı 8’e bölersek de 7 olur işte.

...

**Emine:** Hayır 7 değil 56

Yukarıda ikinci gruba ait tartışmadan anlaşılacağı gibi problemi Dilara ve Yusuf yanlış çözmüş veya çözümü bulamamışlardır. Bu kod MA–STEM–M’nin uygulama sürecinde genellikle gerçek hayat problemleri üzerine kurulu ilerlenmesinden ve altıncı sınıfta öğrenilen oran konusundaki yetersizliklerden kaynaklanmaktadır. Deney grubu öğrencileri altıncı sınıfı Covid-19’dan dolayı uzaktan eğitimle geçirmişlerdir. Uzaktan eğitim sırasında bu konuyu eksik alan öğrencilerde bu kodun yaşandığı düşünülmektedir. Özetle bu kodun yaşanma sebebini MA–STEM–M’nin uygulama sürecine bağlamak yetersiz bir düşüncedir.

Tablo 4.12'deki bir diğerkarşılaşılan öğrenme zorluğu ise “doğru ve ters orantıyı birbiriyle karıştırma” (%16,67) kodudur. Bu kod MA–STEM–M'nin uygulama sürecinde ters orantı öğrenildikten sonra sorulan doğru orantı problemlerinin bazılarında görülmüştür. “Doğru ve ters orantıyı birbiriyle karıştırma”, ters orantılı nicelikleri doğru orantılı gibi ilişkilendirme veya doğru orantılı nicelikleri ters orantılı gibi ilişkilendirme durumlarını kapsamaktadır. Tablo 4.9'da incelendiğinde 5 öğrencide görülmüş olup sadece 2 öğrencide birden fazla görülmüştür. Bu öğrenciler Yusuf ve Sude'dir. Bu duruma bir örnek olarak yol probleminin (Ankara'dan Kırşehir'e 90 km/saat sabit hız ile 4 saatte gidilmektedir. Aynı yol 120 km/saat sabit hızla 3 saatte gidilir.) doğruluğu sorulduğunda Sümeyye'nin cevabı şekil 4.15'de gösterilmiştir.


$$\begin{array}{r} 90 \overline{) 4} \\ 120 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 120 \overline{) 3} \\ 40 \end{array}$$

Şekil 4.15. Sümeyye'nin Doğru ve Ters Orantıyı Karıştırdığı Durum

Şekil 4.15'den da anlaşılacağı gibi Sümeyye ters orantılı iki niceliği doğru orantılı gibi algılamıştır. Çözümünde problemin doğruluğunu kontrol etmek için doğru orantı sabitini bulmaya çalışmış ve sonuçta birbirinden farklı iki sabit sayı bulmuştur. Sümeyye, problem ters orantılı olduğu için doğru orantı sabitini değil ters orantı sabitini (360 km) bulmalıydı. “Doğru ve ters orantıyı birbiriyle karıştırma” kodunun öğrencilerde görülme nedeni incelendiğinde Yusuf'un hazırbulunuşluk yetersizliği gibi nedenlerden dolayı orantısal akıl yürütmeyi yeterli seviyede geliştirememesinden, Sude'nin ise özel nedenlerden dolayı birkaç derse (80 dk.) giremeyip arkadaşları ile sonradan tamamlamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu nedenle, MA–STEM–M uygulama sürecinin gruptan ayrılmadan eksiksiz uygulanması durumunda orantısal akıl yürütmeyi geliştirdiğini ortaya koymuştur.

MA–STEM–M uygulama sürecinde karşılaşılan diğer öğrenme zorlukları incelendiğinde “*orantısız ilişkili problemlerde çarpımsal düşünmeye odaklanma*” (%14,58) ve “*yanlış birim oranı bulma*” (%12,50) kodları ile karşılaşılmıştır. Orantısız ilişkili olmayan problemlerde çarpımsal düşünmeye odaklanma, toplamsal ilişkiye sahip problemlerde çarpımsal stratejiler üreterek yanlış çözüme gidilen durumdur. Bu durum, genelde akademik başarısı yüksek olan öğrencilerde gözlemlenmiştir. Bu öğrenciler; Gökçe, Emine ve Nisa’dır. Orantısız ilişkili problemlerde çarpımsal düşünmeye odaklanmaya bir örnek olarak benzin deposu probleminin (Her saat aynı miktar yakıt harcayan bir motorun 30 litre benzin kapasitesi vardır. Deposu tam dolu iken çalışmaya başlayan motorun deposunda 2 saat sonunda 24 litre benzin kalmıştır. Buna göre çalışmaya devam eden motorun başlangıçtan 5 saat sonra kaç litre benzini kalırdı?) çözümünde birinci gruba ait tartışma aşağıda verilmiştir.

**Melike:** Ben 15 litre benzini kalır dedim çünkü 1 saatte 3 litre benzini yemiştir.

**Gökçe:** Çarpma ile yapıyoruz yalnız.

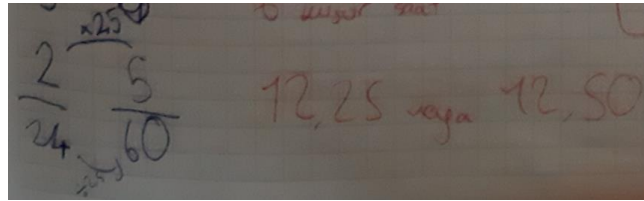
**Melike:** Yani 15 değil mi?

**Gökçe:** Ben açıklayım mı? 2 den 5’e 2,5 kat artmış. 24’ten 2,5 bölünmesi lazım.

**Sevgi:** Ben 12 litre buldum.

**Gökçe:** 12,25 mi yapıyor yoo 12,50 yapıyor. 12,25 veya 12,50.

Yukarıdaki birinci gruba ait tartışma incelendiğinde Melike doğru cevabı bulmuştur. Sevgi toplamsal düşünerek işlem hatası yapmasından dolayı yanlış cevabı bulmuştur. Fakat grubun akademik başarısı yüksek öğrencisi Gökçe olduğu için grup içinde kimse Melike’nin çözümünde veya kendi çözümünde ısrar etmemiştir. Gökçe bu problemde toplamsal düşünme yerine çarpımsal düşünmeye odaklanmıştır. Bu durum şekil 4.16’da görülmektedir.



**Şekil 4.16.** Gökçe’nin Benzin Deposu Problemine Bireysel ve Grup Cevabı



Şekil 4.16 incelendiğinde Gökçe bireysel çözümünde zaman ve litre niceliklerini ters orantılı düşünmüştür ve çarpımsal olarak çözmeye çalışmıştır. Bu durumun görülme nedenini incelendiğinde, doğru orantı konusu ile ilgili veya ters orantı konusu ile ilgili art arda sorular çözülmesinden dolayı çarpımsal düşünmeye odaklanıldığı görülmüştür. MA–STEM–M uygulama sürecinden elde edilen veriler incelendiğinde çarpımsal problemin devamında sorulan orantısız ilişkiye sahip soruda bu durum bazı öğrencilerde gözlemlenmiştir.

“Yanlış birim oranı bulma” (%12,50) kodu ise cevabı tam sayı olmayan birim oran problemlerinde daha sık karşılaşılmıştır. Bu kod orantılı iki nicelikten birinin birim oranı bulunması istendiğinde öğrencinin diğer birim oranı bulmasıdır. “Yanlış birim oranı bulma” kodu öğrencilerde en fazla 1 defa görülmüş olup 6 öğrencide (%37,5) görülmüştür. Örneğin, bir orantı probleminin (Su arıtma cihazı 3 saatte 10 litre su arıtmaktadır. Buna göre, 1 litre suyu kaç saatte arıtmaktadır?) çözümünde dördüncü gruba ait bir tartışma aşağıda verilmiştir.

**Furkan:** Ben  $\frac{10}{3}$  buldum.

**Gönül:** Ben de şey buldum. 0,3 buldum. ...Sen niye buldun o şeyi

**Furkan:** Çünkü 1 litre suyu 10’u 3’e böldüm.

**Gönül:** Ben de 3’ü 10’a böldüm 0,3 buldum. Sen nasıl o şeyi buldun?

**Furkan:** 10’u 3’e böldün.

...

**Gönül:** 3’ü 10’a bölmekteki amacım saati bulmak ( 1 litre suya karşılık geçen saati bulmak)

Yukarıda dördüncü gruba ait tartışmadan anlaşılacağı gibi Furkan isimli öğrenci yanlış birim oranı bulmuştur. “Yanlış birim oranı bulma” kodunun görüldüğü problemler incelendiğinde problemin çözümünde cevabın tam sayı dışında çıktığı sorularda daha sık görülmüştür. Özetle bu durum, öğrencilerin çarpma ve bölme becerisi yetersizliğinden kaynaklanmaktadır. Örneğin, Sevgi ve Zehra’nın “çarpma ve bölme becerisi yetersizliği” koduna sahip olması yanlış birim oranı bulma durumunu yaşamasına sebep olmuştur.

#### 4.2.4. MA–STEM–M Uygulama Sürecinin Yedinci Sınıf Öğrencilerin Orantısal Akıl Yürütme Becerilerinin Gelişimine Ait Bulgular

MA–STEM–M'nin uygulama sürecinde MND'ler ve ders kayıtları aracılığı ile toplanan veriler incelendiğinde yedinci sınıf öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişimine dair kodlar “orantısal akıl yürütme ile ilgili problemleri çözerken kullanılan stratejiler” ve “orantısal akıl yürütmenin çeşitli yerlerde kullanılması” kategorileri ile birleştirilmiştir. Öğrencilerin orantısal problemleri çözerken kullandıkları stratejiler orantısal akıl yürütme becerilerinin geliştiğini göstermektedir. Orantısal akıl yürütme ile ilgili problemleri çözerken kullanılan stratejiler kategorisine ilişkin kodların;  $n$  (kodun kaç farklı öğrencide görüldüğü),  $f$  (kodun toplam görülme sayısı) ve  $n$  ve  $f$ 'ye ilişkin yüzde değerleri Tablo 4.13'de verilmiştir.  $n$  sembolü, tabloda kodun kaç farklı öğrencide görüldüğünü da ele almaktadır. Örneğin, “*oran tablosu stratejisi*” kodu Nisa'da 13 defa görülmüştür ve tablodaki  $n$  değerlerine 1 eklenmiştir. Ayrıca, tabloda kodun yaşandığı öğrenci sayısının yanındaki yüzde sembolü, 16 öğrencinin kaçında yaşandığına dair yüzdeyi belirtmektedir. Örneğin, “*birim oran bulma stratejisi*” kodu yüzdesi, 16 öğrencinin 16'sında görüldüğü için %100 olarak tabloya yazılmıştır. Kodların  $f$  değerleri, stratejinin kaç kez gerçekleştiğinin istatistiksel verisini göstermektedir. Bu durum, tablodaki bazı  $f$  değerlerinin 16'dan (deney grubu öğrenci sayısı) fazla olmasından anlaşılmaktadır. Örneğin, Nisa ters orantı formülü stratejisi kodunu 3 defa yaşamıştır ve tablodaki  $f$  değerine 3 eklenmiştir. Orantısal akıl yürütme ile ilgili problemleri çözerken kullanılan stratejiler tüm öğrencilerde görülmüştür.

