



**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**GELİŞTİRİLEN STEM EĞİTİM MODÜLÜNÜN UYGULANMASI
SONUCUNDA ÖĞRETMEN ADAYLARININ ORANTISAL AKIL
YÜRÜTME DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Sema NACAR

Malatya-2022

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

GELİŞTİRİLEN STEM EĞİTİM MODÜLÜNÜN UYGULANMASI
SONUCUNDA ÖĞRETMEN ADAYLARININ ORANTISAL AKIL
YÜRÜTME DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

Sema NACAR

Danışman: Prof. Dr. Bilal ALTAY
İkinci Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Murat AKARSU

Malatya-2022

Bana Geniş Ufuklar izen Babama...

ONUR SÖZÜ

Prof. Dr. Bilal ALTAY ve Dr. Öğr. Üyesi Murat AKARSU'nun danışmanlığında doktora tezi olarak hazırladığım ***Geliştirilen STEM Eğitim Modülünün Uygulanması Sonucunda Öğretmen Adaylarının Orantısal Akıl Yürütme Değişimlerinin İncelenmesi*** başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün yapıtların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Sema NACAR

ÖNSÖZ

Doktora eğitimim boyunca mesleki etik ilkeleri ile bana örnek olan ve araştırma sürecimin her aşamasında destek olan danışmanım Prof. Dr. Bilal Altay'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam boyunca bir bilim insanının çalışma disiplinini bana öğreten, bildiklerini esirgmeden, özveriyle sorularıma cevap veren ve çalışmamı akademik olarak yönlendiren ikinci danışmanım Dr. Öğrt. Üyesi Murat Akarsu'ya teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam boyunca sorularıma cevap veren ve yapıcı eleştirileriyle tezime katkı sağlayan değerli hocalarım Prof. Dr. Recep Aslaner'e, Doç. Dr. Eyüp İzci'ye teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın her aşamasında uzman görüşleri ile çalışmama katkı sağlayan değerli hocam Doç. Dr. Muhammet Arıcan'a ve tez savunma sınavımda değerli katkılar sunarak tezimin gelişmesini sağlayan hocam Dr. Öğr. Üyesi Yasemin Kıymaz'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmanın modül geliştirme aşamasında destek olan ve önemli katkılar sağlayan Dr. Öğr. Üyesi Çetin Kürşat Bilir ve Esra Yılmaz Bilir hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmamın gelişmesi için vakit ayırıp, sorularıma cevap veren saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Nevzat Bayri'ye, Prof. Dr. İbrahim Ünal'a, Doç. Dr. Kübra Açıkgül'e teşekkürlerimi sunarım. Çalışmamın her aşamasında akademik ve manevi desteklerinden ötürü değerli arkadaşım Dr. Öğr. Üyesi Esra Macit'e teşekkür ederim.

Yanımda olamasa da sevgisiyle güç veren babam Mehmet Mustafa Nacar'a teşekkür ederim. Hayatım boyunca beni destekleyen, özellikle tez çalışmam sırasında zorlandığım zamanlarda yanımda olan, çalışmam sırasında kendi hayatından da fedakarlıkta bulunan ve sabır gösteren annem Selvinaz Nacar'a teşekkür ederim. Akademik hayatım boyunca beni destekleyen ve motive eden abim Prof. Dr. Ahmet Nacar'a teşekkür ederim. Çalışmamın mühendislik bilgisi gerektiren kısımlarında yardımcı olan sevgili yeğenim Ahmet Nacar'a teşekkür ederim. Her zaman desteklerini yanımda hissettiğim abim Dr. Öğr. Üyesi Tuncer Nacar ve ablam Şifa Yağmurca'ya teşekkür ederim. Son olarak hayatım boyunca yanımda olan ve akademik çalışmalarımı destekleyen ailemin tüm fertlerine teşekkür ederim.

ÖZET

GELİŞTİRİLEN STEM EĞİTİM MODÜLÜNÜN UYGULANMASI SONUCUNDA ÖĞRETMEN ADAYLARININ ORANTISAL AKIL YÜRÜTME DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ NACAR, Sema

Doktora, İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Matematik Eğitimi Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Bilal ALTAY
İkinci Danışman: Dr. Öğrt. Üyesi Murat AKARSU

Eylül-2022, XIX+269

Bu araştırmanın amacı, mühendislik tasarım süreci temelli geliştirilen STEM eğitim modülünün öğretmen adaylarının orantısal durumları çözme stratejilerine, orantı konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesine ve orantı konusundaki pedagojik alan bilgilerinin gelişimine etkisini incelemektir. Araştırmanın deseni, nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması olarak belirlenmiştir. Çalışmada güncel bir olgu olan, MTS temelli geliştirilmiş bir STEM öğretim modülünün, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının orantısal durumları çözme stratejilerine, orantı konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarının giderilmesine ve orantı konusundaki pedagojik alan bilgilerinin gelişimine etkisini derinlemesine incelemek için birden fazla veri kaynağından bilgiler elde edilmiş ve analiz edilerek sonuca varılmıştır. Çalışma modül geliştirme ve modül uygulama olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Verileri toplamak için kullanılan yöntemler; yarı yapılandırılmış değerlendirme formları, mühendislik not defteri, video kayıtları, grup içi ses kayıtları, gözlem, ders planları ve anlatımları, odak grup görüşmesidir.

Araştırma sonucunda Mühendislik Tasarım Süreci temelli geliştirilen STEM eğitim modülünün ilköğretim matematik öğretmen adaylarının orantısal durumları çözme stratejilerinin gelişimine, orantı konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesine

ve orantı konusundaki pedagojik alan bilgilerinin gelişimine katkı sağladığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: STEM eğitimi yaklaşımı, mühendislik tasarım süreci, kavram yanılgıları, orantı, orantısal durumları çözme stratejileri, pedagojik alan bilgisi



ABSTRACT

INVESTIGATION OF PROPORTIONAL REASONING CHANGES OF TEACHER
CANDIDATES AS A RESULT OF APPLICATION OF THE DEVELOPED STEM
EDUCATION MODULE
NACAR, Sema

PhD., Inonu University, Institute of Educational Sciences
Department of Math Education

Advisor: Prof. Dr. Bilal ALTAY

Co-Advisor: Dr. Öğrt. Üyesi Murat AKARSU

September-2022, XIX+269

The aim of this research is to examine the effects of the STEM education module, which was developed based on the engineering design process, on the pre-service teachers' strategies for solving proportional situations, overcoming their misconceptions about proportionality and on the development of their pedagogical content knowledge about proportionality. The design of the research was determined as a case study, one of the qualitative research methods. In the study, information was obtained from more than one data source and analyzed in order to examine the effects of an MTS-based STEM teaching module, which is a current phenomenon, on the strategies of solving proportional situations of primary school mathematics teacher candidates, overcoming their misconceptions about proportionality, and on the development of pedagogical content knowledge about proportionality. conclusion was reached. The study consists of two stages: module development and module implementation. Methods used to collect data; semi-structured assessment forms, engineering notebook, video recordings, in-group audio recordings, observation, lesson plans and lectures, focus group interview.

As a result of the research, it was determined that the STEM education module, which was developed based on the Engineering Design Process, contributed to the development of primary school mathematics teacher candidates' strategies to solve

proportional situations, to eliminate the misconceptions about proportionality and to the development of their pedagogical content knowledge about proportionality.

Key Words: STEM education approach, engineering design process, misconceptions, proportion, strategies to solve proportional situations, pedagogical content knowledge



İÇİNDEKİLER

ONUR SÖZÜ.....	i
ÖNSÖZ	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar LİSTESİ	xii
GRAFİKLER LİSTESİ.....	xvi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xvii
RESİMLER LİSTESİ	xviii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xix

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. Araştırmanın Amacı ve Soruları	3
1.3. Araştırmanın Önemi	4
1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	5
1.5. Varsayımlar/ Sayıtlar	6
1.6. Tanımlar.....	6

BÖLÜM II

KURAMSAL BİLGİLER VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Kuramsal Bilgiler.....	7
2.1.1. STEM Eğitimi Yaklaşımı	7
2.1.1.1. Değişen Toplumda STEM Eğitime Duyulan İhtiyaç.....	7
2.1.1.2. STEM Eğitimi Yaklaşımı	7
2.1.1.3. Bütünleşik STEM Eğitimi	10
2.1.1.4. Bütünleşik STEM Eğitiminde Mühendislik Tasarım Süreci (MTS)	13
2.1.1.5. STEM Eğitimi Yaklaşımında Öğretmen Eğitimi.....	15
2.1.2. MTS Temelli STEM Eğitimi Modülünde Entegre Edilen Konular.....	16
2.1.2.1. Açılar	16
2.1.2.2. Çizgi Grafiği	17

2.1.2.3. Aynalar ve Mercekler	18
2.1.2.4. Elektrik Devreleri	18
2.1.2.5. Oran-Orantı Konusu	19
2.1.2.5.1. Orantısal Durum İçeren Problemleri Çözme Stratejileri	19
2.1.2.5.2. Oran-Orantı Konusu ile İlgili Yanılgı ve Güçlükler	22
2.1.2.5.3. Orantı Konusundaki Pedagojik Alan Bilgisi	24
2.2. İlgili Araştırmalar	25
2.2.1. STEM Eğitim Yaklaşımı ile İlgili Araştırmalar	25
2.2.2. Orantı Konusu ile İlgili Araştırmalar	34

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli	40
3.1.1. MTS Temelli STEM Eğitim Modülünün Geliştirilmesi	41
3.1.1.1. Modülde İşlenecek Konuların Belirlenmesi İçin Alan Yazın Taraması Yapılması	42
3.1.1.2. Problem Durumunun Oluşturulması	42
3.1.1.3. Ders Planı Taslağının Oluşturulması	44
3.1.1.4. MTS Diyagramına göre ders planlarının yazılması	45
3.1.1.5. Modüldeki Etkinliklerin Tasarımı	48
3.1.1.6. Modülde Yer Alan Ölçme-Değerlendirme Formları	53
3.1.1.7. Modül için uzman görüşü alınması ve yeniden düzenleme	54
3.1.1.8. Pilot uygulama ve modülün yeniden düzenleme	57
3.1.2. MTS Temelli STEM Eğitim Modülünün Uygulanması	63
3.1.2.1. Çalışmanın Tanıtılması ve Katılımcıların Belirlenmesi	64
3.1.2.2. Modül Öncesi Veri Toplama Araçlarının Uygulanması	64
3.1.2.3. Modülün Uygulanması ve Süreç İçerisinde Veri Toplama	64
3.1.2.4. Modül Sonrası Veri Toplama Araçlarının Uygulanması	71
3.1.2.5. Odak Grup Görüşmesi	71
3.2. Katılımcılar	71
3.3. Veri Toplama Araçları	73
3.3.1. Yarı yapılandırılmış değerlendirme formları	73
3.3.1.1. Gönüllü Katılımcı Formu (EK.6)	74
3.3.1.2. Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formu (EK 3)	74

3.3.1.3. Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Uzman Görüş Formu (EK 4).....	74
3.3.1.4. Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formu (EK 5).....	74
3.3.1.5. MTS Temelli Geliştirilen STEM Eğitim Modülü Ders Gözlem Formu (EK 7).....	75
3.3.1.6. Öğretmen Olarak Değerlendiriyorum Formları.....	75
3.3.2. Mühendislik Not Defteri (MND).....	75
3.3.3. Grup İçi Ses Kayıtları ve Video Kayıtları	76
3.3.4. Gözlem.....	76
3.3.5. Ders Planları ve Anlatımları	76
3.3.6. Odak Grup Görüşmesi	76
3.4. Verilerin Analizi ve Yorumlanması.....	77
3.5. Geçerlik ve Güvenirlik.....	78

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUMLAR

4.1. Öğretmen Adaylarının Orantısal Durum İçeren Problemleri Çözme Stratejilerine İlişkin Bulgular ve Yorumlar	82
4.1.1. Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular.....	84
4.1.2. Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular	108
4.1.3. Mühendislik Not Defteri (MND)'nden Elde Edilen Bulgular	118
4.1.4. Öğretmen Adaylarının Hazırladıkları Ders Planlarından Elde Edilen Bulgular	123
4.1.5. Öğretmen Adaylarının Yaptıkları Ders Anlatımlarından Elde Edilen Bulgular	127
4.1.6. Öğretmen Adaylarının Odak Grup Görüşmelerinden Elde Edilen Bulgular	132
4.1.7. Öğretmen Adaylarının Orantısal Durum İçeren Problemleri Çözme Stratejileri İle İlgili Genel Bulgular	133
4.2. Öğretmen Adaylarının Orantı Konusundaki Kavram Yanılgısı veya Güçlüklere İlişkin Bulgular ve Yorumlar	134
4.2.1. Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular.....	136
4.2.2. Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular	143

4.2.3. Mühendislik Not Defteri (MND)'nden Elde Edilen Bulgular	149
4.2.4. Öğretmen Adaylarının Hazırladıkları Ders Planlarından Elde Edilen Bulgular	154
4.2.5. Öğretmen Adaylarının Yaptıkları Ders Anlatımlarından Elde Edilen Bulgular	155
4.2.6. Odak Grup Görüşmesinden Elde Edilen Bulgular.....	158
4.2.7. Öğretmen Adaylarının Orantı Konusundaki Yanılgıları ile İlgili Tüm Veri Toplama Araçlarından Elde Edilen Genel Bulgular.....	159
4.3. Öğretmen Adaylarının Orantı Konusundaki Pedagojik Alan Bilgilerine İlişkin Bulgular ve Yorumlar	168
4.3.1. Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular	171
4.3.2. Öğretmen Adaylarının Hazırladıkları Ders Planları ve Anlatımlarından Elde Edilen Bulgular.....	188
4.3.3. Öğretmen Adaylarının Odak Grup Görüşmelerinden Elde Edilen Bulgular	202
4.3.4. Modülün Uygulanması ile İlgili Gözlemci Notları.....	206
4.3.5. Öğretmen Adaylarının Pedagojik Alan Bilgilerini ile İlgili Elde Edilen Tüm Kodlar, Kategoriler ve Temalar	209

BÖLÜM V

SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar	216
5.1.1. Öğretmen Adaylarının Orantısal Durum İçeren Problemleri Çözme Stratejilerine İlişkin Sonuçlar	216
5.1.2. Öğretmen Adaylarının Orantı Konusundaki Kavram Yanılgılarına İlişkin Sonuçlar	221
5.1.3. Öğretmen Adaylarının Orantı Konusundaki Pedagojik Alan Bilgilerine İlişkin Sonuçlar	227
5.2. Öneriler	231
5.2.1. Uygulayıcılara Öneriler	231
5.2.2. Araştırmacılara Öneriler	232
KAYNAKÇA.....	234
EKLER	249

Ek 1. Etik Kurul Onayı	249
Ek 2. Eğitim Bilimleri Enstitüsü İzin Yazısı	250
Ek 3. Oran-Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formu	252
Ek 4. Oran-Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Soruları Uzman Görüşü Rubriği....	255
Ek 5. Oran-Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formu	260
Ek 6. Gönüllü Katılımcı Formu	263
Ek7. MTS Temelli Geliştirilen STEM Eğitim Modülü Ders Gözlem Formu	264
Ek 8. Odak Grup Görüşmesi Soruları.....	265
Ek 9. Modül Ders Özellikleri.....	267



TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. Öğrenme Basamağındaki Etkinlikler	50
Tablo 2. Modülde yer alan ölçme-değerlendirme araçlarının derslere göre dağılımı	54
Tablo 3. Modül İçin Uzman Görüşü Bilgileri Tablosu.....	55
Tablo 4. MTS temelli STEM Eğitim Modülü Uygulama Zaman Çizelgesi Tablosu	63
Tablo 5. Veri Toplama Araçlarının Uygulanma Zamanları	73
Tablo 6. Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formu Orantısal Çözüm Stratejilerinin Kullanım Sıklığı	84
Tablo 7. Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Cebir Stratejisi Örnekleri.....	86
Tablo 8. Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Orantı Grafikleri Stratejisi Örnekleri.....	88
Tablo 9. Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Artış/ Azalış Stratejisi Örnekleri.....	89
Tablo 10. Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Görsel Strateji Örnekleri	92
Tablo 11. Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Parça-Parça ve Parça- Bütün Strateji Örnekleri	94
Tablo 12. Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Bileşik Orantı Örnekleri	96
Tablo 13. Katılımcıların Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda İlk 6 Sorunun Çözümünde Kullandıkları Stratejiler	98
Tablo 14. Katılımcıların Orantısal Durum İçeren Problemleri Çözerken Kullandıkları Farklı Çözüm Stratejilerine Örnekler.....	103
Tablo 15. Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Stratejiler	109
Tablo 16. Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Parça-Parça ve Parça-Bütün Stratejisinin Kullanımına Ait Örnekler	111
Tablo 17. Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Farklı Stratejilerin Kullanımına Ait Örnekler.....	113
Tablo 18. MND'den Elde Edilen Stratejilerin Kullanım Sıklığı	119
Tablo 19. MND'de Ders Öncesinde İçer-Dışlar Çarpımı Stratejisi Kullanımı ve Ders Sonrasında Değişimine Ait Örnekler.....	120
Tablo 20. MND'de Grup Tartışmanın Etkisi ile Değişen Strateji Kullanımına Örnekler.....	121
Tablo 21. Ders Planlarında Elde Edilen Stratejilerin Kullanım Sıklıkları.....	123

Tablo 22. Modül Öncesi ve Sonrasında Yapılan Ders Planlarında Strateji Kullanımına Örnekler.....	125
Tablo 23. Ders Anlatımlarından Elde Edilen Stratejilerin Kullanım Sıklığı.....	128
Tablo 24. Modül Öncesi ve Sonrasında Ders Anlatımlarında Kullanılan Stratejilerin Değişimine Ait Örnekler	130
Tablo 25. Odak Grup Görüşmesi Ses Kayıtlarının Transkriptlerinden Kesitler.....	132
Tablo 26. Tüm Veri Toplama Araçlarında Orantısal Durum İçeren Problemleri Çözme Strateji Kullanımlarının Sıklık Tablosu	133
Tablo 27. Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Yanılgı ve Güçlüklerin Katılımcılarda Görülme Sıklığı.....	136
Tablo 28. Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Orantı Grafiklerini Çizememe Güçlüğüne Örnekler	138
Tablo 29. Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Yanılgılar ve Güçlük Örnekleri.....	140
Tablo 30. Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Yanılgı ve Güçlüklerin Katılımcılarda Görülme Sıklığı	143
Tablo 31. Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Yanılgı ve Güçlüklere Örnekler	145
Tablo 32. MND'nden Elde Edilen Yanılgı ve Güçlüklerin Katılımcılarda Görülme Sıklığı	150
Tablo 33. MND'den Elde Edilen Kavram Yanılgılarına Örnekler.....	151
Tablo 34. MND Ders İçi Etkinliklerden Elde Edilen Kavram Yanılgılarına Örnekler.....	153
Tablo 35. Ders Planlarından Elde Edilen Yanılgı ve Güçlüklerin Katılımcılarda Görülme Sıklığı.....	154
Tablo 36. Ders Planlarında Karşılaşılan Kavram Yanılgılarına Örnekler	155
Tablo 37. Ders Anlatımlarından Elde Edilen Yanılgı ve Güçlüklerin Katılımcılarda Görülme Sıklığı.....	156
Tablo 38. Ders Anlatım Videolarından Elde Edilen Yanılgı ve Güçlüklere Örnekler.....	157
Tablo 39. Odak Grup Görüşmesinin Transkriptinden Kavram Yanılgıları ile İlgili Kesitler	158
Tablo 40. Tüm Veri Toplama Araçlarından Elde Edilen Yanılgı ve Güçlüklerin Sıklık Tablosu	159

Tablo 41. Katılımcıların Sahip Oldukları Yanılgı ve Güçlükler	161
Tablo 42. Katılımcıların Sahip Oldukları Yanılgı ve Güçlüklerin Kişi Bazında Sıklık Tablosu	166
Tablo 43. Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Pedagojik Alan Bilgisi ile İlgili Eksiklikler ve Yaşanan Güçlüklerin Katılımcılarda Görülme Sıklığı	171
Tablo 44. Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Kavram Yanılgılarını Farkedememe, Doğru Cevaba Yönlendirememe, Yanlış Tanım Verme Eksiklikleri İle İlgili Örnekler	173
Tablo 45. Kazanım Bilgisinde Eksiklik ve Günlük Hayat ile İlişkilendirememe Güçlüklerine Örnekler	179
Tablo 46. Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda Elde Edilen Yaygın Öğretim İlke/ Strateji/ Yöntem/ Teknik/ Model/ Becerilerin Sıklık Tablosu	183
Tablo 47. Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda Elde Edilen Yaygın Öğretim İlke/ Strateji/ Yöntem/ Teknik/ Model/ Becerilerine Örnekler	185
Tablo 48. Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda Elde Edilen Konuların İlişkilendirme Sıklık Tablosu	186
Tablo 49. Ders Planları ve Anlatımlarından Elde Edilen Pedagojik Alan Bilgisi ile İlgili Eksiklikler, Güçlüklerin Katılımcılarda Görülme Sıklığı	188
Tablo 50. Belirtilen öğretim ilke, yaklaşım, yöntem, teknik, model ve becerileri yanlış kullanma eksiliği ile ilgili ders planları ve ders anlatımlarından örnekler	190
Tablo 51. Kazanımı keşfettirmek için yapılandırmacı etkinlikler	192
Tablo 52. Orantısal Stratejiler Kullanarak Yapılan Etkinlikler	193
Tablo 53. Ders Anlatım Aşamalarının Kullanılma Sıklığı	194
Tablo 54. Ders Planları ve Anlatımlarında Kullanılan Öğretim İlke, Strateji, Yaklaşım, Model, Yöntem, Teknik ve Becerilerin Sıklık Tablosu	196
Tablo 55. Katılımcıların Ders Planları ve Anlatımlarında Kullandıkları Materyallerin Listesi	198
Tablo 56. Katılımcıların Modül Sonrasında Yaptıkları Ders Anlatımlarında Kullanılan Materyal Örnekleri	200

Tablo 57. Odak Grup Görüşmesinin Transkriptinden Pedagojik Alan Bilgisi ile İlgili Kesitler	202
Tablo 58. Katılımcıların STEM Eğitiminin Öğretmen Eğitimine Sağladığı Katkıları Hakkındaki Düşünceleri.....	205
Tablo 59. Orantı Dersi İçin Doldurulan Gözlem Formundan Notlar	206
Tablo 60. Doğru Orantı- Ters Orantı Dersi İçin Doldurulan Gözlem Formundan Notlar.....	208



GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1. Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Stratejilerin Değişim Grafiği	85
Grafik 2. Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Stratejiler.....	110
Grafik 3. MND'den Elde Edilen Stratejilerin Kullanım Sıklığı	119
Grafik 4. Ders Planlarında Elde Edilen Stratejilerin Kullanım Sıklıkları.....	124
Grafik 5. Ders Anlatımlarından Elde Edilen Stratejilerin Kullanım Sıklığı.....	129
Grafik 6. Tüm Veri Toplama Araçlarında Orantısal Durum İçeren Problemleri Çözme Stratejilerinin Kullanım Sıklıklarının Dağılımları.....	134
Grafik 7. Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Yanılgı ve Güçlüklerin Katılımcılarda Görülme Sıklıklarının Dağılımı.....	137
Grafik 8. Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Yanılgı ve Güçlüklerin Katılımcılarda Görülme Sıklığı.....	144
Grafik 9. MND'nden Elde Edilen Yanılgı ve Güçlüklerin Katılımcılarda Görülme Sıklığı.....	150
Grafik 10. Ders Anlatımlarından Elde Edilen Yanılgı ve Güçlüklerin Katılımcılarda Görülme Sıklığı.....	156
Grafik 11. Tüm Veri Toplama Araçlarından Elde Edilen Yanılgı ve Güçlüklerin Değişim Grafiği	160
Grafik 12. Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Pedagojik Alan Bilgisi ile İlgili Eksiklikler ve Yaşanan Güçlüklerin Katılımcılarda Görülme Sıklığı	172
Grafik 13. Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda Elde Edilen Yaygın Öğretim İlke/ Strateji/ Yöntem/ Teknik/ Model/ Becerilerin Dağılımı	184
Grafik 14. Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda İlişkilendirilen Konuların Dağılım Grafiği.....	187
Grafik 15. Ders Anlatımlarından Elde Edilen Pedagojik Alan Bilgisi ile İlgili Eksiklik ve Güçlüklerin Katılımcılarda	189
Grafik 16. Ders Anlatım Aşamalarının Gerçekleştirilme Sıklığı	195
Grafik 17. Ders Planları ve Anlatımlarında Kullanılan Öğretim İlke, Strateji, Yaklaşım, Model, Yöntem, Teknik ve Becerilerin Dağılımları.....	197

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Mühendislik Tasarım Süreci.....	13
Şekil 2. Mühendislik Tasarım Süreci.....	14
Şekil 3. Çalışmanın Aşamaları.....	41
Şekil 4. Veri Analizi Aşamaları.....	77
Şekil 6. Oran-Orantı Konusu ile İlgili Tespit Edilen Yanılgı ve Güçlüklere Ait Temalar.....	167
Şekil 7. Pedagojik Alan Bilgisi ile İlgili Elde Edilen Temalar.....	209
Şekil 8. Pedagojik Alan Bilgisi ile İlgili Eksiklikler ve Yaşanan Güçlüklere Ait Kodlar.....	210
Şekil 9. Ders Planlarının ve Anlatımlarının Aşamalarına Ait Kategoriler ve Kodlar ..	213
Şekil 10. Öğretim İlke, Model, Yöntem, Teknikler ve Becerilere Ait Kategoriler	214

RESİMLER LİSTESİ

Resim 1. Lazer Güvenlik Sistemi Olan Oda Prototipi.....	43
Resim 2. Alarm Çalacak Devre Prototipi	43
Resim 3. Orantı Dersi Değerlendirme Formundan Bir Kesit	53
Resim 4. <i>Pilot Uygulamadan Bir Kare</i>	58
Resim 5. Pilot Uygulama Öncesinde Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda Çözüm Stratejilerine Örnek	59
Resim 6. Pilot Uygulama Sonrasında Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda Çözüm Stratejilerine Örnek	59
Resim 7. Pilot Uygulama Öncesi Verilen Cevap.....	60
Resim 8. Pilot Uygulama Sonrası Verilen Cevap.....	60
Resim 9. Pilot Uygulama Öncesi Kavram Yanılgısını Farketme ve Yönlendirme Örneği	61
Resim 10. Pilot Uygulama Öncesi Kavram Yanılgısını Farketme ve Yönlendirme Örneği	61
Resim 11. <i>Modül Slayt Sunumundan Örnek</i>	65
Resim 12. <i>Modül Slayt Sunumundan Örnek</i>	65
Resim 13. <i>Modül Slayt Sunumundan Örnek</i>	65
Resim 14. Uygulamada Sınıf Düzeni	66
Resim 15. Basit Elektrik Devreleri Dersinden Bir Kare.....	67
Resim 16. Orantı Dersi Güvenli Giriş Etkinliğinden Bir Kare.....	67
Resim 17. Birlikte Değişen Oranlar Dersinden Bir Kare	68
Resim 18. Açılar Dersinden Bir Kare	68
Resim 19. Işığın Kırılması ve Mercekler Etkinliğinden Bir Kare	68
Resim 20. Elektrik Devreleri Dersinde Bir Kare	69
Resim 21. Prototip Yapımından Bir Kare.....	69
Resim 22. Lazer Güvenlik Sistemi Prototip Örneği	70
Resim 23. Grupların Afiş ve Prototiplerini Sunma Çalışmalarına Bir Örnek	70

KISALTMALAR LİSTESİ

MTS	: Mühendislik Tasarım Süreci
STEM	: Science, Technology, Engineering, Mathematics (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik)
MND	: Mühendislik Not Defteri
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
NCTM	: National Council of Teachers of Mathematics
ABET	: Accreditation Board for Engineering and Technology



BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde araştırmanın temel dayanaklarının yer aldığı “problem durumu”, “araştırmanın amacı”, “araştırmanın önemi”, “araştırmanın sınırlılıkları”, “varsayımlar”, ve “tanımlar” başlıkları yer almaktadır.

1.1. Problem Durumu

Orantı, matematiğin farklı konularında, diğer disiplinlerin öğreniminde sıkça karşılaşılan ve günlük hayattaki problemlerin çözümünde ihtiyaç duyulan bir konudur. Bu açıdan bakıldığında orantı konusunun önemi aşikârken, literatürde bu konunun öğrenimi ile ilgili zorluklar karşımıza çıkmakta ve öğrencilerin, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin çeşitli kavram yanlışlarına (çarpımsal olmayan ilişkileri anlayamama, orantısız ilişkileri doğru tanımlayamama, orantı grafiklerinde hata yapma, oranı bölme olarak tanımlama, orantısız ilişkileri yanlış ifade etme, vb.) sahip oldukları görülmektedir (Akar, 2009; Akkuş, Çıkla & Duatepe, 2002; Arıcan, 2019; Arıcan, 2020; Artut & Pelen, 2015; Doğruel, 2019; Karpulus, vd., 1983; Simon & Blume, 1994). Halbuki bilgiyi doğru kullanmanın ve problem çözebilmeyen önündeki engellerden birisinin kavram yanlışları ve öğrenme zorluklarıdır. Arıcan (2019)’a göre, öğrencilerin zorluk yaşama ve kavram yanlışlığına sahip olma nedenlerinden birisi; öğretmen ve öğretmen adaylarının bu konunun öğretiminde çoğu zaman içler-dışlar çarpımı gibi ezber dayalı çözüm yollarına başvurmasıdır. Van de Walle ve arkadaşları (2021), orantı öğretiminde ezber dayalı denklemler yerine sezgisel çözüm stratejilerine başvurmak gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca Berk ve arkadaşları (2009), öğretmenlerin birden fazla çözüm stratejisi olan günlük yaşam problemleri oluşturarak, öğrencilerin orantısız durumları içeren problemleri çözme becerilerine katkıda bulunabileceklerini belirtmişlerdir. Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının farklı çözümler içeren problem oluşturmaları ve farklı çözüm stratejileri kullanarak öğretim yapabilmeleri için orantı konusundaki pedagojik alan bilgilerinin yeterli olması gerekmektedir. Shulman (1986), pedagojik alan bilgisini, bir konunun en anlaşılır şekilde öğretilmesi için en faydalı temsilleri, benzetimleri, stratejileri ve açıklamaları kullanmak olarak tanımlamıştır. Bu tanımdan yola çıkarak, orantı konusundaki pedagojik alan bilgisi; orantı konusunun anlaşılması için farklı stratejileri ve temsilleri kullanabilmek, günlük hayattan farklı

çözümler içeren problemler oluşturabilmek, bu konuda zorluk yaşayan ve kavram yanlışlarına sahip olan öğrencileri tespit ederek onlara doğru açıklamalar yapabilmek olarak düşünülebilir. Orantı konusunda yeterli pedagojik alan bilgisine sahip olan öğretmenler; öğrencilere günlük hayattan farklı çözümler içeren problemler sunabilecek, onları farklı çözüm stratejileri kullanmaya teşvik ederek bu konudaki problem çözme becerilerini geliştirebilecektir. Adak ve Aliustaoğlu (2020), öğrenciye günlük hayattan ilgi çekici problemler vererek çözüm bulmalarını istemenin, orantı konusunun öğretimindeki zorlukları gidermeye katkı sunacağını belirtmektedir. Yeni eğitim yaklaşımlarından biri olan STEM Eğitimi Yaklaşımı, öğrenciye günlük hayattan ilgi çekici problemler sunan yaklaşımlarından birisidir. Akarsu ve diğerleri (2020) STEM Eğitimi Yaklaşımını şöyle tanımlamışlardır:

“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” (s.158)

Yukarıdaki tanımdan da anlaşılacağı üzere, STEM Eğitimi Yaklaşımının en önemli özelliklerinden birisi disiplinleri nitelikli bir şekilde bütünleştirerek anlamlı bir öğretim gerçekleştirmektir. Literatürde disiplinleri entegre etmenin birçok farklı yolu karşımıza çıkmaktadır (Bybee, 2013; Drake & Burns, 2004; Fogarty, 1991; Roehrig, vd., 2012). Bu yollardan birisi de öğretim sürecinde ayrıntılı bir yol haritası sunan Moore vd. (2013)'nin geliştirdiği Mühendislik Tasarım Süreci (MTS)'dir. ABET (2008), mühendislik tasarım sürecini; gerçek hayat problemlerini çözen fen, matematik, teknoloji ve mühendislik bilimlerinin uygulandığı tekrarlı ve sistematik bir karar verme süreci olarak tanımlamaktadır. Moore, vd. (2014)'nin geliştirdiği MTS altı basamaktan oluşmaktadır. Problem Tanımlama basamağında, öğrenciye ilgi çekici ve motive edici bir bağlam içerisinde gerçek yaşam problemi sunulur. Öğrenme basamağında, öğrenci problemi çözmek için gerekli olan bilgileri öğrenir. Planlama basamağında, öğrenci öğrendiklerine dayanarak ve problemde sunulan kriter ve kısıtlamalara göre bir çözüm planı geliştirir. Deneme basamağında, öğrenci geliştirdiği plana göre bir prototip oluşturur. Test etme basamağında, geliştirilen prototip test edilir. Karar vermen basamağında, öğrenci test ettiği prototipin gerçek yaşam probleminin kriter ve kısıtlamalarına uygun olup olmadığına karar verir. Eğer prototip kriter ve kısıtlamaları karşılıyorsa, problem başarıyla çözülmüş demektir. Eğer kriter ve kısıtlamalar

sağlanmıyorsa öğrenci nerede hata yaptığını tespit ederek o basamağa geri dönmeli, hatayı çözerek diğer basamakları tekrar etmelidir.