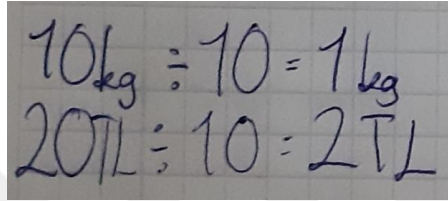
**Tablo 4.13.** Orantısal Akıl Yürütme İle İlgili Problemleri Çözerken Kullanılan Stratejilerin Frekans ve Yüzde Değerleri

|                           | Kod                                    | $n$ | %     | $f$ | %     | Toplam % |
|---------------------------|--|-----|-------|-----|-------|----------|
| Doğru orantı stratejileri | Oran tablosu stratejisi                | 14  | 87,5  | 93  | 36,05 |          |
|                           | Birim oran stratejisi                  | 16  | 100   | 63  | 24,42 |          |
|                           | Doğru orantı formülü stratejisi        | 6   | 37,5  | 20  | 7,75  |          |
|                           | İnşa etme stratejisi                   | 15  | 93,75 | 15  | 5,81  | 76,36    |
|                           | Görsel öğelerden yararlanma stratejisi | 3   | 18,75 | 6   | 2,33  |          |
| Ters orantı               | Oran tablosu stratejisi                | 9   | 56,25 | 34  | 13,18 |          |
|                           | Birim oran stratejisi                  | 10  | 62,5  | 20  | 7,75  | 23,64    |

**Tablo 4.13. (devam)**

|              |                                |   |       |     |      |
|--------------|--------------------------------|---|-------|-----|------|
| stratejileri | Ters orantı formülü stratejisi | 5 | 31,25 | 7   | 2,71 |
|              | Toplam                         |   |       | 240 | 100  |

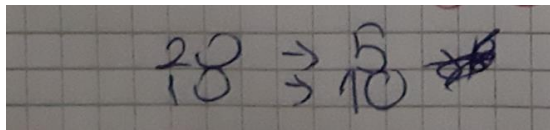
Tablo 4.13 incelendiğinde kullanılan stratejiler “doğru orantı stratejileri” (%74,03) ve “ters orantı stratejileri” (%23,64) şeklinde iki bölüme ayrıldığı görülmektedir. Stratejiler içerisinde en çok kullanılan stratejinin doğru ve ters orantıda “oran tablosu stratejisi” (%49,23) olduğu görülmektedir. Doğru orantıda “oran tablosu stratejisi” koduna bir örnek olarak Gökçe’nin peynir fiyatı problemine (10 kg peynir 20₺ ise her 1 kilo peynir kaç liradır?) çözümü şekil 4.17’de verilmiştir.


$$\begin{aligned} 10_{kg} &= 10 = 1_{kg} \\ 20_{TL} &= 10 = 2_{TL} \end{aligned}$$

**Şekil 4.17.** Gökçe’nin Oran Tablosu Stratejisinin Kullanmasına Bir Örnek

Şekil 4.17 incelendiğinde doğru orantıda “oran tablosu stratejisi” problemin cevabını bulabilmek için niceliklerin miktarını aynı oranda azaltmak veya çoğaltmak şeklinde yorumlanabilir. Şekilde peynir ve fiyat niceliklerini 10 kat azaltmak bu stratejiyi göstermektedir. Oran tablosu stratejisi 14 öğrencide (%87,5) görülmüştür.

Ters orantıda “oran tablosu stratejisi” koduna bir örnek olarak musluk açma kapama problemine (Ahmet bir musluğu günde 20 defa aç kapa yaparak 5 yıl kullanmıştır. Aynı musluğu Mehmet günde 10 defa aç kapa yaparak kaç yıl kullanır?) Gönül’ün çözümü şekil 4.18’de verilmiştir.


$$\begin{aligned} 20 &\rightarrow 10 \\ 5 &\rightarrow 10 \end{aligned}$$

**Şekil 4.18.** Gönül’ün Oran Tablosu Stratejisinin Kullanmasına Bir Örnek

Şekil 4.18 incelendiğinde ters orantıda “oran tablosu stratejisi” problemin cevabını bulabilmek için nicelikleri çarpımsal olarak zıt yönlerde aynı oranda değiştirmek şeklinde yorumlanabilir. Şekil 4.18’de Gönül, 20’yi iki kat küçültürken ( $20/2 = 10$ ), 5 iki kat

büyütmüştür ( $5 \times 2 = 10$ ). Ters orantıda “*oran tablosu stratejisi*” kodu 9 öğrencide (%56,25) görülmüştür.

Tablo 4.13’deki kullanım sıklığı olarak ikinci sırada olan strateji ise “*birim oran stratejisi*” (%32,17) kodudur. “*Birim oran stratejisi*” nicelikleri çarpımsal olarak değiştirme stratejisinde olduğu gibi doğru orantı ve ters orantı şeklinde iki farklı türde görülmektedir. Doğru orantının “*birim oran stratejisi*” koduna bir örnek olarak armudun fiyatının (4 kg armudu 12 liraya satan bir manavdan 5 kg armut alan kişi 15 lira öder) doğruluğu sorulduğunda Sude’nin cevabı şekil 4.19’da verilmiştir.

Handwritten solution for the apple problem using the unit rate strategy. The student writes:  $1 \text{ kg} = 3 \text{ L}$ , then a vertical multiplication:  $\begin{array}{r} 3 \\ \times 5 \\ \hline 15 \end{array}$ . Below this, the student writes:  $\text{Cvp} = \text{dogru}$ .

**Şekil 4.19.** Sude’nin Birim Oran Stratejisini Kullanmasına Bir Örnek

Şekil 4.19 incelendiğinde Sude problemin doğruluğunu hesaplayabilmek için öncelikle niceliklerin 1 birimi için diğer niceliğin miktarını bulmuştur. Bu durum tüm öğrencilerde en az bir defa görülmüştür. Bu şekilde tüm öğrenciler tarafından kullanılan tek strateji olma özelliği taşımaktadır.

Ters orantı için “*birim oran stratejisi*” koduna bir örnek olarak kömür taşıma problemine (Aynı hızda çalışan 5 işçi bir kamyon kömürü 5 saatte taşıdığına göre 4 işçi bir kamyon kömürü kaç saatte taşır?) Nisa’nın çözümü şekil 4.20’de verilmiştir.

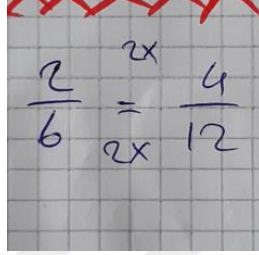
Handwritten solution for the coal problem using the unit rate strategy. The student sets up a table with columns: İşçi, Saat, Ulaştırma, and Kişi. The first row is: İşçi | 5 saat | 4 kişi | 1 kişi. The second row is: Saat | 52 işçi | ~~6 saat~~ 25 6,25 | 25 saat. The student has written '4' below the 'Ulaştırma' column.

**Şekil 4.20.** Nisa’nın Birim Oran Stratejisini Kullanmasına Bir Örnek

Şekil 4.20 incelendiğinde Sude öncelikle 4 işçinin kaç saat çalıştığını bulmak için 1 işçinin 25 saat çalıştığını bulmuştur. Bu durum 10 öğrencide (%62,5) görülmüş ve ters orantı

stratejileri içerisinde en çok farklı öğrenci tarafından kullanılan ters orantı stratejisi olmuştur.

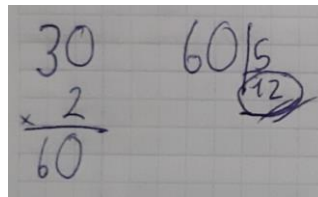
Tablo 4.13’de diğer bir strateji türü de “*doğru orantı formülü stratejisi*” (%7,75) ve “*ters orantı formülü*” stratejisidir (%2,71). “*Doğru orantı formülü stratejisi*” koduna bir örnek olarak simidin fiyat problemine (Fırında 4 simit 12 ₺ ise bu durumdaki birim oranları bulalım.) Nisa’nın çözümü şekil 4.21’de verilmiştir.


$$\frac{2}{6} = \frac{4}{12}$$

**Şekil 4.21.** Nisa’nın Doğru Orantı Formülü Stratejisi Kullanmasına Bir Örnek

Şekil 4.21 incelendiğinde Nisa’nın doğru orantı formülü olan “doğru orantılı niceliklerin birbirine bölümleri sabittir” durumunu kullanarak problemi çözdüğü görülmektedir. Bu durum 6 farklı öğrenci (%37,5) tarafından kullanılmıştır.

“*Ters orantı formülü stratejisi*” koduna bir örnek olarak çark probleminde (Birbiri ile dişleri kesişen bir dişli çark düzeneğinde büyük dişlide 30 diş ve küçük dişlide 5 diş bulunmaktadır. Büyük dişli 2 tur döndüğünde küçük dişli kaç tur döner?) Gökçe’nin çözümü şekil 4.22’de verilmiştir.


$$30 \times 2 = 60$$
$$60 \div 5 = 12$$

**Şekil 4.22.** Gökçe’nin Ters Orantı Formülü Stratejisi Kullanmasına Bir Örnek

Şekil 4.22 incelendiğinde Gökçe ters orantının formülü olan “Ters orantılı niceliklerin çarpımı sabittir.” durumunu kullanarak problemi çözdüğü görülmektedir. Bu durum 6 farklı öğrenci (%37,5) tarafından kullanılmıştır. Bu durum yalnızca 3 öğrencide (%18,75) görülmüştür.

Tablo 4.13’de son olarak doğru orantı stratejilerinden olan “*inşa etme stratejisi*” (%5,81) ve “*görsel öğelerden yararlanma stratejisi*” (%2,33) MA-STEM-M’nin uygulama

sürecinde öğrenciler tarafından kullanılmıştır. “İnşa etme stratejisi” koduna bir örnek olarak doğru orantılı bir probleme (Sabit hızda giden bir araç ile Hasan 3 saatte 120 km gitmiştir. Bu durumda 5 saat sonunda Hasan kaç km yol gitmiştir?) Sümeyye’nin çözümü 4.23’de verilmiştir.

Handwritten solution for a proportion problem. On the left, a vertical fraction  $\frac{120}{3}$  is written, with a horizontal line under the 3. Below the line, the number 40 is written, and a vertical line is drawn to the right of it. To the right of this vertical line, the word "saat" is written. To the right of the entire solution, a list of distances is written: 1.40 km, 2.80 km, 3.120 km, 4.160 km, and 5.200 km.

Şekil 4.23. Sümeyye’nin İnşa Etme Stratejisi Kullanmasına Bir Örnek

Şekil 4.23 incelendiğinde Sümeyye öncelikle aracın 1 saatte gittiği yolu bulmuştur. Çözümün devamında ise 40’ar 40’ar ekleyerek aracın 5 saat sonunda gittiği yolu hesaplamıştır. Bu strateji 15 öğrenci tarafından (%93,75) kullanılmıştır.

“Görsel öğelerden yararlanma stratejisi” koduna bir örnek olarak doğru orantılı bir problemin (4 kg armudu 12 liraya satan bir manavdan 5 kg armut alan kişi 15 lira öder.) doğruluğuna Gökçe’nin çözümü Şekil 4.24’de verilmiştir.

Handwritten solution for a proportion problem. At the top left, the fraction  $\frac{12}{4}$  is written, with a horizontal line under the 4. To the right of this, the text "3 > 1 kg" is written. Below this, the word "Dogru" is written. At the bottom, five small triangles are drawn, each with the number 3 written above it. To the right of the triangles, the number 15 is written.

Şekil 4.24. Gökçe’nin Görsel Öğelerden Yararlanma Stratejisini Kullanmasına Bir Örnek

Şekil 4.24 incelendiğinde Gökçe problemi çözerken görsel öğelerden faydalanmıştır. Bu strateji 3 öğrencide (%18,75) görülmüştür.

Öğrencilerin orantısal problemleri çözerken kullandıkları stratejilerin çokluğunun yanında öğrencinin çeşitli stratejileri kullanma çokluğu orantısal akıl yürütmesinin gelişimini göstermektedir. Bu nedenle, MA–STEM–M uygulama sürecinde öğrencilerin orantısal akıl yürütme içeren problemler için kaç çeşit kod kullanıldığı incelenmiştir. MA–STEM–M uygulama sürecinde öğrencilerin buldukları gruplar ve kullandıkları 8 koda ait veriler Tablo 4.14’de görülmektedir. 8 kod kullanılmasının nedeni MA–STEM–M uygulama

sürecinde öğrencilerde 8 farklı orantısal akıl yürütme stratejisi tespit edilmiş olmasıdır. Bu nedenle tablodaki yüzde değerleri 8 üzerinden belirlenmiştir. Örneğin, Sevgi 8 stratejiden sadece 4'ünü en az 1 defa kullandığı için %50 olarak Tablo 4.11'e Sevgi'nin karşısına %50 yazılmıştır.