Yapılan araştırmalar öğretmen eğitiminde klasik, öğretmen merkezli öğretim yerine yapılandırmacı paradigmanın hakim olduğu öğretim metodlarının kullanılması gerektiğini söylemektedir (Bay& Karakaya, 2009; Kesal& Aksu, 2005; Taş, 2006). Bonwell ve Eison (1991)'a göre Eğitim Fakültelerinde genellikle öğretmen merkezli bir eğitim verilmektedir. Taş (2006), öğretmen adaylarından kendi öğrenme deneyimlerinden bağımsız olarak yapılandırmacı eğitim vermelerini beklemek tutarsız olduğunu ve eğer öğretmen adaylarından aktif öğrenme ortamı sunmaları bekleniyorsa, onlara yapılandırmacılığa uygun öğretim deneyimleri yaşatmak gerektiğini söylemiştir. Buradan hareketle Mühendislik Tasarım Süreci temelli geliştirilen STEM modülü kapsamında öğretmen adaylarına ilgi çekici ve motive edici bir gerçek yaşam problemi sunulur ve modül kapsamında her derste farklı orantısal durumlar sunulur ve farklı stratejilerle çözüm bulmaları istenir. Bununla birlikte dersler içerisinde kavram yanılgılarını gidermeye yönelik etkinlikler de yapılır. Tüm dersler disiplinler arası eğitimin felsefesine yönelik ve her ders gerçek yaşam probleminin çözümüne katkıda bulunacak şekilde tasarlanır. Ders içi etkinlikler öğrenci merkezli ve yapılandırmacılığa uygun olarak tasarlanır. Bu şekilde öğretmen adayları yapılandırmacılığa uygun, öğrenci merkezli, süreç odaklı, disiplinler arası ve STEM eğitim anlayışının felsefesine uygun bir öğretim sürecinden geçirilir. Öğretmen eğitimi kapsamında, öğretmen adaylarına yapılandırmacı felsefenin, öğrenci merkezli öğretimin, süreç odaklı değerlendirmenin nasıl olması gerektiğini anlatmak yerine onları bu araştırma için tasarlanan bir öğretim sürecinden geçirerek pedagojik alan bilgilerinin gelişimini takip etmek planlanmaktadır. Bu nedenle bu araştırmada, öğretmen adaylarına aktarıcı bir şekilde orantı konusunu nasıl anlatmaları ve değerlendirmeleri gerektiğini söyleyerek pedagojik alan bilgilerini geliştirme yerine; onlara öğretim ve değerlendirme yöntemleri açısından zengin, yapılandırmacılığa uygun bir öğretim modülü sunularak, pedagojik alan bilgilerinin gelişimlerini incelemek bir ihtiyaç olarak görülmektedir.

1.2. Araştırmanın Amacı ve Soruları

Bu araştırmanın amacı, öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Süreci temelli geliştirilen STEM eğitimi almadan önce ve aldıktan sonra orantısal durumları

çözme stratejileri, orantı konusundaki kavram yanılgıları ve orantı konusundaki pedagojik alan bilgileri arasında ne gibi farklılıklar olduğunu incelemektir.

Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki araştırma soruları belirlenmiştir:

- 1) Öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Süreci temelli geliştirilen STEM eğitimi almadan önce ve aldıktan sonra orantısal durum içeren problemleri çözme stratejileri arasında ne gibi farklılıklar vardır?
- 2) Öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Süreci temelli geliştirilen STEM eğitimi almadan önce ve aldıktan sonra orantı konusundaki yanılgıları arasında ne gibi farklılıklar vardır?
- 3) Öğretmen adaylarının Mühendislik Tasarım Süreci temelli geliştirilen STEM eğitimi almadan önce ve aldıktan sonra orantı konusundaki pedagojik alan bilgileri arasında ne gibi farklılıklar vardır?

1.3. Araştırmanın Önemi

20.yy'ın sonlarına doğru teknolojik gelişmeler hızlanırken, insanoğlu çevresel sorunlar ve kaynak sıkıntısı ile karşılaşmış ve bu sorunlarına çözüm aramaya başlamıştır. Bu gelişim ve değişimler ülkeleri teknolojiyi geliştirecek ve karşılaşılan problemleri çözebilecek bireyler yetiştirmeye yöneltmiş ve eğitim politikalarında değişiklik yapmaya zorlamıştır. Sorun çözücü ve teknolojiyi kullanabilen birey yetiştirmek için geliştirilen eğitim politikalarından birisi de STEM Eğitimi Yaklaşımıdır.

STEM yaklaşımı çeşitli yol haritaları barındırır. Bu yol haritalarından birisi de uygulayıcılar için ayrıntılı ve nitelikli bir yönerge sunan, Moore, vd. (2014)'nin düzenlediği altı basamaktan (tanımlama, öğrenme, planlama, deneme, test etme, karar verme) oluşan Mühendislik Tasarım Süreci (MTS)'dir. Bilir (2021) yaptığı çalışmada Moore, vd. (2014)'nin düzenlediği MTS'yi kullanarak bir de *hazırlık* basamağı ekleyerek bir modül oluşturmuştur. Bu çalışmada da Bilir (2021)'in modül yapısı temel alınmıştır.

STEM eğitimi modülü; STEM eğitimi yaklaşımına göre tasarlanan, öğrenci merkezli etkinliklerin yer aldığı bir eğitim modülü olarak tanımlanabilir. Literatür incelendiğinde STEM eğitimi yaklaşımına yönelik nitelikli bir eğitim modülünün; ilgi çekici ve motive edici bir bağlam içermesi (Carlson&Sullivan, 2004), problem çözme ve yaratıcılık gibi düşünme becerilerini geliştirmesi (Morrison, 2006), hatalardan

öğrenmeye fırsat verecek şekilde tekrarlı bir yapıda olması (Brophy, vd., 2008; Moore, vd., 2014), sınıf düzeyine uygun kazanımları içermesi (Fortus, vd., 2004), takım çalışması ve iletişim becerilerini destekleyecek şekilde öğrenci merkezli etkinlikler içermesi (Smith, vd., 2005), disiplinler arası yaklaşımın doğasını yansıtacak şekilde etkinlikler içermesi (Moore, vd., 2014), öğrencilerin farklı çözümlerine izin vermesi (Guzey, vd., 2016) ve yaptıklarını kanıta dayalı açıklamalarını teşvik edecek süreçler içermesi (Smyrniou, vd., 2015) gerekmektedir. Bu özellikleri taşıyan bir eğitim modülü sürecinden geçen öğretmen adaylarının, gelecekte farklı disiplinleri bütünleştirerek problem çözebilen, teknolojiyi geliştirebilen, bilgiyi doğru kullanabilen bireyler olabilecekleri beklenebilir.

Mühendislik Tasarım Temelli geliştirilen STEM eğitimi modülünün orantı konusuna uygun olarak geliştirilmesi literatüre katkı sağlayacak olup konunun öğretimi için yeni bir kaynak oluşturacaktır. Orantı konusu günlük hayatta birçok konuda karşımıza çıkabileceği gibi ve müfredatta sonraki yıllarda yer alan konuların temelinde karşımıza çıkabilmektedir. Günlük hayatta ve müfredatta karşımıza çıkan bu problemlere çözüm bulabilmek orantısal akıl yürütme becerisinin gelişmiş olması gerekmektedir. Orantı konusu matematiğin önemli konularından birisi olmasına rağmen öğrencilerin oldukça zorlandıkları ve çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları konulardandır (Kurdal, 2006; Doğan ve Çetin, 2009; Kaplan, İşleyen ve Öztürk, 2011, Tunç, 2016). Orantı konusundaki kavram yanlışları ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında öğretmen adaylarının da bu konuda kavram yanlışlarına sahip olduğu görülmüştür (Livy & Herbert, 2013). Bu nedenle bu çalışma kapsamında geliştirilen MTS temelli STEM eğitim modülünün öğretmen adaylarına uygulanarak, onların orantı konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde bu modülün etkisini incelemek önemli görülmektedir.

1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma için geliştirilen modül yedinci sınıf kazanımları dikkate alınarak geliştirilmiştir. Fakat Covid-19 pandemi koşulları nedeniyle yedinci sınıflara uygulama gerçekleştirilememiştir.

Bu araştırma için geliştirilen modül pedagojik alan bilgisi ile desteklenmiş ve çalışma gerçekleştirilirken mesleki gelişim programlarının ilkeleri dikkate alınmıştır. Öğretmenler için bir hizmet içi eğitim olarak uygulanmamıştır.

1.5. Varsayımlar/ Sayıtlar

Katılımcıların veri toplama araçlarını doldururken, orantı konusu ile ilgili alan bilgilerini ve pedagojik alan bilgilerini doğru şekilde cevaplara yansıttıkları varsayılmaktadır.

Katılımcıların odak grup görüşmelerinde samimi düşüncelerini ifade ettikleri varsayılmaktadır.

1.6. Tanımlar

Mühendislik Tasarım Süreci: Gerçek hayat problemlerini çözmek için fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin kullanarak, tekrarlı ve sistematik bir karar verme sürecidir (ABET, 2008).

STEM Eğitim Modülü: STEM eğitim yaklaşımını temel alarak fen, matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinlerine ait konuları öğretmek için hazırlanan ayrıntılı tanımlanmış ders planlarının bütünüdür.

Orantısal Durum İçeren Problemleri Çözme Stratejisi: Orantısal durum içeren problemleri çözerken kullanılan akıl yürütme biçimlerinin işleme dökülmüş halidir.

Kavram Yanılgısı: Kavram yanılgısı sistemli bir şekilde hata üreten algı biçimidir (Simith, Disessa ve Roschelle, 1993).

Pedagojik Alan Bilgisi: Öğretim için gerekli olan alan bilgisidir (Shulman, 1987).

BÖLÜM II

KURAMSAL BİLGİLER VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Kuramsal Bilgiler

2.1.1. STEM Eğitimi Yaklaşımı

2.1.1.1. Değişen Toplumda STEM Eğitime Duyulan İhtiyaç

Değişen dünya ile teknolojinin gelişimi de artmıştır. Özellikle 1957 yılında Sovyetler Birliği'nin Sputnik uydusunu uzaya göndermesi ile ülkeler arası rekabette teknoloji önemli bir konuma gelmiştir (Elmas & Adıgüzel, 2022). Ülkeler bu rekabette geri kalmamak için peşpeşe sanayi ve teknoloji hamleleri geliştirmişlerdir. Özellikle sanayi devriminin devamı niteliğini taşıyan Sanayi 3.0 ve Sanayi 4.0 devrimleri, insansız çalışan sistemler, ortaya çıkarmıştır (Bilir, 2021). Ardarda gerçekleşen sanayi ve teknoloji hamleleri, 21. Yy'da insanları yeni sorunlarla tanıştırmıştır. Ülkeler teknolojik rekabetin yanısıra, çevre sorunları, iklim krizi, verimliliği düşen tarım arazileri, nüfusun artmasıyla birlikte su ve besin kaynaklarının azalması gibi sorunlarla karşılaşmışlardır (Gencer, vd., 2018). Hızla gelişen yeni dünyada ülkelerin istediği yeni insan tipi, sahip olduğu fen, matematik, teknoloji ve mühendislik bilgisini sorun çözmekte kullanabilen ve bu bilgilerle teknoloji ve sanayi rekabetini ileri taşıyabilen insan olmuştur. Tüm bu gelişmeler, ülkeleri eğitim politikalarında değişikliğe gitmeye zorlamıştır.

2.1.1.2. STEM Eğitimi Yaklaşımı

Ülkeler arası rekabette yerini korumak isteyen Amerika Birleşik Devletleri (ABD), eğitim politikalarında bu yönde bir reforma giden ilk ülke olmuştur (Briener, vd., 2021). 1985 yılında, Amerikan Bilimi İlerletme Kurulu (American Association for the Advancement of Science) tarafından hazırlanan Proje-2061 "*Bütün Amerikalılar İçin Fen*" başlıklı bölümünde; tüm eğitimcilerin, öğrencilerin, materyal yapımcılar ve bilim adamlarının fen, matematik ve teknolojide okuryazar olmaları için çalışmaların yapılması ve fonların ayrılması gerektiğini ifade etmiştir (Kanlı & Yağbasan, 2004).

Fen, matematik ve teknoloji eğitimine verilen bu destek, 1990'lı yıllarda SMET adıyla literatüre girmiştir (Kırkıç, vd., 2018). Zaman içinde SMET kısaltması kabul görmemiş ve yerini günümüzde yaygın olan STEM kavramına bırakmıştır (Elmas & Adıgüzel, 2022). STEM kavramı ilk olarak, 2001 yılında fen, teknoloji, mühendislik ve matematik müfredatlarını adlandırmak için Ulusal Bilim Vakfı (National Science Foundation) eski müdürü tarafından kullanılmıştır (Koehler, vd., 2016, Zollman, 2012). STEM kavramı, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik kelimelerinin İngilizce karşılıklarının baş harflerinin kısaltmasıdır. STEM kavramının dünya genelinde yaygın kullanımı bu şekilde iken, ABD'de eyalet bazlı öğretim programlarının geliştirilmesi için bütünlük bir program geliştirme yaklaşımı olarak STEM eğitimi yaklaşımı kavramı kullanılmaktadır (Elmas & Adıgüzel, 2022).

Alan yazında STEM eğitimi yaklaşımının farklı tanımları bulunmaktadır (Baran, vd., 2016; Merrill, 2009; Shaughnessy, 2013; Sander, 2009; Wang, 2011). Shaughnessy (2013) STEM eğitimini, uygulamalı mühendislik stratejilerini ve teknoloji kullanımını içeren fen ve matematik kavram ve prosedürlerine dayalı problemlerin çözümü olarak tanımlamaktadır. Sanders (2009), STEM eğitimi yaklaşımını, tüm STEM disiplinlerini öğretmek için gerçek dünya problemleri ile öğretimi bir bütün haline getiren eğitim yaklaşımı olarak tanımlar. Merrill (2009), STEM eğitimi yaklaşımını disiplinlerin birbirinden ayrılmadığı, standartlara dayalı bütünlük bir öğretim yaklaşımı olarak tanımlamıştır. Baran ve arkadaşları (2016), STEM eğitimini bilim, teknoloji, mühendislik, matematik ve bu disiplinlere özgü diğer bilgi, beceri ve inançları bütünlükleyen disiplinler arası bir öğretim yöntemi olarak tanımlamışlardır. Wang ve arkadaşlarına (2011) göre STEM eğitimi, dört disiplin arasındaki engelleri kaldıran, disiplinler arası bir öğretim yaklaşımıdır. Yukarıdaki tanımlara bakıldığında STEM eğitimi yaklaşımının, gerçek yaşam problemlerinin çözümünde, standartlara dayalı disiplinler arası bir öğretim bütünlüğünü içerdiği söylenebilir.

Akarsu ve arkadaşları (2020), yaptıkları çalışmalarında, STEM eğitimi yaklaşımına yeni bir tanım getirmişlerdir:

“Gerçek yaşamda yer alan problemlerin çözümü için fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini bütünlükleyen, 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”.

Bu çalışma, Akarsu ve arkadaşlarının (2020), yaptıkları bu tanımı baz alarak gerçekleştirilmiştir.

Alan yazında yer alan STEM eğitimi yaklaşımı tanımlarının ortak noktaları olması, nitelikli bir STEM eğitimi yaklaşımının sahip olması gereken özellikler olduğunu göstermektedir. Alan yazın incelendiğinde Moore ve arkadaşları (2016), nitelikli şekilde tasarlanmış STEM eğitiminin altı özelliğe sahip olması gerektiğini söyler:

- *İlgi çekici ve motive edici bir bağlam içermelidir:* Öğrencileri anlamlı öğrenmeye dahil etmek ve kişisel olarak içerikle bağ kurmasına izin verecek şekilde ilgi çekici ve motive edici bir bağlam içermelidir.
- *Zorlayıcı görevler içermelidir:* Öğrencilerin problem çözme becerilerini, yaratıcılıklarını ve üst düzey düşünme becerilerini geliştirmek için mühendislik tasarım zorlukları içermelidir.
- *Yeniden tasarlamaya izin vermelidir:* Öğrencilerin hatalarından öğrenmelerine ve öğrendiklerini temel alarak, yeniden tasarım yapmalarına izin vermelidir.
- *Standartlara dayalı öğrenme hedefleri içermelidir:* Tasarlanan STEM eğitimi süreci, hedef yaş grubuna uygun fen ve matematik derslerine ait öğrenme kazanımlarına dayanmalıdır ki harcanan zamana, öğrenme zorluklarına değsin ve öğrenme anlamlı olsun. Buna ek olarak, gerçek dünya problemleri STEM disiplinlerinin de ötesinde olduğu için eğer bağlama uygunsa edebiyat, sosyal bilimler gibi diğer disiplinler de bağlama dahil edilebilir.
- *Öğrenci merkezli öğretim olmalıdır:* Öğrencilerin standartlara dayalı içeriği derinlemesine öğrenmelerine olanak sağlamak için içeriğin öğrenci merkezli bir şekilde öğretilmesi zorunludur. Öğrencilerin kavramsal bilgilerini derinleştirmek için, içerik üzerinde düşünmelerine ve uğraşmalarına fırsat tanınmalıdır.
- *Grup çalışması içermelidir:* 21. Yy becerilerinden grup çalışması ve iletişim becerilerini destekleyecek ve geliştirecek şekilde tasarlanmalıdır.

Yukarıda bahsedilen özellikler dışında alan yazında yer alan başka özellikler de vardır.

- *Ürün değil, süreç ve beceri odaklı olmalıdır:* STEM eğitimi yaklaşımında süreç en az sonuç kadar değerlidir (Akarsu, vd., 2020). Hedef kazanım ve becerilerin tamamı, süreç içerisinde öğrenciye kazandırılır.

- *Mühendislik Tasarım Süreci çerçevesine dayanmalıdır:* STEM eğitim yaklaşımının ortaya çıktığı Amerika'da yaygın olarak kullanılan teorik çerçeve Mühendislik Tasarım Sürecidir (Atman, vd., 2007). Alan yazında farklı MTS tanımlamaları olmasına (Bybee, vd., 2006; Morgan, vd., 2013; Moore, vd., 2014; Çorlu, 2017) rağmen, hepsinde ortak amaç disiplinleri bütünleştirerek bir problem çözme süreci sunmaktır (Akarsu, vd., 2020).
- *Kanıtı dayalı akıl yürütme süreçleri içermelidir:* STEM eğitimi yaklaşımında, karar verme süreçlerinde öğrenciler bireysel ve grup hipotezleri kanıtı dayalı savunmalıdır. Hipotezlerini kanıtı dayalı savunarak en iyi çözüme ulaşırlar (Smyrniou vd., 2015)
- *Öğrenme süreci ayrıntılı planlanmalıdır:* STEM eğitimde kazanımları öğretmek için sürecin detaylı şekilde planlanması gerekir (Elmas & Adıgüzel, 2022).
- *Çözümde çeşitliliğe izin verir:* Gerçek yaşam problemi farklı tasarımlara veya çözümlere izin verecek şekilde tasarlanmalıdır (Guzey, vd., 2016). Öğrencilerin farklı düşüncelerini ve yaratıcılıklarını engellemeyecek şekilde çözümde çeşitliliğe izin vermelidir.
- *Doğası gereği disiplinler arası olmalıdır:* Gerçek hayat problemleri hiçbir zaman tek bir disiplinle çözülmediği için (Akgündüz, vd., 2015), problemlerin çözümünde disiplinleri bütünleştirerek çözüme ulaşılmalıdır (Moore, vd., 2014).

Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri bütünleştirerek problemlere çözüm bulmaya çalışmak, problemlerin kalıcı çözülmesini sağlayacaktır (NAE, 2009). Alan yazın incelendiğinde disiplinleri bütünleştirmenin farklı yolları ile karşılaşırız.

2.1.1.3. Bütünleşik STEM Eğitimi

Drake ve Burns (2004), öğretim programlarını bütünleştirmek için çok disiplinli, disiplinler arası ve disiplinler üstü olmak üzere üç farklı bütünleştirme yolu önermektedir. Çok disiplinli öğretimde, disiplinler ayrı ayrı fakat ortak tema içerisinde öğrenilir. Disiplinler arası öğretimde, disiplinler arası kavram ve beceriler birbirine bağlıdır ve bu kavramlar öğrenilir. Disiplinler üstü öğretimde, bilgi ve beceriler iki veya daha fazla disiplinden gerçek dünyadaki sorunlara ve projelere uygulanarak öğrenilir.

Fogarty (1991), öğretim programlarının bütünleştirilebilmesi için üç kategori altında topladığı 10 yol önermiştir:

- ***Tek Disiplin İçerisinde:***
 - *Parçalı:* Disiplinlerin ayırık birbirinden bağımsız işlenmesidir.
 - *Bağlantılı:* Bir disiplin içerisinde öğretim yapılırken farklı bir disiplinden bağlantılı olan bir konuyu örnek vermek veya ilişkilendirmek olarak tanımlanabilir.
 - *İç içe geçmiş:* Bir dersin çoklu boyutlarını kullanarak diğer dersi anlatmayı hedefler. Örneğin, ışığın yansıma kanunlarını kanunları kullanarak; yansıyan açı ve gelen açı kavramları üzerinden eş açı kavramını öğretmek gibi.
- ***Birden Fazla Disiplinler Arasında:***
 - *Sıralı:* Bağlantılı konular ayrı derslerde fakat aynı zamanlarda işlenir. Orantı konusu ile haritalarda ölçeklendirme konularının aynı hafta öğretilmesi gibi.
 - *Paylaşmalı:* İki farklı disiplinin ortak noktası birleştirilerek öğretilir. Matematik dersinde ters orantı konusu işlenirken; dişlilerin yarıçap ve tur sayısının ters orantılı olduğunun öğretilmesi; fen dersinde dişliler konusu öğretilirken ters orantı konusunun öğretilmesi gibi.
 - *Örüntülü:* Zengin bir tema etrafında tüm disiplinler öğrenilir.
 - *Bağlı:* Disiplinleri öğrenmek için becerilerle bağlantı kurar.
 - *Bütünleştirilmiş:* Disiplinler arası konular, kesişen kavramlar ve ortaya çıkan desenler ve tasarımlar etrafında yeniden düzenlenir.
- ***Öğrenenler Arasında ve İçinde:***
 - *Yoğunlaştırılmış:* Tüm içerik, kişisel bir yaklaşımla ilgi ve uzmanlık süzgecinden geçirilir.
 - *Ağ:* Modelde öğrenciler sürece doğrudan katılırlar ve bütünleşme sürecini yönlendirirler.

Öğretim programlarını bütünleştirmek için kullanılan bu yöntemler STEM eğitimini bütünleştirmek için kullanılan yöntemlerle benzerlik göstermektedir. Bybee (2013), STEM disiplinlerini bütünleştirmek için dokuz farklı yol önermiştir.

- *STEM fen (ya da matematiğe) eşdeğerdir:* STEM sadece fen yada sadece matematiktir.

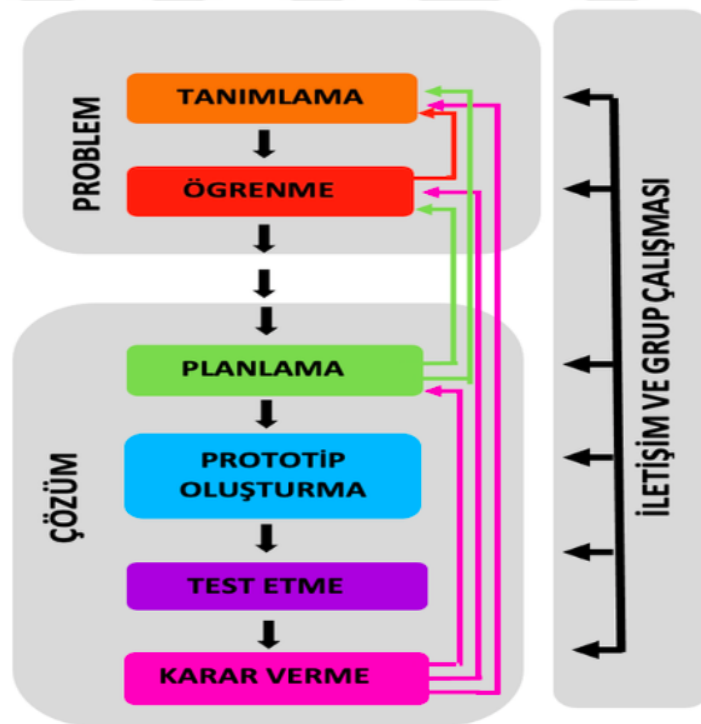
- *STEM hem fen hem matematik anlamına gelir:* Fen ve matematik ayrı olarak öğretilir.
- *STEM fen anlamına gelir, teknoloji, mühendislik ya da matematiği kapsar:* Fen dersi içerisinde bir projede diğer disiplinleri kullanır.
- *STEM ayrı disiplinler dörtlüsüne eşdeğerdir:* Bir müfredat içerisinde dört disiplinin de ayrı olarak öğretilmesidir.
- *STEM fen ve matematik anlamına gelir, teknoloji veya mühendislik programı tarafından bağlanır:* Fen ve matematik, teknolojiyi veya mühendisliği vurgular fakat ayrı öğretilir.
- *STEM disiplinler arasında koordinasyon demektir:* Bir disiplin için gerekli olan konunun diğer disiplin içerisinde öğrenilmesidir.
- *STEM iki veya üç disiplini birleştirmektir:* Bir ders oluşturmak için en az iki disiplini birleştirmektir. Fen ve Teknoloji dersi gibi.
- *STEM disiplinler arası tamamlayıcı örtüşmeler anlamına gelir:* STEM üniteler veya derslerde sıralanan disiplinlerin örtüşmesiyle bütünleşir ve böylece STEM eğitim deneyimlerinde merkezi bir vurgu haline gelir. Bilimsel sorgulama ya da tasarım probleminin çözümü STEM disiplinlerin bütünleşmesini gerektirir.
- *STEM disiplinler üstü bir ders veya program anlamına gelir:* Genel bir tema içeren bir derste tüm disiplinlerin öğrenilmesidir.

Roehrig, vd. (2012), STEM eğitiminde bütünleştirme için iki yol önermektedir; bağlam bütünleşmesi ve içerik bütünleşmesi. İçerik bütünleşmesi, iki veya daha fazla içerik alanını bir araya getirerek öğrencilerin “büyük fikri” anlaması için anlamlı ders veya ünite oluşturur ve her disiplin bu fikri anlamak için önemlidir (Roehrig, vd., 2012). Bağlam bütünleşmesi; bir disiplini merkeze alarak, o disiplinin öğrenilmesi için diğer disiplinleri yardımcı olarak işe koymaktır.

Bu çalışmada Roehrig, vd. (2012)’nin tanımladığı, içerik bütünleşmesi kullanılmıştır. Lazer Güvenlik Sistemi bağlamında matematik, fen, teknoloji ve mühendislik disiplinleri eşit derecede önemli olacak şekilde bir ders modülü oluşturulmuştur. Mühendislik disiplininin modüle uygulanması, teorik çerçeve olarak Mühendislik Tasarım Sürecinin tercih edilmesi ile olmuştur.

2.1.1.4. Bütünleşik STEM Eğitiminde Mühendislik Tasarım Süreci (MTS)

Bütünleşik STEM Eğitimi için araştırmacılar farklı yol haritaları ortaya koymuştur. Bu yol haritalarından birisi de Mühendislik Tasarım Sürecidir (MTS). ABET (2008), mühendislik tasarım sürecini; gerçek hayat problemlerini çözen fen, matematik, teknoloji ve mühendislik bilimlerinin uygulandığı tekrarlı ve sistematik bir karar verme süreci olarak tanımlamaktadır. Alan yazında farklı Mühendislik Tasarım Süreci Uygulamaları vardır (Bybee, vd., 2006; Morgan, vd., 2013; Moore, vd., 2014; Çorlu, 2017). Moore ve arkadaşlarına (2016) göre mühendislik tasarım süreci, gerçek yaşam probleminin çözümünde öğrencinin disiplinleri anlaması için kullanılan teorik çerçevedir. Alan yazında yer alan mühendislik tasarım süreci uygulamaları bütünleşik STEM eğitiminde ünite veya ders planı tasarlamak için detaylı bir yönerge sağlamadığından Moore, vd. (2014) altı basamaktan oluşan detaylı açıklamalara sahip bir mühendislik tasarım süreci uygulaması ortaya koymuşlardır (Akarsu & Guzey, 2022). Moore ve arkadaşlarının geliştirdiği mühendislik tasarım sürecinin şeması Şekil 1’de verilmiştir.

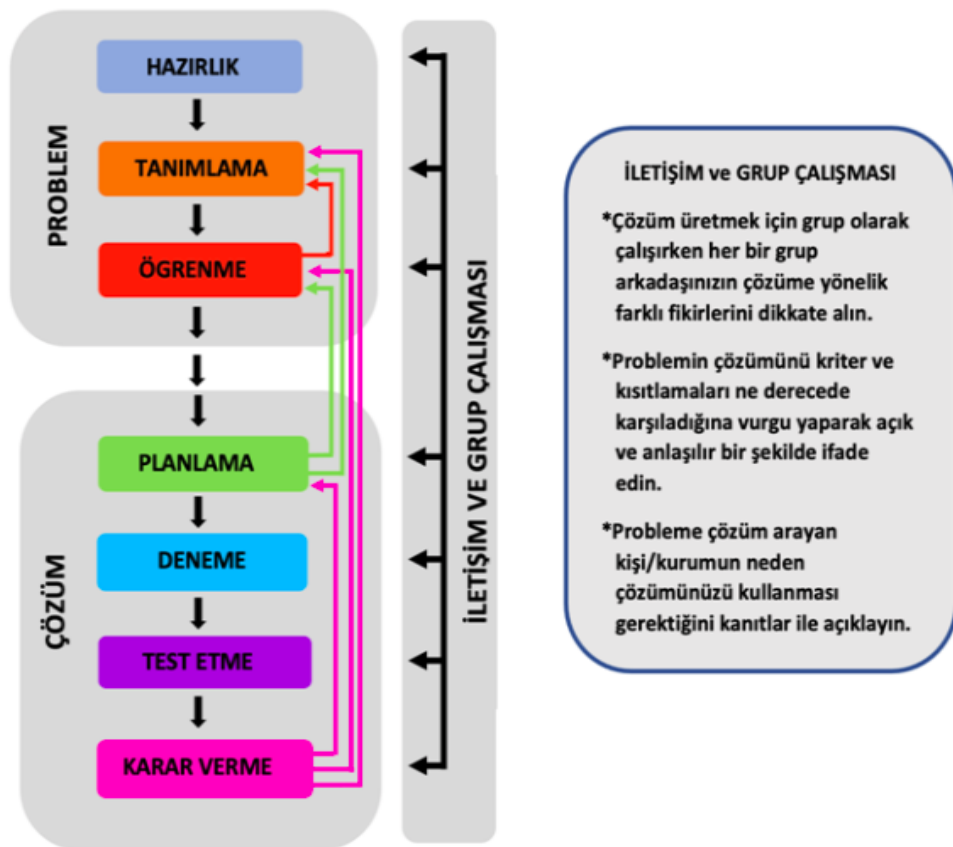


Şekil 1. Mühendislik Tasarım Süreci (Moore, vd., 2014)

Moore, vd. (2014)'nin geliştirdiği MTS altı basamaktan oluşmaktadır. Problem Tanımlama basamağında, öğrenciye ilgi çekici ve motive edici bir bağlam içerisinde gerçek yaşam problemi sunulur. Öğrenme basamağında, öğrenci problemi çözmek için

gerekli olan bilgileri öğrenir. Planlama basamağında, öğrenci öğrendiklerine dayanarak ve problemde sunulan kriter ve kısıtlamalara göre bir çözüm planı geliştirir. Deneme basamağında, öğrenci geliştirdiği plana göre bir prototip oluşturur. Test etme basamağında, geliştirilen prototip test edilir. Karar verme basamağında, öğrenci test ettiği prototipin gerçek yaşam probleminin kriter ve kısıtlamalarına uygun olup olmadığına karar verir. Eğer prototip kriter ve kısıtlamaları karşılıyorsa, problem başarıyla çözülmüş demektir. Eğer kriter ve kısıtlamalar sağlanmıyorsa öğrenci nerede hata yaptığını tespit ederek o basamağa geri dönmeli, hatayı çözerek diğer basamakları tekrar etmelidir.

Yılmaz- Bilir (2021), Moore ve arkadaşlarının (2014) geliştirdiği MTS'yi kullanarak bir matematik ağırlıklı bir STEM eğitimi modülü geliştirmiştir. Modül geliştirme çalışmasında Yılmaz- Bilir (2021), süreç öncesinde grup çalışması, iletişim, Mühendislik Not Defteri (MND) ve MTS gibi kavramların verilmesinin, sürece hazırlık açısından önemli olduğunu belirtmiş ve MTS'ye *hazırlık* basamağı ekleyerek geliştirdiği modülü düzenlemiştir. Yılmaz- Bilir (2021)'in düzenlediği MTS şeması Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Mühendislik Tasarım Süreci (Yılmaz- Bilir, 2021)

Bu çalışmada Moore, vd. (2014)'nin geliştirdiği ve Yılmaz-Bilir (2021)'in düzenlediği mühendislik tasarım süreci kullanılmıştır.

2.1.1.5. STEM Eğitimi Yaklaşımında Öğretmen Eğitimi

Bütünleşik STEM eğitimini gerçekleştirebilme girişimleri öğretmenleri de içerir (Rahman, vd., 2022). Öğretmenlerin STEM eğitimi yaklaşımı ile ders verebilme potansiyelleri, pedagojik alan bilgilerine ve STEM bilgilerine bağlıdır (Aydın-Günbatar, 2020). Öğretmenlerin pedagojik alan bilgilerini artırmak için hizmet içi / hizmet öncesi eğitimlere ve mesleki gelişim aktivitelerine katılmaları, öğrencilerinin de başarılarını, yetkinlik ve becerilerini artırmaktadır (Heller, vd., 2012; Lee, vd., 2008; Wilson, 2013). Bu nedenle gelecek nesilleri yetiştirecek öğretmenlerin eğitimleri, sadece kişiler için değil toplumlar için de önemlidir (Akaygün, 2022).

Öğretmenlerin toplumda üstlendikleri rol ve sorumluluklar nedeniyle son yıllarda araştırmacılar, öğretmenlerin nasıl yetiştirilmeleri gerektiği, hangi model ve öğretim yaklaşımlarının öğretmen eğitiminde önemli olduğunu dikkate almışlardır (Akaygün, 2022). Darling-Hammond (2000), öğretmenlerin problem çözme, keşfetme ve öğrendiklerini günlük hayatta kullanma gibi becerileri öğrencilere kazandırabilmeleri için daha derin alan bilgisine sahip olmaları gerektiğini söylemiştir. Bu şekilde öğretmenlerin sınıf içindeki öğrenci farklılıklarını gözeterek, farklı öğretim yöntem ve teknikleri kullanabilecek, ihtiyaç olan ölçme değerlendirme yaklaşımını uygulayarak, bilgiyi organize edebilecekleri düşünülmektedir (Akaygün, 2022). Öğretmenlerin ihtiyacı olan bilgileri verebilmek için hizmet içi veya hizmet öncesi eğitimlere ihtiyaç vardır (Akaygün, 2022).

Ülkemizde öğretmenler için hizmet öncesi eğitim, lisans programları ile yürütülmektedir. Öğretmenlerin nitelikleri, hizmet öncesi dönemde aldığı konu alan bilgisi, meslek bilgisi ve genel kültür bilgisine bağlı olduğundan (Özkan, vd., 2005), lisans programlarında alan bilgisi derslerinin yanısıra, pedagoji bilgisi ve pedagojik alan bilgisi dersleri de verilmektedir. Çolakoğlu ve Gökben (2017), yaptıkları çalışmada ülkemizdeki 61 eğitim fakültesini incelemiş ve %26'sının STEM eğitimi alanında bir lisans dersi açtıklarını belirtmişlerdir. Lisans düzeyinde verilen STEM eğitimin bir kısmı da mevcut derslerin içerisine STEM eğitimi entegre ederek gerçekleştirilmektedir ve bu derslerin genellikle fen bilgisi öğretmenliği dersleri olduğu tespit edilmiştir (Aydın-Günbatar & Tabar, 2019).

Akarsu, vd. (2020), STEM eğitiminin kuramsal çerçevesini MTS'nin oluşturduğunu belirtirken; Avery ve Reeve (2013), öğretmenlerin STEM eğitimini derslerine entegre edebilmeleri için teknoloji ve mühendislik tasarım konularına hakim olmaları gerektiğini, bunun için de bu konuların dahil edildiği mesleki eğitimler almaları gerektiğini söylemişlerdir. Akaygün (2022), STEM eğitimi içeren bir mesleki eğitimin hem etkili mesleki gelişim programlarının genel özelliklerini, hem de STEM eğitime özgü unsurları içermesi gerektiğini söylemiştir. Nitelikli STEM eğitiminin özellikleri, “2.1.1.2. *STEM Eğitimi Yaklaşımı*” bölümünde anlatılmıştı. Literatürde etkili bir mesleki gelişim programının özellikleri, bakıldığında; *aynı sınıf, bölüm veya okulda toplu katılım* (Desimone, vd., 2002), *aktif öğrenme stratejilerinin kullanımı ve öğretmenlerin aktif katılımı* (Darling-Hammond, 1997), *içeriğin öğretim programına uygunluğu* (Desimone, 2009), *öğretmenlerin uygulama ardından yansıtma yapmaları* (Shifter & Fosnot, 1993) ve *uzun süreli olması* (Banilower, vd., 2007) olarak belirtilmiştir. Bu özellikler doğrultusunda; bu çalışmada STEM eğitimi yaklaşımının doğasında uygun olacak şekilde geliştirilen MTS temelli STEM eğitimi modülü, mesleki gelişim programlarının özellikleri dikkate alınarak (aynı bölümde öğrenim gören aynı sınıf düzeyinde öğretmen adayları ile aktif öğrenme ilkesinin dikkate alındığı etkinlikler içeren, yedinci sınıf öğretim programına uygun hedefler belirlenmiş, eğitim sonrasında öğretmen adaylarına öğrendiklerini uyguladıkları ders planları ve anlatımları yaptırılarak, toplam 63 saatlik bir çalışma yapılarak), öğretmen adaylarının mesleki gelişimlerine yönelik bir eğitim haline getirilmiştir.

2.1.2. MTS Temelli STEM Eğitimi Modülünde Entegre Edilen Konular

2.1.2.1. Açılar

MEB (2018) ilköğretim müfredatına göre öğrencilerin temel geometrik kavramlardan olan açı ile tanışması ilkokul 3. Sınıfta başlar. İlk olarak açı kavramını tanıyan öğrenciler, ileriki sınıflarda açığı oluşturan ışınları tanıma, açıların sınıflandırılması, açı çeşitleri, eş açı ve açıortay kavramlarını tanırlar. İlköğretim sonrasında lise seviyesinde diğer geometri konuları, trigonometri ve fizik konularının öğretiminde açı kavramı önemli bir yer teşkil eder. Ayrıca açılar, günlük hayatta, farklı mühendislik, mimari ve bilim dallarının çalışmalarında kullanılan önemli bir konudur. Açılar konusunun geniş etki alanı ortada iken öğrencilerin bu konuyu öğrenirken çeşitli zorluklar yaşadığı bilinmektedir (Bütüner & Filiz, 2018). 7. sınıf öğrencileri doğular ve

açılar alt öğrenme alanında sebep sonuç ilişkisi kurma, nedenleriyle açıklama, tanıdıkları kavramları ifade etme, sonradan öğrenilen kavramlarla ilişkilendirme ve bilgilerinin transfer edilmesinde güçlükler yaşamaktadırlar (Akuysal, 2007). Özbellek-Gülşen (2003), ilköğretim 6. ve 7. Sınıf öğrencilerinin açı konusundaki kavram yanlışlarını araştırmış ve öğrencilerin; sözel olarak yazılan açı tanımını matematiksel olarak yorumlayamama, doğru açı ve tam açıyı çizememe, açı ve açısız bölge kavramlarının bilmeme, açı kenarı kavramının oluşmaması, komşu açılarda ortak olan ve olmayan kenarları yazamama, bütünler açılarda her zaman komşu olması gerektiğini düşünme yanlışlarına sahip olduklarını tespit etmiştir. Devichi ve Munier (2013), yaptıkları çalışmada öğrencilerin, açılarda ışıklardan oluşmadığını düşündüğü ve bu sebeple kolların uzaması-kısalmasına bağlı olarak açının ölçüsünün sabit kalmayacağı fikrine sahip olduklarını ortaya çıkarmışlardır.

Tüm bu bilgiler ışığında MTS temelli geliştirilen STEM eğitimi modülüne açı konusu ile ilgili kazanımlar dahil edilmiştir.

2.1.2.2. Çizgi Grafiği

Grafikler temsil biçimlerinden biri olup, hem matematik hem de diğer disiplinlerde kullanılan önemli bir konudur (Akar, 2018). Alpan (2008)'a göre grafikler soyut işlemleri, düşünceleri somutlaştırarak, karışık ifadeleri sade bir biçimde ifade edebilirler. Grafikler matematik, fen bilgisi ve sosyal bilimler derslerinde de kullanılması açısından disiplinler arası yönü olan bir konu olmasına rağmen bu konuda öğrencilerin kavram yanlışlarına sahip olduğu görülmüştür (Akar, 2018). Leinhart, vd. (1990), öğrencilerin grafiklerin aralıkları yerine noktalara odaklanma eğiliminde olduklarını ve sürekli grafikleri kesikli olarak okuduklarını tespit etmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin grafikleri yorumlarken güçlük yaşadıkları tespit edilmiştir (Lappan, vd., 1998). Tortop (2011), ilköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin çizgi grafiği konusundaki kavram yanlışlarını araştırmış, yanlışlığa sahip olan öğrencilerin öğretmenleri ile yapılan görüşmede, öğretmenlerinin de yanlış ve sınırlı bilgiye sahip olduklarını tespit etmiştir. Hotmanoğlu (2014), sekizinci sınıf öğrencileri ile yaptığı çalışmasında öğrencilerin grafik çizerken ondalık ve kesirli sayıları göstermekte zorluk yaşadıklarını, başlangıç noktasını belirlemede ve ölçeklendirmede güçlük çektiklerini tespit etmiştir.

Tüm bu bilgiler ışığında MTS temelli geliştirilen STEM eğitimi modülüne çizgi grafiği ile ilgili kazanımlar dahil edilmiştir.

2.1.2.3. Aynalar ve Mercekler

Aynalar ve mercekler konuları yedinci sınıf fen bilgisi müfredatında yer alan önemli bir konudur (MEB, 2018). Fakat alan yazın incelendiğinde bu konu ile ilgili öğrencilerin farklı kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir (Chang, vd., 2007; Anıl, 2010; Taşlıdere & Eryılmaz, 2015; Anıl& Küçüközer, 2017; Mazlum & Yiğit, 2017). Kaewkhong, vd. (2010), yaptıkları çalışmada öğrencilerin küresel aynalar ve düzlem aynada oluşan görüntü özelliklerini karıştırdıklarını tespit etmiştir. Mazlum ve Yiğit (2017), ortaokul öğrencileri ile yaptıkları çalışmada öğrencilerin, yansıma kanunlarının sadece düz yüzeylerde gerçekleşeceğini ve mat yüzeylerde yansıma olmayacağını düşündüklerini tespit etmişlerdir. Ünsal ve Güneş (2003), ortaokul öğrencilerinin görüntünün bütün özelliklerinin cisim ile aynı olduğunu düşünme yanlışına sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Anıl ve Küçüközer (2017), yaptıkları çalışmada ortaokul öğrencilerinin sahip olduğu kavram yanlışlarını, çukur aynada oluşan görüntünün her zaman gerçek olduğunu sanma, sanal görüntünün düz olduğunu ve cisimle aynı boyda olduğunu düşünme, düzlem aynada görüntünün gerçek olduğunu sanma, düz aynada görüntünün ayna önünde oluştuğunu düşünme olarak tespit etmişlerdir.

Tüm bu bilgiler doğrultusunda MTS temelli geliştirilen STEM eğitimi modülüne aynalar ve mercekler ile ilgili kazanımlar dahil edilmiştir.

2.1.2.4. Elektrik Devreleri

Elektrik devreleri, fizik ve fen bilgisi dersinde kavram yanlışlarının araştırıldığı konulardan biridir (Ateş & Polat, 2005). Osborne (1983), elektrik devreleri ile ilgili kavram yanlışlarını; elektrik akımının pilin pozitif kutbundan çıkıp ampulde tüketildiğini sanma; elektrik akımının pilin hem artı hem eksi kutuplarından çıkarak ampulde çakışarak enerji açığa çıkardığını sanma; elektrik akımının pilin bir kutbundan çıkıp geçtiği her devre elemanından sonra azaldığını sanma olarak tespit etmiştir. Shipstone (1985), öğrencilerin seri bağlı devrelerde elektrik akımının her devre elemanında eşit paylaşıldığını düşünme yanlışına sahip olduğunu ifade etmiştir. Engelhardt ve Beichner (2004), devrenin herhangi bir noktasında devre elemanında değişiklik yapılırsa, sadece o elemandan sonraki elemanların etkileneceğini düşünme gibi bir yanlışın olduğunu ifade etmişlerdir.

Elektrik devreleri ile ilgili alan yazında yer alan bu yanılgılara bakılarak, elektrik devreleri konusunun kazanımlarına MTS temelli geliştirilen STEM eğitimi modülünde yer verilmiştir.

2.1.2.5. Oran-Orantı Konusu

Oran, orantı ve orantısız akıl yürütme okul matematiğinin temel konularından birisi olmakla birlikte, öğretmenler için öğretilmesi zor bir konudur (Lamon, 2007; Lobato & Ellis, 2010). Lobato ve Ellis (2010), oranı iki niceliğin çarpımsal ilişkisi olarak tanımlamışlardır. Oranın sembolik gösterimi a:b veya $\frac{a}{b}$ şeklinde olup, a'nın b'ye oranı şeklinde sözel olarak ifade edilir. Orantı ise en az iki oranın eşitliği demektir (Fisher, 1988).

Arıcan (2015), iki tip orantısız ilişkiden bahsetmektedir; doğru orantılı ilişkiler, ters orantılı ilişkiler. Lamon (2007), doğru orantılı bir ilişkinin matematiksel modelinin $y=k \cdot x$ şeklinde olduğunu belirtir. Burada, x ve y doğru orantılı nicelikler, k ise orantı sabitini temsil eder. $y=k \cdot x$ ifadesi $k=\frac{y}{x}$ ifadesini gerektirdiğinden, doğru orantılı niceliklerin oranı sabit bir sayıya (k reel sayısına) eşittir. Ters orantılı bir ilişkinin matematiksel modeli ise $x \cdot y=k$ şeklindedir. Bu ifadede x ile y ters orantılı değişkenler olup, k orantı sabiti olur. Lamon (2007)'a göre orantı sabitini anlamak, orantısız ilişkiyi anlamada önemli bir yer alır.

Eyaletler Ortak Çekirdek Standartları Girişimi (CCSS-I) (2010)'ne göre öğrenciler orantılı ilişkileri anlamalı, analiz edebilmeli ve bunları gerçek yaşam problemlerinde kullanabilmelidir.

2.1.2.5.1. Orantısız Durum İçeren Problemleri Çözme Stratejileri

Orantı öğretiminde gösterilen çabalara rağmen öğretmenlerin bu konuda öğrencilere benzer zorluklar yaşadığı tespit edilmiştir (Arıcan, 2018). Izsák ve Jacobson (2013)'a göre, orantı öğretiminin sorunlarından biri, geleneksel orantı öğretiminin kural ezberlemeye ve ezberci hesaplara vurgu yapmasıdır. Bu nedenle, Fisher (1988), bir orantı problemini çözmek için ders kitaplarında yer alan en yaygın stratejinin içler-dışlar çarpımı stratejisi olduğunu söylemiştir. Stemn (2008), içler-dışlar çarpımının orantı problemlerinin çözümünde etkili olmasına rağmen, nicelikler arasındaki çarpımsal ilişkiyi anlamayı engellediğini ifade etmiştir. Orantılı nicelikler arasındaki çarpımsal ilişkiyi anlamak, içler- dışlar çarpımı kullanmaktan çok daha fazlası olup;

nicelikler arasındaki çarpımsal ilişkiyi anlamayı ve birlikte değişen iki niceliğin oranının sabit olup olmadığını anlamayı gerektirir (Izsák & Jacobson, 2013).

Orantısal bir durum içeren problemi çözmek için bazen basit bir akıl yürütme yeterli iken bazen de karmaşık bir strateji gerekebilir (Van de Walle, vd., 2021). Orantısal durum içeren bir problemi çözmek için en yaygın bilinen strateji, içler-dışlar çarpımı olmasına rağmen çözüm stratejileri içerisinde en soyut, ezbere dayalı ve en az sezgisel olan strateji yine içler-dışlar çarpımıdır (Van de Walle, vd., 2021). Van de Walle, vd. (2021), orantı öğretiminde oran tabloları, çift sayı doğrusu, çubuk-şerit diyagramı gibi çizimler kullanarak veya muhakeme yoluyla orantısal durum içeren problemler çözüldükten sonra, en son tanıtılacak stratejinin içler-dışlar çarpımı stratejisi olması gerektiğini söyler.

Alan yazında hem öğrencilerin hem de öğretmenlerin orantısal durum içeren problemleri çözme stratejilerini inceleyen çalışmalar vardır. Karpulus vd. (1983), ortaokul öğrencilerinin orantısal durum içeren problemleri çözme stratejilerini tespit edebilmek için bir limonata problemi geliştirmiş ve araştırmaları sonucunda 4 farklı strateji tespit etmişlerdir: eksik veya mantıksız strateji (cevapsız, yanlış cevap veya tahmin), niteliksel strateji (daha az, daha fazla, benzer gibi niteliksel karşılaştırma), toplama stratejisi (niceliklerin arasındaki farklara göre karşılaştırma), orantılı strateji (orantısal karşılaştırma). Fisher (1988), ortaöğretim öğretmenlerine iki doğru orantı problemi ve iki ters orantı problemi sormuş ve cevaplarını 9 strateji (5 yanlış, 4 doğru) altında kategorize etmiştir: cevap yok, sezgisel-tahmin, toplamsal, orantı girişimi, diğer yanlış stratejiler, orantı formülü üretme, orantısal akıl yürütme, cebirsel denklem, diğer doğru stratejiler.

Lamon (1993), altıncı sınıf öğrencilerine 40 oran-orantı problemi sormuş ve öğrenci cevaplarını 6 strateji altında tanımlamıştır: kaçınma, görsel ve eklemeli, örüntü oluşturma, sezgisel orantısal akıl yürütme stratejileri, niteliksel orantısal akıl yürütme stratejileri, niceliksel orantısal akıl yürütme stratejileri.

Lamon (2007), ortaokul öğrencilerinin orantısal akıl yürütme stratejilerini incelediği başka bir çalışmada bir pizza problemi geliştirmiş ve önceki çalışmalarında belirlediği stratejilere ek olarak iki strateji daha belirlemiştir: çift sayma ve birleştirme. Arıcan (2015), bir öğrencinin orantısal durum içeren problemleri çözerken eklemeli strateji kullandığını söylemiştir.

Tourniaire (1986), yaptığı çalışmada öğrencilerin orantısal durum içeren problemleri çözerken tekrar eden toplama yaptığını belirtmiştir. Hart (1981)'a göre

öğrenciler çoğu zaman kesirlerle çarpma işlemi yapmaktan kaçınma için tekrarlı toplama stratejisine başvurmaktadırlar. Vergnaud (1981), orantısız durum içeren problemleri çözme için aynı ölçme biriminden nitelikleri karşılaştırılmasına “içinde strateji”, farklı ölçme biriminden niteliklerin karşılaştırılmasına “arasında strateji” olarak tanımlamıştır. Doğan ve Çetin (2009), öğrencilerin kavram yanılgılarını araştırmak için yaptıkları çalışmada, orantısız durum içeren problemlerin çözümünde öğrencilerin, “doğru orantı var ise çapraz çarpım, ters orantı var ise düz çarpım” şeklinde ezber dayalı çözüm yaptıklarını söylemişlerdir.

Arıcan (2018) öğretmen adaylarına gerçek yaşam problemleri sunarak, orantısız durum içeren problemleri çözme stratejilerini incelediği çalışmasında; öğretmen adaylarının, orantı tablosu, içler-dışlar çarpımı, birim oran, çift sayı doğrusu, çubuk-şerit diyagramı, cebir stratejisi, görselleştirme stratejilerine başvurduklarını, az da olsa öğretmen adaylarının bazılarının birim dönüştürme ve çift sayma stratejilerine başvurduklarını tespit etmiştir. Arıcan (2018), öğretmen adaylarının orantısız durum içeren problemlerin çözümünde en çok orantı tablosu stratejisini kullandıklarını ifade ederken, orantı tablosu stratejisinin nicelikler arasındaki ilişkiyi anlamayı kolaylaştırdığını belirtmiştir. Orantı tablosu ile birlikte en sık kullanılan diğer strateji, içler-dışlar çarpımı ve düz çarpım olmuştur. Fakat içler-dışlar çarpımı ve düz çarpım kullanarak çözüm yapan öğrencilerin doğru orantılı ve ters orantılı ilişkileri karıştırdığını ifade etmiştir. Orantı formüllerini kullanan öğretmen adaylarının orantısız ilişkileri tespit ederken, iyi gelişmiş stratejilere sahip olmayabileceklerini belirtmiştir. Ayrıca somut materyallerle desteklenen görevlerde, öğretmen adaylarının rahatlıkla orantısız ilişkileri tespit edebildiğini tespit etmiştir. Bileşik orantı problemlerinde ise öğretmen adayları ezber dayalı içler-dışlar çarpımı veya düz çarpım stratejilerini kullanmak yerine orantısız akıl yürütme becerilerini kullanarak, niceliklerden hangisinin doğru hangisinin ters orantılı olduğunu tespit etmeye çalıştıklarını belirtmiştir.

Bu çalışma için geliştirilen modülde, Van de Walle vd. (2021)'nin orantısız durum içeren problemleri çözme stratejisi olarak belirttiği; birim oran, artış/azalış stratejisi, orantı tablosu, çubuk-şerit diyagramları, çift sayı doğrusu, orantı grafikleri, parça-parça ve parça-bütün stratejileri desteklenecek şekilde öğrenme etkinlikleri geliştirilmiş; modül uygulaması öncesi ve sonrasında öğretmen adaylarının çözüm stratejilerini kullanma durumları arasındaki fark incelenmiştir.

2.1.2.5.2. Oran-Orantı Konusu ile İlgili Yanlış ve Güçlükler

Oran ve orantının konusunun öğreniminde ve öğretiminde karşılaşıla önemli bir sorun; öğrencilerin ve öğretmen adaylarının orantılı olmayan ilişkileri orantılı olarak düşünme ve bu problemleri çözerken orantılı çözüm stratejileri kullanmaya eğilimli olmalıdır (Fisher, 1988; Izsák & Jacobson, 2013; Lim, 2009; Modestou & Gagatsis, 2007; Riley, 2010; Van Dooren, vd., 2007). Siemon, vd. (2005) öğrencilerin yanlış eğilimlerinin temel nedeninin toplamsal akıl yürütmeden çarpımsal akıl yürütmeye geçiş olduğunu iddia ederken; De Bock vd. (1998) öğrencilerin yanlış eğilimleri için okullarda orantı öğretiminde kullanılan yüzeysel akıl yürütme ve ezbere dayalı stratejileri suçlamışlardır.

Doğan ve Çetin (2009), yedinci ve dokuzuncu sınıf öğrencilerinin doğru ve ters orantı konusundaki kavram yanlışlarını incelemiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin iki çokluktan biri artarken diğeri de artıyorsa doğru orantılı, iki çokluktan biri artarken diğeri azalıyorsa veya tam tersi söz konusu ise çoklukların ters orantılı olduğu şeklinde yanlışya düştüklerini söylemişlerdir. Öğrenciler oranları sabit iki çokluğun doğru orantılı olduğunu, çarpımları sabit iki çokluğun ters orantılı olduğuna dair akıl yürütmekte güçlük çekmektedir.

Kurdal (2016), çalışmasında öğrencilerin kavram yanlışlarını kavramsal ve ilişkisel hatalar olmak üzere iki başlıkta incelemiştir. Kavramsal hatalar, öğrencilerin konunun esas kavram öğretimindeki eksiklikten kaynaklanan hatalar olmak üzere; dereceleri aralıklara bölmek, görsel yanlış, alan yanlış, kesirlerin sözlü ifadesinde yanlışlık yapmak, nokta-aralık ikilemi, yüzde mantığının olmayışı olarak tespit edilmiştir. İlişkisel hatalar ise orantı konusunun başka bir konu ile ilişkilendirilememesinden kaynaklanan hatalar olup; grafik ve yüzdeler arasında ilişki kuramama, birimler arasındaki ilişki teker teker inceleme, orantı ile kesir arasında ilişki kuramama, sıralama kuramama şeklinde belirlenmiştir.

Kaplan, İşleyen ve Öztürk (2011), altıncı sınıf öğrencilerinin orantı konusundaki kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak için teşhis testi uygulamış ve öğrencilerin geçmiş öğrenmelerden dolayı zorluk yaşadıkları, oran ile kesir arasındaki ilişkiyi anlayamadıkları için oranı gerçek miktar olarak düşündüklerini ortaya çıkarmıştır.

Tunç (2016), yaptığı çalışmada öğretmen adaylarının oran kavramını bölme işlemi olarak tanımladıklarını, oran ile orantı kavramı arasındaki farkı açıklayamadıklarını, orantısız durum içeren problemleri toplamsal strateji ile çözmeye

çalıştıklarını, oran ile kesir kavramı arasında ilişki kuramadıklarını ve orantı kurarken içinde oranlar kurmaktan kaçındıklarını, orantısız durumların tablo, grafik ve cebirsel gösterimleri ile ilişki kurarken zorlandıklarını belirlemiştir. Boyacı (2019), öğretmen adaylarının orantısız akıl yürütme becerilerini incelediği çalışmasında, orantı kavramını ifade ederken hatalı dil kullandıklarını, orantısız durum içeren (doğru ve ters orantılı durumların tamamı) ve içermeyen problemlerin hepsinin çözümünde aşırı genelleme yaparak çarpaz çarpım stratejisi kullandıklarını ortaya çıkarmıştır.

Van de Walle, vd. (2021) öğrencilerin orantı konusunda yaşadıkları güçlükler yaşadıklarını ifade ederek, ders içerisinde biçimlendirici değerlendirme formları ile bu güçlüklerin tespit edilip, giderilebileceğini ifade etmiştir. Van de Walle, vd. (2021)'nin dikkat çektiği güçlüklerden birisi; orantısız olmayan ilişkileri (toplamsal ilişki veya sabit bir durum) orantısız olarak değerlendirerek, orantısız çözüm stratejileri ile çözmeye çalışmak olduğunu söylemiştir. Bu yanılgıyı giderebilmek için orantısız olmayan farklı durumlar içeren problemler öğrenciye verilerek, farklı durumları anlamaları için yönlendirilebilirler. Rathouz, vd. (2014), öğrencilerde karşılaşılan bir diğer yanılının, toplamsal ve çarpımsal ilişkilerde karışıklığa neden olacak şekilde ifade kullanma olduğunu söylemişlerdir. Örneğin; orantısız bir ilişkiyi ifade ederken; “dört katı uzunluğunda” değil “dört kat daha fazla” şeklinde söyleyebilir. Orantı konusu ile ilgili diğer bir güçlük, orantı grafiklerinin çizme ve yorumlama ile ilgilidir (Kastberg, vd., 2014). Öğrenciler, iki ölçüm için hangi eksenin kullanılacağına karar veremezler veya verilen orantı grafiğini yorumlarken doğru yorumlayamazlar.

Bu araştırma için geliştirilen modülde, oran-orantı konusunda yer alan kavramların tanımlarındaki eksiklik ve karışıklıkları gidermek için doğru tanımların keşfettirildiği ve genellikle karıştırılan tanımların karşılaştırıldığı etkinlikler tasarlanmıştır. Ayrıca orantılı durumları, orantılı olmayan durumlardan ayırma için biçimlendirici değerlendirme formuyla desteklenen bir etkinlik geliştirilmiştir. Bunlarla birlikte hem orantı hem çizgi grafiği derslerinde orantı grafiklerini çizme ve yorumlama etkinlikleri yapılmıştır. Ayrıca öğretmen adayları ile durumları doğru şekilde ifade etme üzerinde durulmuştur. Tüm modül süreci öncesinde ve sonrasında, öğretmen adaylarının orantı konusunda sahip oldukları yanılğı ve güçlüklerin değişimleri incelenmiştir.

2.1.2.5.3. Orantı Konusundaki Pedagojik Alan Bilgisi

Pedagojik alan bilgisi terimi ilk defa Shulman'ın 1986 yılındaki çalışmasında kullanılmıştır. Shulman (1986)'ya göre öğretmen bilgileri, alan bilgisi, pedagojik alan bilgisi ve öğretim programı bilgileri olmak üzere üç kategoride ele alınabilmektedir. Alan bilgisi öğretmenin zihninde bulunan konuya ilişkin bilgidir. Pedagojik alan bilgisi öğretmenlerin uzmanlık alanına özgü, profesyonel anlayışlarının özel bir şekli olarak alan ve pedagojinin karışımıdır.

Pedagojik alan bilgisi; öğretim stratejileri bilgisi ve öğrencileri anlama bilgisi alt bileşenlerinden oluşmaktadır (Shulman, 1987). Shulman'dan sonra birçok araştırmacı pedagojik alan bilgisi üzerine çalışmalar gerçekleştirmiştir ve bu terimin kapsamı genişlemiştir. Örneğin Marks (1990) PAB'ı; öğretimin amacına uygun alan bilgisi, bireylerin alanı anlamlandırmalarına özgü bilgi, alan öğretimi yapılırken kullanılan materyalin bilgisi ve alana uygun öğretim sürecinin bilgisi olarak dört kategoride ele almıştır. Tamir (1988)'in PAB modelinde ise pedagojik alan bilgisi dört alt başlıktan oluşmaktadır. Bunlar; öğretim strateji bilgisi, öğrencileri anlama bilgisi, ölçme bilgisi ve program bilgisidir.

Shulman (1986)'a göre, pedagojik alan bilgisi, konuyu başkaları tarafından anlaşılır kılmak için konunun en iyi nasıl temsil ve formüle edileceğine ilişkin bilgileri, farklı yaş ve geçmişlerden öğrencilerin önceki öğrenmelerinden kaynaklı yanılgıları varsa nasıl tespit edileceğine ve bu yanılgıların nasıl giderileceğine dair bilgileri içerir. Buna ek olarak pedagojik alan bilgisi, müfredat bilgisi, hangi sınıfta hangi kazanımın hedeflendiği, hedeflenen kazanımlar için gerekli hazırbulunuşluk kazanımlarının neler olduğu, hedef kazanımı keşfettirmek için kullanılacak etkinliği tasarlama bilgisini, hangi materyalin hedef kazanıma uygun olduğu bilgisini de içerir.

Öğretmen adaylarına verilen mesleki gelişim eğitimlerinin, etkili olarak bilgilerine (pedagojik alan bilgilerine) yansımaları için gerçek sınıf ortamı ile bağlantılı gerçekleştirilmesi gerekir (Ball & Cohen, 1999). Hillen (2005), ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının orantı konusundaki sınıf uygulamalarını incelemek için bir çalışma yapmıştır. Öğretmen adaylarına uygulama temelli yöntemler dersi içerisinde uygulamalı ders anlatımı yaptırmış, daha sonra ders anlatımı diğer öğretmen adayları tarafından değerlendirilmiş ve değerlendirme sonrası yeniden ders anlatımı yapmalarını istenmiştir. Öğretmen adaylarının ilk ders anlatımına göre, orantılı ve orantısız

durumları tespit edebilme yetenekleri artarken, orantılı durumları farklı çözüm stratejileri ile çözebilmişlerdir.

Bu araştırma için geliştirilen modül, katılımcıların pedagojik alan bilgilerini geliştirecek etkinlikler ile desteklenmiştir. Modül içerisinde yer alan orantılı durum içeren problemleri çözüme stratejileri katılımcılara kazandırıldıktan sonra, bu stratejilerin ders anlatımında neden önemli olduğu tartışılmıştır. Orantı konusunda sık karşılaşılan yanlışları giderme amacıyla gerçekleştirilen etkinliklerin sonunda, katılımcılardan etkinlikleri değerlendirmeleri ve hangi yanlışlığı gidermek için nasıl stratejiler kullanıldığının analiz edilmesi istenmiştir. Her ders sonunda “Öğretmen Olarak Değerlendiriyorum” formları ile ders içindeki etkinliklerin hangi kazanımları keşfettirmeye yönelik olduğu sorularak, öğretmen adaylarının kazanım bilgilerini artırmak hedeflenmiştir. Bununla birlikte ders içi etkinliklerin yapılandırmacı yaklaşıma uygun olarak tasarlanıp tasarlanmadığı sorulmuş ve neden yapılandırmacı olduğunu açıklamaları istenmiştir. Bu sorularla ders içerisine yerleştirilen tüm yapılandırmacı öğelere dair farkındalık kazandırılmak amaçlanmıştır. Her ders başında hazırbulunuşluk için gerekli kazanımları hatırlatma amacıyla etkinlikler gerçekleştirilmiş ve bu etkinliklerin neden gerekli olduğuna dair sınıf içi tartışmalar yapılmıştır. Ders öncesinde gerekli kazanımları hatırlatmanın önemi konuşularak bu konuda farkındalık kazandırılmıştır. Tüm modül süreci öncesi ve sonrasında, öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgilerindeki değişim incelenmiştir.

2.2. İlgili Araştırmalar

2.2.1. STEM Eğitim Yaklaşımı ile İlgili Araştırmalar

STEM Eğitimi ve Mesleki Gelişim ile İlgili Araştırmalar

Hasim, vd. (2022), STEM mesleki gelişim etkinliklerinin, öğretmenlerin bilgi ve öğretim yöntemlerini nasıl etkilediği hakkında bir sistematik tarama çalışması yapmışlardır. 2017 ve 2021 yılları arasında Scopus, Web of Science ve EBSCOhost veri tabanlarında yer alan STEM mesleki gelişim programları ile ilgili yapılmış deneysel çalışmalar, içeriğindeki etkinlikler ve etkileri açısından incelenmiştir. Çalışma sonucunda, STEM mesleki gelişim programlarının genellikle Mühendislik Tasarım Süreci üzerine temellendirildiği tespit edilirken; bu programların öğretmenlerin pedagojik alan bilgileri üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu ifade edilmiştir.

Christian vd. (2021), 200 saatlik bir mesleki gelişim programının parçası olarak orta öğretim STEM öğretmenleri için bir mühendislik eğitimi çalıştayına katılımın etkilerini araştırmışlardır. Çalıştay, disipline özel öğretimde elektrik mühendisliği ve biyoteknoloji tasarım uygulamalarının yerine getirilmesinin yanı sıra öğretmenleri mühendislik alanları arasında ayırım yapma ve kariyer yolları konusunda tavsiyelerde bulunma konusunda eğitmeye odaklı yapılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre çalıştay, öğretmenlerin mühendislik pedagojisine olan güvenlerinin yanı sıra mühendislik kariyerleri ve mühendislik için üniversite öncesi hazırlık bilgilerini önemli ölçüde artırdığını göstermiştir. Öğretmenler, özellikle bilim ve mühendislik uygulamalarını kendi disiplinlerinin içerikleriyle bütünleştirirken, mühendisliğin öğrencilerin eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmede güçlü bir araç olduğunu dile getirmişlerdir.

Mangiante ve Gabriele-Black (2020), “İlköğretim Öğretmenlerinin STEM'deki ‘E’ye Yönelik Toplu Sorgulamalarının Desteklenmesi” adlı çalışmalarında, öğretmenlerin STEM mühendislik disiplinini anlamalarını ve uygulamalarını geliştirmek için bir mesleki gelişim yaklaşımını incelemişlerdir. Sonuçlar, öğretmenlerin öğrencilerin mühendislerin çalışmaları, belirli bir mühendislik birimi için disiplin dili, bir tasarımın işlemsel mekanizması ve mühendislik epistemik uygulamaları hakkındaki anlayışlarını ve kavram yanılgılarını fark ettiklerini göstermiştir.

Ong vd. (2020), 78 fen bilgisi öğretmeni ve öğretmen adayı arasında, mesleki gelişim programının STEM temelli Sorgulamalı Öğrenme Modelinin öğrenimini güçlendirmede STEM tabanlı 5E Sorgulamalı Öğrenme Modeli kullanımına yönelik etkinliğini belirlemeyi amaçlamıştır. Sonuç olarak STEM tabanlı 5E Sorgulamalı Öğrenme Modeli ile ilgili mesleki gelişim programı, Çin genelindeki illerden seçilen 78 hizmet öncesi ve hizmet içi fen öğretmeninden oluşan katılımcıların pedagojik becerilerini olumlu ve önemli ölçüde etkilediği tespit edilmiştir.

Dyehouse vd. (2019), bir K-12 öğretmen mesleki gelişim programı için yeni bir yaklaşımın tasarım ilkeleri ve uygulaması geliştirmişlerdir. Çalışmada mühendislik eğitimi öğretmenin mesleki gelişimi için bir çerçeve sağlamak ve öğretmenlerin entegre STEM öğretim stratejileri ile ilgili bilgileri ve uygulamadaki rahatlıkları dahil olmak üzere programa ilişkin deneyimleri incelenmiştir. Ön-son anket sonuçları, çalıştaydan yüksek düzeyde memnuniyet ve bütünleşik STEM bilgi düzeyi ve uygulama konforunda önemli kazanımlar olduğunu göstermektedir. Müfredat uygulamasının önündeki potansiyel engeller arasında ise 3D yazıcı ve zaman eksikliği gösterilmiştir.