**Tablo 4.14.** Öğrencilerin Kullandıkları Strateji Çeşidine Yönelik Frekans ve Yüzde Değerleri

| Grup          | Öğrenci | <i>f</i> | %    |
|---------------|---------|----------|------|
| Birinci grup  | Gökçe   | 8        | 100  |
|               | Sevgi   | 4        | 50   |
|               | İsmail  | 3        | 37,5 |
|               | Melike  | 4        | 50   |
| İkinci grup   | Emine   | 7        | 87,5 |
|               | Yusuf   | 5        | 62,5 |
|               | Dilara  | 5        | 62,5 |
|               | Asena   | 2        | 25   |
| Üçüncü grup   | Nisa    | 8        | 100  |
|               | Sude    | 7        | 87,5 |
|               | Talha   | 7        | 87,5 |
|               | Sümeyye | 5        | 62,5 |
| Dördüncü grup | Gönül   | 7        | 87,5 |
|               | Zehra   | 3        | 37,5 |
|               | Furkan  | 3        | 37,5 |
|               | Tuğba   | 2        | 25   |

Tablo 4.14 incelendiğinde on bir öğrencinin en az dört farklı stratejiyi kullanabildiği görülmüştür. Tablo incelendiğinde MA-STEM-M'nin uygulama sürecinin yedinci sınıf öğrencilerinin büyük çoğunluğunun orantısal akıl yürütme becerilerini anlamlı yönde geliştirdiği görülmüştür. Tablo incelendiğinde çeşitli stratejileri kullanmada en başarılı öğrenciler Gökçe, Emine, Sude, Talha ve Gönüldür. Bu öğrenciler en az 7 strateji kullanmışlardır. Çeşitli stratejileri kullanmada Talha haricindeki başarılı öğrencilerin orantısal akıl yürütme son test puanlarının ortalamasının (10,3) üstünde olduğu görülmüştür. Örneğin, 20 üzerinden Gökçe 17 puan veya Gönül 14 puan almışlardır. Talha ise ortalamasının altında 8 puanı vardır. Ortalamasının altında kalmasının nedeni Talha'nın diğer başarılı öğrencilere göre daha geride gelişmeye başlaması olduğudur. Talha ön test

sonucuna (2) göre puanını anlamlı yönde fazlasıyla geliştirmesinden de bu durum anlaşılmaktadır.

Tabloda en az çeşit strateji kullanan öğrenciler Asena, Tuğba ve İsmail'dir. Bu öğrencilerin MND'leri ve MA-STEM-M'nin uygulama sürecinin ders kayıtları incelendiğinde öğrencilerin grup içi tartışmalara çok katılmadıkları genelde grubun cevabını kabul ettikleri görülmüştür. Bu durum Şekil 4.25'de görülmektedir.

a. Bireysel cevabım:

|                         |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Toplam gidilen yol (km) |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Toplam süre (saat)      | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |

b. Grup cevabı:

|                         |    |    |     |     |     |     |     |     |
|-------------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Toplam gidilen yol (km) | 40 | 80 | 120 | 160 | 200 | 240 | 280 | 320 |
| Toplam süre (saat)      | 1  | 2  | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |

2. Arabanın hızı kaç km/saat'tir?

a. Bireysel cevabım: Anlamadım

b. Grup cevabı:  $320 / 8 = 40$

40 km / Saat

Şekil 4.25. Tuğba'nın MND'sinden Bir Sayfa

MND'lerinde fazla işlem yapmadıkları için hazırbulunuşluk düzeylerinin yeterince saptanamadığı anlaşılmıştır. Bu durum bu öğrencilerin MA-STEM-M'nin uygulama sürecine verimli şekilde katılmadıklarını ve defterlerini genelde grup cevabı için doldurduklarını göstermektedir. Bu öğrencilerin orantısal akıl yürütme testindeki puanlarına bakıldığında Tuğba (7) ve İsmail'in (5) ortalamasının altında kaldığı Asena'nın (11) ise ortalamaya çok yakın olduğu görülmüştür.

Orantısal akıl yürütmenin farklı disiplin veya konularda kullanılması orantısal akıl yürütme becerisinin geliştiğinin bir diğer ispatıdır. Orantısal akıl yürütmenin çeşitli konu ve



disiplinlerde kullanılması Tablo 4.15’de verilmiştir. Tabloda  $n$  değeri o kodun kaç farklı öğrencide yaşandığını ve yanındaki yüzde o kodun 16 öğrencinin yüzde kaçında yaşandığını göstermektedir. Örneğin “*doğru orantıyı fen disiplininde kullandı*” kodu 6 farklı öğrencide görülmüştür ve 16 öğrencinin %37,5’inde görülmüştür. Tablodaki  $f$  değeri ise kodun kaç defa gerçekleştiğini göstermektedir. Bu değer yüzdesi ise kodun görülmesi miktarının tüm yaşanma sayısı içerisindeki yüzdesini göstermektedir. Örneğin “*orantıyı eğitim konusunda kullandı*” kodu 19 defa görülmüştür ve 46 kodun %41,30’unu temsil etmektedir.

**Tablo 4.15.** Orantısal Akıl Yürütmenin Farklı Disiplin ve Konularda Kullanılması Kodlarının Frekans ve Yüzde Değerleri

| Kod   | $n$ | %     | $f$ | %     |
|---|-----|-------|-----|-------|
| Doğru orantıyı fen disiplininde kullandı                | 6   | 37,5  | 8   | 17,39 |
| Ters orantıyı fen disiplininde kullandı                 | 11  | 68,75 | 15  | 32,61 |
| Orantıyı eğitim konusunda kullandı                      | 12  | 75    | 19  | 41,30 |
| Orantıyı tasarım ve model geliştirme sürecinde kullandı | 3   | 18,75 | 4   | 8,70  |
| Toplam  | 16  | 100   | 46  | 100   |

Tablo 4.15 incelendiğinde öğrencilerin çoğunluğunda “*orantıyı eğitim konusunda kullandı*” (%41,30) kodu görülmüştür. “*Ters orantının fen disiplininde kullanıldı*” (%32,61) ve “*doğru orantıyı fen disiplininde kullanıldı*” (%17,39) kodlarını bir bütün olarak incelediğimizde oran-orantı konusu öğrenme dersleri dışında orantısal akıl yürütme MA–STEM–M’nin uygulama sürecinde en çok fen disiplininde kullanıldığı (%50) Tablo 4.15’den anlaşılabilir. Araştırma sonucunda fen disiplininde doğru orantının daha fazla olmasını beklerken ters orantının fazla olduğu görülmüştür. Bu durumun MA–STEM–M’nin içeriğinde öğrenme basamağının fen bilgisi kısmındaki problemlerin ters orantı ile daha fazla ilişkili olduğundan kaynaklandığı görülmüştür.

“*Doğru orantıyı fen disiplininde kullandı*” kodu 6 öğrencide görülmüştür. Bu koda bir örnek olarak makara problemine (Makara sabit olduğunda yükü 10 cm yukarı çekerken kuvvet uygulanan kısım kaç cm hareket etmiştir? Makara yüke bağlı olduğunda yükü 10 cm yukarı çekebilmek için kuvvet uygulanan kısım kaç cm hareket etmiştir?) Melike’nin çözümü Şekil 4.26’da verilmiştir.

a. Bireysel cevabım: Makara sabit olduğunda 10cm, makara göre bağlı olduğunda 20 cm olmuş olur.

Şekil 4.26. Melike'nin Fen Dersinde Doğru Orantıyı Kullanmasına Bir Örnek

Şekil 4.26 incelendiğinde Melike problemi cevaplarken makaranın yüke bağlı olduğu durumda yoldan 2 kat kaybedileceğini bildiği için problemi doğru cevaplamıştır. Melike'nin hazırbulunuşluk yetersizliği olmasına rağmen hareketli makarada kuvvet uygulanan yol ile yükün çekildiği yol arasındaki iki kat ilişkiyi görebilmiştir.

“Ters orantının fen disiplinde kullandı” kodu 11 öğrencide görülmüştür. Bu koda bir örnek olarak kasnakların yarıçapları ve tur sayılarına dair bir problemin çözümünde Dilara'nın cevabı Şekil 4.27'de verilmiştir.

| Kasnaklar  | Makara yarıçapı | Kasnak yarıçapı | Yarıçaplar                                       | Tur sayısı |
|------------|-----------------|-----------------|--|------------|
| Tarihi     | 1cm             | 2cm             | ters orantı vardır. Bu nedenle                   | arasında   |
| Tur sayısı | 1 tur           | 2 tur           | Kasnak yarıçapı arttıkça tur sayısı azalacaktır. |            |

Şekil 4.27. Dilara'nın Fen Dersinde Ters Orantıyı Kullanmasına Bir Örnek

Şekil 4.27 incelendiğinde Dilara kasnakların yarıçapları ve tur sayıları arasında ters orantı olduğunu görmüştür.

“Orantıyı eğitim konusunda kullandı” kodu 11 öğrencide görülmüştür. Bu koda bir örnek olarak eğimleri aynı olan üçgenlerde çarpımsal bir ilişki olduğunu gören Gönül'ün cevabı Şekil 4.28'de görülmektedir.

2. Etkinlikte 1 numaralı üçgenlerin eğimleri aynıdır. Bu üçgenlerin neden aynı eğime sahip olduğunu açıklayınız.

a. Bireysel cevabım: Bence 10'u 5'e bölünce 2 çıkarıyor (1 num. üçgen) diğer 1 num. üçgen 6 bölü 3'den 2

Şekil 4.28. Gönül'ün Eğitim Konusunda Orantıyı Kullanmasına Bir Örnek

Tablo 4.15'de öğrenciler tarafından en az “*orantıyı tasarım ve model geliştirme sürecinde kullandı*” (%8,70) kodu görülmüştür. Bu kod bireysel anlamda sadece 3 farklı öğrencide görülmüştür. Bu durum şekil 4.29'da görülmektedir.

|                                       |       |              |        |
|---------------------------------------|-------|--------------|--------|
| Tek seferde taşınacak yük<br>ağırlığı | 200kg | 200 kilogram | 2 katı |
|---------------------------------------|-------|--------------|--------|

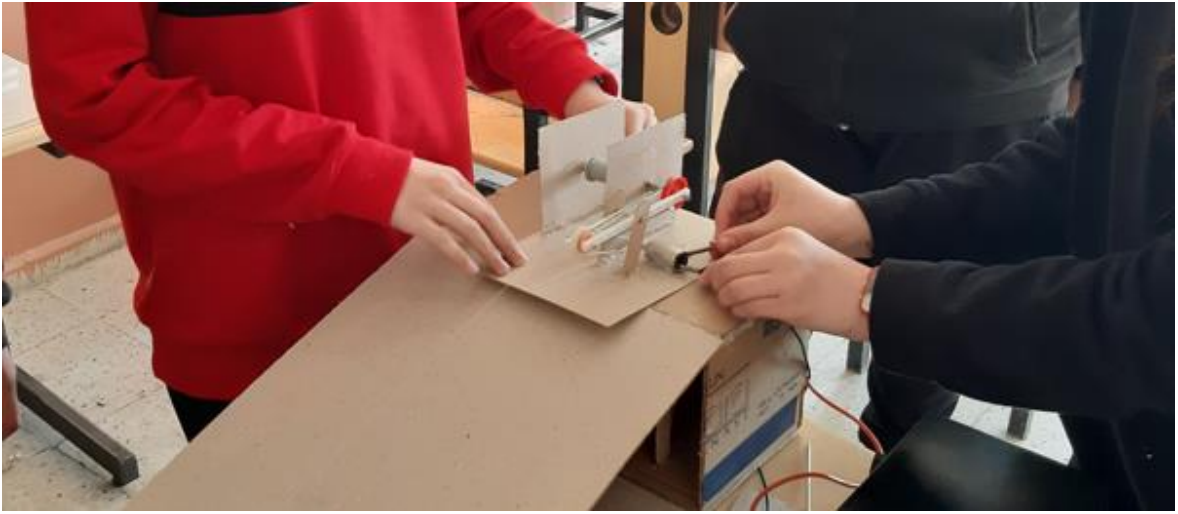
Şekil 4.29. Sevgi'nin Bireysel Tasarım Planı Kullanmasına Bir Örnek

Tasarım ve model geliştirme sürecinde orantısal akıl yürütme az kullanılsa da öğrencilerin hazırladıkları prototiplerde orantısal akıl yürütmeyi içerisinde barındıran malzemeleri başarılı şekilde kullandıkları görülmüştür. Bu durum Şekil 4.30, Şekil 4.31 ve 4.32'de aşağıda gösterilmiştir.