Johnston vd. (2019) “Bir ortaokul hayat bilgisi öğretmeni, mühendislik tasarımı tabanlı bir STEM entegrasyon ünitesi sırasında mühendislik konuşmasını nasıl kullanır?” sorusuna yanıt aradıkları çalışmalarında, öğrencileri üç yıllık bir mesleki gelişim programı boyunca fen ve mühendislik alanında yüksek düzeyde öğrenme sergileyen bir öğretmenin konuşmalarını incelemiştir. Öğretmen ders boyunca mühendislik tasarım süreci ile müfredatı desteklemiş ve öğrencilere bir mühendis gibi davranmıştır. Sonuç olarak öğretmenin konuşmalarının ünitenin fen ve matematik içeriğiyle mühendisliğin bütünleştirilmesine yardımcı olduğu görülmüştür.

Li vd. (2019), K-12 okulları için öğretmen kapasitelerini geliştirmeyi amaçlayan bir mesleki gelişim modelinin etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada bu modelin öğretmenlerin bilgi işlemsel düşünme (computational thinking) ile ilgili içerikleri ve pedagojik bilgileri öğrenmeleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Ön ve son test analizi, bu modelin, öğretmenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini öğrenmelerine katkı sağladığını gösterdi. Öğretmenlerin düzenlediği ders planları incelendiğinde ise öğretmenlerin ders planlarında öğrenci aktif, çok disiplinli bir yaklaşım benimsedikleri görülmüş ve “öğretmenlerin kendilerine öğretildiği gibi öğrettikleri” düşüncesi desteklenmiştir. Öğretmenler mesleki gelişim programında gördükleri gibi disiplinleri ilişkilendirmiş ve öğrenen aktif bir öğretim gerçekleştirmişlerdir.

Williams vd. (2019), üç yıllık bir çalışmada, lise biyoloji ve teknoloji eğitimi sınıflarında mühendislik fikirleri ve pratiklerini uygularken öğretmen pedagojik becerilerini güçlendirmede INSPIRES müfredatı (hemodiyaliz eğitimi ile ilgili bir müfredat) ve mesleki gelişim eğitiminin rolünü araştırmışlardır. Sonuç olarak tasarım temelli pedagojideki artış ve gelişim, hem mühendislik açısından zengin INSPIRES derslerinde hem de yeni becerilerin transferini vurgulayan ve öğretmenler tarafından geliştirilen sonraki derslerde belirgin olarak gözlemlenmiştir.

Havice vd. (2018)'nin çalışmasında, 11 yıl boyunca Bütünleştirici STEM Eğitim Enstitüsü eğitimlerine katılan Güney Carolina'dan 475 öğretmen ve yönetici, sınıflarında kullanmak üzere bütünleştirici STEM eğitimi etkinlikleri oluşturmak ve uygulamak için bilgi ve beceriler geliştirmişlerdir. Katılımcılar, öğrencilerin müfredatlar arası becerileri geliştirmek için gruplar halinde çalışmasına yardımcı olan problem tabanlı ve proje tabanlı öğrenmeyi nasıl birleştireceklerini öğrendiler. Enstitünün kısa ve uzun vadeli etkinlikleri değerlendirilmiş ve Enstitü'nün öğrenme hedeflerine ilişkin öz yeterlilikte istatistiksel olarak anlamlı bir artışa yol açtığını bulmuşlardır. Ayrıca önemli sayıda Enstitü mezununun kendi sınıflarında bütünleştirici

STEM eğitimini uygulamak ve okullarında sürdürülebilir bütünleştirici STEM eğitim programları oluşturmak için Enstitü deneyimlerinden yarar gördükleri anlaşılmıştır.

Aldahmash vd. (2017), Suudi Arabistan'taki fen ve matematik öğretmenlerinin STEM'i öğretime entegre etmeye yönelik tutumlarını analiz etmişlerdir. Söz konusu çalışmada 48 Suudi Arabistanlı fen ve matematik öğretmeni "STEM'i sınıflarımızda uygulamak" adlı 6 günlük bir programa alınmışlardır. Tüm öğretmenler program öncesinde ve sonrasında testlere tabi tutulmuşlardır. Birincil veri kaynağı, Çalışma ve Toplum Araştırma Enstitüsü (2017) tarafından geliştirilen "Öğretmenlerin Entegre STEM Öğretimine Yönelik Tutumları Aracı" olmuştur. Sonuç olarak Suudi Arabistanlı fen ve matematik öğretmenlerinin entegre STEM üzerine mesleki gelişim programına katılımlarından dolayı zorluk algılarının azaldığı ve öğretmenlerin STEM mesleki gelişim programına katılımlarının ardından öz yeterliliklerinin arttığı görülmüştür. Bununla birlikte, öğretmenlerin 6 günlük mesleki gelişim programına katılımlarından dolayı bütünlük STEM öğretimiyle ilgili kaygıları konusunda veya bütünlük STEM'den keyif almalarıyla ilgili olumlu bir etki bulunamamıştır.

Baker ve Galanti'nin (2017) araştırmasında, bir banliyö okulunda K-6 matematik sınıflarında STEM'i entegre etmek amaçlı profesyonel bir gelişim çerçevesi geliştirmek adına okul-üniversite işbirliğinin önemi vurgulanmıştır. STEM entegrasyonu içindeki matematik, genellikle fen sınıflarında, teknoloji laboratuvarlarında veya okul dışı programlarda hesaplamalar veya veri temsilleri olarak tanımlandığından, matematik öğretmenleri ve koçları için STEM entegrasyonunun makul ve gerçekçi bir kavramsallaştırmasını geliştirmek özellikle zor olabilir. Bu nedenle araştırmacılar sekiz matematik öğretmeni ve koçla çalıştı. Çalışmada tasarım tabanlı uygulama araştırması (design-based implementation research) kullanılarak erişilebilir bir STEM entegrasyonu vizyonu oluşturulmaya çalışıldı. Sonuç olarak mesleki gelişim tasarımının günlük olarak uyarlanmasının, katılımcıların STEM entegrasyonunu tasavvur etmelerini desteklediğini göstermiştir. Katılımcılar, sınıf düzeyindeki standartların öğretim gerçeklerinde ve standartlaştırılmış test hazırlığında önemli bir temel oluşturan K-6 STEM entegrasyonu için bir araç olarak MEA'ları kullanmaya hazır olduklarını bildirdiler.

Estapa vd. (2017) çalışmalarında, sınıf öğretmeni, öğretmenlik öğrencisi ve mühendislik öğrencisinden oluşan üçlülerin, STEM kavramlarını bir ilköğretim sınıfına entegre etmek için bir mühendislik tasarım zorluğu bağlamını ne ölçüde kullanabildiğini anlamaya çalıştılar. Araştırmacılar bir içerik analizi yaklaşımı kullanarak STEM

entegrasyonunu öğrenmenin dört aşamasında analiz ettiler: mesleki gelişim atölyesi, ders planı, sınıf uygulaması ve ders sonrası yansıma. Sonuçta, üçlü grupların STEM kavramlarının entegrasyonunu kavramsallaştırma yeteneği ve aynı zamanda STEM kavramlarının yürürlüğe girme aşamaları boyunca entegrasyonunu sürdürme zorluğu yaşadıkları tespit edilmiştir.

Rich ve ark (2017), sınıf öğretmenlerinin bilgisayar ve mühendislik öğretimine yönelik öz yeterliklerini ve inançlarını daha iyi anlamak adına bir çalışma yaptı. ABD merkezli bir ilkokulun tüm öğretmenleri, bilgisayar ve mühendislik alanında bir yıl süren haftalık mesleki gelişim eğitimlerine katıldı. Araştırmacılar, öğretmenlerin bilgisayar ve mühendisliğin entegrasyonuna yönelik öz yeterliliklerini ve inançlarını değerlendirmek için tasarlanmış bir anket aracılığıyla nicel veriler topladı ve yanıtları aynı şehirdeki demografik olarak benzer bir okulla karşılaştırdı. Araştırmacılar, iki okul arasında, bilgisayar ve mühendisliğe yönelik öz yeterlilik ve inançların mesleki gelişim eğitiminden etkilendiğini buldular.

Shernoff vd. (2017), ortaokul ve lise müfredatı ve öğretiminin Yeni Nesil Bilim Standartlarına uyumlu hale getirilmesine ilişkin bir öğretmen mesleki gelişim modelinin öğretmen katılımcıların gelişimi üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. Sonuçlara bakıldığında tüm öğretmenler mesleki gelişim programından önce Yeni Nesil Bilim Standartları müfredatı yazma konusunda göreceli olarak acemiyken, görüşülen öğretmenlerin çoğu yaz akademisini takiben “başarılı bir acemi” statüsüne ulaştıklarını hissettiler. Öğretmenler, uygulanan modelinin fen bilgisi öğretmenleri olarak gelişimlerine yardımcı olduğuna inandıklarını belirttiler. Çoğu öğretmen, Yeni Nesil Bilim Standartları ve mesleki gelişim programı hakkında temel bir anlayış ve kavramsallaştırma elde etmiş olsa da, bu anlayışı müfredat hazırlarken uygulama becerileri farklılık göstermiştir.

Howe vd. (2015), çalışmalarında Kesirler, Oranlar ve Orantılar başlıklı epiSTEMe (“Effecting Principled Improvement in STEM education”, STEM Eğitiminde İlkeli İyileştirmeyi Etkilemek) matematik modülünün geliştirilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesi hakkındaki sonuçlarını rapor etmiştir. Modül, erken ortaöğretim müfredatıyla ilgili rasyonel sayı ve orantısal akıl yürütme özelliklerini kapsamaktaydı. EpiSTEMe materyallerini kullanan öğrenciler, öğretme ve öğrenme deneyimleri hakkında olumlu görüşlere sahipken, konuya hakim olma konusunda kontrol öğrencilerine göre önemli ölçüde daha fazla ilerleme kaydetmiştir.

STEM Eğitimi ve Orantı Konusu ile İlgili Çalışmalar

Gündoğdu ve Tunç (2022) orantılı ve orantısız ilişkileri içeren STEM etkinliklerinin uygulanmasından önce ve sonra yedinci sınıf öğrencilerinin orantılı akıl yürütme becerilerini incelemiştir. Genel olarak, çalışmanın sonuçları oran ve orantı kavramlarını öğretmek için kullanılan STEM etkinliklerinin öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişimine katkı sağladığını ortaya koymuştur.

Berk'in 2020 tarihli doktora tezinde, gerçek yaşam problemleri bağlamında geliştirilen, Dinamik Matematik Öğrenme Nesnesi (DMÖN) destekli STEM uygulamalarıyla desteklenen matematik derslerinin öğrencilerin oran-orantı ve yüzdeler konusundaki başarılarına, STEM'e yönelik tutumlarına ve bilgisayarca düşünme becerilerine etkilerini incelemek ve çalışmaya yönelik öğrenci görüşlerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Sonuç olarak DMÖN destekli STEM uygulamalarının başarıyı pozitif yönde etkilediği ve daha anlamlı öğrenme sağladığı öne sürülmüştür. Bu nedenle matematik alanında STEM temelli uygulamalara ve bilgisayar teknolojilerine yer verilmesinin STEM'e yönelik tutuma, bilgisayarca düşünme becerisine ve öğrenmeye katkı sağladığı savunulmuştur.

"STEM Temelli Fenomen Öğrenme, Öğrencilerin Orantılı Akıl Yürütmesini Geliştirebilir mi?" başlıklı makalelerinde Suryadi vd. (2020), STEM temelli fenomen öğrenmenin öğrencilerin orantısal akıl yürütmeleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada 2019/2020 eğitim öğretim yılında Endonezya'nın Doğu Java Eyaletindeki 25 lise öğrencisi ile çalışılmıştır. Veriler, STEM temelli fenomen öğrenmenin öğrencilerin orantılı akıl yürütmeleri üzerindeki etkisini bulmak için yazılı testler (ön test ve son test) ve görüşmeler yoluyla toplanmıştır. Sonuç olarak, STEM temelli fenomen öğrenmenin öğrencilerin orantılı düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir artışa yol açmadığını göstermiştir. Özellikle nitel analizde, öğrencilerin değişmekte olan sadece bir değişkenin oranına odaklandığını ve diğer değişkenlerdeki değişikliklere dikkat etmediği görülmüştür.

Torralba (2019), Maker tabanlı etkinliklere katılımın öğrencilerin sınıf düzeyinde orantılı akıl yürütme (proportional reasoning) durum standartlarını anlamalarını nasıl etkilediğini araştırmıştır. Bu pilot uygulamada, sömestr boyunca devam eden Maker tabanlı bütünleştirici bir STEAM kursu olan iTEAMS'e otuz öğrenci kaydolmuş ve öğrencilerin üç projeyi tamamlaması istenmiştir. Geometrik Hareketli Sanat (Geometrik Moving Art) projesinden eserler, nihai ürünler ve sözlü sunular toplanarak öğrencilerin orantılı akıl yürütme standartları, uygulamaları ve proje sonunda

gösterilen yeterlilik düzeyleri açısından incelenmiştir. Sonuç olarak ön ve son değerlendirmelerde ortalama puanlarda önemli bir artış görülmesi de, öğrencilerin nihai ürünleri ve sözlü sunumları aracılığıyla orantılı akıl yürütme standartlarının yeterli düzeyde arttığı anlaşılmıştır.

STEM Eğitimi Modülü Geliştirme Çalışmaları

Yılmaz-Bilir (2021), alan yazında yer alan STEM eğitim modüllerinin genellikle fen bilgisi konuları ağırlıklı olması nedeniyle, matematik ağırlıklı bir STEM eğitimi modülü geliştirmiştir. Alan yazında öğrencilerin güçlük yaşadığı matematik ve fen konularını tespit ederek; oran-orantı, alan ölçümü ve madde-ısı konularının öğretimi için matematik ağırlıklı STEM modülü geliştirmiştir. Geliştirilen modül ve daha sonraki oluşturulacak modüllerin niteliğini değerlendirebilmek amacıyla bir STEM değerlendirme formu oluşturmuştur. Oluşturan STEM değerlendirme formu ile uzmanlar tarafından değerlendirilen modülün nitelikli bir STEM modülünün özelliklerini taşıdığı tespit edilmiştir.

Silk, vd. (2020), öğrencilerin orantısız akıl yürütme becerilerini destekleyecek şekilde bir STEM eğitim modülü geliştirmişlerdir. Öğrencilerden senkronize hareket etmelerini istedikleri robotlar geliştirmelerini istenmiş ve öğrenciler bu hareketi sağlayana kadar tekrarlı denemeler yapmışlardır. Modül sürecinin matematik eğitimi konusunda etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Kasim ve Ahmad (2018), fen bilgisi merkezli STEM eğitim modülü geliştirmiş ve modülün geçerlik ve güvenilirliğini incelemiştir. Çalışma sonucunda geliştirilen modülün, fen bilgisi sınıflarında öğrenmeyi desteklemek için etkili bir araç olacağı belirtilmiştir.

Özdemir (2018), durumlu öğrenme çerçevesinden yararlanarak matematik ağırlıklı STEM eğitim modülü ve ders planları geliştirmiştir. Öğrencilerin STEM disiplinlerine yönelik algıları ve matematik başarıları incelenmiştir. Uygulama sonucunda deney grubu lehine anlamlı farklılık oluşmuştur.

Pekmez, vd. (2018), beş aşamadan oluşan bir mühendislik tasarım sürecini temel olarak fen bilgisi ve teknoloji tasarım derslerinin entegre edildiği bir öğretim modülü geliştirmişlerdir. Kuvvet konusu temel alınarak geliştirilen bu modül sonrasında, öğrencilerin teknoloji ve tasarım konusundaki bilgilerinin arttığı, fen ve teknoloji okuryazarlığı becerilerinde olumlu yönde anlamlı gelişme olduğu tespit edilmiştir.

STEM Eğitimi ile İlgili Diğer Çalışmalar

Yükselen vd. (2021), Matematik eğitiminde STEM üzerine yapılan lisansüstü tezleri incelemeyi amaçladıkları çalışmalarında matematik eğitiminde STEM üzerine yapılan lisansüstü tezlerin en yoğun olduğu yılın 2019 olduğunu, matematiği bir bütün olarak ele alan tezlerin çoğunlukta olduğunu, çalışmalarda karma yöntemin daha fazla kullanıldığını ve örneklem grubu olarak ilk ve ortaöğretim öğrencilerinin daha fazla seçildiğini tespit etmişlerdir. Ulaşılan tezler değerlendirildiğinde STEM etkinliklerinin matematik başarısına katkı sağladığı, matematiğe karşı ilgi ve motivasyonu olumlu yönde etkilediği, matematiksel düşünme ve problem çözme, sosyal iletişim ve iş birliği becerilerini artırdığı belirlenmiştir.

Balcı (2020) çalışmasında, ortaokul yedinci sınıf matematik dersindeki rasyonel sayılar konusunda FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik ve Sanat) tabanlı öğrenim programına uygun olarak hazırlanan öğrenim etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına etkisini incelemeyi ve öğrencilerin FeTeMM eğitimi konusundaki görüşlerini almayı amaçlamıştır. Çalışmanın sonucunda FeTeMM öğretim etkinlikleri ile kontrol grubu (mevcut matematik öğretim planına bağlı kalınarak Milli Eğitim Bakanlığına ait matematik dersi kitabı materyal olarak kullanılan grup) arasında öğrencilerin akademik başarıları açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır. Çalışmada FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarında olumlu bir tutum değişikliğine yol açtığı ifade edilmiştir, ancak öğrencilerin bu alanlara yönelik meslek tercihlerinde ise çoğunlukla kararsız kaldıkları görülmüştür.

Aktürk (2019), matematik öğretmenlerinin ders imecesi kapsamında geliştirdikleri STEM içerikli etkinlikleri içeren ders planlarının uygulanması ve bu STEM etkinliklerine yönelik görüşlerinin belirlenmesi amacıyla bir tez çalışması yapmıştır. Elde edilen görüşlerde, bu amaçla hazırlanan etkinliklerin basit, anlaşılır ve öğrencinin kazanımı daha iyi kavramasını sağlayacak şekilde tasarlanması gerektiği ifade edilmiştir. Ayrıca STEM etkinlikleri dersi eğlenceli hale getirmeli, kalıcı öğrenmeyi ve aktif katılımı sağlayarak uygulama sürecini olumlu yönde etkilemelidir. Öte yandan önceki konulardaki eksikliğin, zamanın yetersiz olmasının ve öğrenciler arasındaki iş birliği sıkıntısının etkinliği uygulama sürecini olumsuz etkilediği ifade edilmiştir. STEM etkinliklerinin uygulanabilirliğine yönelik görüşler incelendiğinde ise matematik eğitime katkısı ve öğrencilerin gelişimi açısından faydalı olacağı görüşleri elde edilmiştir.

Bircan (2019)'ın çalışmasında, ilkokul 4. sınıf öğrencilerine STEM eğitimi etkinlikleri uygulanarak verilen eğitimin öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarına, 21. yüzyıl becerilerine ve matematik başarılarına etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda STEM eğitiminin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin STEM'e yönelik tutumlarına ve 21. yüzyıl becerilerine anlamlı bir etkisinin olduğu görülmüştür. Diğer yandan STEM eğitiminin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin matematik başarılarını artırmadaki etkisinin anlamlı olmadığı bulunmuştur. Öğrenciler STEM eğitimi etkinliklerinin eğlenceli, faydalı ve öğretici olduğunu bildirmişlerdir. STEM uygulamaları ile öğrenciler fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematiğe yönelik tutumlarının olumlu yönde değiştiğini; iletişim, iş birliği, yaratıcılık ve eleştirel düşünme gibi 21. yüzyıl becerilerinin geliştiğini ifade etmişlerdir.

Daymaz'ın 2019 tarihli tez çalışmasında, ortaokul 7. sınıf Çember ve Daire Ünitesi'nin Matematik Dersine uyarlanmış STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin başarılarına, motivasyonlarına ve STEM meslek alanlarına ilgilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın sonucunda STEM etkinliklerinin Çember ve Daire Ünitesi'nde öğrenci başarılarını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Ayrıca kız ve erkek öğrencilerin akademik başarıları arasındaki farkın anlamlı olmadığı bulunmuştur. Motivasyon testi sonuçlarına göre STEM etkinliklerinin öğrenci motivasyonlarını olumlu etkilemiştir. STEM Meslek Alanları İlgi Ölçeği, STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM meslek alanlarına yönelik ilgilerini olumlu olarak etkilediğini ve artırdığını göstermiştir. Etkinlik sonuçlarına göre ise öğrencilerin teknoloji ve mühendislik kavramlarına yönelik görüşlerinde olumlu olduğu ve mühendislik becerilerinin de gelişme gösterdiği kanısına varılmıştır.

Ünal'ın 2019 tarihli tez çalışmasında STEM eğitime sahip ortaokul matematik öğretmenlerinin STEM eğitime yönelik tutumları ve STEM tabanlı etkinliklerin matematiksel becerilerin gelişimi ve matematik dersi konularının öğretimi açısından elverişliliğine ilişkin görüşleri değerlendirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, alınan STEM eğitimlerinin öğretmen farkındalığını artırdığı görülmüştür. Matematik alanında, STEM etkinliklerinin kullanılmasına dair öğretmen görüşlerinin sadece birkaç kategoriden oluştuğu (oran-orantı, dönüşüm geometrisi, veri analizi vs.) ve mevcut etkinliklerin matematik ile nasıl daha uyumlu hale getirilebileceği konusundaki soruların yeterince yanıtlanmadığı saptanmıştır.

Akay (2018), STEM eğitimi kapsamında kullanılan etkinlikler içerisinde matematiksel kazanımların nitelik ve nicelik yönünden eksik olduğunu öne sürerek

içeriğinde matematiksel kazanımların baskın olduğu yeni STEM etkinlikleri tasarlama amacıyla bir tez çalışması yapmıştır. Çalışmasında matematiksel modellemeden hareketle, matematik kazanımları ön planda olan on tane ders planından üçünün STEM literatürüne kazandırıldığı ifade edilmiştir. Bunun dışında üstün yetenekli öğrencilerde uygulanan bu ders planlarının normal öğrenciler için de uygulanabileceği savunulmuştur. Öğrencilere uygulanan üç etkinlik sonucunda; öğrencilerin ürün ve fikir geliştirme ve bilgi edinme davranışlarında olumlu etkiler oluşturduğu görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin, problemin çözümünde öğrendikleri bilgiyi nasıl kullanacağını ve hangi yollarla ihtiyaç duyduğu bilgiye ulaşabileceğini öğrendiği gözlenmiştir.

Derin'in 2017 tarihli tez çalışmasında STEM eğitimi yaklaşımının en önemli paydaşlarından, bu eğitimi uygulayacak ve öğrencilere bu yaklaşımla eğitim verecek olan öğretmenlerin nasıl yetiştirilebileceklerine dair bir ders örneği tasarlanmaya çalışılmıştır. Bu amaçla matematiksel modelleme teorik çerçeve olarak kullanılmıştır. Araştırmada STEM eğitiminin eğitim sistemine uyarlanabilmesi için matematiksel modellemenin bir araç olarak kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte STEM bağlamında yapılan bu tarzdaki matematiksel modelleme etkinliklerinin zaman alıcı olduğu ve mevcut müfredata uygunluğunun tartışılır olduğu sonucuna varılmıştır.

2.2.2. Orantı Konusu ile İlgili Araştırmalar

Ferah (2022), fizik öğretmenlerinin ve fizik öğretmeni adaylarının elektrik konusunda orantısal akıl yürütmeye dayalı pedagojik alan bilgilerini incelemiştir. Çalışma sonucunda, katılımcıların orantısal durum içeren elektrik problemlerini çözerken genellikle içler-dışlar çarpımı stratejini kullandıkları ve orantısal durumları tespit ederken zorluk yaşadıkları tespit edilmiştir. Bununla birlikte katılımcılar orantısal akıl yürütme gerektiren elektrik konularını anlatırken genellikle öğretmen merkezli düz anlatım veya gösterip yaptırma gibi yöntem ve teknikleri kullandıklarını belirtmişlerdir. Katılımcıların pedagojik alan bilgisi açısından müfredat bilgisi, öğretim yöntem ve teknik bilgisi, değerlendirme bilgisinde sınırlı bilgiye sahip oldukları tespit edilmiştir.

Jitendra ve arkadaşları (2022), şema tabanlı öğretim programının ve ilgili profesyonel gelişim eğitiminin iki öğretmen grubunun öğretim uygulamaları ve öğrencilerin orantılarla akıl yürütme becerileri ve genel matematik performansı üzerindeki sürdürülebilirlik etkilerini araştırmışlardır. Şema tabanlı öğretim, orantılarla akıl yürütmek için gereken temel matematiksel problem yapısını (örneğin, oranlar, oranlar, yüzde) tanıtmaya odaklanan çok bileşenli bir programdır. Sonuçlara göre, hem

deneyimli hem de acemi öğretmenler benzer düzeyde aslına uygunlukla şema tabanlı öğretimi sağlamışlardır. Farklı bir ifadeyle, orantılı problem çözenin anlık testinde bir şema tabanlı öğretim deneyimi etkisi bulunmuş, ancak 11 haftalık kalıcılık testinde, genel bir problem çözme ölçüsünde veya yıl sonu matematik başarı testlerinde bu etki bulunamamıştır.

Aktaş (2021), ilköğretim matematik öğretmenliği programında öğrenim görmekte olan 113 öğretmen adayının orantı konusunda problem kurma ve çözme becerilerini incelemiştir. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının genel olarak orantı konusunda problem oluşturabildikleri fakat, bazı öğretmen adaylarının belirlenen konu dışında problem oluşturma ve mantıklı olmayan problem oluşturma gibi zorluklar yaşadıkları tespit edilmiştir. Bununla birlikte öğretmen adayları öğrenci seviyesine uygun şekilde hem problem oluştururken hem de çözerken zorluk yaşadıklarını belirtmişlerdir.

Arıcan'ın 2021 yılındaki çalışmasında öğretmen adaylarının orantısız akıl yürütme yeterliklerini belirlemede bir görüşme yapısı ve uygulaması anlatılmaktadır. Öğretmen adaylarının orantılı ve orantısız durumlar hakkında akıl yürütürken yararlandıkları bilgi kaynakları incelenerek orantısız akıl yürütme yeterlikleri belirlenmiştir. Görüşme yapısının etkililiğini göstermek için altı öğretmen adayı ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Analizler sonucunda adayların büyük oranda nitel ilişkiler, çarpma ve çarpımlar arası ilişkilerden yararlandığı tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının bu üç bilgi kaynağına aşırı ilgi göstermelerinin, orantılı ilişkileri orantısız ilişkilerden ayırt etmelerini engellediği ifade edilmiştir. Ayrıca, bilgi kaynaklarının üretkenliğinin, problemlerde sunulan ilişkilerden ve katılımcıların geçmiş öğrenme deneyimlerinden kolayca etkilendiği de görülmüştür.

Şahin (2021), ortaokul matematik öğretmenlerinin mesleki deneyimlerine göre oran ve orantı konusunun öğretiminde kullandıkları örnek türlerini incelemiştir. Öğretmenlerin, öğretim yaparken genel olarak standart örnek türleri dışına çıkmadıkları tespit edilmiştir.

Arıcan (2019) çalışmasında, ortaokul matematik öğretmen adaylarının orantılı ve orantılı olmayan ilişkileri anlama ve bu ilişkileri birbirinden ayırt etme becerilerini araştırmıştır. Ayrıca adayların orantılı ve orantı olmayan durumları ve çözüm stratejilerini yorumlama ve temsil etme yetenekleri de araştırıldı. Verilerin analizi sonucunda adayların ilişkileri belirlerken en çok eş zamanlı artış veya azalışlara ve değişim hızının sabitliğine katıldığı izlenmiştir. Adayların bu belirli özelliklere aşırı

dikkatinin, orantılı ve orantısız ilişkiler hakkındaki anlayışlarını kısıtladığı da görülmüştür. Bu ilişkiler hakkında talimat verdikten sonra bile orantılı ilişkileri orantısız ilişkilerden ayırt etmekte zorlandıkları saptanmıştır. Ayrıca çalışmada, bazı adayların doğru toplamsal ilişkileri belirledikten sonra hala orantısız ilişkileri orantılı olarak tanımladıkları, orantılı ve orantısız ilişkileri temsil etmekte ve yorumlamakta zorlandıkları ve verilen problemleri çözerken çapraz çarpma ve çarpmalar arası stratejilere güvendikleri bulunmuştur.

Boyacı (2019), matematik öğretmeni adaylarının orantısal akıl yürütme becerilerini incelemek için 261 öğretmen adayına Orantısal Akıl Yürütme Ölçeği uygulamış ve belirlenen öğretmen adayları ile klinik görüşmeler yapmıştır. Araştırma sonuçlarında, öğretmen adaylarının doğru ve ters orantıdaki çarpımsal ilişkiyi anlamlandırma, orantısal ilişkilerde değişen ve değişmeyen yapıları fark etme ve kavrama, öğrencilerin alternatif çözümlerini değerlendirme ve oran ve orantı kavramlarına ilişkin dili doğru kullanma/geliştirme gibi zorluklar yaşadıkları belirtilmiştir.

Doğruel (2019), ortaokul matematik öğretmenlerinin oran ve orantı konusuna ilişkin pedagojik alan bilgilerini (PAB), Ball, Thames ve Phelps (2008) tarafından geliştirilen, “Öğretim İçin Matematik Bilgisi” (ÖMB) modeli kuramsal çerçevesinden yararlanarak incelemiştir. Çalışmanın sonucunda; öğretmenlerin oran ve orantı konusuna ilişkin pedagojik alan bilgilerinin, ÖMB bileşenleri olan özel alan bilgisi ile öğretim ve alan bilgisi bileşenlerinde yeterli olmadığı tespit edilmiştir. Genel alan bilgileri ile öğrenci ve alan bilgilerinin yeterli düzeyde olmasına rağmen oran tanımında sıkıntılar olduğu, çok büyük bir kısmının ise oran tanımını bilmedikleri ve yanlış cevap veren öğrenciye kural temelli ve teorik açıklamalarla anlatmayı tercih ettikleri belirlenmiştir.

Arıcan (2018) çalışmasında sekiz ortaokul ve lise matematik öğretmeni adayının tekli ve çoklu orantı problemlerini çözerken kullandıkları çözüm stratejilerini incelemiştir. Analizler, plastik dişlilerin ve mini denge sisteminin kullanıldığı pratik problemlerin ve çoklu orantı problemlerinin kullanılmasının, adayların çözümlerinde orantısal ilişkileri fark etmelerini kolaylaştırdığını ortaya koymuştur. Adayların tekli ve çoklu orantı problemlerinin çözümünde kullandıkları stratejiler arasında oran tablosu stratejisi en sık ve etkili strateji olmuştur. Arıcan, çalışmasının öğretmen adaylarının çapraz çarpma gibi hesaplama yöntemlerine güvenemedikleri zaman orantılı ilişkiler hakkında nasıl akıl yürüttüğünü aydınlattığını belirtmiştir.

Şermetoğlu (2018), oran ve orantı öğretim sürecini, bir matematik öğretmenin fark etme becerileri bağlamında incelemiş ve matematiği öğretme bilgisi ve mesleki gelişim açısından incelemiştir. Dersler video kaydına alınmış ve analiz edilmiştir. Ders sırasında öğretmenin, öğrencilerin öğrenme zorluğu çektiği kısımları ve kavram yanlışlarını tespit etmede güçlük çektiği görülmüştür. Ayrıca öğretmenin, orantı konusunun öğretiminde eksik açıklamalar yaptığı ve ders planlarının eksik yönlerin olduğu tespit edilmiştir.

Bahar (2016), matematik öğretmen adaylarının oran ve orantı konusunda sahip oldukları alan bilgileri ve pedagojik alan bilgilerini incelemiştir. Matematik öğretmeni adaylarının kayıp değer bulma gibi sorularda başarılı oldukları fakat orantılı durumları orantısız durumlardan ayıran soruların ve şekilsel soruların çözümünde güçlük çektikleri tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının orantı ile ilgili pedagojik alan bilgilerinin incelenmesi sonucunda ise, oran ve orantı ile ilgili problem oluşturabilmelerine rağmen öğrenci düşüncesini ve önceki bilgilerini göz önünde bulunduramadıklarını, kavram yanlışlarını belirleyemediklerini ve bu kavram yanlışlarını gidermek için yönlendirme yapamadıkları tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının oran ve orantı ile ilgili çok az çözüm stratejisi bildikleri tespit edilmiştir.

Pişkin-Tunç (2016), ortaokul matematik öğretmen adaylarının orantısal akıl yürütmeye dayalı bir eğitim modülüne katılmadan önce ve sonraki orantısal akıl yürütme becerilerini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda öğretmen adaylarının modül ile öğretim sonrasında orantısal akıl yürütme becerilerinin geliştiği tespit edilmiştir. Öğretmen adayları modül öncesinde orantısal durum içeren problemleri çözmek için genellikle içler-dışlar çarpımı stratejisini kullanırken, çözüm için az sayıda strateji kullanmışlardır. Bununla birlikte modül öncesinde öğretmen adaylarının orantılı ve orantısız durumları ayırt etmekte zorluk çektiği tespit edilmiştir. Modül ile öğretim sonrasında öğretmen adaylarının, orantılı durum içeren problemleri çözerken içler-dışlar çarpımı değil de, ezbere dayalı olmayan stratejileri kullandıkları ve orantılı olan ve olmayan durumları ayırt edebildikleri tespit edilmiştir.

Ekawati ve ark, 2015 yılındaki çalışmalarında oran ve orantı konusunda öğretmenlerin matematik alan bilgilerini değerlendirmek için bir araç geliştirmiş ve Endonezyalı ilköğretim öğretmenlerinin bu konudaki profillerini incelemişler. Çalışmanın ana bulgusu olarak, orantısal ve orantısız durumların anlamı, durumdaki sayı yapıları ve şekilsel temsil olmak üzere 3 faktör bileşeni ile yapılan güvenilirlik analizinde matematik

alan bilgisi aracının iyi bir kabul edilebilirliğe sahip olduğu bulunmuştur. 3 faktörle ilgili olarak, atanan 3 kategorideki (“İyi”, “Orta” veya “Düşük”) öğretmenler, 3 faktörün maddeleriyle tutarlı performans göstermişlerdir. Özellikle, Endonezyalı hizmet içi ilköğretim öğretmenlerinin şekilsel temsil faktörü ile ilgili zorluk yaşadıkları, ancak orantısal akıl yürütme ürünlerini temsil eden durumda sayı yapıları üzerinde en iyi performans sergiledikleri de gösterilmiştir.

Orrill ve Brown (2012) çalışmalarında, çift sayı doğrusu ile orantılı ilişkiler hakkında akıl yürütmek için uygulanan bir mesleki gelişim kursuna katılan öğretmenlerin bilgi durumlarının nitel bir analizini sunmuşlardır. Çalışmanın amacı, öğretmenlerin bir mesleki gelişim kursunda tek bir temsil olarak çift sayı doğrusu ile etkileşime girerken orantılı durumları anlamlandırmada önceki anlayışlarından nasıl yararlandıklarını inceleyerek öğretmen bilgisine ayrıntılı bir bakış açısı sağlamak olarak belirtilmiştir. Analizler sonucunda, katılımcıların çift sayı doğrusu ile akıl yürütmelerinin, içerik bilgilerinden yararlandıkları yollarla şekillendiğini, dolayısıyla bilgi miktarı ve bilgi organizasyonunun, temsil yoluyla oranları anlamlandırmada kritik faktörler olduğu öne sürülmüştür.

Livy ve Vale (2011), öğretmen adaylarının matematik alan bilgilerini, Matematiksel Yeterlilik, Beceriler ve Bilgi Testinden oran ile ilgili iki maddenin analizi yoluyla araştırmıştır. Çalışmada öğretmen adaylarının düşünme stratejileri, verdikleri yanıtlardaki yaygın hatalar ve kavram yanlışları sunulmuştur. Sonuçlar, öğretmen adaylarının oran ve/veya ölçüm bilgisinin dönüştürülmesiyle ilgili hatalarla birlikte, sözcüklü çok adımlı oran (ölçek) sorusunu yorumlamada zorluk yaşadıklarını göstermiştir. Bu zorlukların, matematiksel yapı ve matematiksel bağlantılarla ilgili az gelişmiş bilgileri ve bir matematik probleminin temel bileşenlerini yapıbozuma uğratmadaki yetersizliği ortaya koyduğu ifade edilmiştir. Öğretmen adaylarının çoğunun, standart prosedürler ve çözüm yöntemleri hakkında da bilgi sahibi olmadıkları görülmüştür.

Ben-Chaim vd. (2007) bu çalışmalarında, orantılı akıl yürütme otantik araştırma görevlerinin ilkökul ve ortaokul matematik öğretmen adaylarının matematiksel içerik ve pedagojik bilgi ve tutumları üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. Bu amaçla, İsrail öğretmen kolejlerinde yürütülen hizmet öncesi matematik öğretmeni yetiştirme programlarının bir parçası olarak özel bir öğretim modeli geliştirilmiş, uygulanmış ve test edilmiştir. Araştırmanın sonucunda, söz konusu modelin uygulanmasının teori (ilgili araştırma raporlarını okuma ve analiz etme) ve pratiği birleştirerek otantik

araştırma orantısal akıl yürütme görevleriyle ilgili deneyim kazandırma yoluyla öğretmen adaylarının matematik içeriklerinde ve pedagojik bilgilerinde önemli bir olumlu sonuca yol açtığı görülmüştür. Ayrıca, genel olarak matematik öğrenme ve öğretmeye yönelik tutum ve inançlarında, özelde ise oran ve orantıda gelişme meydana gelmiştir.

Hines 2005 yılındaki çalışmasında 11 ortaokul öğretmeni adayının ortaokul öğrencileri tarafından kullanılan orantısal akıl yürütme stratejilerinin geliştirilmesine ilişkin yorumlarının incelendiği bulgularını rapor etmektedir. Öğretmen adayları, ortaokul öğrencilerinin orantısal akıl yürütme durumlarında oluşturdukları çözüm stratejileri örneklerini incelemiş ve öğrencilerin çalışmalarında belirtilen gelişim düzeylerine ilişkin görüşlerini yazılı olarak yanıtlamışlardır. Sonuç olarak öğretmen adayları tarafından yapılan yorumların çoğu araştırma temelli orantısal akıl yürütme bilgileriyle tutarlı bulunmuştur. Öğretmen adaylarına ortaokul öğrencileri tarafından oluşturulan orantılı akıl yürütme stratejilerini analiz etme fırsatları sağlamanın, bu gelişmeyi daha iyi anlamak için bir araştırma çerçevesine erişim ihtiyacı olduğu konusundaki farkındalığı artırdığı ifade edilmiştir.

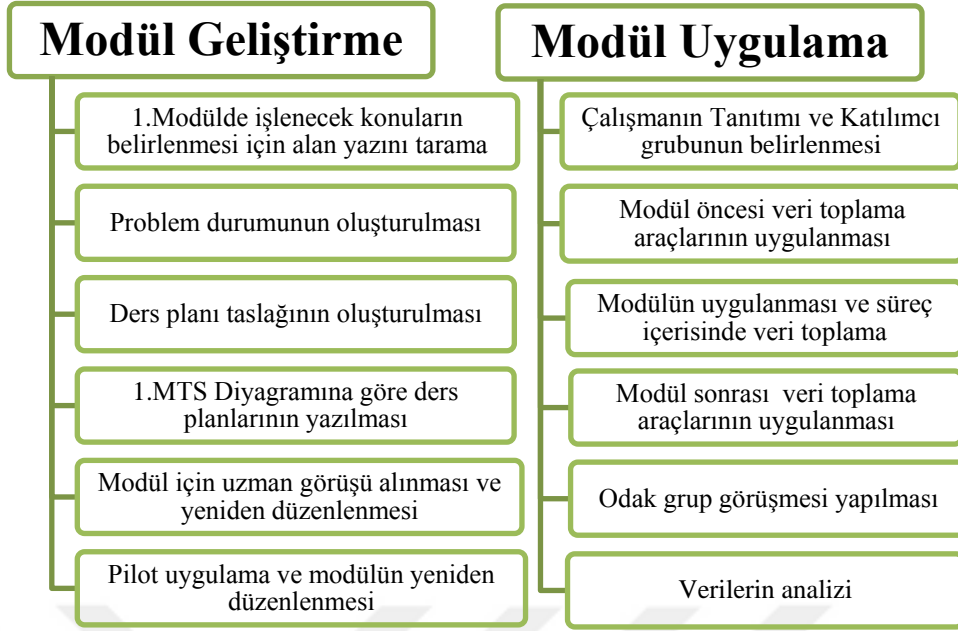
BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırmanın deseni, nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması olarak belirlenmiştir. Durum çalışması, güncel bir olguyu kendi bağlamı içerisinde, derinlemesine incelemek için birden fazla veri kaynağının kullanıldığı bir araştırma yöntemidir (Yıldırım, Şimşek, 2013). Bu çalışmada güncel bir olgu STEM eğitimi yaklaşımını temel alarak, literatürde kavram yanlışları tespit edilen konuları (orantı, açılar, çizgi grafiği, aynalar ve mercekler, elektrik devreleri) öğretmek için Mühendislik Tasarım süreci temelli bir eğitim modülü geliştirilmiştir. Geliştirilen modül içerisine, hem orantısal durum içeren problemleri çözme stratejileri öğretmek, hem orantı konusundaki kavram yanlışlarını gidermek, hem de öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgisini geliştirmek için etkinlikler yerleştirilmiştir. Stratejiler, kavram yanlışları ve pedagojik alan bilgisinin değişimini anlamak ve derinlemesine analiz edebilmek için sekiz farklı ölçme aracı kullanılmıştır. Güncel bir olgu olan STEM eğitimi yaklaşımı temel alındığı, bir öğretim süreci kendi bağlamında izlendiği, birden çok veri toplama aracı ile derinlemesine inceleme yapıldığı için bu araştırmanın deseni durum çalışması olarak belirlenmiştir.

Çalışma modül geliştirme ve modül uygulama olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Şekil.1’de modül geliştirme ve modül uygulama aşamasında yapılanların başlıkları verilmiştir.



Şekil 3. Çalışmanın Aşamaları

Şekil.1'de görüldüğü üzere araştırmanın ilk aşamasında Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) temelli STEM Eğitim modülü geliştirilmiştir. Bu aşamada modülde işlenecek konular için alan yazın taraması gerçekleştirilmiş, gerçek hayat problemi oluşturulmuş, ders planı taslağı belirlenmiş, MTS diyagramına göre ders planları yazılmış, modül için uzman görüşü alınmış ve pilot uygulama yapılarak modüle son hali verilmiştir. İkinci aşamada çalışma ilköğretim matematik öğretmenliği son sınıf öğrencilerine tanıtılmış ve çalışma grubu belirlenmiştir. Modül ile öğretim öncesinde veri toplama araçları uygulanmış, daha sonra modül ile öğretim yapılmıştır. Modül ile öğretim sonrasında veri toplama araçları uygulanmış ve odak grup görüşmesi yapılmıştır. Tüm veriler toplandıktan sonra veriler analiz edilmiş ve elde edilen bulguların raporu yazılmıştır. Tüm aşamalar, 3.1.1. MTS Temelli STEM Eğitim Modülünün Geliştirilmesi ve 3.1.2. MTS Temelli STEM Eğitim Modülünün Uygulanması bölümlerinde ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

3.1.1. MTS Temelli STEM Eğitim Modülünün Geliştirilmesi

MTS temelli STEM eğitimi modülünü geliştirmek için öncelikle alan yazın taraması yapılmıştır. Alan yazın taraması, modülde işlenecek konuların belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Daha sonra problem durumu oluşturulmuştur. Modüldeki derslerin nasıl işleneceğine dair bir ders planı taslağı belirlenmiştir. MTS basamaklarına göre

ders planları yazılmıştır. Yazılan ders planları ile ilgili uzman görüşü alınmış ve öneriler doğrultusunda düzenlemeler yapılmıştır (Yapılan düzenlemeler, 3.1.1.7. *Modül için uzman görüşü alınması ve yeniden düzenleme* bölümünde ayrıntılı olarak anlatılmıştır). Düzenlenen modülün uygulanabilirliği ve çalışmanın amaca hizmet edip etmediğini anlamak için pilot uygulama yapılmıştır. Pilot uygulamada belirlenen düzenlemeler yapılarak modüle uygulama için son hali verilmiştir (Düzenlemeler, 3.1.1.8. *Pilot uygulama ve modülün yeniden düzenleme* bölümünde ayrıntılı olarak anlatılmıştır). Modülün geliştirilme basamakları aşağıda ayrıntılı biçimde anlatılmıştır.

3.1.1.1. Modülde İşlenecek Konuların Belirlenmesi İçin Alan Yazın

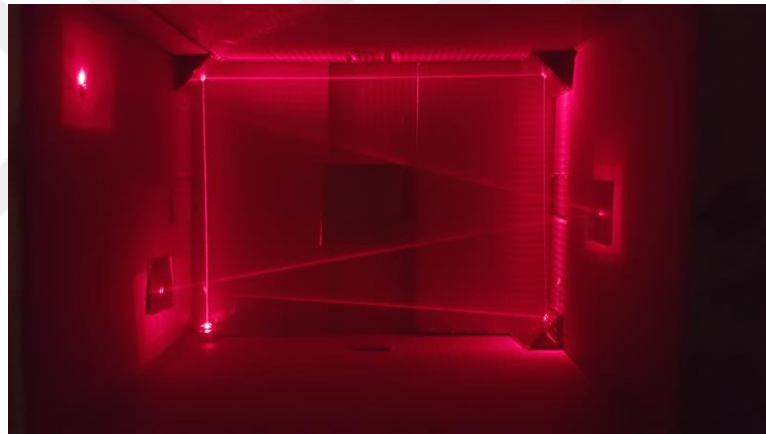
Taraması Yapılması

Modülde işlenecek konuların belirlenmesi için yapılan alan yazın taraması sonucunda öğrencilerin orantı konusunu anlamada güçlük çektiği görülmüştür (Akkuş, Çıkla & Duatepe, 2002). Bununla birlikte öğrencilerin, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının orantı konusunda kavram yanlışlarına sahip olduğunu söyleyen çalışmalara rastlanmıştır. Matematik eğitimi konusunda yapılan çalışmalar incelendiğinde hem öğrencilerin hem de öğretmen adaylarının, açılar ve çizgi grafiği konularında da kavram yanlışlarına sahip olduğu görülmüştür. Fen bilgisi eğitiminde öğrencilerin öğrenmekte güçlük çektiği konular incelendiğinde ise; elektrik, ışığın yansıması ve kırılması konuları ile karşılaşmıştır. Işığın yansırken ve kırılırken oluşturduğu açılar, gelen açı ve yansıyan açıların eşitliği, açıortay konusunu düşündürmektedir. Bu nedenle ışığın yansıma ve kırılması konusu doğası gereği açılar konusundan bağımsız değildir. Aynı şekilde elektrik konusunda ohm kanunu, devrelerde akım ve gerilimin doğru orantılı olduğunu anlayabilmek için oran-orantı konusunu bilmek gerekir. Bununla birlikte çizgi grafiğini bilmek akım, gerilim, direnç ilişkisi ve ohm kanunu anlamlandırmak için kolaylık sağlar. Bu konularla ilgili alan yazında karşılaşılan öğrenme güçlükleri ve birlikte öğrenilmesi için var olan doğal uyumları üzerine modülün bu konuları içerecek şekilde tasarlanmasına karar verilmiştir.

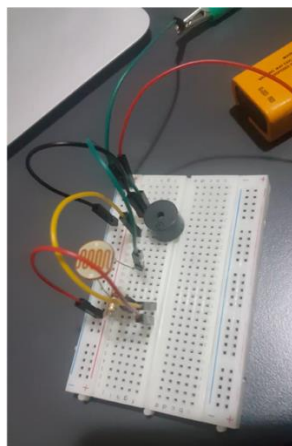
3.1.1.2. Problem Durumunun Oluşturulması

MTS temelli geliştirilen STEM Eğitim Modülünde kullanılacak konuları bir araya getiren, günlük hayattan, ilgi çekici ve motive edici bir bağlam olarak “Lazer Güvenlik Sistemi” problem durumu oluşturulmuştur. “Lazer Güvenlik Sistemi”

problemi iki basamaklı olarak oluşturulup, ilk kısımda probleme giriş yapıp bir güvenlik sistemine ihtiyaç duyulduğu söylenmiş ve öğrencilere nasıl bir güvenlik sistemi önerdikleri sorulmuştur. Bu kısımda öğrencilerin yaratıcılıklarını kullanacakları şekilde çözüm önerileri sunmaları beklenmiştir. İkinci kısımda öğrenci lazer güvenlik sistemine yönlendirilerek çeşitli kriter ve kısıtlamalar sunulmuştur. Kriter ve kısıtlamalar sayesinde öğrenci, hedeflenen kazanımları öğrenmeye yönlendirilir. Öğrenci problemin çözümüne ulaşmak için mutlaka kriter ve kısıtlamaları yerine getirmelidir. Kriter ve kısıtlamaları yerine getirebilmek için de öğrenme basamağında hedeflenen kazanımları öğrenmiş olması gerekir. Aynı zamanda kriter ve kısıtlamalar hedef yaş grubu için bir zorluk içermelidir. Zorluklar, öğrencinin üst düzey düşünme becerisini geliştirecek ama aynı zamanda öğrencinin yapabileceği düzeyde olmalıdır. Tüm bu çerçevede içerisinde “Lazer Güvenlik Sistemi” problemi tasarlanmıştır. Daha sonra tasarlanan problemin çözülebilirliğini test etmek amacıyla araştırmacı tarafından bir prototip hazırlanmıştır.



Resim 1. Lazer Güvenlik Sistemi Olan Oda Prototipi



Resim 2. Alarm Çalacak Devre Prototipi

Prototip yapımı ile hedeflenen kazanımların hangi aşamada, nasıl kullanılacağı test edilmiştir. Hazırlanan prototip daha önce STEM Eğitimi Modülü geliştiren ve orantı konusunun öğretimi ile ilgili çalışmalar yapmış olan akademisyenlerden oluşan bir uzman grubuna sunulmuştur. Uzman grubu, problem durumundaki duvardan yansıma kriterinin değiştirilmesini önermiştir. Hedef yaş grubu için zorluk içeren bir kriter olmasının STEM eğitiminin doğasına daha uygun olacağını belirtmişlerdir. Uzman grubunun önerileri doğrultusunda günlük yaşam probleminin kriterlerinde birtakım düzenlemeler yapılmıştır. Ayrıca prototip yapımı değerlendirilmiş ve olası çözümlerde kullanılmayacak olan kazanımlar çıkarılarak problem durumuna son hali verilmiştir.

3.1.1.3. Ders Planı Taslağının Oluşturulması

Ders planı taslağı hazırlanırken Bilir (2021)'in geliştirdiği STEM Eğitim Modülünde kullanılan ders planı taslağı kullanılmıştır. Bu taslak dört ana bölümden oluşmaktadır. Birinci kısımda ders özeti ve ders için gerekli zaman, malzemeler, çıktılar, hedef kazanımlar, önemli kelimeleri içeren bir tablodan oluşmaktadır. İkinci kısım; dersi anlatacak öğretmene gerekli olan bilgileri içeren “Öğretmen İçin Ön Bilgiler” bölümüdür. Bu bölümde ders içerisinde yer alan etkinliklerin nasıl gerçekleştirileceğine, etkinlikleri yaparken dikkat edilmesi gereken hususlara ve ilgili alan bilgilerine yer verilmiştir. Bu şekilde modülü uygulayacak öğretmenlerin derse hâkim olması için kolaylık sağlanmıştır. Üçüncü kısım; tüm etkinliklerin ve ders işleme sürecinin anlatıldığı “Sınıf Yönergesi”dir. Bu bölümde ders içindeki aktiviteler ayrıntılı biçimde anlatılmıştır. Yapılandırmacı felsefeye göre oluşturulan etkinliklerdeki yönlendirici soruların sorulma şeklinden, çalışma kağıtları ve biçimlendirici değerlendirme formlarındaki sorulara nasıl cevap verilmesi gerektiğine kadar ayrıntılı biçimde anlatılmıştır. Dördüncü kısım; ders esnasında gerekli olan tüm çıktıları içeren ekler kısmıdır. Bu bölümde gerekli olan tüm çıktılar, etkinlik yönergeleri ve çalışma kağıtlarının cevap anahtarları bulunur. Bu şekilde dört basamaklı taslağa uygun olacak şekilde ders planları yazılmıştır.

3.1.1.4. MTS Diyagramına göre ders planlarının yazılması

Yedi basamaklı MTS Diyagramına göre ders planları yazılmıştır.

1. Basamak-Hazırlık: Bu ders kapsamında ilk olarak öğrencilerden gruplar oluşturulur. Grup kuralları söylenir. Öğrencilere Mühendislik Tasarım Süreci (MTS), Mühendislik Not Defteri (MND) tanıtılır. Bu süreç boyunca bir mühendis gibi çalışacakları söylenir ve öğrenciler bu yönde motive edilir. Kriter ve kısıtlama gibi kavramlar üzerinde durular. Bu basamak tam anlamıyla öğrencileri tüm sürece hazırlayan bir giriş mahiyetindedir.

2. Basamak-Problem Tanımlama: Bu derste öğrencilere günlük hayat problemi iki aşamada verilir. İlk aşamada problemin genel hali öğrencilere sunulur. Öğrencilere çözüm düşünceleri ve problem hakkında soru sormaları söylenir. Öğrencilere, bir senaryo dahilinde, çözümleri ve sorularının problem sahibi kuruma iletildiği söylenir. Daha sonra yine senaryo dahilinde öğrencilere problem sahibi kurumdan bir cevap e-postası aldıkları söylenir ve problemin ikinci aşaması öğrencilere verilir. Problemin ikinci aşamasında kriter ve kısıtlamalar problem içinde verilir. Öğrencinin bu aşamadaki en önemli görevi kriter ve kısıtlamaları doğru şekilde anlamaktır. Bunun için öğretmen gerekli yönlendirmeleri yapar. Öğrenciler, kriter ve kısıtlamalar dışında problemin kimden geldiğini ve problem hakkındaki tüm bilgileri edinirler.

3. Basamak- Öğrenme: Öğrenme basamağı toplam yedi konudan oluşmaktadır.

Basit Elektrik Devreleri: Bu derste öğrencilere basit elektrik devresi elemanları ve kurulumu konusu hatırlatılır. Bu ders kapsamında öğrenciler, basit elektrik devresi elemanlarını ve devre kurulumunu hatırlamak için “Elektrikten Işığa” etkinliğini, direncin devredeki görevini hatırlatmak için “Kapı Zili” etkinliğini yapacaklar. Bu derste öğrenciler, lazer güvenlik sisteminde alarm çalacak devreyi oluşturabilmek için gerekli basit elektrik devresinin kurulumunu ve devrede dirençlerin çalışma prensiplerini hatırlayacaklardır.

Güvenli Giriş / Oran ve Orantı-Işığın Yansımaları: Bu ders kapsamında ilk olarak öğrencilere oran, birimli oran, birimsiz oran kavramları hatırlatılır. Daha sonra “Güvenli Giriş” isimli gerçek hayat problemine çözüm bulmaları istenir. Bu problem kapsamında orantı kavramı keşfettirilir ve ışığın yansımaları ile ilgili düzgün yansıma ve dağınık yansıma kavramları hatırlatılır. “Değişik Orantı Problemleri” etkinliği ile farklı çözüm stratejileri keşfettirilir. “Hangisi Orantıdır” etkinliği ile öğrenci, çarpımsal, toplamsal ve sabit durumlar ile ilgili farklı örnekler üzerinde durarak hangi durumların orantısal

olduğuna karar verir. Öğrenci bu derste, günlük yaşam problemini çözerken alarm çalacak bir devre oluşturabilmek için bilmesi gereken, akım ile gerilim arasındaki orantısal ilişkiyi anlamış olur.

Birlikte Değişen Oranlar / Doğru Orantı-Ters Orantı: Bu derste öğrencilere “Direncin Bağlı Olduğu Faktörler1” etkinliği ile doğru orantı kavramı, “Direncin Bağlı Olduğu Faktörler2” etkinliği ile ters orantı kavramı keşfettirilir. Ayrıca bu iki etkinlikte öğrencilere, Fen Bilimleri dersinden hatırladıkları, direncin büyüklüğünün bağlı olduğu faktörler hatırlatılır. “MiniaMalatya Müzesi” etkinliği ile orantısal durumlar için farklı çözüm stratejilerinden, orantı tablosu ve çift sayı doğrusu yöntemleri keşfettirilir. Alarm çalacak bir devrede akım ve gerilim doğru orantılı, akım ve direnç ters orantılı, ışığın geliş yoğunluğu ile direnç büyüklüğü ters orantılıdır. Bu derste öğrenci bu devre elemanlarının çalışmaları için gerekli olan orantısal ilişkileri anlamış olur.

Açılar: Bu derste, “Işığın Yansıma Kanunları” etkinliği ile açı kavramı, açı çizimi hatırlatılır, eş açı ve açıortay kavramları keşfettirilir. Aynı zamanda Fen Bilimleri dersinden hatırladıkları ışığın yansıma kanunları ile gelen açı, yansıyan açı ve normal kavramları da hatırlatılır. Bu kavramları öğrenen öğrenciler, lazerli oda prototipi için aynalardan yapılacak yansımaları planlarken, gelen ve yansıyan ışın arasındaki açıları kullanarak yapması gerekir.

Aynalar ve Mercekler: Bu derste öğrenciler, “Aynadaki Görüntü” etkinliği ile düz aynada, çukur aynada ve tümsek aynada oluşan görüntünün özellikleri keşfederler. Daha sonra “Işığın Kırılması ve Mercekler” etkinliği ile ışığın kırılma kanunları, gelen açı, kırılma açısı, ince kenarlı merceklerin özellikleri, kalın kenarlı merceklerin özellikleri, asal eksen ve odak noktası gibi kavramları keşfederler. Lazer oda prototipini yaparken ışığın yansıma kanunlarını kullanacaklardır.

Çizgi Grafiği: Bu derste öğrenciler, ilk olarak bir araştırma sorusunun nasıl yazılması gerektiği, veri ve değişken kavramlarını hatırlarlar. Daha sonra “Çizgi Grafiği” etkinliği ile çizgi grafiğinin nasıl çizilmesi gerektiğini keşfederler. Bu etkinlikle aynı zamanda orantısal durumların grafiklerini çizme, değişkenlerin eksenlerini değiştirmemiz durumunda oran grafiğinin değişimini direnç kavramı ile ilgili verilen örnekler üzerinden incelerler. Bu etkinlik sonrası “Çizgi Grafiği Yorumlama” etkinliğine geçilir. Çizgi grafiği yorumlama etkinliğinde yanlış yorumlamalara neden olabilecek grafik örnekleri üzerinde durularak aradaki farklar incelenir ve grafik okuma alıştırmaları yapılır. Gerçek hayat probleminin çözümü için plan yapan öğrenciler, devrede akım ve gerilimin hareketini planlarken çizgi grafiğinden faydalanabilirler.

Elektrik Devreleri: Bu derste öğrencilere, ilk olarak öğrenme basamağının ilk dersinde öğrendikleri kavramlar “Basit Elektrik Devresi” etkinliği ile hatırlatılır. Daha sonra “Seri Bağlama-Paralel Bağlama” etkinliği ile seri bağlama ve paralel bağlama kavramları keşfettirilir. Bu etkinlikten sonra bu modülün gerçek yaşam probleminin bir parçası olan “Ev Güvenlik Sistemi” etkinliğine geçilir. Bu etkinlik ile “Lazer Güvenlik Sistemi” için istenen kriterlerden biri olan alarm çalacak bir devre kurulumu yapılır. Bu etkinlik sırasında öğrenciler elektrik akımı ve gerilim kavramlarını keşfederler. Aynı zamanda elektrik akımı, gerilim ve direnç arasındaki ilişkiyi inceleyerek, Ohm Kanununu keşfeder, bu kavramlar arasındaki doğru orantı ve ters orantıları fark eder, bu oranları çizgi grafiğinde gösterirler. Akım ve gerilim arasındaki ilişkiyi incelerken orantısal durumları çözüme stratejilerinden çapraz çarpım, içine oranlar ve arasında oranlar kavramlarını keşfederler. Bu derste öğrenciler, alarm çalacak devrede hangi elemanların olması gerektiği, devre elemanlarının nasıl bağlanması gerektiğini öğrenir ve bu bilgileri gerçek yaşam probleminde kullanır

4. Basamak- Planlama: Bu derste öğrencilere gerçek yaşam probleminin kriter ve kısıtlamaları hatırlatılır. Bu kriter ve kısıtlamalara uygun olacak şekilde, öğrenme basamağında öğrendikleri fen ve matematik bilgileriyle iki bireysel plan yapmaları istenir. Öğrencilerden bu planları kanıta dayalı olarak açıklamaları beklenir. İki planda da hangi materyale, neden ihtiyacı olduğunu ayrıntılı olarak yazmalı ve öğrenme basamağında, öğrendikleri bilgileri nerede kullandıklarını açıklamalıdır. Daha sonra her grup kendi içinde tartışarak, üyelerinin hazırladığı planlardan birini seçer. Her bir grup elemanı neden kendi planının, kriter ve kısıtlamalara en uygun plan olduğunu, kanıtlarla açıklamalıdır. Kriter ve kısıtlamalara en uygun planı hazırladığına dair grup arkadaşlarını ikna eden kişinin planı, grup planı olarak seçilir. Seçilen grup planını, gruptaki her birey, farklı gruplara neden o çözümün doğru olduğunu açıklayabilmelidir.

5. Basamak- Prototip Oluşturma: Bu derste öğrenciler grup planlarını gözden geçirerek eksiklik varsa tamamlar ve bu plana göre prototip hazırlarlar. Yani bu basamakta plan uygulamaya konulur ve prototip oluşturulur.

6. Basamak- Test Etme: Bu derste öğrenciler, hazırladıkları prototipleri test etmek için kriter ve kısıtlamalara uygun sorular hazırlarlar. Test etme basamağında oluşturulan prototipler, her bir kriter ve kısıtlama açısından denir. Örneğin, “izinsiz odaya giren birisi, odanın neresinden girerse girsün lazer ışını ile karşılaşarak dolaba ulaşmamalı” kriteri denenmeli ve odanın farklı yerlerinden girişle dolaba ulaşılıp ulaşılmadığı kontrol

edilmelidir. Oluşturulan prototipler, her kriter ve kısıtlamaya uygunluğu açısından değerlendirilir.

7. Basamak- Karar Verme: Öğrenciler test ettikleri prototipin çözüm için yeterli olup olmadığına karar verirler. Eğer prototip kriter ve kısıtlamaları sağlamıyorsa nerede hata yaptıkları tespit ederek o basamağa döner ve hatayı düzelterek prototiplerini yeniden yapılandırır. Örneğin; oluşturulan lazerli oda prototipinde, odaya üstten giren birisi dolaba ulaşabiliyorsa, bu kriterlere uymayan bir prototip olmuştur. Öğrenciler bu hatanın nereden kaynaklandığını aramış ve planlama basamağında yanlış plan yaptıklarını keşfetmişlerse, planlama basamağına dönerek yeniden plan yapmalı ve aynı süreçleri yeniden geçerek, tekrar test etme basamağına gelmelidir. Eğer prototipleri başarılı olduysa, çözümleri problem sahibi kuruma sunmaları istenir. Bu sunumda çözümlerini kanıtlara dayalı olarak anlatırlar. Ders sonunda kriter ve kısıtlamalara en uygun grup seçilir ve tüm öğrenciler MTS boyunca çalışmalarını nedeniyle tebrik edilerek MTS sonlandırılır.

3.1.1.5. Modüldeki Etkinliklerin Tasarımı

Modülde öğrenmeyi hedefleyen etkinlikler hem yapılandırmacı yaklaşımın felsefesine hem de STEM eğitimi yaklaşımının doğasına uygun şekilde tasarlanmaya çalışılmıştır. Modül dizayn edilirken, literatürde (Yeşilyurt, 2020) yer alan farklı öğretim ilkeleri dikkate alınmıştır. Ayrıca buluş (keşfetme) yoluyla öğrenme stratejisi dikkate alınarak, öğrencilerin hedef kazanımları kendilerinin keşfetmesini sağlayacak şekilde ders planları yapılmıştır. Bir disipline ait dersin içindeki etkinlikler, o dersin hedeflediği kazanımları keşfettirmenin yanı sıra farklı bir disiplin veya aynı disiplin içerisinde hedeflenen farklı bir konuyu hatırlatma işlevi görecektir şekilde dizayn edilmiştir. Örneğin; direncin büyüklüğünü etkileyen faktörler konusu 6. Sınıf fen bilgisi dersine ait bir konu iken, 7. Sınıf matematik dersinde doğru orantı ve ters orantı konularını öğretmek için kullanılmıştır. Bu şekilde etkinlik, hem modülün sonraki derslerinden “Elektrik Devreleri” konusunda hazırbulunuşluk için gerekli olan, direnç konusunun kazanımı hatırlatılmış hem de doğru orantı ve ters orantı konuları keşfettirilmiş olacak şekilde etkinlik dizayn edilmiştir. Benzer yaklaşım açılar ve ışığın yansıma kanunları için de kullanılmıştır. Hedef kazanımları keşfettirmek için geliştirilen etkinliklerin tamamı (bağlam içerisinde kalacak şekilde) ya farklı disiplindeki bir konu ile ya da aynı disiplin içinde (yine modülde öğretilmesi hedeflenen) başka bir konu ile

ilişkilendirilerek tasarlanmıştır. Modülde bu şekilde öğrencilerin ilişkilendirme becerisini desteklenirken, aynı zamanda iletişim, akıl yürütme ve problem çözme becerilerini destekleyecek şekilde farklı öğretim yöntem ve teknikleri kullanılmıştır. Bunlar dışında öğrenme basamağındaki çoğu etkinlikte orantısal durum içeren problemler verilmiş ve çözüm stratejileri en sezgisel olandan en soyut olana doğru ilerleyecek şekilde problem çözümlerine yer verilmiştir. Bu şekilde modül öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerini geliştirmeye de destek vermektedir. Tablo 1 de öğrenme basamağında yer alan etkinliklerde kullanılan öğretim yöntem ve teknikleri, orantısal stratejiler ve ilişkilendirilen konular verilmiştir.