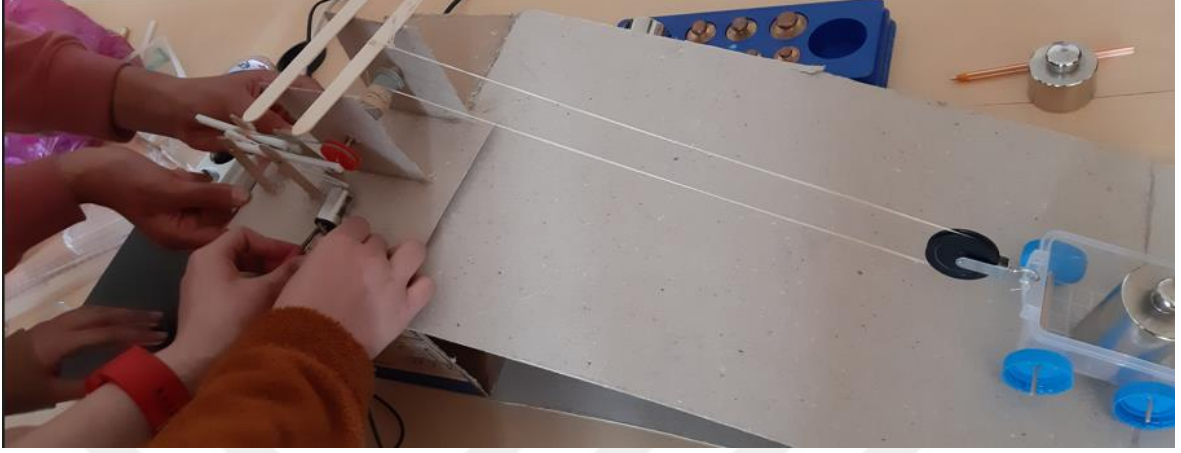
Şekil 4.30. Orantısal Akıl Yürütmenin Kullanıldığı Prototip Örnek 1

Şekil 4.30 incelendiğinde öğrencilerin elektrikli motorun ucundaki minik kasnak ve çıkırığa bağlı olan daha büyük bir kasnak yardımı motorun gücünü artırdıkları ve yükü çekebildikleri görülmektedir.



Şekil 4.31. Orantısal Akıl Yürütmenin Kullanıldığı Prototip Örnek 2

Şekil 4.31 incelendiğinde öğrencilerin Şekil 4.30'a göre kasnaklar ekleyerek daha fazla yük taşımaya çalıştıkları görülmektedir. Bu durum öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerini kullandıklarını göstermektedir.



**Şekil 4.32.** Orantısal Akıl Yürütmenin Kullanıldığı Prototip Örnek 3

Şekil 4.32 incelendiğinde öğrencilerin, prototipe fazladan hareketli makara ekledikleri görülmüştür. Hareketli makarada yoldan 2 kat kayıp verirken 2 kat fazla güç artırmaya yaramaktadır. Şekil 4.30, Şekil 4.31 ve Şekil 4.32'de kısaca öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerine sahip oldukları görülmektedir.

Sonuç olarak, MA-STEM-M'nin uygulama sürecince öğrenciler çeşitli stratejileri birçok defa kullanmış olup orantısal akıl yürütmeyi çeşitli disiplinlerde ve konularda kullanmışlardır. Bu durum MA-STEM-M'nin uygulama sürecine katılan yedinci sınıf öğrencilerinin çoğunun orantısal akıl yürütmelerini geliştirdiğini göstermektedir.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, geliştirilen MA–STEM–M'nin uygulama sürecinin yedinci sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişimine etkisi incelenmiştir. Bu bölümde elde edilen nicel ve nitel bulgular, ilgili literatür çerçevesinde tartışılıp ulaşılan sonuçlara ve önerilere yer verilmiştir. Bu doğrultuda, nicel bulgular sonucunda deney ve kontrol gruplarının orantısal akıl yürütme problemlerini çözebilme başarısı tartışılacaktır. Nitel bulguların sonucunda MA–STEM–M'nin deney grubu öğrencilerinin oran–orantı ile ilgili karşılaştıkları zorlukları gidermeye etkisi ve orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişimi tartışılacaktır.

### 5.1. Matematik Ağırlıklı STEM Modül Uygulama Süreci Deney ve Kontrol Gruplarının Orantısal Akıl Yürütme Problemlerini Çözebilmesi Üzerindeki Etkisi

MA–STEM–M uygulaması öncesinde kontrol ve deney gruplarına orantısal akıl yürütme testi uygulanmıştır. Ön–test sonucunda kontrol ve deney grubu başarı puanları arasında ( $p = ,409 > ,05$ ) anlamlı bir farklılık çıkmamıştır. Deney grubu olarak başarı ortalaması düşük olan grup seçilmiştir. Deney grubuna MA–STEM–M uygulanması ve kontrol grubuna geleneksel öğretim uygulanması sonucunda son–test uygulanmıştır. Deney grubunun ön–test ve son–test başarı puanları arasında ( $p = ,00 < ,05$ ) anlamlı bir farklılık çıkmışken kontrol grubunun ön–test ve son–test başarı puanları arasında ( $p = ,198 > ,05$ ) anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Ayrıca deney ve kontrol gruplarının son–test başarı puanları arasında ( $p = ,00 < ,05$ ) anlamlı bir farklılık çıkmamıştır. Bu sonuçlar orantısal akıl yürütme becerisinin gelişiminde MA–STEM–M uygulama sürecinin etkili olduğunu, geleneksel öğretimin ise istenilen etkiyi oluşturamadığını göstermektedir. Geleneksel eğitimin başarısının anlamlı kalmama nedeni incelendiğinde bu durumun öğrencilere yaparak yaşayarak öğrenme, etkinliklerle öğrenme, tartışma ile öğrenme vb. yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına ait yöntemlerin uygulanmamasından kaynaklandığı görülmüştür. Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımın yeterli seviyede uygulanamamasının nedeninin ise okul ders sürelerinin 40 dk. olması, sınıfların kalabalık olması vb. problemlerden kaynaklandığı görülmüştür.

Görüldüğü üzere, STEM eğitimi yaklaşımının uygulandığı ve orantısal akıl yürütme becerisinin gelişimi ile ilgili konuların incelendiği araştırmaların geneli ile paralel sonuç

elde edilmiştir (Berk, 2020; Gündoğdu, 2021; Hişmi, 2022; Howe vd., 2015). Fakat STEM eğitimi yaklaşımının uygulandığı bazı araştırmalarda matematik başarısı üzerine anlamlı bir fark bulunmadığının görüldüğü de olmuştur (Balcı, 2020; Hasanah, 2020).

STEM eğitimi yaklaşımının uygulandığı bazı araştırmalarda ise geleneksel eğitimin uygulandığı kontrol grubunun ön–test ve son–test başarı puanları arasında son–test lehine anlamlı bir farklılık çıkmıştır (Berk, 2020). Bu sonuç, araştırmamızdaki kontrol grubunun ön–test ve son–test başarı puanları arasında anlamlı farklılık çıkmaması ile çelişmektedir. Ayrıca bu sonuç, STEM eğitimi yaklaşımının uygulandığı araştırmalar, geleneksel öğretimin orantısal akıl yürütme becerisini geliştirdiği fakat STEM eğitimi yaklaşımı kadar etkili olamadığı sonucunu değiştirmemiştir.

Özetle, MA–STEM–M uygulama süreci deney gruplarının orantısal akıl yürütme problemlerini çözebilmesi üzerinden anlamlı bir etkiye sahipken geleneksel öğretim orantısal akıl yürütme problemlerini çözebilmesi üzerinde her zaman anlamlı bir etkiye sahip olamadığı sonucunu göstermiştir.

## **5.2. Matematik Ağırlıklı STEM Modül Uygulama Süreci Yedinci Sınıf Deney Grubu Öğrencilerinin Oran–Orantı Konusu ile İlgili Karşılaştıkları Zorlukları Gidermeye Etkisi**

MA–STEM–M uygulama sürecinde öğrencilerin öğretim sürecinde aktif kullandıkları MND’ler ve ders kayıtlarından elde edilen veriler doğrultusunda deney grubu öğrencilerinde az da olsa oran–orantı konusu ile ilgili öğrenme zorluğu yaşandığı görülmüştür. Bu durum, öğrencilerin en az 40 orantısal akıl yürütme problemi içerisinde ne kadar öğrenme zorluğu yaşadıklarını içeren bulgular kısmındaki Tablo 4.12’den anlaşılmaktadır. MA–STEM–M uygulama sürecinde öğrencilerde “oranı verilen ölçümlerin gerçek miktarlarını bulamama”, “doğru ve ters orantıyı birbiriyle karıştırma”, “çarpımsal düşünme yerine toplamsal düşünmeye odaklanma”, “orantısız ilişkili problemlerde çarpımsal düşünmeye odaklanma” ve “yanlış birim oranı bulma” kodları görülmüştür. Bu araştırmada her öğrencide bir kod en fazla 2 defa görülmüştür. Öğrencilerde görülen kodların çoğunluğu literatürde sıklıkla karşımıza çıkan orantısal akıl yürütme ile ilgili öğrenme zorluklarıdır (Arıcan, 2019a, Adak ve Aliustaoğlu, 2020; Çelik ve Özdemir, 2011; Mersin, 2018).

Öğrencilerde görülen öğrenme zorluklarına ait kodlar incelendiğinde bu kodların farklı nedenlerden dolayı yaşandığı anlaşılmıştır. Bunlar; altıncı sınıfta görülen oran konusunu anlamlandırmada yetersiz kalınması, MA–STEM–M uygulama sürecinde devamsızlık yapma, art arda gelen orantısal problemler ardından gelen orantısal olmayan problemi çözmeye çalışma ve cevabın tam sayı çıkmadığı işlemlere sahip olan orantısal problemleri çözmedir. Verilen nedenlerden ikisi hazırbulunuşluk biri devamsızlık ve biri de MA–STEM–M ile ilgilidir.

Literatürde orantısal akıl yürütme ile ilgili öğrenme zorluklarının çoğunun nedeninin hazırbulunuşluk olduğu görülmektedir. (Alacacı, 2010; Deveci, 2021; Duatepe vd., 2005; Kaplan vd. 2011). Bu durum MA–STEM–M uygulama süreci hazırbulunuşluk düzeyi yetersiz olan öğrencide (Yusuf) en fazla öğrenme zorluğuna sahip olmasının yaşanması araştırmanın diğer araştırmalar ile paralellik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, hazırbulunuşluğu yetersiz olan öğrencilerin genelinin (Melike, Yusuf ve Zehra) son–test başarı puanlarının ortalamasının altında kaldığı görülmüştür. Bu durum, MA–STEM–M uygulama süreci hazırbulunuşluk düzeyi yetersiz olan öğrenciyi geride bıraktığını göstermemektedir. Çünkü hazırbulunuşluk düzeyi zayıf olan bu öğrenciler son–testlerinde ön–testlerine göre en az 4 soru daha fazla doğru çözmüşlerdir.

Öğrencilerde görülen öğrenme zorluklarının bir diğer nedeni devamsızlığın akademik başarıyı düşürmesidir. Bu duruma benzer sonuçlar literatürde görülmektedir (Altınkurt, 2008; Hişmi 2022). Bu durum, devamsızlık yapan öğrencide oran–orantı konusu ile ilgili öğrenme zorluğu yaşamasının normal olduğunu göstermektedir. Devamsızlık yapan öğrencinin (Sude) öğrenme zorluğu yaşaması son–test başarı puanının (13) ortalamasının üzerine çıkmasını engellemiştir.