Tablo 1.
Öğrenme Basamağındaki Etkinlikler

Ders	Etkinlik Adı	Hedef Disiplin	İlişkilendirilen Disiplin/ Konu	Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Orantısal Problemleri Çözme Stratejisi	Durum İçeren Stratejisi
Ders 3 (Basit Elektrik Devreleri)	Elektirikten Işığa	Fen Bilgisi		Tartışma (Fikir Taraması), Deney, Gösterim, Soru-Cevap		
Ders 4 (Güvenli Giriş / Oran-Orantı)	Kapı Zili	Fen Bilgisi		Tartışma (Fikir Taraması), Örnek Olay, Problem Çözme, Deney, Gösterim, Soru-Cevap		
Ders 4 (Güvenli Giriş / Oran-Orantı)	İyi Pılavın Sırrı	Matematik		Tartışma (Fikir Taraması), Örnek Olay, Gösterim, Soru-Cevap, Sokrat Tartışması		
	Usain Bolt	Matematik	Matematik (Ölçme-birimler) / Fen Bilgisi (Hız-Zaman)	Tartışma (Fikir Taraması), Problem Çözme, Gösterim, Soru-Cevap		
	Güvenli Giriş	Matematik	Fen Bilgisi (Işığın Yansıması)	Tartışma (Fikir Taraması), Problem Çözme, Deney, Gösterim, Soru-Cevap	Birim Oran, Ölçek Katsayısı (Artış Stratejisi)	
	Değişik Orantı Problemleri	Matematik		Tartışma (Fikir Taraması), Örnek Olay, Problem Çözme, Gösterim, Soru-Cevap	Parça-Parça Stratejisi, Parça-Bütün Stratejisi, Yüzdelere Dönüştürme, Artış Stratejisi (Azalma Stratejisi), Oran Tablosu Stratejisi, Çubuk veya Şerit Diyagramları	
	Hangisi Orantıdır	Matematik		Tartışma (Fikir Taraması), Örnek Olay, Problem Çözme, Gösterim, Soru-Cevap	Orantısal Durumları Tespit Edebilme	

Tablo 1.
Öğrenme Basamağındaki Etkinlikler (devamı)

Ders	Etkinlik Adı	Hedef Disiplin	İlişkilendirilen Disiplin/ Konu	Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Orantısal Problemleri Çözme Stratejisi	Durum İçeren Stratejisi
Ders 5 (Birlikte Değişen Oranlar)	Direncin Bağlı Olduğu Faktörler 1	Matematik	Fen Bilgisi (Direnç)	Tartışma (Fikir Taraması), Gösterip-Yaptırma, Deney, Gösterim, Soru-Cevap, Sokrat Tartışması	Doğru Orantı Kurma	
Doğru Orantı – Ters Orantı)	MiniaMalatyaya Açık Hava Müzesi	Matematik		Tartışma (Fikir Taraması), Örnek Olay, Problem Çözme, Gösterim, Soru-Cevap	Çift Sayı Doğrusu Stratejisi, Oran Tablosu Stratejisi	
	Direncin Bağlı Olduğu Faktörler 2	Matematik	Fen Bilgisi (Direnç)	Tartışma (Fikir Taraması), Gösterip-Yaptırma, Deney, Gösterim, Soru-Cevap, Sokrat Tartışması	Ters Orantı Kurma	
Ders 6 Açılar	Işığın Yansıma Kanunları	Matematik	Fen Bilgisi (Işığın Yansıma Kanunları)	Tartışma (Fikir Taraması), Örnek Olay, Deney, Gösterim, Soru-Cevap, Sokrat Tartışması		
Ders 7 (Aynalar ve Mercekler)	Aynadaki Görüntü	Fen Bilgisi	Matematik (Açılar)	Tartışma (Fikir Taraması), Deney, Gösterim, Soru-Cevap		
	Işığın Kırılması ve Mercekler	Fen Bilgisi	Matematik (Açılar)	Tartışma (Fikir Taraması), Deney, Gösterim, Soru-Cevap		

Tablo 1.
Öğrenme Basamağındaki Etkinlikler (devamı)

Ders	Etkinlik Adı	Hedef Disiplin	İlişkilendirilen Disiplin/ Konu	Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Orantısal Problemleri Çözme Stratejisi	Durum İçeren
Ders 8 (Çizgi Grafiği)	Çizgi Grafiği	Matematik	Matematik (Orantı)	Tartışma (Fikir Taraması), Örnek Olay, Problem Çözme, Gösterim, Soru-Cevap	Orantı Grafikleri	
	Çizgi Grafiği Yorumlama	Matematik		Tartışma (Fikir Taraması), Örnek Olay, Gösterim, Soru-Cevap, Sokrat Tartışması		
Ders 9 (Elektrik Devreleri)	Basit Elektrik Devrelerini Hatırlayalım	Fen Bilgisi	Matematik (Orantı)	Tartışma (Fikir Taraması), Problem Çözme, Gösterim, Soru-Cevap		
	Seri Bağlama-Paralel Bağlama	Fen Bilgisi	Matematik (Orantı)	Tartışma (Fikir Taraması), Deney, Gösterim, Soru-Cevap	Doğru Orantı Kurma, Ters Orantı Kurma	
	Ev Güvenlik Sistemi	Fen Bilgisi	Matematik (Orantı)	Tartışma (Fikir Taraması), Örnek Olay, Problem Çözme, Deney, Gösterim, Soru-Cevap, Sokrat Tartışması	İçinde ve Arasında Oranlar, Çarpma Çarpım	

3.1.1.6. Modülde Yer Alan Ölçme-Değerlendirme Formları

Modülde, MTS'nin ilk basamağından son basamağına kadar farklı ölçme-değerlendirme türleri kullanılmıştır. STEM eğitimi doğası gereği sadece ürün odaklı değil, aynı zamanda süreç odaklı bir yaklaşım olduğu (Akarsu, vd., 2021) için modül genelinde süreç değerlendirmesine oldukça önem verilmiştir. Süreç değerlendirmesinin önemli bir kısmı MND'de yer alan, etkinlikler sırasında öğrencilere dağıtılan, çalışma kağıtları ile sağlanmıştır. Çalışma kağıtları süreç içerisinde öğrencilerin öğrenmelerini kontrol edebilecek ve eğer bir eksiklik varsa öğrenme süreçlerini düzenlemeye izin verecek şekilde biçimlendirici değerlendirme olarak şekillendirilmiştir. Bunlar dışında her ders başında ve sonunda hem tanılayıcı hem de düzey belirleyici olarak kullanılmak üzere değerlendirme formları geliştirilmiştir. Dersin başında dağıtılan bu formların dört sütunu vardır. İlk sütunda hedef kazanıma yönelik sorular vardır. İkinci sütun dersin başında o sorulara vereceği cevapların yazılacağı sütundur. Bu şekilde dersin başında öğrencinin durumu tanılanmıştır; form bu şekilde tanılayıcı değerlendirme işlevi görür. Üçüncü sütun ders sonunda aynı sorulara vereceği cevaplar içindir ve bu şekilde düzey belirleyici değerlendirme işlevi yapmış olur. Ayrıca öğrencinin ders başındaki ve sonunda değişimi incelenmiştir. Dördüncü sütunda öğrenciden, dersin sonunda verdiği cevap değiştiyse neden değiştiğini açıklaması istenir. Bu şekilde öğrenci kendi hatalarını ve öğrenmeleri değerlendirerek, öğrenme düzeyini üst basamaklara taşır. Ayrıca bu sütun öğretmene, öğrencinin gelişimine dair açıklayıcı veri sağlayacağı için öğretmene sonraki dersleri bu verilere göre düzenleme imkânı tanır. Resim 3'te orantı dersi değerlendirme formundan bir kesit sunulmuştur.

3.c. Orantı Değerlendirme Formu:

Sorular	Ders Öncesi Cevabım	Ders Sonrası Cevabım	Cevabın Değişti mi? Neden?
$\frac{3}{4}$ ve $\frac{9}{12}$ oranları bir orantı oluşturur mu?			
Oran ve Orantının tanımını yapınız.			
Bir kaptaki kırmızı ve mavi toplar vardır. Kırmızı topların mavi toplara oranı $\frac{3}{4}$ 'tür. Toplam 42 top varsa, mavi topların sayısı kaçtır? Çözümünüzü ayrıntılı yazın.			

Resim 3. Orantı Dersi Değerlendirme Formundan Bir Kesit

Tablo 2’de modülde yer alan tanılayıcı, biçimlendirici ve düzey belirleyici değerlendirme formlarının sayısı verilmiştir.

Tablo 2.
Modülde yer alan ölçme-değerlendirme araçlarının derslere göre dağılımı

Ders	Tanılayıcı	Biçimlendirici	Düzyer Belirleyici
Ders1-Hazırlık		2	
Ders2-Problem Tanımlama		3	
Ders 3-Basit Elektrik Devreleri	1	3	1
Ders 4- Oran-Orantı	1	6	1
Ders 5- Doğru Orantı-Ters Orantı	1	4	1
Ders 6- Açılar	1	2	1
Ders 7- Aynalar ve Mercekler	1	3	1
Ders 8- Çizgi Grafiği	1	3	1
Ders 9- Elektrik Devreleri	1	4	1
Ders 10-Planlama		5	
Ders 11- Prototip Yapma		1	
Ders 12- Test Etme- Karar Verme		2	
Toplam	7	38	7

3.1.1.7. Modül için uzman görüşü alınması ve yeniden düzenleme

Ders planı yazımı tamamlandıktan sonra modül için uzman görüşü alınmıştır. STEM eğitim modülü farklı disiplinler içerdiği için uzman grubu, farklı disiplinlerde uzman 7 kişilik bir ekipten oluşmaktadır. Uzman görüşleri on-line toplantılar ve birebir görüşme yoluyla elde edilmiştir. Uzmanların uzmanlık alanları ve görüş istenen konular aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 3.
Modül İçin Uzman Görüşü Bilgileri Tablosu

Uzman	Alanı	Uzman Görüşü İstenen Konu
Uzman 1	STEM Eğitim Modülü geliştirmiş, matematik eğitimi uzmanı, akademisyen	Yazılan STEM Eğitim modülün STEM eğitiminin doğasına uygunluğu ve matematik konularının öğretiminin yapılandırıcılığa uygunluğu
Uzman 2	İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programında görev yapan ve orantı konusunun öğretiminde çalışmaları bulunan akademisyen	Orantı konusunda geliştirilen etkinliklerin, değerlendirme sorularının ve verilen tanımların yapılandırıcılığa uygun ve kavram yanılgısına sebep olmayacak şekilde düzenlemesi
Uzman 3	İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programında görev yapan, açılar ve geometri öğretimi konularında çalışmaları bulunan akademisyen	Açılar konusunda verilen tanımlar, geliştirilen etkinlikler ve değerlendirme sorularının yapılandırıcılığa uygun ve kavram yanılgısına sebebiyet vermeyecek şekilde düzenlenmesi
Uzman 4	Fen Bilgisi Öğretmenliği Programında görev yapan ve elektrik konusunda çalışmaları bulunan akademisyen	Elektrik konusu içeren derslerde verilen tanımlar, geliştirilen etkinlikler ve değerlendirme sorularının yapılandırıcılığa uygun ve kavram yanılgısına sebebiyet vermeyecek şekilde düzenlenmesi
Uzman 5	Fen Bilgisi Öğretmenliği Programında görev yapan ve optik konusunda çalışmaları bulunan akademisyen	Işığın yansıması ve kırılması konularını içeren derslerde verilen tanımlar, geliştirilen etkinlikler ve değerlendirme sorularının yapılandırıcılığa uygun ve kavram yanılgısına sebebiyet vermeyecek şekilde düzenlenmesi
Uzman 6	Milli Eğitim Bakanlığı'nda 7 yıldır görev yapan ve ortaokul düzeyinde derse giren öğretmen	Etkinliklerin sınıf ortamında uygulanabilirliği, öğrenci dikkatini dağıtabilecek unsurlar, sınıf düzeyine uygunluk
Uzman 7	Milli Eğitim Bakanlığı'nda 5 yıldır görev yapan ve ortaokul düzeyinde derse giren öğretmen	Etkinliklerin sınıf ortamında uygulanabilirliği, öğrenci dikkatini dağıtabilecek unsurlar, sınıf düzeyine uygunluk

- **Uzman1'in Önerileri ve Yapılan Düzenlemeler:** Modülde yer alan etkinliklerin bir kısmında yönlendirici soruların yeterli olmadığı

belirtilmiştir. Öğrencilerin sınıf düzeyi göz önünde bulundurularak yapılandırmacı süreçlerin yeniden gözden geçirilmesi önerilmiştir. Ayrıca hazırbulunuşluk için gerekli kazanımları hatırlatmak için etkinliklere yer verilmesi önerilmiştir. Bunlar dışında modülün STEM eğitiminin doğasına uygun olduğu belirtilmiştir. Uzmanın önerileri doğrultusunda, öğrencilerin var olan şemalarının üzerine yeni şemalar oluşturacak şekilde yönlendirici sorular zenginleştirilmiş ve yapılandırmacı süreçler yeniden düzenlenmiştir. Düzenlemeler sonrasında uzmandan yeniden değerlendirme istenmiş ve modülün uygulamaya hazır olduğu yönünde görüş alınmıştır.

- **Uzman2'nin Önerileri ve Yapılan Düzenlemeler:** Orantı konusunda yer alan etkinlikler, ölçme araçları ve tanımlar uzman tarafından incelenmiştir. Uzman, tanımların bazılarının, problem çözümlerinde kullanılan stratejilerden bazılarının kavram yanılgısına neden olabileceğini belirtmiştir. Ek olarak, değerlendirme sorularından bazılarının sınıf düzeyinin üstünde olduğu belirtilmiştir. Bunlar dışındaki tüm etkinliklerin, tanımların ve değerlendirme sorularının uygun olduğu belirtilmiştir. Uzmanın önerileri doğrultusunda modülde orantı konusu ile ilgili kısımlar yeniden düzenlenmiş, yeniden değerlendirmeye gönderilmiş ve modülün uygulamaya hazır olduğu yönünde görüş alınmıştır.
- **Uzman3'ün Önerileri ve Yapılan Düzenlemeler:** Uzman, açılar konusundaki etkinlikleri değerlendirmiştir. Açının tanımının ve etkinliklerin hedef kazanımlara uygun ve kavram yanılgılarına sebebiyet vermeyecek şekilde uygun olduğu belirtilmiştir. Günlük hayattan verilen açı örneklerindeki ifadelerin karışıklığa neden olabileceği belirtilmiştir. Uzmanın önerileri doğrultusunda düzenlemelerden sonra, ikinci kez görüşme yapılmış ve modülün uygulamaya hazır olduğuna dair görüş alınarak açılarla ilgili etkinliklere son hali verilmiştir.
- **Uzman4'ün Önerileri ve Yapılan Düzenlemeler:** Uzman elektrik konusu ile ilgili etkinlikler, tanımlar, yönlendirici sorular ve değerlendirme sorularını ayrıntılı biçimde incelemiştir. Elektrik konusu ile ilgili ileri düzey fakat konunun temelini oluşturan bilgilerle uyumlu olmayan, ileriki sınıflarda öğrenmede güçlük yaratabilecek veya kavram yanılgısına sebep olacak iki etkinliğin modülden çıkarılması önerilmiştir. Bunun yerine ileri düzey öğrenmelerle uyumlu olabilecek farklı bir etkinliğin sınıf düzeyine

göre düzenlenmesi önerilmiştir. Bununla birlikte öğrenmeyi sağlamak için sorulacak yönlendirici soruların ve tanımların bazılarının yanlış yönlendirmeye ve kavram yanılgısına sebep olabileceği söylenerek çıkarılması önerilmiştir. Uzmanın önerileri doğrultusunda düzenlemeler yapılmış ve ikinci görüşme gerçekleştirilmiştir. Uzmanın değerlendirmeleri sonrasında modüldeki elektrik konusu ile ilgili tanımlar, yönlendirici sorular, etkinlikler ve değerlendirme sorularının öğretim için uygun olduğuna dair görüş alınarak, son hali verilmiştir.

- **Uzman5'in Önerileri ve Yapılan Düzenlemeler:** Uzman ışığın yansıması ve kırılması konuları ile ilgili etkinlikler, tanımlar, yönlendirici sorular, örnekler ve değerlendirme sorularını incelemiş, genel olarak uygun olduğunu söylemiştir. Aynada görüntü oluşumuna dair birkaç bilginin düzeltilmesini önermiştir. Bununla birlikte değerlendirme sorularından birkaçının sınıf düzeyi için fazla olduğunu ve çıkarılması gerektiğini söylemiştir. Uzmanın önerdiği düzenlemeler yapıldıktan sonra yeniden görüş alınmış ve bu konulara son hali verilmiştir.
- **Uzman6 ve Uzman7'nin Önerileri ve Yapılan Düzenlemeler:** MEB'de görev yapan 2 öğretmenden modülün sınıf içerisinde uygulanabilirliğine dair görüş alınmıştır. Öğretmenler modüldeki etkinliklerin genel olarak sınıf düzeyine uygun olduğunu, bir öğretmen için anlaşılamayan bir nokta olmadığını belirtmişlerdir. Bir etkinliğin sınıf içinde uygulanmasının zor olduğunu, sınıfta karışıklığa neden olabileceğini belirtmişlerdir. Bunun dışında elektrik devresi elemanlarının isimlerinin (buzzer, breadboard, vb.) dikkat dağılmasına neden olabileceğini bu isimlerin Türkçe karşılıklarını kullanmanın daha iyi olabileceğini belirtmişlerdir. Uzmanların önerileri doğrultusunda düzenlemeler yapılarak modüle son hali verilmiştir.

3.1.1.8. Pilot uygulama ve modülün yeniden düzenleme

Uzman görüşlerinden sonra modülün uygulanabilirliği, öğretmen adaylarının orantısal durumları çözme stratejilerinin gelişmesi, orantı konusunda sahip oldukları kavram yanılgılarının giderilmesi ve pedagojik alan bilgilerinin gelişimine etkisini incelemek amacıyla pilot uygulama yapılmıştır. Pilot uygulama, ilköğretim matematik öğretmeni adayı 4 kişi ile gerçekleştirilmiştir. 4 öğretmen adayı ile bir grup

oluşturulmuştur. Öğretmen adaylarına uygulama öncesinde ve sonrası orantı alan bilgisi değerlendirme formu, orantı pedagojik alan bilgisi değerlendirme formu, STEM eğitimi bilgi ve görüş formu uygulanmıştır. Uygulama esnasında her öğretmen adayının Mühendislik Not Defteri (MND) tutmaları istenmiş, grup çalışmaları ses ve video kaydına alınmıştır. Elde edilen verilerin içerik analizine tabi tutulmuştur.



Resim 4. Pilot Uygulamadan Bir Kare

Modülün uygulanabilirliğine dair yapılan incelemede; pilot uygulamadaki öğretim süresinin, planlanan ders saati ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Etkinlik için belirlenen bazı malzemelerin çalışmadığı, bazı malzemelerin ise etkinlik için uygun olmadığı görülmüş ve modüldeki malzeme listesi güncellenmiştir. Grup içi tartışma ortamının öğrenmeyi destekleyici biçimde çalıştığı tespit edilmiştir. Uygulayıcının yapılandırmacı süreçleri uygularken titiz olması ve yönlendirmelere dikkat etmesi gerektiği tespit edilmiştir. Modül öğretmen adaylarına uygulanacağı için ders esnasında pedagojik alan bilgisine dair farkındalığı artıracak şekilde yönlendirici sorular, ders öncesi ve sonrasında ise değerlendirme soruları eklenmesine karar verilmiştir.

Modülün öğretmen adaylarının orantısal durum içeren problemleri çözme stratejilerine etkisi incelendiğinde; öğretmen adaylarının uygulama öncesinde sadece içler-dışlar çarpımı gibi ezbere dayalı stratejileri kullandığı; uygulama sonrasında içler-dışlar çarpımı yerine daha sezgisel ve somut stratejilerden modelleme, orantı tablosu, birim oran, çift sayı doğrusu stratejilerine başvurarak çözüm yaptığı görülmüştür. Resim 5 ve Resim 6'da pilot uygulama öncesinde ve sonrasında orantısal durum içeren problemleri çözme stratejilerinin fotoğrafları verilmiştir.

1) İki sayının oranı $\frac{3}{5}$ 'tir. Sayılardan küçük olanı 45 ise büyük olan kaçtır?" Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.

$$\frac{3}{5} = \frac{45}{x} \quad x = 75$$

2) Bir kaptaki kırmızı ve mavi toplar vardır. Kırmızı topların mavi toplara oranı $\frac{3}{4}$ 'tir. Toplam 42 top varsa, mavi topların sayısı kaçtır? Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.

Kırmızı: 3a 3a + 4a = 70 $\frac{4a}{70} = \frac{x}{42}$ x = 24
Mavi: 4a

Resim 5. Pilot Uygulama Öncesinde Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda Çözüm Stratejilerine Örnek

1) İki sayının oranı $\frac{3}{5}$ 'tir. Sayılardan küçük olanı 45 ise büyük olan kaçtır?" Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.

1. yöntem: $\frac{3}{5} = \frac{45}{x}$ 2. yöntem: $\frac{3}{5} = \frac{45}{x}$ 3. yöntem: $\frac{3}{5} = \frac{45}{x}$ 4. yöntem: $\frac{3}{5} = \frac{45}{x}$

2) Bir kaptaki kırmızı ve mavi toplar vardır. Kırmızı topların mavi toplara oranı $\frac{3}{4}$ 'tir. Toplam 42 top varsa, mavi topların sayısı kaçtır? Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.

Kırmızı: 3a 3a + 4a = 70 $\frac{4a}{70} = \frac{x}{42}$ x = 24
Mavi: 4a

Resim 6. Pilot Uygulama Sonrasında Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda Çözüm Stratejilerine Örnek

Öğretmen adaylarının pilot uygulama öncesinde sahip olduğu kavram yanlışları incelendiğinde; orantısız olmayan durumları ayırt edememe, orantı grafiklerini çizerken ve yorumlarken zorluk yaşama, doğru orantılı ve ters orantılı durumları ayırt edememe, verilen orantı denklemini sözel olarak ifade edememe gibi güçlükler yaşadıkları görülmüştür. Pilot uygulama sonrasında öğretmen adaylarının yanlışlarının giderildiği tespit edilmiştir.

Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Örnek Soru: Aynı hızda koşan Ayşe ve Esra 800 m'lik dairesel bir parkuru farklı zamanlarda (önce Ayşe sonra Esra olacak şekilde) koşmaya başladılar. Ayşe 300 m koştuğunda Esra 200 m koşmuşsa, Esra 400 m koştuğunda Ayşe kaç m koşmuş olur? Açıklayınız.

Resim 7 ve Resim 8'de katılımcıların pilot uygulama öncesi ve sonrasında katılımcıların soruya verdikleri cevaplara örnekler verilmiştir.

$$\frac{300}{200} = \frac{x}{400} \Rightarrow x = 600m$$

Resim 7. Pilot Uygulama Öncesi Verilen Cevap

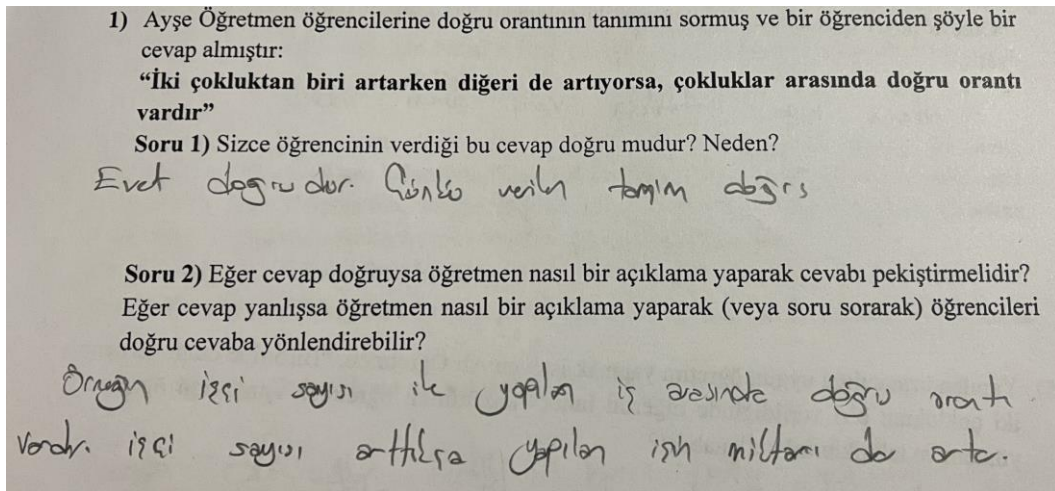
Resim 7’de verilen cevapta katılımcı toplamsal ilişki içeren bir durumu orantı kurarak çözmüştür. Katılımcının toplamsal ilişkiyi orantısal ilişki sanmış ve problemi yanlış çözmüştür.

300 - 200 = 100m. Ayşe, Esra'nın 100 metre ilerisinde
Esra 400 metre koşarsa Ayşe'de 400 metre koşar.
400 + 100 = 500 metre olur.

Resim 8. Pilot Uygulama Sonrası Verilen Cevap

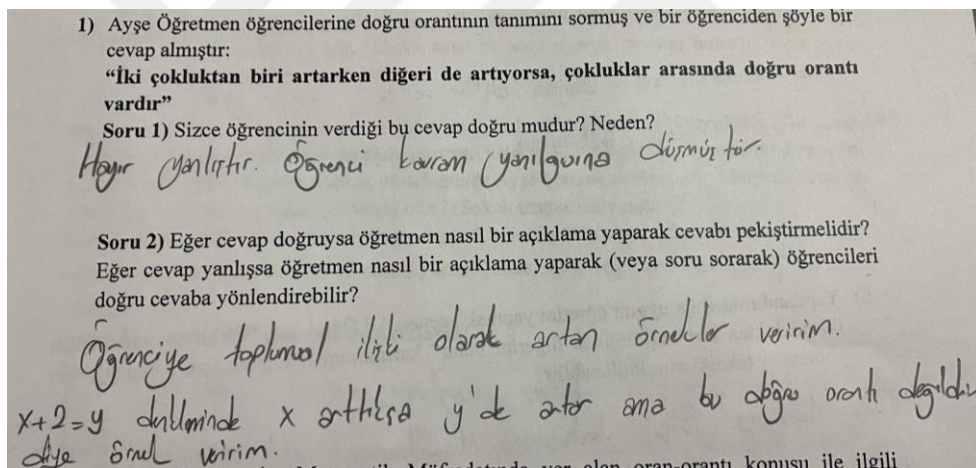
Resim8’de katılımcı sorudaki toplamsal ilişkiyi doğru anlamış ve orantı kurmadan doğru olarak çözüm yapmıştır.

Modülün öğretmen adaylarının orantı konusundaki pedagojik alan bilgilerine etkisi incelendiğinde; Öğretmen adaylarının pilot uygulama öncesinde orantı konusunun ilgili sınıf düzeyindeki kazanım bilgilerinde eksiklik (7 kazanımdan en fazla 1 doğru kazanım yazabilme), örnek senaryolardaki kavram yanlışları fark edememe, örnek senaryolara göre öğrenciyi doğru cevaba yönlendirememe, yapılandırmacı öğretim yöntem ve tekniklerinde eksiklik, konuyu günlük hayatla, diğer disiplinlerle ve matematiğin diğer konuları ile ilişkilendirmede güçlük yaşadığı tespit edilmiştir. Pilot uygulama sonrasında öğretmen adaylarının kazanım bilgilerinin arttığı (sınıf düzeyine ait 7 kazanımdan en az 4’ünü bilme), senaryolardaki yanlış bilgileri ve kavram yanlışlarını farkederek, yapılandırmacı yaklaşımla yönlendirme yapabildiği, örnek senaryolarda, kazanımları keşfettirmek ve orantısal akıl yürütmeyi geliştirebilmek için farklı yöntem ve teknikleri önerebildikleri tespit edilmiştir. Resim 9 ve Resim 10’da pilot uygulama öncesi ve sonrası, katılımcıların kavram yanlışlığını farketme ve doğru olarak yönlendirebilme durumlarına örnekler verilmiştir.



Resim 9. Pilot Uygulama Öncesi Kavram Yanılgısını Farketme ve Yönlendirme Örneği

Resim 9’deki cevapta öğrencinin doğru orantı tanımındaki hatayı farkedemeği ve yanlış örnek vererek yanılgıyı pekiştirdiği yani öğrenciyi doğru yönlendiremediği görülmektedir.



Resim 10. Pilot Uygulama Öncesi Kavram Yanılgısını Farketme ve Yönlendirme Örneği

Resim 10’da katılımcının doğru orantı tanımındaki hatayı farkederek, öğrenciyi doğru olarak yönlendirebildiği görülmektedir.

Grup çalışması ve iletişim becerileri açısından elde edilen verileri incelediğimiz zaman, özellikle MND içerisinde yer alan etkinliklerde istenen cevapların önce “Bireysel Cevap” olarak yazdırılıp sonra grup tartışması ile “Grup Cevabı”na ulaşılmasının istenmesi ile öğretmen adaylarının kavram yanılgılarının giderilebildiği görülmüştür. Aşağıdaki diyalog “Hangisi Orantıdır” etkinliğinin ses kaydı transkriptinden grup çalışması ile yanlışların ve yanılgıların giderilmesine bir örnektir:

Kübra: 1. sorunun cevabını tartışalım. Ne cevap verdiğiniz ben orantı ile yaptım. 4 buldum.

Fatih: Bende **Filiz:** Ben 8 buldum **Elif:** Ben de 4 buldum.

Kübra: Cevap 4 o zaman

Öğretmen: Nasıl çözdünüz?

Fatih: Hocam orantı yaparsak 4 çıkar.

Kübra: Meryem 6 sokak yürüdüğünde Ayşe 2 sokak yürüyorsa, Meryem 12 sokak yürüdüğünde Ayşe 4 sokak yürümüş olur.

Elif: 2 katı yani

Filiz: Hocam ben biraz farklı düşünüyorum. Bunlar aynı hızda yürüyorlar ve Meryem önceden çıkmış. Ayşe 2 sokak yürüdüğünde Meryem 6 sokak yürümüşse 4 sokak önden gidiyor demektir. E aynı hızda gidecekler.

Elif: Sen diyorsun ki Meryem'in 4 sokak fazlası var.

Fatih: Bence çok detaylı düşünüyorsun.

Elif: Aslında doğru düşünüyor. Filiz şöyle diyor (arkadaşlarına anlatarak): Meryem önden 4 sokak yürümüş, diyor ki 4 sokak elde var, gerisini beraber yürüyecekler. Meryem 12 sokak yürümüşse, 12'den 4 çıkarırız. Ayşe 8 sokak yürümüş olur.

Fatih: Benim kafam karıştı.

Kübra: Ben düz düşünmüştüm. Ama benim de kafam karıştı.

Öğretmen: Burada orantısal bir ilişki var mı?

Filiz: Hızlarını oranlarsak 1 çünkü aynı hızda yürüyorlar ama bize sokak sayısını soruyor orada orantı yok.

Öğretmen: 8'i bulmak için hangi işlemi yaptınız?

Elif: Orantı değil orada çıkarma ya da toplama yaparak bulabiliriz

Öğretmen: Peki orantı olması için hangi işlem olması gerekiyordu?

Kübra: Oran diyebilmemiz için çarpımsal işlem olması gerekiyordu.

Öğretmen: O halde sokak sayıları arasında orantısal bir ilişki vardır diyebilir miyiz?

Kübra: Diyemeyiz.

Öğretmen: O halde grup cevabınız nedir?

Elif: Meryem Ayşe'den 4 sokak fazla yürümüş, Meryem 12 sokak yürümüşse Ayşe 8 sokak yürümüş olur.

Yukarıda verilen diyalogta grup tartışmasının, orantı konusundaki kavram yanılgılarının giderilmesi ve orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişimine etkisini görebiliriz.

Pilot çalışma sonrasında öğretmen adaylarıyla açık uçlu sorulardan görüşme yapılmıştır. Öğretmen adayları kendileri için bu uygulamanın faydalı olduğunu, uygulama sayesinde orantı konusunda ezber dışında farklı stratejiler öğrendiklerini, konu ile ilgili hatalarını fark ettiklerini, farklı öğretim teknikleri öğrendiklerini, öğretmen oldukları zaman bu teknikleri ve STEM eğitim yaklaşımını ders anlatırken kullanmak isteyeceklerini belirtmişlerdir.

Pilot uygulamadan elde edilen veriler doğrultusunda modülde düzenlenmesi gereken kısımlar düzenlenmiştir. Çalışma kağıtları ve değerlendirme formlarında eksik

ve yanlış yerler düzeltilmiştir. Etkinliklerde çözümü zorlaştıran sayılar değiştirilmiştir. Malzeme listeleri güncellenmiştir. Modülün, sınıf içinde uygulanabildiği, öğretmen adaylarının orantısal durumlar içeren problemleri çözerken kullandıkları stratejileri geliştirdiği, sahip oldukları kavram yanlışlarının giderilmesine katkıda bulunduğu ve pedagojik alan bilgilerini artırdığı tespit edilmiştir. Tüm bu düzenlemeler ve elde edilen verilerle modülün uygulamaya hazır olduğuna karar verilmiştir.

3.1.2. MTS Temelli STEM Eğitim Modülünün Uygulaması

MTS temelli geliştirilen STEM eğitim modülün araştırmanın amacına uygun biçimde uygulanabilmesi için bir zaman çizelgesi yapılmıştır.

Tablo 4.

MTS temelli STEM Eğitim Modülü Uygulama Zaman Çizelgesi Tablosu

Yapılan İşlem		Verilen Zaman
Uygulamanın Tanıtımı		2 ders saati
Çalışmaya katılmaya gönüllü olanlara “Orantı Alan ve Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formu”nun uygulanması		1 ders saati
Katılımcıların belirlenmesi		-
Uygulama Öncesi	“Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formu”	2 ders saati
	“Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formu”	
	“STEM Eğitimi Yaklaşımı Bilgi ve Görüş Formu” araçlarının uygulanması	
	Öğretmen adaylarının ders planı hazırlaması ve hazırlanan ders planlarına uygun ders anlatımı gerçekleştirilmesi	8 ders saati
Modülün Uygulanması		22 ders saati
Uygulama Sonrası	“Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formu”	2 ders saati
	“Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formu”	
	“STEM Eğitimi Yaklaşımı Bilgi ve Görüş Formu” araçlarının uygulanması	
	Öğretmen adaylarının ders planı hazırlaması ve hazırlanan ders planlarına uygun ders anlatımı gerçekleştirilmesi	16 ders saati
Odak Grup Görüşmesi		7 ders saati
Verilerin analizi sonrasında katılımcılarla teyit toplantısı		2 ders saati
TOPLAM		62 ders saati

Tabloya göre planlanan uygulama basamakları aşağıda açıklanmıştır.

3.1.2.1. Çalışmanın Tanıtılması ve Katılımcıların Belirlenmesi

2021-2022 öğretim yılında ilköğretim matematik öğretmenliği 4. Sınıf öğrencisi 53 kişiye çalışmanın amacı, genel kapsamı, STEM eğitim yaklaşımı hakkında bilgiler içeren, 2 ders saati alacak şekilde çalışma tanıtımı yapıldı. Tanıtım yapılan gruptan çalışmaya katılmaya gönüllü olanlara “Orantı Alan ve Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formu” uygulandı. 18 kişilik gönüllü listesinden 2 kişi çalışmanın takvimine uyamayacaklarını söyledikleri için 16 kişilik katılımcı grubu oluşturuldu.

3.1.2.2. Modül Öncesi Veri Toplama Araçlarının Uygulanması

Öğretmen adaylarına modül öncesinde araştırmacı tarafından geliştirilen “Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formu” ve “Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formu” uygulanmıştır. Bu formların uygulanması yaklaşık 2 ders saati almıştır. Daha sonra öğretmen adaylarından ortaokul orantı konusu kazanımlarından en az birisini seçerek bir ders planı yapmaları ve yaptıkları ders planlarına göre grup arkadaşlarına ders anlatımı gerçekleştirmeleri istenmiştir. Bu süreçte öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planları ve varsa materyalleri daha sonra analiz edilmek üzere toplanmıştır. Ders anlatımları her öğretmen adayı için ortalama 20 dakika sürmüştür ve hepsi analiz edilmek üzere video kaydına alınmıştır. Ders anlatımları için toplam 8 ders saati süre ayrılmıştır. Elde edilen verilerle öğretmen adaylarının, modül uygulaması öncesinde, orantısal durum içeren problemleri çözme stratejileri, sahip oldukları kavram yanılgıları ve pedagojik alan bilgileri incelenmiştir.

3.1.2.3. Modülün Uygulanması ve Süreç İçerisinde Veri Toplama

Modülün uygulanabilmesi için öncelikle modüldeki tüm etkinlikleri, değerlendirme araçlarını içeren bir slayt gösterisi hazırlanmıştır.

MÜHENDİSLİK NOT DEFTERİ (MND)

- Fikirler..
- Çözümler..
- Çizimler..

MOTTOMUZ: Her fikir önemlidir,
ASLA SİLME, ÜZERİNİ ÇİZME!!!

**Bireysel Cevabım kadar,
Grup Cevabımız da önemli...**

Her ders sonunda öğretmene teslim etmeyi unutma!!!



Resim 11. Modül Slayt Sunumundan Örnek

DEĞİŞİK ORANTI PROBLEMLERİ

- $\frac{3}{4}$ ifadesi

1 cm	1 cm	1 cm	
1 cm	1 cm	1 cm	1 cm

 şeklinde görselleştirilebilir.
- Ayşe Teyzenin örgü modelinde kırmızı ip ve mavi ip uzunluklarını yukarıdaki gibi görselleştirirsek, 12 m kırmızı ipe karşılık kaç m mavi ip gerektiğini görselle bulabilir miyiz?

4 m 4 m 4 m 12 m
4 m 4 m 4 m 4 m 16 m

- Ayşe Teyze toplamda 21 m ip kullanmışsa, kaç m kırmızı ip kullanmıştır?

9 m 3 m 3 m 3 m 21 m $\frac{21}{7} = 3$ m
3 m 3 m 3 m 3 m


- Ayşe Teyze'nin kullandığı mavi ip, kırmızı ipten 5m fazla ise Ayşe Teyze ne kadar mavi ip kullanmıştır?

20 m 5 m 5 m 5 m
5 m 5 m 5 m 5 m

Resim 12. Modül Slayt Sunumundan Örnek

ÖĞRETMEN OLARAK DEĞERLENDİRELİM

- Bu ders yapılandırmacılığa uygun işlendi mi? Neden?
- Ders başında ve sonundaki değerlendirme soruları neden soruluyor?
- Ders başında önceki dersi ve problemi hatırlatmaya dayalı sorular neyi hedefliyor?
- Ders sonunda dersle ilgili sorular neyi hedefliyor?
- İyi Pilavın Sırrı ve Usain Bolt etkinlikleri hangi sınıf düzeyine uygun kazanımları hedefliyor?
- Güvenli Giriş etkinliği hangi kazanımları hedefliyor?
- Bu derste orantısal durumları çözme stratejilerinden hangilerini öğrendiniz?
- Hangisi Orantıdır etkinliğinin amacı nedir?
- Güvenli Giriş, Değişik Orantı Problemleri ve Hangisi Orantıdır etkinlikleri yapılandırmacılığa uygun muydu? Neden?
- Bu ders disiplinlerarası öğretime uygun olarak hangi disiplinler (konular) ilişkilendirildi?
- Bu derste öğrencilere hangi beceriler kazandırılmak isteniyor?



Resim 13. Modül Slayt Sunumundan Örnek

Slayt gösterisi uygulayıcının, modülün hiçbir basamağı unutmaması için geniş kapsamlı biçimde hazırlanmıştır. Her grubun birlikte rahatça çalışabilecekleri, slayt gösterisini ve öğretmeni rahatça takip edebilecekleri şekilde sınıf düzeni

oluşturulmuştur. Bununla birlikte uygulamada kullanılacak tüm malzemeler ve çıktılar (çalışma kağıtları, değerlendirme formları, vb.) öğretmen masasının önündeki iki masada öğrencilerin çalışmasını engellemeyecek şekilde, her etkinlik için ayrıca sınıflandırılarak, düzenlenmiştir. Öğrenme basamağında orantı konusunda çalışmalarını olan bir matematik eğitimi uzmanı gözlem gerçekleştirmiştir.

Resim 14’te uygulama sırasında sınıf düzenine örnek bir resim verilmiştir.



Resim 14. Uygulamada Sınıf Düzeni

Uygulamaya başlamadan önce her grubun masasına, uygulama boyunca grup içi aktivitelerini takip etmek amacıyla, bir ses kayıt cihazı yerleştirilmiştir. Ayrıca tüm sınıfı rahatça görebilecek şekilde bir yere kamera yerleştirilmiştir ve uygulama video kaydına alınmıştır. Uygulamaya başlamadan önce her öğrenciye, 72 yaprak kareli A4 boyutunda defterler dağıtılmıştır. Hazırlık basamağında bu defter tanıtılarak, nasıl kullanmaları gerektiği anlatılmıştır. Etkinlikler sırasında zaman zaman grup aktiviteleri, yakın plan ile hem video kaydına alınmış hem de fotoğrafları çekilmiştir. MTS’nin ilk basamağı olan Hazırlık basamağı ile uygulamaya başlanmıştır. Modül uygulama için hazırlanan slayt gösterisi, sınıf yönergelerini ayrıntılı şekilde içerdiği için, uygulayıcı modüle bakma ihtiyacı hissetmeden, slayt sunumunu takip ederek tüm basamakları tamamlamıştır.

Resim 15’te basit elektrik devreleri dersinden bir fotoğraf verilmiştir. Öğrenciler bu derste basit elektrik devresi kurmuştur.



Resim 15. Basit Elektrik Devreleri Dersinden Bir Kare

Resim 16’da orantı dersindeki Güvenli Giriş etkinliğinden bir kare verilmiştir. Bu etkinlikte orantısal durum içeren bir problemi çözerek, lazer ışını yansıtması ile korunan bir kapı prototipi yapmışlardır. Bu etkinlik, lazerli oda prototipine hazırlık niteliğindedir.



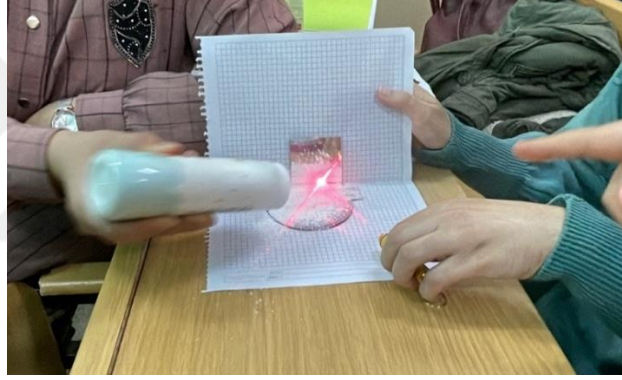
Resim 16. Orantı Dersi Güvenli Giriş Etkinliğinden Bir Kare

Resim 17’de Birlikte Değişen Oranlar dersindeki Direncin Bağlı Olduğu Faktörler etkinliğinden bir kare verilmiştir. Katılımcılar farklı uzunlukta ve kalınlıktaki dirençlerin büyüklüğünü multimetre ile ölçerek, doğru orantı ve ters orantı kavramlarını keşfetmişlerdir.



Resim 17. Birlikte Değişen Oranlar Dersinden Bir Kare

Resim 18’de Açılar dersindeki Işığın Yansıma Kanunları etkinliği ile açılar kavramını ve ışığın yansıma kanunlarını hatırlarken; eş açı ve açıortay kavramlarını keşfetmişlerdir.



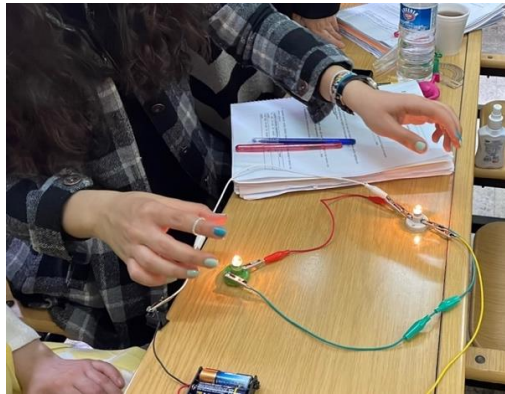
Resim 18. Açılar Dersinden Bir Kare

Resim 19’da Aynalar ve Mercekler dersindeki Işığın Kırılması ve Mercekler etkinliğinden bir kare verilmiştir. Bu etkinlikte katılımcıları ışığın ortam değiştiren kırılma açısının nasıl değiştiğini keşfetmişlerdir.



Resim 19. Işığın Kırılması ve Mercekler Etkinliğinden Bir Kare

Resim 20’de Elektrik Devreleri dersindeki Seri Bağlama-Paralel Bağlama etkinliğinden bir kare verilmiştir. Bu etkinlikle katılımcılar devre elemanlarının bağlanma durumlarına göre akım ve gerilim şiddetinin nasıl değiştiğini keşfetmişlerdir.



Resim 20. Elektrik Devreleri Dersinde Bir Kare

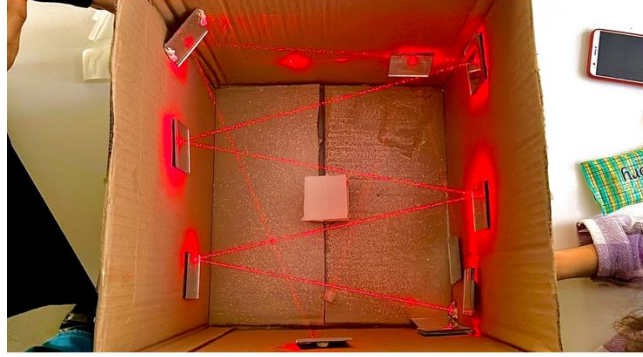
Öğretmen adayları prototip yapma basamağında, gerçek yaşam probleminin çözümünde zorlanmışlar ve kriterleri sağlayacak çözüme sadece 1 grup ulaşabilmiştir. Resim 21’de prototip yapımından bir kare verilmiştir.



Resim 21. Prototip Yapımından Bir Kare

Öğretmen adaylarının prototip yapımında neden zorlandıklarını analiz ederek MND’lerine yazmaları istenmiştir. Daha sonra bu analizlere göre yeniden plan yapmaları ve prototip yapmaları istenmiştir. Yaşadıkları güçlükleri dikkate alarak yeniden planlama sonrası yapılan prototipler, test etme ve karar verme basamaklarını başarıyla geçmiştir.

Resim 22’de katılımcıların oluşturduğu lazer güvenlik sistemi prototiplerinden birine örnek verilmiştir. Katılımcılar her duvardan en az 2 yansıma yapacak, en güvenli ve en az maliyetli prototipleri oluşturmuşlardır.



Resim 22. Lazer Güvenlik Sistemi Prototip Örneği

Öğretmen adaylarından yaptıkları çözüme dair sayısal veriler ve kanıta dayalı açıklamalar içeren bir afiş hazırlayarak, prototiplerini sunmaları istenmiştir. Resim 23’te grupların afiş çalışmaları ve prototip sunumlarına bir örnek verilmiştir.



Resim 23. Grupların Afiş ve Prototiplerini Sunma Çalışmalarına Bir Örnek

Afiş hazırlama ve prototip sunumlarından sonra MTS temelli STEM eğitimi uygulaması sona ermiştir.

3.1.2.4. Modül Sonrası Veri Toplama Araçlarının Uygulanması

Öğretmen adaylarına modül sonrasında tekrar “Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formu”, “Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formu” ve “STEM Eğitimi Yaklaşımı Bilgi ve Görüş Formu” uygulanmıştır. Bu formların uygulanması yaklaşık 2 ders saati almıştır. Daha sonra öğretmen adaylarından yeniden, ortaokul orantı konusu kazanımlarından en az birisini seçerek bir ders planı yapmaları ve yaptıkları ders planlarına göre grup arkadaşlarına ders anlatımı gerçekleştirmeleri istenmiştir. Bu süreçte öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planları ve varsa materyalleri daha sonra analiz edilmek üzere toplanmıştır. Ders anlatımları her öğretmen adayı için ortalama 40 dakika sürmüştür ve hepsi analiz edilmek üzere video kaydına alınmıştır. Ders anlatımları için toplam 16 ders saati süre ayrılmıştır. Elde edilen verilerle öğretmen adaylarının, modül uygulaması sonrasında, orantısal durum içeren problemleri çözme stratejileri, sahip oldukları kavram yanılgıları ve pedagojik alan bilgileri incelenmiştir.

3.1.2.5. Odak Grup Görüşmesi

Veri toplama süreci bittikten sonra öğretmen adayları ile odak grup görüşmesi yapılmıştır. Odak gruplar, uygulama yapılan 4 grup olarak belirlenmiştir. Gruplar ile sürecin değerlendirildiği yaklaşık 70 dakikalık görüşme yapılmıştır. Odak grup görüşmesi ile ilgili ayrıntılı bilgi, *veri toplama araçları* bölümünde anlatılmıştır.

3.2. Katılımcılar

Araştırmanın katılımcıları amaçlı örnekleme metotlarından ölçüt örnekleme ile seçilmiştir. Amaçlı örnekleme, zengin veriye sahip olduğu düşünülen durumların derinlemesine çalışmasına olanak veren, nitel araştırma geleneği içerisinde ortaya çıkmış bir örnekleme yöntemi olarak tanımlanabilir (Yıldırım, Şimşek, 2013). Amaçlı örnekleme çeşitlerinden ölçüt örnekleme, önceden belirlenmiş bir dizi ölçütü karşılayan durumların tercih edilmesi olarak tanımlanabilir (Yıldırım, Şimşek, 2013). Bununla birlikte literatüre göre (Yıldırım, Şimşek, 2013) nitel araştırmalarda amaçlı örnekleme yöntemi ile katılımcıların belirlenmesi, güvenilirliği artıran önemli faktörlerden biridir. Covid-19 pandemisinin yaygın olduğu 2021-2022 öğretim yılında gerçekleştirilecek uygulama için araştırmacı kendi çalıştığı üniversitede öğrenim gören ilköğretim

matematik öğretmeni adayları ile çalışmıştır. Öğretmen adaylarının çalışmaya dahil edilme ölçütleri aşağıdaki dersleri almaktır:

- **Öğretim İlke ve Yöntemleri:** Bir ders planlaması ve anlatımı sırasında kullanabilecek öğretim ilke, yöntem, strateji ve tekniklerin öğrenilebileceği ders. Ders içeriğindeki konular; genel öğretimle ilgili temel kavramlar, planlı eğitimin niteliği, planlı öğretimin ilkeleri, eğitim programının öğeleri ve bunlar arasındaki ilişkiler, öğretim hizmetinin niteliğini artırıcı öğretim strateji ve yöntemleri, ölçme ve değerlendirme teknikleridir. Bu dersi alan öğrencilerin öğretim ilke, yöntem ve tekniklerine hakim olduğu varsayılmıştır.
- **Sayıların Öğretimi:** Orantı konusundaki öğretim stratejileri, kavram yanlışları, kavram yanlışlarını giderme yöntemlerinin öğrenilebileceği ders. Dersin içeriği; sayılarla ilgili temel kavramların öğretimi (ders içeriğini düzenleme-uygun öğretim materyallerini ve stratejilerini kullanma vb.); bu konulara ilişkin öğrenci bilgisi (kavramlara ilişkin öğrenci düşüncesini anlama, yorumlama, öğrenci zorluklarını, hatalarını, kavram yanlışlarını ve nedenlerini bilme); bu konuların günlük hayat ve diğer derslerle ilişkisidir. Bu dersi alan öğrencilerin, orantı konusunda bir ders planı ve anlatımı yaparken, ders içeriğinde yer alan gereklilikleri yerine getirebileceği varsayılmaktadır.
- **Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme:** Bir ders planlaması ve anlatımı sırasında ölçme araçlarının nasıl geliştirileceğini ve kullanılacağını öğrenilebileceği ders. Dersin içeriği; eğitimde ölçme ve değerlendirmenin yeri ve önemi; ölçme ve değerlendirmeyle ilgili temel kavramlar; ölçme araçlarının psikometrik (geçerlik, güvenirlik, kullanılabilirlik) özellikleri; başarı testleri geliştirme ve uygulama; test sonuçlarının yorumlanması ve geri bildirim verme; test ve madde puanlarının analizi; değerlendirme ve not verme. Bu dersi alan bir öğrencinin ders planı ve anlatımı sırasında ölçme-değerlendirme yöntemlerini uygun şekilde uygulacağı varsayılmaktadır.

Bu dersleri alan, yani çalışmaya dahil edilme kriterlerini sağlayan öğretmen adayları, İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programı 4. Sınıf öğrencileridir. 2021-2022 öğrenim yılında araştırmacının çalıştığı Doğu Anadolu bölgesindeki bir üniversitede, İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programından öğrenim görmekte olan 53 4. sınıf öğrencisine 2 ders saatinde, STEM Eğitimi ve Lazer güvenlik sistemi

hakkında genel bilgilendirme yapıldı. Uygulamaya gönüllü olarak katılmak isteyen 18 öğretmen adayından çalışma takvimine uyamayacağını söyleyen 2 öğretmen adayı çıkarılarak, 16 öğretmen adayı ile çalışmanın katılımcıları belirlendi. Bulgular ve Yorumlar bölümünde katılımcıların cevaplarına dair verilen örneklerde katılımcıların gerçek isimleri değil, onlara verilen kod isimler kullanılmıştır.

3.3. Veri Toplama Araçları

Verileri toplamak için kullanılan yöntemler; yarı yapılandırılmış değerlendirme formları, mühendislik not defteri, video kayıtları, grup içi ses kayıtları, gözlem, ders planları ve anlatımları, odak grup görüşmesidir. Aşağıdaki tabloda veri toplama araçlarının uygulama zamanları verilmiştir.

Tablo 5.
Veri Toplama Araçlarının Uygulanma Zamanları

Uygulama Öncesinde	Uygulama Sırasında	Uygulama Sonrasında
Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formu	Mühendislik Not Defteri	Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formu
Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formu	MTS Temelli Geliştirilen STEM Eğitim Modülü Ders Gözlem Formu	Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formu
Ders Planları	Video Kaydı + Ses Kaydı	Ders Planları
Ders Anlatımları	Öğretmen Olarak Değerlendiriyorum Formları	Ders Anlatımları
		Odak Grup Görüşmesi

3.3.1. Yarı yapılandırılmış değerlendirme formları

Yarı yapılandırılmış değerlendirme formları araştırmacı tarafından, çalışmanın amacına yönelik geliştirilmiştir.

3.3.1.1. Gönüllü Katılımcı Formu (EK.6)

Araştırmaya katılanların gönüllü katıldıklarına dair onaylarını almak için geliştirmiştir. Bu formda araştırmanın amacı, nedeni, kim tarafından yürütüleceği, yapılacağı yer gibi bilgiler açıkça yazılmıştır. Katılımcının çalışma hakkında genel bilgilere sahip olmasını sağlayacak şekilde geliştirilmiştir.

3.3.1.2. Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formu (EK 3)

Bu form Arıcan (2019) tarafından geliştirmiş “Orantısal Akıl Yürütme Testi”nden uyarlanmıştır. “Orantısal Akıl Yürütme Testi” dört farklı orantısal akıl yürütme becerisini (Beceri1:Oran kavramını anlama ve verilen bir orandaki bir niceliğin değerini belirleme; Beceri2:Doğru orantılı ilişkileri tanıma ve bu tür ilişkileri içeren günlük yaşam problemlerini çözme; Beceri3: Ters orantılı ilişkileri tanıma ve bu tür ilişkileri içeren günlük yaşam problemlerini çözme; Beceri4:Orantısal olmayan ilişkileri tanıma ve bu tür ilişkileri içeren günlük yaşam problemlerini çözme) tanılayan, 22 soruluk çoktan seçmeli bir test olarak geliştirilmiştir. Bu testten 12 soru seçilmiş, öğretmen adaylarının orantı konusundaki alan bilgisini, kavram yanlışlarını ve orantısal durumları çözme stratejilerini anlamak için uyarlanmıştır. Form hazırlandıktan sonra orantı konusu ile ilgili çalışmaları olan bir akademisyenden uzman görüşü alınmıştır. Uzman görüşüne göre form yeniden düzenlendikten sonra son hali verilmiştir. Bu form uygulamanın öncesinde ve sonrasında uygulanarak, MTS temelli STEM Eğitim Modülünün öğretmen adaylarının orantı konusundaki alan bilgisine (orantısal akıl yürütme becerilerine, orantı konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarının giderilmesine, orantısal durum içeren problemleri çözme stratejilerine) etkisi incelenmiştir.

3.3.1.3. Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Uzman Görüş Formu (EK 4)

“Oran-Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Soruları” formunun amacını ve kapsamının anlatıldığı ve sorular hakkında uzman görüşünün belirtilebilmesi için geliştirilmiştir.

3.3.1.4. Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formu (EK 5)

Öğretmen adaylarının orantı konusundaki pedagojik alan bilgilerini, öğrencileri yapılandırmacı olarak yönlendirilebilme becerilerini, öğrencilerde kavram yanlışını

varsa tespit edebilme ve yanlıgıları giderebilmek için kullanacakları strateji ve yöntemleri, öğrencilerde orantısal akıl yürütmeyi geliştirmek için neler yapabileceklerini, orantı konusunu anlatırken ilişkilendirebilme (disiplinlerarası, disiplin içi, günlük hayatla) becerilerini belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. İlk hali 9 sorudan oluşan form, uzman görüşü alındıktan sonra yeniden düzenlenmiş ve son hali 8 soru olarak belirlenmiştir. Bu form uygulamanın başında ve sonunda uygulanarak, MTS temelli STEM Eğitim Modülünün ğretmen adaylarının pedagojik alan bilgisine etkisi incelenmiştir.

3.3.1.5. MTS Temelli Geliştirilen STEM Eğitim Modülü Ders Gözlem

Formu (EK 7)

Modülün uygulaması sırasında matematik eğitimi alanında bir uzman dersleri takip etmiş ve gözlemlerini bu form ile belirtmiştir.

3.3.1.6. Öğretmen Olarak Değerlendiriyorum Formları

Öğretmen adaylarına her ders sonunda o dersteki ğretim yaklaşımları, strateji ve teknikleri hakkında sorular sorularak, MND'lerine cevaplarını yazmaları istenmiştir. Ders değerlendirmelerini analiz edebilmek için bu form oluşturulmuştur. Form ile ğretmen adaylarının dersteki ğretim yaklaşımları, yöntem ve teknikleri hakkındaki farkındalıkları belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca bu değerlendirme ile hem modüldeki ğretim teknikleri ğretmen adayları tarafından değerlendirilmiştir.

3.3.2. Mühendislik Not Defteri (MND)

Mühendislik Not Defteri ğretmenin elindeki en önemli süreç değerlendirmesi materyalidir. Öğrencinin süreç boyunca fikirlerini, cevaplarını, hesaplamalarını, çizimlerini yapacağı, kendilerine verilen etkinlik ve değerlendirme fotokopilerini yapıştıracağı günlük tarzında bir defterdir. Öğretmen her ders sonunda MND'leri toplayarak değerlendirecek ve öğrencinin gelişimine, eksik kaldığı yerlere göre diğer dersi şekillendirebilecektir. Bu şekilde bir aşamayı tamamlayamayan veya geride kalan ğrenci, kolayca tespit edilebilir. Ayrıca ğrencilere MND'yi doldururken, tükenmez kalem kullanmaları ve yazdıkları hiçbir şeyi silmemeleri veya karalamaları söylenir. Bu şekilde öğrencinin gelişimindeki tüm ayrıntılar ğretmen tarafından kolayca takip edilebilmiştir. MND ile ilgili diğer bir önemli nokta, modül genelinde etkinliklerin

cevapları “Bireysel Cevap” ve “Grup Cevabı” olarak iki kategoriye ayrılmıştır. Öğrencilere bireysel cevaplarını mavi tükenmez kalemle, grup cevaplarını kırmızı tükenmez kalemle yazmalarını söylenir. Öğrenciler bir soruya önce bireysel cevaplarını verirler. Sonra gruba tartışmaları ve grup cevaplarını belirleyerek defterlerine yazmaları istenir. Böylece grubun bireye katkısı, bireyin gruba katkısı, iletişim süreçleri ve becerileri öğretmen tarafından rahatça değerlendirilebilmiştir.

3.3.3. Grup İçi Ses Kayıtları ve Video Kayıtları

Tüm grupların çalışmalarını ve öğrenme süreçlerini takip etmek için grupların süreç boyunca ses kayıtları alınmıştır. Bununla birlikte süreç boyunca dersler video kaydına alınmıştır. Süreç sonrasında ses kayıtları konuşma analizine tabi tutulmuştur.

3.3.4. Gözlem

Modül uygulama sürecinde bir matematik eğitimi uzmanı tarafından gözlem yapılmıştır. Gözlemci ders ile ilgili notlarını “MTS Temelli Geliştirilen STEM Eğitim Modülü Ders Gözlem Formu”na yazmıştır. Bu şekilde elde edilen veriler analiz edilerek değerlendirilmiştir.

3.3.5. Ders Planları ve Anlatımları

Öğretmen adayları uygulamadan önce ve sonra orantı konusunda ortaokul düzeyinde seçtikleri kazanımlara göre ders planı yapmışlardır ve yaptıkları ders planlarına göre ders anlatımı gerçekleştirmişlerdir. Ders anlatımları video ile kayıt altına alınmıştır. Ders planları ve ders anlatım videoları orantı alan ve pedagojik alan bilgisi açısından analiz edilmiş ve öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrasındaki gelişmeleri değerlendirilmiştir.

3.3.6. Odak Grup Görüşmesi

Öğretmen adayları ile MTS temelli geliştirilen STEM eğitim modülü uygulaması sonrasında odak grup görüşmesi yapılmıştır. Odak gruplar uygulama yapılan 4 kişilik gruplar olarak belirlenmiştir. 4 farklı gruba 5 ana sorudan oluşan odak grup görüşmesi yapılmıştır. Görüşmeler ortalama 70 dakika sürmüştür, ses ve video kaydı alınmıştır. Ses kayıtları transkript edilmiş, elde edilen transkriptler ve video kayıtları analiz edilmiştir.

3.4. Verilerin Analizi ve Yorumlanması

Veri toplama aşamasından sonra tüm veriler nitel araştırmalarda kullanılan analiz yöntemlerinden içerik analizine tabi tutulmuştur. Strauss ve Corbin (1990)'a göre nitel veri analizi ikiye ayrılır; betimsel analiz ve içerik analizi. Yıldırım ve şimşek (2013), içerik analizinde amacın, elde edilen verileri anlayabilecek ve açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmak olduğunu söylemişlerdir. İçerik analizi, verileri derinlemesine analiz ederek, önceden belli olmayan kodların ve temaların ortaya çıkarılmasını sağlar (Sözbilir, 2009). Bu doğrultuda elde edilen veriler içerik analizine tabi tutularak; MTS temelli STEM eğitim modülünün öğretmen adaylarının orantısal durumlar içeren problemleri çözme stratejilerinin gelişimine, orantı konusu ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarının giderilmesine ve orantı konusundaki pedagojik alan bilgilerinin gelişimine etkisi incelenmiştir. Verilerin analiz edilme aşamaları şekil 2'de verilmiştir.



şekil 4. Veri Analizi Aşamaları

Verilerin Toplanması: Modül ile öğretim öncesinde, sırasında ve sonrasında veri toplama araçları ile veriler toplanmıştır.

Alan Yazındaki Kodların Belirlenmesi: Alan yazında ilgili konularda (orantısal durum içeren problemleri çözme stratejileri, orantı konusundaki kavram yanlışları, orantı konusundaki pedagojik alan bilgisi) daha önce yapılan çalışmalarda bulunan kodlar tespit edilmiştir.

Excel Tablosunun Oluşturulması: Her bir veri toplama aracı için bir excel dosyası oluşturulmuştur. Excel dosyası içerisinde her bir katılımcı için ayrı sayfalar açılmıştır.

Her sayfada değerlendirme formundaki sorular ve alan yazında tespit edilen kodları içeren bir tablo oluşturulmuştur. Tablolar, içerik analizi sırasında tespit edilen yeni kodları ekleyecek şekilde analiz edilmiştir. Oluşturulan Excel tabloları sayesinde, her bir katılımcının hangi soruda hangi yanılığa düştüğü veya hangi stratejileri kullanarak çözüm yaptığı rahatça görülmüştür.

Veri Setini Analiz Etme / Kodlama: Veri setleri incelenerek, kodlamalar yapılmıştır. Kodlar, Excel tablosunda belirtilmiştir.

Geçici Temaları Belirleme: Alan yazında belirlenen ve içerik analizinden elde edilen kodların anlamlarına göre geçici temalar belirlenmiştir.

İkinci Kodlama/ Kodların Kesinleşmesi: Matematik eğitimi alanında uzman ikinci bir kişi, Excel tablolarını kullanarak kodlama yapmıştır. Uyumsuz kodlar tespit edilip, incelenmiştir. Bazı kodlar, kod listesinden çıkarılmıştır. Kod listesi kesinleşmiştir.

Kod-Tema İlişkisi Kurma: Kodların anlamlarına göre aralarındaki ilişkiler tespit edilip, daha geniş bir kavramsal çerçevede anlamlandırılarak, kod-tema ilişkisi kurulmuştur.

Temaların Kesinleştirilmesi: Temaların anlamları belirlenerek, kesinleştirilmişlerdir. Geçici temalarla-son temalar benzerdir.

Analiz Raporunu Yazma: Elde edilen kodlar ve temalar ayrıntılı betimlemeler ve örneklerle raporlaştırılmıştır.

3.5. Geçerlik ve Güvenirlik

Lincoln ve Guba (1985), nitel araştırmanın geçerlilik ve güvenirliliğini artırmak için nitel araştırmanın paradigmasına uygun olacak şekilde birkaç kriter önermiştir:

a) Doğru sonuçlara ulaşma veya işevuruk tanımıyla inandırıcılık; bir araştırmanın sonuçlarının bilimsel olarak doğru kabul edilebilmesi, araştırma sonuçlarının doğruluğunun inandırıcı olması veya araştırma sonuçlarının hedeflere ulaşmadaki başarısı olarak tanımlanabilir. Bu araştırmada inandırıcılığı artırmak için izlenen stratejiler:

- *Uzun Süreli Etkileşim:* Nitel bir araştırmada, araştırmacı kendisinin ve katılımcıların algılarından kaynaklı oluşabilecek tehditleri engellemek için durumla uzun süreli etkileşim halinde olmalıdır (Erlandson, vd.; 1993). Bu çalışmada, verileri toplarken ve uygulama sürecinde, araştırmacının varlığından ve katılımcıların öznel durumlarından kaynaklanabilecek tehditleri azaltmak için uzun süreli etkileşim halinde olunmuştur. Veri toplama ve uygulama süreçleri toplam 62 ders saati almıştır.

- *Derinlik Odaklı Veri Toplama:* Bu araştırmada derinlik odaklı veri toplayabilmek için süreç öncesinde ve sonrasında yarı yapılandırılmış değerlendirme formları, süreç içerisinde modülde yer alan konularla ilgili değerlendirme formları kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış değerlendirme formlarındaki ve süreç içerisindeki MND'de yer alan değerlendirme formları öğrencilerin ilgili konulardaki kavram yanlışlarını ölçebilecek şekilde hazırlanmıştır. Açık uçlu sorular, örnek senaryolarla katılımcıya sunulurken, katılımcının derin değerlendirmeler yaparak soruya cevap vermesini sağlayacak şekilde dizayn edilmiştir.
- *Çeşitleme:* Araştırılan bir durumun tüm yönlerini açığa çıkarmak için farklı veri kaynakları, yöntem ve araştırma kullanılması inandırıcılığı artıracaktır (Yıldırım, Şimşek, 2013). Bu amaçla bu çalışmada yarı yapılandırılmış değerlendirme formları (12 farklı değerlendirme formu), mühendislik not defteri, video kayıtları, grup içi ses kayıtları, gözlem, ders planları, ders anlatımları ve odak grup görüşmesi 8 farklı veri toplama yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca verilerin analizi sırasında iki araştırma tarafından kodlama yapılmış ve araştırma çeşitliliği sağlanmıştır.
- *Uzman İncelemesi:* Araştırma konusunda genel bilgiye sahip ve nitel araştırma yöntemine vakıf bir uzman ile çalışmayı farklı açılardan incelemek çalışmanın inandırıcılığını kuvvetlendirecektir (Lincoln & Guba; 1985). Bu nedenle bu çalışmada farklı aşamalarda farklı uzmanlardan görüş alınmıştır. Problem durumunu belirlerken, daha önce STEM eğitim modülü geliştirmiş dört matematik eğitimi uzmanından, problem durumu hakkında uzman görüşü alınmıştır. Modül geliştirme sırasında modüldeki konu alanlarındaki yedi farklı uzmandan, veri toplama araçlarını geliştirirken nitel araştırma yöntemine ve STEM eğitim yaklaşımına hâkim 3 farklı matematik eğitimi uzmanından görüş alınmıştır. Çalışma altı ayda bir olmak üzere toplamda 4 defa 4 farklı uzmanın bulunduğu gruba sunulmuş ve önerileri doğrultusunda düzenlemeler yapılmıştır. Bununla birlikte bir uzman modül uygulaması sırasında gözlem yaparak, modül uygulamasının yapılandırma eğitim felsefesine, orantı alan bilgisi ve pedagojik alan bilgisine uygunluğunu incelemiş ve olumlu görüş bildirmiştir.