Son olarak, art arda sorulan orantısal problemlerin MA–STEM–M uygulama sürecinde öğrenme zorluğu oluşturduğu sonucuna varılmıştır. İyi tasarlanmamış bir STEM modülü etkili olamayacağı için MA–STEM–M içeriğinde art arda orantısal problemlerin olduğu durumun düzenlemesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Özetle, MA–STEM–M uygulama sürecinde yedinci sınıf deney grubu öğrencilerinin oran–orantı konusu ile ilgili az sayıda görülen öğrenme zorlukları öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişmesine engel olmamıştır.

### **5.3. Matematik Ağırlıklı STEM Modül Uygulama Süreci Yedinci Sınıf Deney Grubu Öğrencilerinin Orantısal Akıl Yürütme Becerilerinin Gelişimine Etkisi**

MA–STEM–M uygulama sürecinde yedinci sınıf deney grubu öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerileri gelişimlerine nasıl etki ettiği üç faktör ile ilişkilendirilmiştir. Bu faktörler; grupların davranışları, orantısal problemleri çözerken kullanılan strateji miktarı ve çeşidi ve farklı konu ve disiplinlerde orantısal akıl yürütme becerisinin kullanımınıdır.

#### **5.3.1. MA–STEM–M Uygulama Sürecinde Grupların Davranışları**

MA–STEM–M uygulama sürecinde yedinci sınıf deney grubu öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerini olumlu ve olumsuz etkileyen bazı davranışları görülmüştür.

Görülen olumlu grup davranışları; grup içi öğretici tartışma, sınıf içi öğretici tartışma, akran öğretimi ve etkinlik malzemelerinden yararlanmadır. Olumlu grup davranışları orantısal akıl yürütmelerini geliştirmek dışında öğrencilerin, iletişim, işbirliği, matematik okuryazarlığı, eleştirel düşünme ve problem çözme vb. 21. yüzyıl becerilerini de geliştirdiği görülmüştür. Bu durum, Hişmi (2022)'nin STEM ile ilgili araştırmasıyla paralellik göstermektedir.

Görülen olumsuz grup davranışları; diğer grupların cevabını söyleme, grup içi yanlış öğretici tartışma ve grup içi akademik başarısı yüksek olan öğrencinin cevabını söylemedir. Orantısal akıl yürütme becerisinin gelişiminde olumsuz grup davranışlarının çoğu olumlu grup davranışları tarafından düzeltildiği görülmüştür.

Özetle, MA–STEM–M uygulama sürecinde öğrencilerin yaşadığı grupsal kodlar birbirlerinin eksikliklerini gidererek yedinci sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerini gelişimine olumlu katkı sağlamaktadır.

#### **5.3.2. Orantısal Problemleri Çözerken Kullanılan Strateji Sayısı ve Çeşidi**

MA–STEM–M uygulama sürecinde öğrenciler tarafından kullanılan stratejiler; oran tablosu, birim oran, orantı formülü, inşa etme ve görsel öğelerden yararlanma stratejileridir.

MA–STEM–M uygulama sürecinde en çok oran tablosu stratejisi görülmüştür. Öğrencilerin oran tablosunun kullanım çokluğunun nedeni öğrencilerin verileri iyi organize edip sonuca ulaşmalarının kolaylığından kaynaklandığı fark edilmiştir. Bu sonuç



farklı çalışmalarla paralellik göstermiştir (Gündoğdu, 2021; Gürler Karakoca, 2019). MA–STEM–M uygulama sürecinde tüm öğrenciler tarafından kullanılan strateji ise birim oran stratejisidir. Literatürdeki araştırmalarda STEM etkinlikleri sonucunda öğrencilerin toplamsal stratejiler yerinde birim oran stratejisini kullandıkları görölmüştür (Gündoğdu, 2021). MA–STEM–M uygulama sürecinde akademik başarısı düşük olan öğrencilerin artırma stratejisi kullandığı görölmüştür.

MA–STEM–M uygulama sürecinde literatürde sıklıkla öğrenciler tarafında kullanıldığı görölen çapraz çarpım stratejisi (örn: Çomruk, 2018; Doğruel ve Karakuş, 2022; Küpçü, 2008) görölmemiştir. MA–STEM–M uygulama sürecinde öğrenciler yapılandırımcı yaklaşıma uygun eğitim görmektedirler. Dolayısıyla içler dışlar çarpma stratejisini öğrencilerin keşfetmediğı bu araştırmada görölmüştür. Bu durum Cramer ve Post (1993)'un çapraz çarpımın ezberletilmediğinde karşılaşılmayan bir strateji olduğu sözünü desteklemektedir.

MA–STEM–M uygulama sürecinde kullanılan strateji sayısı yanında çeşidi de orantısal akıl yürütme becerisinin geliştiğinin göstergesidir. Deney grubundaki 5 öğrenci en az 7 strateji kullanmıştır ve bu öğrencilerden Talha hariç hepsi son–test başarıları ortalamanın üstünde kalmıştır. Bu durum, Talha'nın başarısız olduğunu göstermemektedir çünkü ön–test ve son–test arasında 6 puan yükselmiştir. Bu durum, Talha'nın orantısal akıl yürütme becerisini anlamlı şekilde geliştirdiğini göstermektedir. Strateji çeşidi açasından en az stratejiyi kullanan öğrenciler Asena, Tuğba ve İsmail'dir. Bu öğrencilere ait veriler incelendiğinde, MA–STEM–M uygulama sürecinde MND'lerini aktif kullanmadıkları görölmüştür. Bu öğrencilerin son–test başarı puanları incelendiğinde ortalamayı geçemeseler de ön–test başarı puanlarını yükselttikleri görölmüştür. Kısaca, MA–STEM–M uygulama sürecinde az strateji çeşidi kullanmalarının orantısal akıl yürütme problemlerini çözmelerine engel olmadığı anlaşılmıştır.

Deney grubu öğrencilerinin geneli çok sayıda ve çeşitli stratejiler kullanıp son–test başarı puanında ortalamanın üstünde kalmışlardır. Bu durum, MA–STEM–M uygulama sürecine katılan yedinci sınıf öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerini olumlu yönde geliştirdiğini göstermektedir.

### **5.3.3. Farklı Konu ve Disiplinlerde Orantısal Akıl Yürütme Becerisinin Kullanımı**

MA–STEM–M uygulama sürecinde orantısal akıl yürütme becerisi, oran–orantı konularının öğretildiği öğrenme basamakları dışında eğitim konusunda, fen disiplininde, tasarım ve model geliştirme sürecinde kullanılmıştır. En fazla kullanıldığı konu eğitim konusu olmuştur. Matematik dışındaki alanlarda fen disiplininde çoğunlukla ters orantı kullanılmıştır. Bu durumun, MA–STEM–M'nin içeriğinde fen bilgisi kısmının ters orantı ile daha fazla ilişkili olduğundan kaynaklandığı görülmüştür. Öğrencilerin tasarım ve model geliştirme sürecinde orantısal akıl yürütmeyi kullanmaları MA–STEM–M'nin uygulama sürecine katılan yedinci sınıf öğrencilerinin çoğunun orantısal akıl yürütmelerini geliştirdiğini göstermektedir.

### **5.4. Araştırmanın Önerileri ve Sınırlılıkları**

Araştırmada geliştirilen MA–STEM–M uygulama sürecinin yedinci sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişimine etkisi incelenmiştir. Bu doğrultuda ulaşılan bulgular ve sonuçlar belirtilmiştir. Araştırmamızın sonucunda elde ettiğimiz önerilerimiz ve sınırlılıklarımız bu bölümde verilmiştir.

#### **5.4.1. Araştırmanın Önerileri**

Bu araştırmada elde edilen bu bulgular ve sonuçlara göre aşağıda bazı öneriler sıralanmıştır:

1. Oran–orantı konusu öğretilirken ezbere dayalı eğitim yerine MA–STEM–M uygulama süreci gibi STEM eğitimi kullanılmalıdır.
2. Öğrencilerin önceki sınıf düzeylerinde sahip oldukları eksik öğrenme, yanlış anlamlandırma ve öğrenme güçlükleri tespit edilip bunlar giderilmelidir.
3. Oran–orantı konusu öğretilirken soyut öğrenmeler yerine somut öğrenmelere odaklanılmalıdır. Bu öğrenmelerde öğrencilerin etkinlikler ve materyaller aracılığıyla keşfederek öğrenmeleri sağlanmalıdır.
4. Orantısal akıl yürütme stratejileri öğretilirken ezbere dayalı çapraz çarpım stratejisi öğretmek yerine oran–orantı konusunu anlamlandırıp öğrencilerin kendi stratejilerini geliştirmelerine imkân sağlanmalıdır.

5. Bu araştırma İç Anadolu Bölgesinde taşrada bir ortaokulda uygulanmıştır. Bu araştırmanın farklı coğrafi bölgelerde yapılması ve elde edilen sonuçların karşılaştırılması araştırmayı daha kapsamlı hale getirir.

6. Bu araştırma için geliştirilen MA–STEM–M on bir dersten oluşmaktadır ve bu derslerin süreleri 80 dk. ile 240 dk. arasında değişmektedir. MEB’in okul ders saatleri 40 dk. olarak düzenlenmiş olup bu nedenle MA–STEM–M içindeki derslerin bir bütün şeklinde uygulanabilmesi için hafta sonu kursları veya yaz kursları şeklinde uygulanması önerilir.

#### **5.4.2. Araştırmanın Sınırlılıkları**

Bu araştırma, bir taşra okulunda eğitim gören 39 yedinci sınıf öğrencisi ile uygulanmıştır. Nicel sonuçların daha genellenebilir ve geçerli olması adına ileride yapılacak çalışmalar daha büyük örneklemeler üzerinde il ve ilçe merkezinde yer alan okullarda yapılabilir.

Bu araştırma, MA–STEM–M içinde matematik ve fen disiplinlerine ait belirli konular ve etkinlikler geliştirilerek uygulanmıştır. Nicel ve nitel sonuçların çeşitliliğini sağlamak için orantısız akıl yürütme ile ilgili farklı konu ve etkinlikler eklenebilir.

Araştırmada verileri toplamak için orantısız akıl yürütme testi, MND, video ve ses kayıt cihazları kullanıldı. Nicel ve nitel sonuçları desteklemek için farklı veri toplama araç ve yöntemleri kullanılabilir.

#### **5.5. MA–STEM–M uygulama sürecinden edinilen bilgi ve tecrübeler**

1. MA–STEM–M kendi deneyimleri ve grup tartışmaları sonucunda öğrencilere çeşitli kazanımlar kazandırmaktadır. Bu süreç içerisindeki etkinliklerin 40 dakikadan uzun sürdüğü görülmüştür. Örneğin, 80 dakikalık dersin 40’ar dakikalık iki ders saatine bölünmesi şeklinde uygulanmıştır. Bu durum, öğrencilere verilmek istenen kazanımların başarı düzeyinin elde edilenden daha da yüksek olmasına engel olmuştur.

2. MA–STEM–M uygulama sürecinde bazen öğrenciler hastalandı veya okul etkinliklerine katılmak için derse gelemedi. Bazen de bazı öğrenciler çeşitli benzer sebeplerden ötürü 10 veya 15 dakikalık süre kayıpları yaşadı. Bu durumda söz konusu öğrenciler derse geri döndüklerinde grup tartışmalarını kaçırmış oldular. Öğrencilerin kaçırdıkları problemler MA–STEM–M süreci içerisinde grup arkadaşları tarafından bu öğrencilere anlatıldı. Ayrıca, MA–STEM–M içerisinde çeşitli problemler ve etkinlikler olduğu için öğrencilerin orantısız akıl yürütme becerilerinin gelişimlerinin yavaşlamasının önüne geçildi.

3. MA–STEM–M uygulama sürecinde bazı tartışmalar planlandığından fazla zaman almıştır. Bu durumda öğretmenin rehber olarak düşündürücü sorular sorması gerektiği ve süreci hızlandırmayı sağlaması gerektiği gözlemlendi.
4. Gruplarda aktif katılımı zayıf olan öğrencilerin olmaması için gruplar arası tartışmada her problemde farklı öğrencilere söz hakkı verildi.
5. Grup içi tartışma süreci kapalı mekânda uygulandığı için çok fazla gürültü olduğu ve buna bağlı olarak tartışmaya katılan öğrencilerde ve öğretmenlerde baş ağrısına yol açtığı gözlemlendi. Dolayısıyla uygun hava şartları da göz önüne alınarak tartışmanın açık mekânda veya daha geniş, akustiği uygun kapalı mekânlarda yapılmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir.
6. MA–STEM–M uygulama sürecinde öğrencilere etkinlikler baskı şeklinde hazırlanıp dağıtıldı ve bu baskıların öğrenciler tarafından MND'ye yapıştırılmaları istendi ve bu durum etkinlik sürecinde süre kaybına neden olmuştur. Bu problem akıllı defter benzeri bir MND kullanılması gerektiğini gösterdi.
7. Grup içerisinde bazı öğrencilerin zaman zaman başarılı grup arkadaşlarının bireysel cevaplarından kopya çektikleri görüldü. Bu problemin önüne geçmek için öğrencilere bireysel bir cevaba sahip olmamanın onlar için sorun yaratmayacağı veya onları başarısız kılmayacağı söylendi. Bu söylem problemin büyük oranda önüne geçse de bu problem nadiren de olsa yaşanmaya devam etti. Buradan hareketle öğrencilerin sorulara kendilerine ait olup olmamasına veya doğru veya yanlış olup olmamasına dikkat etmeden cevap verme eğilimlerinin nedenlerinin araştırılması ve buna yönelik çözümler aranması gerektiği fark edilmiştir.
8. MEB sekizinci sınıf matematik kitabı incelendiğinde kitabın yapılandırmacı etkinlikleri barındırmadığı ayrıca öğrencileri soru çözümlerinde çapraz çarpım stratejisi gibi ezber tekniklere yönlendirdiği görülmüştür. Bu nedenle söz konusu kitabın yapılandırmacı eğitimin gereklerine uygun olarak geliştirilmesi gerektiği anlaşılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Adak, B., & Aliustaoğlu, F. (2020). An investigation of 7th grade students' misconceptions about proportion ratio. *Online Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 1*(1), 55–74.  
<https://uzak.kasefuk.org/ojomste/index.php/1/article/view/4/14>
- Akarsu, M., Akçay, N. O., & Elmas R. (2020) STEM eğitimi yaklaşımının özellikleri ve değerlendirilmesi. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi, 37*, 155–175.  
<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1453916>
- Akgündüz, D., Ertepinar, H., Ger, A. M. Kaplan Sayı, A., & Türk, Z. (2015). *STEM eğitimi çalıştay raporu Türkiye STEM eğitimi üzerine kapsamlı bir değerlendirme*. İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi. İstanbul
- Akyüz, H. E. (2018). Yapı geçerliliği için doğrulayıcı faktör analizi: Uygulamalı bir çalışma. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 7*(2), 186–198.  
<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/610318>
- Alacacı, C. (2010). Öğrencilerin kesir konusunda kavram yanılgıları. In Bingölbali, E. ve Özmantar M. F. (Eds.), *İlköğretimde karşılaşılan matematiksel zorluklar ve çözüm önerileri*. Pegem Akademi Yayıncılık.
- Altinkurt, Y. (2008). Öğrenci devamsızlıklarının nedenleri ve devamsızlığın akademik başarıya olan etkisi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 20*(1), 129–142.
- Arıcan, M. (2015). *Exploring preservice middle and high school mathematics teachers' understanding of directly and inversely proportional relationships* [Unpublished doctoral dissertation]. Athens, GA: University of Georgia
- Arıcan, M. (2018). Preservice middle and high school mathematics teachers' strategies when solving proportion problems. *International Journal of Science and Mathematics Education, 16*(2), 315–335.
- Arıcan, M. (2019a). Preservice mathematics teachers' understanding of and abilities to differentiate proportional relationships from nonproportional relationships. *International Journal of Science and Mathematics Education, 17*(7), 1423–1443.  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10763-018-9931-x>
- Arıcan, M. (2019b). A diagnostic assessment to middle school students' proportional reasoning. *Turkish Journal of Education, 8*(4), 237–257.  
<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/832383>
- Arıcan, M., & Özçakır, B. (2021). Facilitating the development of Preservice teachers' proportional reasoning in geometric similarity problems using augmented reality activities. *Education and Information Technologies, 26*(2), 2327–2353.  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10763-018-9931-x>
- Aytekin Kazanç, E., Acar Çakırca, E., & Işıksal Bostan, M. (2021). 8. sınıf öğrencilerinin eğitim kavramına yönelik kavrayışları. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi, 10*(4), 1535-1561. <http://cije.cumhuriyet.edu.tr/tr/download/article-file/1556381>
- Balcı, F. (2020). *STEM (STEAM) temelli öğretim tekniklerinin ortaokul 7. Sınıf öğrencilerinin rasyonel sayılar konusunda kavramsal değişimlerine ve başarılarına etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisan tezi]. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi.
- Bahşi, A., & Açıkgül Fırat, E. (2020). STEM etkinliklerinin 8. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, bilimsel epistemolojik inançlarına ve fen başarılarına etkisinin incelenmesi. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education Faculty, 39*(1), 1–22.  
<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1171797>

- Baykul, Y. (2009). *İlköğretimde matematik öğretimi: 6–8. sınıflar*. Pegem Akademi Yayıncılık.
- Berk, G. (2020). *DMÖN destekli STEM uygulamalarının oran – orantı ve yüzdelere konusunda etkisinin incelenmesi* [Yayınlanmamış doktora tezi]. Atatürk Üniversitesi.
- Ben-Chaim, D., Fey, J. T., Fitzgerald, W. M., Benedetto, C., & Miller, J. (1998). Proportional reasoning among 7th grade students with different curricular experiences. *Educational Studies in Mathematics*, 36(3), 247–273.
- Büyüköztürk, Ş. (1998). Kovaryans analizi (Varyans analizi ile karşılaştırmalı bir inceleme). *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 31(1). 91–105. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/550654>
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Arlington, NSTA Press.
- Cengizhan, S., & Özer, S. (2016). Oran-orantı konusunun öğretiminde 4MAT öğrenme stili modelinin akademik başarı ve öğrenme kalıcılığına etkisi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 12(3), 568–589. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/262357>
- Clement, J. (1985). Misconceptions in graphing. In L. Streefland (Ed.), *Proceedings of the ninth international conference for the psychology of mathematics education* (pp. 369–375). Utrecht: Utrecht University.
- Cramer, K., & Post, T. (1993a). Making connections: A case for proportionality. *Arithmetic Teacher*, 40(6), 342–347.
- Cramer, K., & Post, T. (1993b). Proportional Reasoning. *The Mathematics Teacher*, 86(5), 404–407. <http://www.jstor.org/stable/27968390>
- Cramer, K. A., Post, T., & Currier, S. (1993). Learning and teaching ratio and proportion: Research implications: Middle grades mathematics. In D. Owens (Ed.), *Research ideas for the classroom: Middle grades mathematics*, 159-178. MacMillan Publishing Company
- Çankaya, S. (2007). *Oran-orantı konusunda geliştirilen bilgisayar oyunlarının öğrencilerin matematik dersi ve eğitsel bilgisayar oyunları hakkındaki düşüncelerine etkisi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Balıkesir Üniversitesi.
- Çeken, R., & Ayas, C. (2010). İlköğretim fen ve teknoloji ile sosyal bilgiler ders programlarında oran ve orantı. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(3), 669–679.
- Çelik, A., & Özdemir, E. Y. (2011). İlköğretim öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerileri ile problem kurma becerileri arasındaki ilişki. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(30), 1–11.
- Çomruk, B. (2018). *Kırsal bölge ortaokul öğrencilerinin orantısal akıl yürütme stratejilerinin materyal destekli problem çözme sürecinde incelenmesi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Akdeniz Üniversitesi.
- Deveci, A. (2021). *Sorgulayıcı öğrenme ve problem çözme yoluyla oran orantı konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesi* [Yayınlanmamış doktora tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Doran, R. L. (1980). *Basic Measurement and Evaluation of Science Instruction*. National Science Teachers Association, 1742 Connecticut Ave., NW, Washington, DC 20009 (Stock No. 471-14764; nopricequoted). <https://eric.ed.gov/?id=ED196733>
- Doğruel, A. B. ve Karakuş, F. (2022). Ortaokul matematik öğretmenlerinin oran-orantı konusundaki alan bilgilerinin incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 24(3), 885–904.

- Duatepe, A., Çıkla, O. A., & Kayhan, M. (2005). Orantısal akıl yürütme gerektiren sorularda öğrencilerin kullandıkları çözüm stratejilerinin soru türlerine göre değişiminin incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(28), 73–81.
- Duygu, E. (2018). *Simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ortamında FeTeMM eğitiminin bilimsel süreç becerileri ve FeTeMM farkındalıklarına etkisi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Fen Bilimleri Enstitüsü ve Kırıkkale Üniversitesi.
- Ergün, A., & Balçın, M. D. (2019). Probleme dayalı FeTeMM uygulamalarının akademik başarıya etkisi. *Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 4(1), 40–63. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/670815>
- Fisher, L. C. (1988). Strategies used by secondary mathematics teachers to solve proportion problems. *Journal for Research in Mathematics Education*, 19(2), 157–168. <https://pubs.nctm.org/view/journals/jrme/19/2/article-p157.xml>
- Fitzallen, N. (2015). STEM education: What does mathematics have to offer? In M. Marshman, V. Geiger, & A. Bennison (Eds.), *Mathematics education in the margins (Proceedings of the 38th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia)*, (pp. 237–244). Sunshine Coast: MERGA.
- Flowers, J. (1998). *A study of proportional reasoning as it relates to the development of multiplication concepts* [Unpublished doctoral dissertation]. The University of Michigan, Michigan.
- Gürler Karakoca, A. (2019). *Ortaokul öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişiminin varsayıma dayalı öğrenme rotası kapsamında incelenmesi* [Yayınlanmamış doktora tezi]. Anadolu Üniversitesi.
- Gündoğdu, N. S. (2021). *7. sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerinin FeTeMM etkinlikleriyle incelenmesi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi.
- Hasanah, U. (2020). The Impacts of STEM Instruction on Strengthening High School Students' Reasoning Skills. *Science Education International*, 31(3), 273–282. <http://www.icasonline.net/journal/index.php/sei/article/view/206>
- Hilton, G., Hilton, A., Dole, S., & Goos, M. (2013). Using digital photography to support teaching and learning of proportional reasoning concepts. In *5th International Conference on Education and New Learning Technologies, EDULEARN13* (pp. 5448-5454). Barcelona, Spain: IATED
- Hişmi, E. (2022). *STEM etkinliklerinin ilkökul öğrencilerindeki STEM'e ilişkin tutumlar, akademik başarı, problem çözme ve sosyal beceri geliştirme süreci açısından incelenmesi* [Yayınlanmamış doktora tezi]. Çukurova Üniversitesi.
- Hopkins, K. D. (1998). *Educational and psychological measurement and evaluation* (8th ed.). Boston: Allyn & Bacon.
- Howe, C., Luthman, S., Ruthven, K., Mercer, N., Hofmann, R., Ilie, S., & Guardia, P. (2015). Rational number and proportional reasoning in early secondary school: towards principled improvement in mathematics. *Research in Mathematics Education*, 17(1), 38–56.
- Jitendra, A. K., Star, J. R., Dupuis, D. N., & Rodriguez, M. C. (2013). Effectiveness of schema-based instruction for improving seventh-grade students' proportional reasoning: A randomized experiment. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 6(2), 114–136.
- Kalaycı, Ş. (2010). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri* (5. baskı). Asil Yayın Dağıtım.

- Kayalar, A. (2018). *Mobil teknolojiye dayalı FeTeMM uygulamalarının öğretmen adaylarının mühendislik tasarım becerilerine, sistem düşünme zekâsına ve öğretmenlik öz yeterliklerine etkisi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Küpçü, A. R. (2012). Etkinlik temelli öğretim yaklaşımının ortaokul öğrencilerinin orantısal problemleri çözme başarısına etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 13(3), 175–206.
- Larson, K. (2013). Developing children's proportional reasoning: Instructional strategies that go the distance. *Ohio Journal of School Mathematics*, 67, 42–47. <https://core.ac.uk/download/pdf/159556917.pdf>
- Lamon S. J. (2007). Rational numbers and proportional reasoning: Towards a theoretical framework for research. In Lester F. (Ed.), *The second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 629–667). National Council of Teachers of Mathematics. Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Lamon, S. J. (2020). *Teaching fractions and ratios for understanding: Essential content knowledge and instructional strategies for teachers* (4th ed.). Routledge.
- Langrall, C. W., & Swafford, J. (2000). Three balloons for two dollars: Developing proportional reasoning. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 6(4), 254. <https://pubs.nctm.org/view/journals/mtms/6/4/article-p254.xml>
- Lobato, J., & Thanheiser, E. (2002). Developing understanding of ratio-as-measure as a foundation for slope. In B. Litwiller (Ed.), *Making sense of fractions, ratios, and proportions: 2002 Yearbook* (pp. 162–175). National Council of Teachers of Mathematics.
- Lobato, J., Ellis, A.B. & Zbiek, R.M. (2010). *Developing essential understandings of ratios, proportions, and proportional reasoning for teaching mathematics: grades 6-8*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Mersin, N. (2018). İki aşamalı teşhis testine göre ortaokul 5, 6 ve 7. sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütmelerinin değerlendirilmesi. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 7(4), 319–348.
- Milli Eğitim Bakanlığı, (2018a). *Matematik Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. MEB: ANKARA.
- Milli Eğitim Bakanlığı, (2018b). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. MEB: ANKARA.
- Moore, T. J., Glancy, A. W., Tank, K. M., Kersten, J. A., Stohlmann, M. S., Ntow, F. D. & Smith, K. A. (2013). *A framework for implementing quality K-12 engineering education. In 2013 ASEE Annual Conference & Exposition*, (pp. 23-46).
- Moore, T. J., Glancy, A. W., Tank, K. M., Kersten, J. A., & Smith, K. A. (2014). A Framework for quality K-12 engineering education: Research and development. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 4(1), 1-13. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1069>
- Moore, T.J., Stohlmann, M.S., Wang, H.H., Tank, K.M., Glancy, A.W., & Roehrig, G.H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In S. Purzer, J. Strobel, & M. Cardella (Eds.), *Engineering in precollege settings: Research into practice* (pp. 35–60). West Lafayette, IN: Purdue Press
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. National Council of Teachers of Maths.
- Norton, S. J. (2005). The construction of proportional reasoning. *International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 4, 17–24.



- Ortiz, A. M. (2015). Examining students' proportional reasoning strategy levels as evidence of the impact of an integrated LEGO robotics and mathematics learning experience. *Journal of Technology Education*, 26(2), 46–69.
- Özen, Y., & Gül, A. (2007). Sosyal ve eğitim bilimleri araştırmalarında evren-örneklem sorunu. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (15), 394–422. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/31569>
- Özkan, E. B. ve Eryılmaz Muştı, Ö. (2018) 8. sınıf basit makineler ünitesine yönelik başarı testi geliştirme: geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(1), 737–754.
- Poçan, S., Yaşaroğlu, C., & İlhan, A. (2017). Ortaokul 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin matematiksel akıl yürütme beceri düzeylerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(52), 808–818.
- Sophian, C., & Wood, A. (1997). Proportional reasoning in young children: The parts and the whole of it. *Journal of Educational Psychology*, 89(2), 309–317.
- Stump, S. (1997). *Secondary mathematics teachers' knowledge of the concept of slope*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago, IL.
- Sumarto, S. N., Zulkardi, Z., Darmawijoyo, D., & Van Galen, F. (2013, 22–23 April). *Design Research: Ratio table and money context as means to support the development of student's proportional reasoning* [Conference session]. Proceeding of the First South East Asia Design/Development Research (SEA-DR) International Conference, Sriwijaya University, Palembang.
- Suryadi, A., Yuliati, L., & Wisodo, H. (2020, 2–4 March). *Could STEM-based phenomenon learning improve students' proportional reasoning?* [Conference session]. 22. İstanbul International Conference, Literature, Humanities and Social Science, İstanbul.
- Sümen, Ö. Ö. ve Çalışıcı, H. (2019). STEM proje tabanlı öğrenme ortamında sınıf öğretmeni adaylarının geliştirdikleri matematik projelerinin incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38(1), 238–252.
- Tashakkori, A., & Teddlie, C. (2003). Issues and dilemmas in teaching research methods courses in social and behavioural sciences: US perspective. *International Journal of Social Research Methodology*, 6(1), 61–77.
- Tekin Poyraz, G. (2018). *STEM eğitimi uygulamasında Kayseri ili örneğinin incelenmesi ve uzaktan STEM eğitiminin uygulanabilirliği* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Anadolu Üniversitesi.
- Telli, A., Yıldırım, H. İ., Şensoy, Ö., & Yalçın, N. (2004). İlköğretim 7. sınıflarda basit makineler konusunun öğretiminde laboratuvar yönteminin öğrenci başarısına etkisinin araştırılması. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 291–305. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/77306>
- Tezel, Ö., Topal, S., & Koçak, B. (2020). Yaratıcı drama etkinliğinin sekizinci sınıf öğrencilerinin 'basit makineler' konusunu öğrenmelerindeki etkililiği. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Eğitim Dergisi*, 5(2), 167-183. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1216655>
- Tezel, Ö., & Yaman, H. (2017). FeTeMM eğitimine yönelik Türkiye'de yapılan çalışmalardan bir derleme. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 135–145. 2146-9199. [http://www.jret.org/FileUpload/ks281142/File/13.ozden\\_tezel.pdf](http://www.jret.org/FileUpload/ks281142/File/13.ozden_tezel.pdf)
- Tuğlu, M., & Ergündüz, H. (2020). *STEM temelli ortaokul etkinlik kitabı*. Muğla İl Milli Eğitim Müdürlüğü.
- Tuluri, F. (2017). *STEM Education by Exploring Robotics*. In Khine M. (Ed.), *Robotics in STEM education* (pp. 195–209). Springer, Cham.

- Uçar, Z. T., & Bozkuş, F. (2016). İlkokul ve ortaokul öğrencilerinin orantısal durumları orantısal olmayan durumlardan ayırt edebilme becerileri. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(3), 281–299.
- Umay, A. (2003). Matematiksel muhakeme yeteneği. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(24). <https://search.trdizin.gov.tr/yayin/detay/3064/>
- Uysal, E. (2018). *Tasarım temelli FeTeMM (fen, teknoloji, matematik ve mühendislik) etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi düzeylerine bilimsel süreç becerilerine ve tutumlarına etkisi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Uşak Üniversitesi.
- Uysal, E., & Cebesoy, Ü. B. (2020). Tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine, tutumlarına ve bilgilerine etkisinin incelenmesi. *SDU International Journal of Educational Studies*, 7(1), 60–81. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1054429>
- Ünsal, A. (2009). *İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerinin başarı, tutum ve cinsiyet değişkenleri açısından incelenmesi: Bolu ili örneği* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Abant İzzet Baysal Üniversitesi.
- Walter, J. G., & Gerson, H. (2007). Teachers' personal agency: Making sense of slope through additive structures. *Educational Studies in Mathematics*, 65(2), 203–233. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10649-006-9048-y>
- Yazıcı, Y. Y. (2019). *6E öğrenme modeline dayalı FeTeMM eğitiminin girişimcilik, tutum, meslek ilgisine etkisi ve öğrenci görüşleri* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Kırıkkale Üniversitesi.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (1999). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (11. Baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, B. (2018). Bağlam temelli öğrenmeye uygun olarak hazırlanmış STEM uygulamalarının etkilerinin incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (36), 1–20.
- Yıldız, F. (2008). *“Oran, orantı ve yüzdeler” ünitesinin Proje Tabanlı Öğrenme ile öğrenilmesinin matematik dersindeki başarıya ve tutuma etkisi* [Yayınlanmamış doktora tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Yılmaz Bilir, E. (2021). *Matematik ağırlıklı bir STEM modülünün geliştirilmesi ve modüle yönelik görüşlerin değerlendirilmesi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi.
- Yiğit, E. (2022). *Fen bilimleri 8. sınıf ders kitabı*. Adım Adım Matbaa Yayıncılık.

## **EKLER**

**Ek 1. Güncellenmiş Orantısal Akıl Yürütme Testi**

**Ek 2. Veri Toplama ve Anket İzni**



## Ek 1. Güncellenmiş Orantısal Akıl Yürütme Testi

Aşağıda yer alan sorular oran ve orantı konuları ile ilgili olup, verdiğiniz cevaplar ile orantısal düşünme becerilerinizin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Her bir soru eşit puanlı olup, cevaplamamız için verilen süre ise **40 dk** dir.

1) Oranları  $\frac{3}{5}$  olan iki doğal sayıdan küçüğü **45** ise büyüğü kaçtır?

A) 27 B) 55 C) 75 D) 85

2) Bir torbada kırmızı ve mavi renkli bilyeler vardır. Torbadaki kırmızı renkli bilyelerin sayısının mavi renkli bilyelerin sayısına oranı  $\frac{3}{4}$ 'tür. Bu torbada toplam **42** bilye olduğuna göre bunlardan kaç tanesi mavi renklidir?

A) 6 B) 12 C) 18 D) 24

3) 5 kişilik bir aile konsere toplamada 60 TL ödemiştir. Aynı konsere 4 kişilik başka bir aile 52 TL ödemiştir. Buna göre aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur.

- A) 5 kişilik aile biletleri daha uygun fiyata almıştır.  
B) 4 kişilik aile biletleri daha uygun fiyata almıştır.  
C) İki ailede biletleri kişi başı aynı fiyata almıştır.  
D) 5 kişilik aile biletleri kişi başı daha çok fiyata almıştır.

4) Bir öğretmen öğrencilerine doğru cevapladıkları her **5** soru için **2** şeker vermektedir. Toplamda **14** şeker kazanan bir öğrenci kaç soruyu doğru cevaplamıştır?

A) 28 B) 35 C) 45 D) 70

5) **A** ve **B** aynı boyda ve aynı yanma hızına sahip iki mum olup farklı zamanlarda ateşlenmişlerdir. **A** mumunun **24** mm lik kısmı yandığında, **B** mumunun **18** mm lik kısmının yandığı görülmüştür. Buna göre **B** mumunun **36** mm si yandığında **A** mumunun kaç mm si yanar?

A) 48 B) 44 C) 42 D) 40

6) **A** limonatası her **4** bardak suya **2** yemek kaşığı şeker, **B** limonatası her **7** bardak suya **5** yemek kaşığı şeker ve **C** limonatası ise her **3** bardak suya **1** yemek kaşığı şeker karıştırılarak elde edilmektedir. Bu limonataların tatları ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi doğrudur?

- A) En az şeker tadı **A** limonatasından alınır.  
B) En çok şeker tadı **B** limonatasından alınır.  
C) **A** ve **C** limonatalarından aynı oranda şeker tadı alınır.  
D) En çok şeker tadı **C** limonatasından alınır.

7) Bir sporcu sabit bir hızla çalışarak **2** saatte **150** kalori enerji harcamaktadır. Bu sporcu sabit hızla çalışmaya devam ederse, **3** saat sonunda kaç kalori enerji harcar?

A) 225 B) 200 C) 175 D) 120

8) Aynı hızda çalışan **3** işçi bir apartmanın duvarlarını **12** günde boyayabildiğine göre, **4** işçi bu apartmanın duvarlarını kaç günde boyayabilir?

A) 16 B) 8 C) 9 D) 10

9) Bir araç **A** ve **B** kentlerinin arasında ki mesafeyi saatte **60** km hızla **6** saatte alabiliyor. Aynı araç hızını saatte **90** km ye çıkarırsa bu iki kent arasındaki mesafeyi kaç saatte alabilir?

A) 3 B) 4 C) 6 D) 9

10) Ahmet kurtasiyeden aynı çeşit **4** kalem 6 TL ye almıştır. Aynı çeşit kalemlerden **6** tane alsaydı kaç TL öderdi?

A) 4 B) 6 C) 8 D) 9

11) Mehmet Bey pazardan **90** cm uzunluğunda bir fidan almıştır. Bu fidan her yıl **30** cm uzamaktadır. Fidanın ekildiği **3.** yıl boyu **180** cm olarak ölçülmüştür. Buna göre fidanın ekildiği **6.** yıl boyu kaç cm olur?

A) 360 B) 300 C) 270 D) 240

12) Bir mekânın aydınlatılmasında kullanılmak üzere her biri aralıksız 4 saat yanan 24 mum kullanılmıştır. Bu mekânda aynı anda sadece bir mum yakılmış olup, mumlardan birisi söndüğünde bir diğeri yakılmıştır. Bu mekânda aynı süre zarfında her biri aralıksız 8 saat yanan mumlardan kaç mum kullanılacağını bulunuz.

A) 12 B) 18 C) 36 D) 48

13) 800 metrelik dairesel bir koşu pistinin etrafında farklı zamanlarda koşuya başlayan Ayşe ve Esra aynı hızda koşmaktadırlar. Ayşe 300 metre koştuğunda, Esra'nın 200 metre koştuğu bilinmektedir. Buna göre Esra 400 metre koştuğunda Ayşe kaç metre koşmuştur?

A) 500 B) 600 C) 700 D) 800

14) Aynı kapasitedeki 3 kişi bir evi 8 günde boyamaktadır. Aşağıdaki tabloların hangisinde işçi sayısı ve boyama süresi arasında ki ilişki doğru verilmiştir?

A)

|               |   |   |   |    |
|---------------|---|---|---|----|
| İşçi Sayısı   | 1 | 2 | 3 | 4  |
| Boyama Süresi | 2 | 4 | 8 | 16 |

B)

|               |    |    |   |   |
|---------------|----|----|---|---|
| İşçi Sayısı   | 1  | 2  | 3 | 4 |
| Boyama Süresi | 24 | 16 | 8 | 4 |

C)

|               |    |    |   |   |
|---------------|----|----|---|---|
| İşçi Sayısı   | 1  | 2  | 3 | 4 |
| Boyama Süresi | 16 | 12 | 8 | 6 |

D)

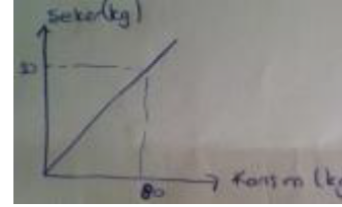
|               |    |    |   |   |
|---------------|----|----|---|---|
| İşçi Sayısı   | 1  | 2  | 3 | 4 |
| Boyama Süresi | 24 | 12 | 8 | 6 |

15) Aşağıdaki tabloda bir çiftlikte yer alan tavukların sayısı ve bir haftada verdikleri ortalama yumurta sayıları arasındaki ilişki gösterilmiştir. Bu tabloya göre, haftalık 240 yumurta elde edebilmek için kaç tavuk gereklidir?

A) 120 B) 100 C) 80 D) 60

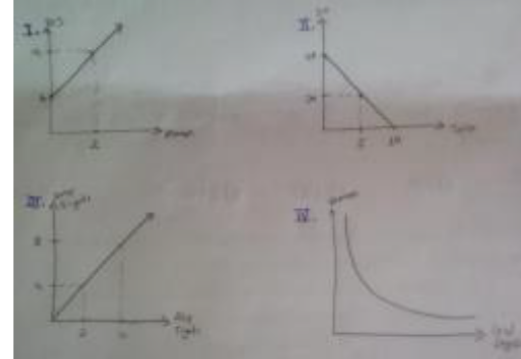
| Tavuk Sayısı | Yumurta Sayısı |
|--------------|----------------|
| 4            | 12             |
| 6            | 18             |
| 9            | 27             |
| 12           | 36             |

16) Aşağıdaki grafikte 80 kg bir karışımda 30 kg şeker olduğu gösterilmiştir. Buna göre 120 kg karışımda kaç kg şeker vardır?



A) 45 B) 40 C) 35 D) 20

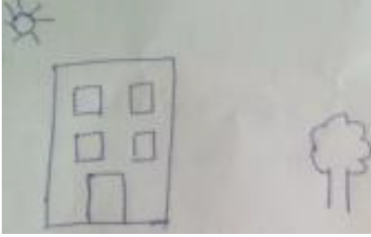
17)



Yukarıdaki grafiklerden hangisi ya da hangileri doğru orantı grafiği değildir?

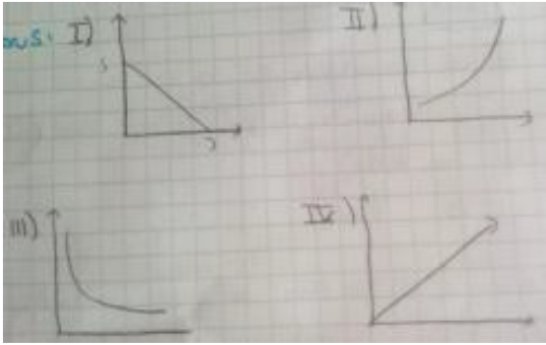
A) Yalnız IV B) Yalnız II C) II ve IV D) I, II ve IV

18) Gntn belirli bir saatinde 60 metre uzunluğunda ki bir binanın gölge boyu 12 metre olarak llmştr. Aynı saatte güneşin geliş açısına göre 5 metre uzunluğundaki bir ağacın gölge boyu kaç metre olur?



A) 4 B) 3 C) 2 D) 1

19)



Yukarıdaki grafiklerden hangisi ya da hangileri **ters orantı** grafiğidir?

A) Yalnız I B) Yalnız III  
C) I ve III D) I, II ve IV

20)



Yukarıdaki bisikletlerin yarıçapları sırası ile 20 cm ve 30 cm dir. Bu iki bisiklet aynı mesafe yolu tam tur tamamlayarak bitirmişlerdir. 20 cm yarıçaplı bisiklet yolu 30 tur atarak tamamladığına göre 30 cm yarıçaplı bisiklet aynı yolu kaç tur atarak tamamlamıştış?

A) 20 B) 30 C) 45 D) 60

| Adı-Soyadı |                       |                       |                       |                       |  |
|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--|
| Sınıf      |                       |                       |                       |                       |  |
| SORU       | (A)                   | (B)                   | (C)                   | (D)                   |  |
| 1          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |  |
| 2          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |  |
| 3          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |  |
| 4          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |  |
| 5          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |  |
| 6          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |  |
| 7          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |  |
| 8          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |  |
| 9          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |  |
| 10         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |  |
| 11         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |  |
| 12         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |  |
| 13         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |  |
| 14         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |  |
| 15         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |  |
| 16         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |  |
| 17         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |  |
| 18         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |  |
| 19         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |  |
| 20         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |  |

## Ek 2. Veri Toplama ve Anket İzni



T.C.  
AKSARAY VALİLİĞİ  
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-76490249-605.01-34249556  
Konu : Veri Toplama ve Anket İzni

08/10/2021

### VALİLİK MAKAMINA

**İlgi:** a) Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 21.01.2020 tarih ve 2020/2 nolu genelgesi.  
b) Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Rektörlüğü Öğrenci İşleri Daire Başkanlığının 30/09/2021 tarihli ve 358343 sayılı yazısı.

İlgi (b) yazı ile; Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı/Matematik Eğitimi Bilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Yunus Emre SIVRI, "**Matematik Odaklı Bir STEM Modülünün 7. Sınıf Öğrencilerinin Orantısal Akıl Yürütme Becerilerinin Gelişimine Etkisi**" konulu yüksek lisans tez çalışması ile ilgili veri toplama ve anket çalışmasını İlimiz Ağaçoören İlçesi Atatürk Ortaokulu 7. Sınıf öğrencilerine ölçek uygulamak istemektedir.

Konu ile ilgili belgelerin ve anket sorularının incelenmesi neticesinde; Başvurunun Araştırma, Yarışma ve Sosyal Etkinlik İzinleri konulu ilgi (a) da kayıtlı Genelgede belirtilen usul ve esaslara uygun olarak yapıldığı anlaşılmış olup;

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı/Matematik Eğitimi Bilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Yunus Emre SIVRI, "**Matematik Odaklı Bir STEM Modülünün 7. Sınıf Öğrencilerinin Orantısal Akıl Yürütme Becerilerinin Gelişimine Etkisi**" konulu yüksek lisans tez çalışması ile ilgili veri toplama ve anket çalışmasını İlimiz Ağaçoören İlçesi Atatürk Ortaokulu 7. Sınıf öğrencileri üzerinde yapma isteği; çalışmanın gönüllülük esasına dayandığı gözönünde bulundurularak; ilgi (a) Genelge esasları dahilinde; eğitim-öğretim faaliyetlerini aksatmamak, sorumluluk okul/kurum idarecilerinde olmak, çalışmalarda mühürlü ve imzalı materyalleri kullanmak, rapor sonuçlarını çalışmanın bitiminden sonra 30 gün içinde İl Millî Eğitim Müdürlüğümüze vermek ve uygulamanın 2021-2022 eğitim-öğretim yılı içerisinde tamamlanması koşuluyla, Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde, olurlarınıza arz ederim.

Hacı Ömer KARTAL  
İl Millî Eğitim Müdürü

EK : İlgi Yazı ve Ekleri (11 Sayfa)

OLUR  
08/10/2021

Mustafa DURUK  
Vali a.  
Vali Yardımcısı

**Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.**

Adres : İl Millî Eğitim Müdürlüğü Yeni Sanayi Mah. E-90 Bulv. No:47  
Valilik Ek 3 Nolu Hizmet Binası  
Telefon No : 0 (382) 213 68 40  
E-Posta: arge68@meb.gov.tr  
Kep Adresi : meb@hs01.kep.tr

Belge Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys>  
Bilgi için: Nurdan ANDAÇ  
Unvan : Veri Hazırlama ve Kontrol İşletmeni  
İnternet Adresi: <http://aksaray.meb.gov.tr/> Faks:3822136814

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evrak.aksaray.meb.gov.tr/adresinden> 5df1-eahd-3e51-aeah-f87c kodu ile teyit edilebilir.

## ÖZGEÇMİŞ

| Kişisel Bilgiler |  |
|------------------|--|
| Adı Soyadı       | Yunus Emre SİVRİ   |
| Doğum Yeri       |  |
| Doğum Tarihi     |  |
| Uyruğu           | <input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer: |



| Eğitim Bilgileri |   |
|------------------|---|
| Lisans           |   |
| Üniversite       | Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi           |
| Fakülte          | Eğitim Fakültesi                          |
| Bölümü           | Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü |
| Mezuniyet Yılı   | 2018                                      |

| Yüksek Lisans    |  |
|------------------|--|
| Üniversite       |  |
| Enstitü Adı      |  |
| Anabilim Dalı    |  |
| Programı         |  |
| Mezuniyet Tarihi |  |

| Doktora          |             |
|------------------|-------------|
| Üniversite       |             |
| Enstitü Adı      |             |
| Anabilim Dalı    |             |
| Programı         | Program Adı |
| Mezuniyet Tarihi |             |

| Makale ve Bildiriler  |  |
|---|--|
| <p>Sivri, Y. E. ve Arıcan, M. (2022, Haziran). <i>Matematik ağırlıklı STEM modül uygulama sürecinin yedinci sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişimine etkisi</i>. EJER Kongresi 2022 Bildiri Özetleri Kitabı. Ege Üniversitesi, İzmir/Türkiye (s. 682)</p> |  |