- *Katılımcı Teyidi:* Ulaşılan sonuçların doğruluğunu kuvvetlendirebilmek için katılımcı teyidi önemli mekanizmalardan birisidir (Erlandson, vd.; 1993). Bu nedenle odak grup görüşmesinde, değerlendirme formları, MND, ders planları ve ders anlatımlarından elde edilen sonuçlarla ilgili sorular sorulmuş, katılımcılar analiz sonuçlarına benzer cevaplar vermişlerdir. Yani modül öncesinde kavram yanılgısı olan ve modül sonrasında bu yanılgısının giderildiği tespit edilen bir katılımcı, odak grup görüşmesinde eğitimden önce yanılgısının olduğunu fakat eğitimden sonra bu yanılgının giderildiğini söylemiştir. Yani elde edilen bulgular, katılımcılar tarafından teyit edilmiştir. Bu şekilde çalışmanın inandırıcılığı artırılmıştır.

b) Uygulanabilirlik veya işevuruk tanımıyla aktarılabilirlik (transfer edilebilirlik); araştırma sonuçlarının benzer durumlara aktarılabilirliğini göstermek, benzer ortam ve durumları oluşturan araştırmacıların kendi süreçlerine dair fikir edinmeleri ve daha tecrübeli şekilde çalışmalar yapmalarına katkıda bulunabilmek olarak değerlendirilebilir. Bu çalışmada aktarılabilirliği artırmak için izlenen stratejiler:

- *Ayrıntılı Betimleme:* Miles ve Hubermann (1994), araştırma örnekleminin, ortamının ve süreçlerinin başka araştırmalarda karşılaştırma yapabilecek kadar ayrıntılı betimlenmesinin çalışmanın aktarılabilirliğini artırdığını belirtmişlerdir. Bu nedenle “3.1.2. MTS Temelli STEM Eğitim Modülünün Uygulaması” bölümünde modülün uygulanması ayrıntılı biçimde anlatılmıştır. Bununla birlikte, çalışmanın bulguları verilirken; ses kayıtlarından, değerlendirme formlarına verilen cevaplardan ve MND’den doğrudan alıntı yapılarak, ham veriler kodlara uygun biçimde okuyucuya sunulmuştur.
- *Amaçlı Örnekleme:* Nitel araştırmada tipik olarak belirlenebilecek durumları ve bunların ayrıntılı özelliklerini anlayarak, sonuçları farklı araştırmalara aktarabilmek için amaçlı örnekleme yöntemine başvurulur (Yıldırım & Şimşek, 2013). Bu nedenle katılımcılar belirlenirken, orantı konusunda alan bilgisi ve pedagojik alan bilgisine dair dersleri almış, 4. Sınıf ilköğretim matematik öğretmen adayları amaçlı örnekleme ile seçilmiştir.

c) Sonuçlarda ısrar veya tutarlılık; nicel araştırma sürecindeki güvenilirlik olarak düşünülebilir fakat nitel araştırmanın doğası gereği hiçbir zaman aynı durumun tekrar etmeyeceği, araştırmacının, ölçümün ve sonuçların farklılık gösterebileceği

bilinmektedir. Bu nedenle nitel araştırmada güvenirlik kavramı yerine tutarlık kavramı göz önünde bulundurulabilir. Bu çalışmada tutarlılığı artırmak için izlenen strateji:

- *Tutarlılık İncelemesi:* Araştırma yapılırken dışarıdan bir göz tarafından, tüm süreçlerde araştırmacının tutarlı davranıp davranmadığı incelenir. Kirk ve Miller (1986), birden fazla araştırmacının aynı veri toplama aracıyla veri toplaması, verileri analiz etmesi ve bunların karşılaştırılmasının çalışmanın tutarlılığını artıracadığını belirtmişlerdir. Bu nedenle verilerin analizi sırasında iki kez kodlama yapmıştır. Kodlayıcıların uyumu;

Güvenirlik Yüzdesi =

$$\frac{\text{Görüş Birliği Sağlanan Kod Sayısı}}{(\text{Görüş Birliği Sağlanan Kod Sayısı} + \text{Görüş Birliği Sağlamayan Kod Sayısı})}$$

formülü ile hesaplanmış ve sonuçların tamamı %80'nin üzerinde bulunduğu için elde edilen sonuçların tutarlı olduğuna karar verilmiştir (Miles ve Hubermann, 1994). Aşağıda farklı veri toplama araçlarının güvenirlik yüzdesi verilmiştir;

Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formu: %94

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formu: %89

Mühendislik Not Defteri: %93

Ders Planları: %92

Ders Anlatımları: %90

Ayrıca uygulama sırasında bir gözlemci etkinlikleri inceleyerek, etkinliklerin araştırmanın amacına uygun yrtlp yürütülmediğini incelemiş ve olumlu görüş bildirmiştir.

d) Yansız olma veya onaylanabilirlik (teyit edilebilirlik); nitel araştırmada araştırmacının elde ettiği sonuçları, çalışmanın verileriyle destekleyerek bilimsel ve mantıklı sonuçlara ulaştığını göstermesi olarak tanımlanabilir. Bu araştırmada onaylanabilirliği sağlamak için izlenen strateji:

- *Teyit İncelemesi:* Dışardan bir uzmanın, elde edilen sonuçları ham veriler ile karşılaştırarak verilerin teyit edilebilirliğini incelemesidir. Bu nedenle, bir uzman tarafından ham veriler ve sonuçları karşılaştırarak çalışmanın teyit mekanizmasının çalıştığını onaylamıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUMLAR

Bu bölümde, analizlerden elde edilen ve araştırma sorularına cevap oluşturan bulgular sunulacaktır.

4.1. Öğretmen Adaylarının Orantısal Durum İçeren Problemleri Çözme Stratejilerine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Öğretmen adaylarının orantısal durum içeren problemleri çözme stratejilerine ilişkin bulgular sekiz farklı ölçme aracının içerik analizine tabi tutulması ile elde edilmiştir. Ölçme araçları ile MTS temelli STEM Eğitimi modülü ile öğretim öncesi, sonrası veya uygulama sürecinde veriler toplanarak, öğretmen adaylarının strateji kullanımlarındaki değişim incelenmiştir. 22 saatlik modül ile öğretim sürecinin öğrenme basamağında yer alan ve orantı problemi içeren etkinlikler farklı çözüm stratejilerini düşündürecek ve teşvik edecek şekilde dizayn edilmiştir. İpuçları ve yapılandırmacı yaklaşıma uygun olacak şekilde yönlendirici sorularla katılımcılara farklı stratejiler keşfettirilmeye çalışılmıştır.

Katılımcıların strateji kullanımına yönelik etkinlikler öncesi, sonrası ve süreçteki değişimleri anlamak için toplanan verilerin içerik analizleri neticesinde elde edilen kodlar aşağıda verilmiştir:

- **Birim Oran (Lamon, 2012; Van de Walle, vd., 2021):** Verilen bir orantıda kayıp değeri bulmak için birim oran kavramını kullanmaktır.
- **Artış/ Azalış Stratejisi (Ölçek Katsayısı) (Cramer, vd., 1993; Van de Walle, vd., 2021):** Verilen bir orantıda niceliklerden birinin artış veya azalış oranına ölçek katsayısı denilir ve diğer niceliği de ölçek katsayısı ile çarparak veya bölerek kayıp değer bulunur. Örneğin; “Ali 25 liraya 4 kalem almıştır. 12 kalemi kaç liraya alır?” sorusunda öğrenci için 25 sayısını 4’e bölerek birim oranı bulmak zor olabilir.

Öğrenci birim oranı bulmak yerine $\frac{\text{Kalem}}{\text{Fiyat}}$ orantısı kurduğunda; $\frac{4}{25} = \frac{12}{?}$ 4’ü 3 ile

çarparak 12’yi elde eder, bu orantıda 3 sayısının ölçek katsayısı olduğunu farkederek ve 25 ile ölçek katsayısını çarparak kayıp değeri bulabilir. $25 \times 3 = 75$ olarak bulur.

- **Orantı Tabloları (Lamon, 2012; Van de Walle, vd., 2021):** İki değişkenin nasıl bir ilişki içinde olduğunu görmek için tablo oluşturmak başvuru bir yoldur. Tablo oluşturulurken nicelikler arasında artış/ azalış stratejisi veya birim oran stratejisi kullanılarak tablo oluşturulabilir.
- **Çubuk-Şerit Diyagramları (Van de Walle, vd., 2021):** İki nicelik arasındaki çarpımsal ilişkiyi çubuk veya şerit diyagramları çizerek göstermektir. CCSS-M şerit diyagramını, “sayı ilişkilerini göstermek için kullanılan çubuk şekline benzeyen çizimlerdir” şeklinde tanımlamaktadır. Niceliğin değerine göre eşit çubuk veya şerit çizimleri yapılır. Çubuklara verilen değere göre kayıp değer bulunur.
- **Çift Sayı Doğrusu (Van de Walle, vd., 2021):** Alt alta iki sayı doğrusu çizilir ve sayı doğruları farklı nicelikleri temsil eder. Çubuk-şerit diyagramlarının mantığına benzer fakat burada önemli olan sayı doğrularının farklı nicelikleri temsil ettiğinin vurgulanmasıdır.
- **Orantı Grafikleri (Van de Walle, vd., 2021):** İki değişkenin çarpımsal ilişkisini göstermek için grafik çizilir veya bir grafiği yorumlarken orantı bilgisini kullanır. Değişkenlerden birinin aldığı değerler ile diğerinin aldığı değerlerin değişimi çizgi grafiği ile görselleştirilir.
- **Parça-Parça Stratejisi (Van de Walle, vd., 2021):** İki niceliği karşılaştırırken parça-parça kesirleri kullanılır. Önceki öğrenmelere dayalı olarak akıl yürütülür.
- **Parça-Bütün Stratejisi (Van de Walle, vd., 2021):** İki niceliği karşılaştırırken parça-bütün kesirleri kullanılır. Önceki öğrenmelere dayalı olarak akıl yürütülür.
- **Cebir (Fisher, 1988):** İki nicelik arasındaki ilişki kurabilmek ve anlamak için algoritmalar oluşturulabilir, cebirsel ifadeler kullanarak eşitlik oluşturulur
- **İçler-Dışlar Çarpımı veya Düz Çarpım:** Doğru orantıda kayıp değeri bulmak için içler-dışlar çarpımı, ters orantı düz çarpım yapılır.
- **Diğer:** İki nicelik arasındaki çarpımsal ilişkiyi çubuk-şerit diyagramı, grafik veya tablo kullanmadan farklı şekiller veya görseller kullanarak çözüme ulaşma yoludur.

Yukarıda bahsedilen 11 çözüm stratejisi farklı ölçme araçlarından elde edilmiştir ve ayrıntılı analizlere ait bulgular verildikten sonra, stratejilere ait genel bulgular, yorumlar ve örnekler sunulmuştur.

4.1.1. Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular

Orantı Alan Bilgisi Formu, MTS temelli geliştirilen STEM Eğitimi modülü ile öğretim yapılmadan önce ve sonra öğretmen adaylarına uygulanarak, orantısal durum içeren problemleri çözme stratejilerinin değişimi incelenmiştir. Formda alt sorular içeren 12 soru bulunmaktadır, alt sorularla birlikte katılımcılara toplam 19 soru sorulmuştur. Sorularda katılımcılardan mümkün olduğunca fazla çözüm yapmaları istenmiştir.

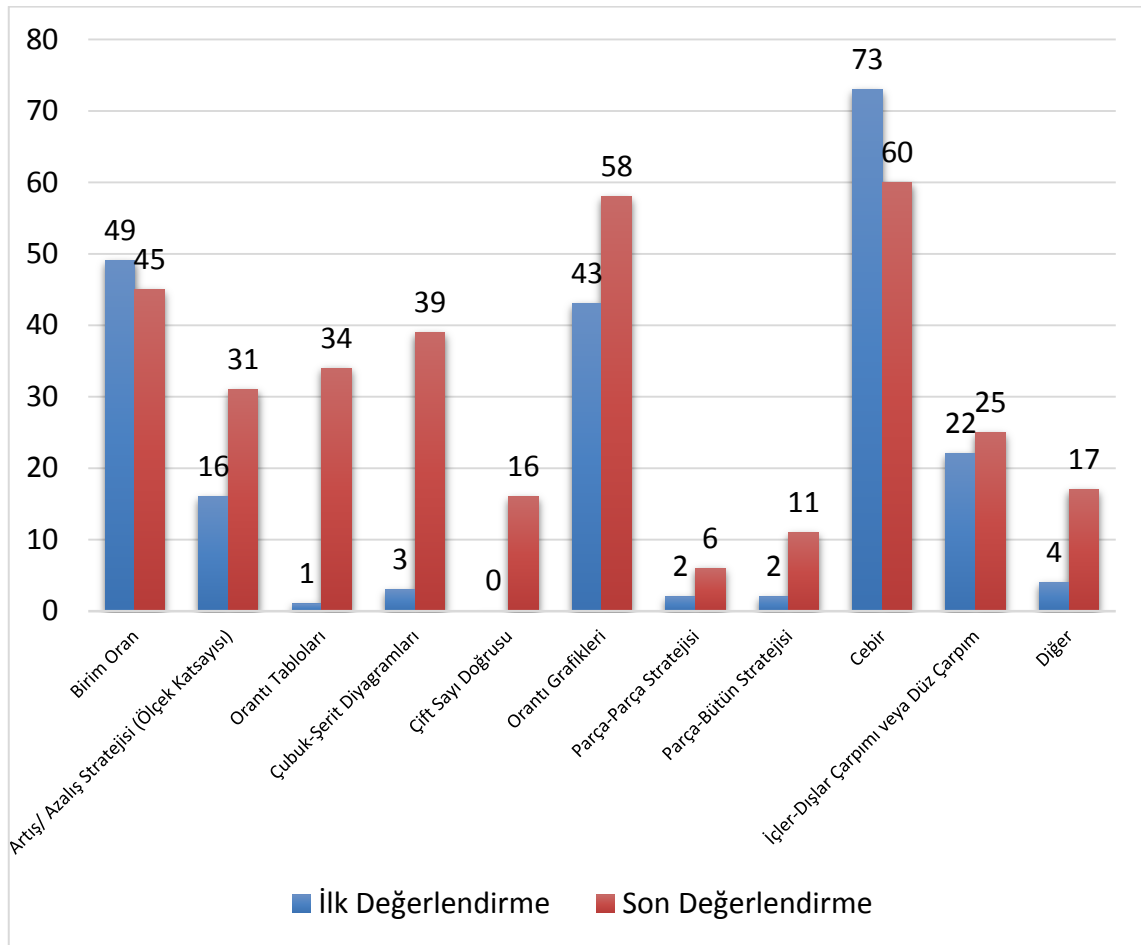
Tablo 6’da katılımcıların modül ile öğretim öncesindeki değerlendirmelerine ait strateji kullanım sıklıkları “ilk değerlendirme” sütununda, öğretim sonrasındaki değerlendirmelerine ait strateji kullanım sıklıkları “son değerlendirme” sütununda verilmiştir.

Tablo 6.
Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formu Orantısal Çözüm Stratejilerinin Kullanım Sıklığı

Stratejiler	İlk Değerlendirme (f)	Son Değerlendirme (f)
Birim Oran	49	45
Artış/ Azalış Stratejisi (Ölçek Katsayısı)	16	31
Orantı Tabloları	1	34
Çubuk-Şerit Diyagramları	3	39
Çift Sayı Doğrusu	0	16
Orantı Grafikleri	43	58
Parça-Parça Stratejisi	2	6
Parça-Bütün Stratejisi	2	11
Cebir	73	60
İçler-Dışlar Çarpımı veya Düz Çarpım	22	25
Diğer	4	17

Tablo 6’da katılımcıların modül ile öğretim öncesinde ve sonrasında farklı stratejileri kullanım sıkları verilmiştir. Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan elde edilen orantısal durum içeren problemleri çözme stratejilerinin dağılımları Grafik 1’de verilmiştir. Her bir strateji için iki sütun bulunmaktadır. Mavi sütunlar modül ile

öğretim öncesinde, kırmızı sütunlar modül ile öğretim sonrasında tercih ettikleri stratejilerin sıklıklarını temsil etmektedir.



Grafik 1. Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Stratejilerin Değişim Grafiği

Tablo 6 ve Grafik.1. incelendiğinde, Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme formunda yer alan sorulara katılımcıların verdiği cevaplara göre modül ile öğretim öncesinde en sık kullanılan strateji “Cebir” olarak adlandırılan strateji olduğu görülmektedir. Modül uygulaması sonrasında “Cebir” stratejisinin az da olsa azaldığı fakat yine de en fazla tercih edilen strateji olduğu görülmektedir. “Cebir” stratejisi kullanılırken, hem cebirsel akıl yürütme becerisini hem de orantısal akıl yürütme becerisi kullanılır. Tablo 7’de değerlendirme formundaki bazı sorulara katılımcıların verdiği “Cebir” stratejisinin modül öncesinde kullanımına dair örnekler verilmiştir.

Tablo 7.

Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Cebir Stratejisi Örnekleri

Soru: Bir üçgenin dış açıları 9,12,15 sayılarıyla doğru orantılıdır. Bu üçgenin iç açılarının en büyüğünün ölçüsü nedir? Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.

Yunus (Modül ile öğretim öncesi)

Katılımcı soruyu çözerken açılarla ilgili, “İki içi açının ölçüsünün toplamı kendilerine komşu olmayan bir dış açının ölçüsüne eşittir”, “Bir üçgende iç açıların ölçüleri toplamı 180° , dış açıların ölçüleri toplamı 360° ’dir.” gibi farklı konuya ait iki kural kullanmıştır. Her bir açığa cebirsel bir değer vermiş ve orantısal değerleri verilen dış açılarla denklemler oluşturarak, “k” olarak aldığı birim oran değerine karşılık gelen ölçüyü bulmuştur. Katılımcı çözüm için hem cebirsel akıl yürütme hem de orantısal akıl yürütme becerileri kullanmıştır. Fakat çözümü eksik bırakmış, en büyük iç açı ölçüsünü bulması gerekirken, en büyük dış açı ölçüsünü bulmuştur. Katılımcının üst düzey akıl yürütme becerilerini kullanabilmesine rağmen soruda istenen çözümün ne olduğunu anlayamamıştır. Bununla birlikte katılımcı çözüm için farklı disiplinlerle veya konularla ilişki kurabilmiş ve onlara ait formülleri kullanabilmiştir. Özetle katılımcı, “cebir” ve “birim oran” stratejilerini kullanarak çözüm yapmaya çalışmıştır.

Semanur
(Modül ile öğretim öncesi)

Katılımcı soruyu çözmek için öncelikle her bir dış açığa soruda verilen orantısal değerlere göre cebirsel bir değer vermiş ve geometride açılar konusunda “bir üçgende komşu olan iç açı ve dış açının ölçüleri toplamı 180° olur” kuralına göre iç açıların cebirsel değerlerini bulmuştur. Daha sonra “bir üçgende iç açıların ölçüleri toplamı 180° ’dir” kuralı ile ilişkilendirerek cebirsel ifadelerle denklem kurmuş ve “k” olarak aldığı birim değere karşılık gelen açı ölçüsünü bulmuş yani birim oranı bulmuştur. İç açıların aldığı cebirsel değerlerde k’nın aldığı değeri yerleştirerek en büyük iç açıyı bulmuştur. Katılımcı hem cebirsel akıl yürütme, hem orantısal akıl yürütme becerilerini kullanmış, hem de farklı konuya ait formülleri kullanarak ilişkilendirme yapmıştır. Katılımcı, “cebir” ve “birim oran” stratejilerini kullanarak çözüm yapmıştır.

Tablo 7.
Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Cebir Stratejisi Örnekleri (devamı)

<p>Semanur (Modül ile öğretim öncesi)</p>	
<p>Yorum</p>	<p>Modül ile öğretim sonrasında katılımcı 2 farklı çözüm yöntemi ile sonuca gitmiştir. İlk çözümde “birim oran” yöntemi kullandığını ifade ederek, soruda verilen dış açıları, orantısal değerlerine bağlı olarak cebirsel ifade etmiş, “Bir üçgende dış açıların ölçüleri toplamı 360’dır” kuralına bağlı olarak k birim değerini bulmuş, “komşu olan iç açı ve dış açının ölçüleri toplamı 18k olacağını düşünerek, iç açılara k cinsinden değerler vermiştir. “k” birim oran değerini yerine yazarak en büyük açıyı bulmuştur. İkinci çözümde “orantı tablosu” stratejisini kullandığını ifade ederek, iç açıların k cinsinden değerlerinin alacağı ölçülere göre orantı tablosu oluşturmuştur.</p> <p>Üstteki verilerden anlaşılacağı üzere öğretmen adayları modül ile öğretim yapılmadan önce orantısal çözüm içeren problemleri çözmeleri istendiği zaman “cebir” stratejisine sıkça başvurduğu görülmüştür. Bunun nedeni öğretmen adaylarının Analiz, Analitik Geometri, Lineer Cebir gibi derslerde üst düzey matematik problemleri çözerken denklem ve cebirsel ifadeleri kullanmaya alışkın olmaları olabilir. Bununla birlikte geometri ile ilişkilendirerek çözüm bulmuşlardır. Modül ile öğretim öncesinde farklı düşünme becerileri gerektiren bir problemi çözerken tek bir çözüm yolu ortaya koymuşlar ve “cebir” stratejisi kullanmışlardır. Fakat modül ile öğretim sonrasında Semanur’un çözümleri incelendiğinde farklı bir çözüm yolu olarak “orantı tablosu” ile görselleştirerek daha somut bir alternatif çözüm üretebilmişlerdir. Modül ile öğretim sırasında orantısal durum içeren problemleri çözmek için katılımcılar, orantı tablosu gibi görsel stratejilere teşvik edilmiştir. Bu durum katılımcıların modül ile öğretim sonrası kullandıkları stratejilerdeki değişimin nedeni olabilir.</p>

Tablo 6’da dikkat çeken durumlardan birisi de öğrencilerin “orantı grafikleri” stratejisine hem modül öncesinde hem modül sonrasında sıkça başvurduğunun görülmesidir. Formdaki 19 sorudan 7 tanesi orantı grafiklerinin yorumlanması ve çizilmesi konusu ile ilgilidir. İçerik analizi neticesinde hem modül ile öğretim öncesinde hem de sonrasında bu stratejinin kullanım sıklığı, formdaki grafik sorularının fazla olması ile ilgili olabilir. Bunun dışında modül ile öğretim sırasında orantı dersinde orantıların çizgi grafiği ile görselleştirilmesini teşvik eden aktiviteler ve çizgi grafiği dersinde orantıların çizgi grafiklerinin çizilmesi ve yorumlanmasını içeren etkinlikler yapılmıştır. Bu nedenle bazı öğrenciler öğretim sonrasında değerlendirme formundaki

sorulara cevap verirken alternatif cevap olarak orantı grafiklerini çizerek çözümünü ifade etmişlerdir. Bununla birlikte öğretim öncesinde katılımcılar orantı grafiklerini yorumlarken veya çizerken güçlük yaşayarak bu strateji kullanmalarını gereken çözümlerde kullanamamışlardır. Modül ile öğretim sırasında orantı grafiklerinin nasıl çizileceğini ve yorumlanacağını öğrenen katılımcılar modül sonrasında daha doğru şekilde grafik sorularında çizim veya yorumlama ile cevap vermiştir. Bu nedenlerle “orantı grafikleri” stratejisi öğretim sonrasında, öncesine göre daha sık tercih edilen bir strateji olmuştur. Tablo 8’de katılımcıların soruların çözümünde “orantı grafikleri” stratejisinin kullanmalarına örnekler verilmiştir.

Tablo 8.

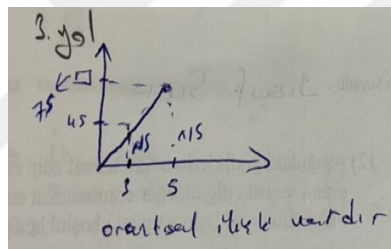
Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Orantı Grafikleri Stratejisi Örnekleri

Soru: İki sayının oranı $\frac{3}{5}$ ‘tir. Sayılardan küçük olanı 45 ise büyük olan kaçtır?”

Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.

Katılımcı Cevap

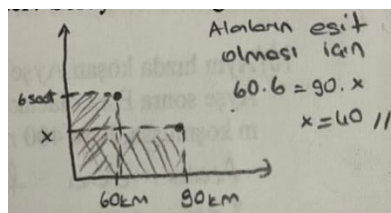
Yunus
(Modül ile
Öğretim
Sonrası)



Yunus iki sayı arasında orantısal ilişki olduğunu söyleyerek, iki sayı arasındaki ilişkiyi çizgi grafiği ile göster. Kayıp değeri grafikte sembolle gösterip, yatay eksendeki sayının 15 ile çarpılarak dikey eksendeki sayının bulunduğunu göstererek çözüme ulaşıyor.

Soru: Bir araba saatte 60 km sabit hızla iki şehir arasını 6 saatte gidiyor. Eğer araba hızını saatte 90 km’ye çıkarırsa iki şehir arasını kaç saatte gider? Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.

Dilan
(Modül ile
Öğretim
Sonrası)



Dilan modül ile öğretim sonrasında, hız ile zaman arasındaki ters orantıyı grafik ile görselleştirmiş ve fizik dersinde öğrenilen “hız-zaman grafiğinin alanı yer değiştirmeyi verir” bilgisi ile ilişkilendirme yaparak çözüme ulaşmıştır.

Tablo 8’deki örneklerde doğru orantı ve ters orantıda katılımcıların grafik çizerek çözüme ulaşmasını görebiliriz. Modül öncesinde katılımcılar bu sorulara soyut ve ezbere dayalı stratejiler kullanarak (içler-dışlar çarpımı ve düz çarpım yaparak) ulaşırken, modül sonrasında grafik çizerek görselleştirmişlerdir. Aynı zamanda farklı disiplin veya konular ile çözüm için ilişkilendirme yapabilmişlerdir.

Tablo 6’da diğerk bir dikkat çeken durum, “birim oran” stratejisinin modül öncesinde ve sonrasında kullanım sıklığıdır. Katılımcılar hem öğretim öncesinde hem de sonrasında “birim oran” stratejisini sık kullanmışlardır. “Birim oran” stratejisi gibi katılımcıların hem öğretim öncesi hem öğretim sonrasında sık başvurdukları stratejilerden birisi de “artış/azalış stratejisi (ölçek katsayısı)” ‘dır. Aşağıda formda sorulan sorulara cevap bulmak için birim oran stratejisi ve artış/azalış stratejisi (ölçek katsayısı) kullanma örnekleri verilmiştir.

Tablo 9.

Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Artış/ Azalış Stratejisi Örnekleri

Soru: Bir kaptaki kırmızı ve mavi toplar vardır. Kırmızı topların mavi toplara oranı $\frac{3}{4}$ ‘tür. Toplam 42 top varsa, mavi topların sayısı kaçtır? Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözüünüz.

Katılımcı Çözüm

Ahu
(Modül
ile
Öğretim
Sonrası)

arak çözüünüz.

$$\frac{K}{M} = \frac{3a}{4a} \quad 7a = 42$$

$$a = 6$$

$$M = 4a$$

$$4 \cdot 6 = 24$$

Ahu kırmızı ve mavi topların sayısını bulabilmek için “a” birim değerini kullanmıştır. Birim değeri orantılı ifadelerle çarparak elde ettiği değeri toplamış ve soruda verilen toplam miktarına eşitleyerek 1 “a” birimine karşılık gelen miktarı bulmuştur. “a” değerini mavi topların orantılı olduğu 4 ile çarparak istenilen çözüme ulaşabilmiştir.

Soru: Bir üçgenin dış açıları 9,12,15 sayılarıyla doğru orantılıdır. Bu üçgenin iç açılarının en büyüğünün ölçüsü nedir? Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözüünüz.

Rabia
(Modül
ile
Öğretim
Sonrası)

Yöntem birim oran stratejisi ile çözebiliriz.

$$9d + 12d + 15d = 36d \quad 1.d \text{ oran} = 9d = 90^\circ$$

$$36d = 360 \quad 2.d \text{ oran} = 12d = 120^\circ$$

$$d = 10 \quad 3.d \text{ oran} = 15d = 150^\circ$$

$$180 - 90 = 90^\circ \text{ } \} \text{ en büyük } a = a_1$$

Sümevra, öncelikle her bir dış açıyı bulmak için “d” birim değerini belirlemiştir. Daha sonra birim değeri açıların orantılı olduğu sayılarla çarpıp, toplamını 360°’ye eşitleyerek bir denklem elde etmiştir. Bu denklem ile her 1 “d” değerine karşılık gelen açı ölçüsünü bulmuş ve “d” değeri ile dış açıların orantılı oldukları sayıları çarparak her bir dış açının ölçüsünü bulmuştur. En küçük dış açının bütünleri en büyük iç açı olacağını düşünerek, 180°’den en küçük iç açıyı çıkararak çözüme ulaşmıştır.

Tablo 9.

Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Artış/ Azalış Stratejisi Örnekleri (devamı)

Soru: İki sayının oranı $\frac{3}{5}$ 'tir. Sayılardan küçük olanı 45 ise büyük olan kaçtır?" Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.

Sümeýra
(Modül
ile
öğretim
öncesi)

uz.
 $\frac{3}{5} = \frac{45}{x}$
 $x=75$

Sümeýra iki sayının oranına bağlı olarak bir orantı kurmuş, 45, 3'ün 15 katı olduğu için 15 sayısının bu orantı için "ölçek katsayısı" olduğunu düşünerek, 5 sayısını 15 ile çarparak çözüme ulaşmıştır.

Gülce
(Modül
ile
Öğretim
Sonrası)

$\frac{3}{5}$
 $\times 15$
 45
 $\times 15$
 75

Gülce de bu soruda Sümeýra gibi 3'ün 15 katının 45 olmasından dolayı bu orantıda ölçek katsayısının 15 olduğunu düşünmüş ve kayıp değeri bulmak için 5 ile 15 sayısını çarparak çözüme ulaşmıştır.

Özge
(Modül
ile
Öğretim
Sonrası)

Soruyu
 $\frac{3}{5} = \frac{45}{x}$
 $\times 15$
 75
 $\times 15$
 75

Özge modül ile öğretim sonrasında çözüm için birden fazla strateji kullanmıştır. 4. Yol olarak belirttiği çözümde oranın kavramsal yapısına vurgu yaparak bir akıl yürütmüş 3 ve 5 sayılarını iki farklı parça olarak

düşünmüş ve her ikisini de ölçek katsayısı ile çarparak çözüme ulaşmıştır.

3. yol olarak belirttiği çözümde ise çift sayı doğrusu stratejisi ile çözüm bulmak için sayı doğrularının birindeki değerleri ölçek katsayısı ile çarparak, diğer sayı doğrusundaki karşılıklarını bulmuş ve çözüme ulaşmıştır.

Tablo 9.
Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Artış/ Azalış Stratejisi Örnekleri
(devamı)

Yorum	<p>Birim oran stratejisi, içerik analizinde elde edilen stratejiler içerisinde en sezgisel olanıdır. Katılımcılar ilk olarak bir birime karşılık gelen miktarı bulmaya yönelmişlerdir. Modül ile öğretim sırasında, katılımcılar orantısal durum içeren problemleri çözerken “birim oran” stratejisini kullanmaya teşvik edilmişlerdir ve öğretim süreci sonrasında da “birim oran” stratejisi en sık başvurulan stratejilerden birisi olmuştur.</p> <p>Van de Walle, vd. (2021), orantısal durumları çözmek için kullanılacak stratejilerin en sezgisel olandan en soyut olana doğru öğretilmesi gerektiğini söylemiş ve en sezgisel olarak birim oran stratejisini, ikinci olarak artış/azalış stratejisini (ölçek katsayısı) vermiştir. Katılımcılar orantıda niceliklerden biri kaç katı ile çarpıldıysa, diğerini de o katsayı ile çarparak kayıp değeri bulmaya yönelik akıl yürütme gerçekleştirmişlerdir. Bu durum sezgisel bir akıl yürütme olarak düşünülebilir çünkü modül ile öğretim yapılmadan önce oranın iki niceliğin çarpımsal ilişkisi olduğu sezgisel olarak bilinmekte ve kayıp değeri bulmak için ölçek katsayısını bularak diğer niceliği de aynı sayı ile çarparak sonuca ulaşmıştır. Fakat neden bu şekilde çözdüğüne dair oranın kavramsal yapısına veya tanımına açıklama yapma ihtiyacı hissetmemişlerdir. Modül ile öğretim sırasında, orantısal durum içeren problemlerin çözümü yapılırken, nicelikleri ölçek katsayısı ile çarparak çözüme gidebileceği ve diğer stratejiler ile çözüm yaparken ölçek katsayısını nasıl kullanacağına dair etkinlikler yapılmıştır. Modül ile öğretim sonrasında katılımcılar ölçek katsayısı ile nicelikleri çarparken, “parça-parça”, “parça-bütün” gibi açıklamalar yapmış veya tablo ve çift sayı doğrusu ile gösterim yaparken ölçek katsayısı ile çarpıldığını belirtmişlerdir. Yani modül sonrasında oranın kavramsal yapısına dayalı bir mantık yürütmüş ve ölçek katsayısı stratejisini bilinçli bir strateji olarak kullandıklarını göstermişlerdir.</p>
--------------	--

Tablo 6’da dikkat çeken bir diğer durum, modül ile öğretim öncesinde orantısal durum içeren problemlerin çözümünde orantı tablosu, modelleme, çubuk-şerit diyagramları, çift sayı doğrusu gibi somut modellere dayanan çözümlere neredeyse hiç başvurulmazken; modül ile öğretim sonrasında çözüm için bu stratejilere sıkça başvurulduğu görülmüştür. Modül öncesinde katılımcılar, orantısal durum içeren problemlerin çözümünde orantı tabloları stratejisine 1 kez, çubuk-şerit diyagramları stratejisine 3 kez, modelleme stratejisine 4 kez, çift sayı doğrusu stratejisine hiç başvurmamışlardır. Modül ile öğretim sırasında katılımcılarla görselleştirmeye dayalı bu stratejiler ile çözüme ulaşmalarını sağlayacak etkinlikler yapılmıştır. Modül ile öğretim sonrası formdaki sorulara cevap verirken bu stratejilerin kullanımında dramatik bir artış görülmüştür. Öğretim sonrasında formdaki sorulara verilen cevaplarda orantı tabloları stratejisine 34 kez, çubuk-şerit

diyagramları stratejisine 39 kez, modelleme stratejisine 17 kez, çift sayı doğrusu stratejisine 16 kez başvurulmuştur. Tablo 1o'da bu stratejilere örnekler verilmiştir.

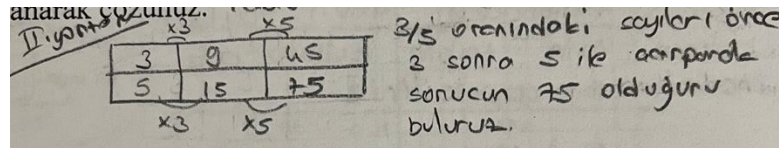
Tablo 10.

Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Görsel Strateji Örnekleri

Katılımcı Çözüm

Soru: İki sayının oranı $\frac{3}{5}$ 'tir. Sayılardan küçük olanı 45 ise büyük olan kaçtır?" Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.

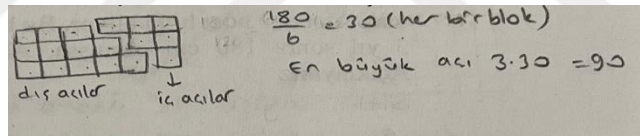
Rabia
(Modül ile
Öğretim
Sonrası)



Rabia modül ile öğretim sonrasında yukarıdaki gibi bir orantı tablosu oluşturmuş, kayıp değeri bulmak için; 3 sayısını 45 sayısına ulaştıracak farklı çarpımsal işlemler yapmıştır. Aynı çarpma işlemlerini 5 sayısına da uygulayarak 5 sayısı ile orantılı olan kayıp değere ulaşmıştır. Bu şekilde orantılı niceliklerden oluşan bir tablo oluşturmuş, farklı çarpma işlemleri ile çözüme ulaşmıştır.

Soru: Bir üçgenin dış açıları 9,12,15 sayılarıyla doğru orantılıdır. Bu üçgenin iç açılarının en büyüğünün ölçüsü nedir? Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.

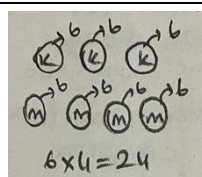
Gülce
(Modül ile
Öğretim
Sonrası)



Gülce bir üçgende komşu olan bir iç açı ile bir dış açının ölçüleri toplamının 180° olmasından yola çıkarak, her bir 180° 'yi 6 çubuk ile temsil etmiştir. Her bir çubuğu 180° 'yi 6'ya bölerek her bir çubuğa 30° değer vermiştir. Dış açıların her birinin orantılı olduğu sayıya göre kaç çubuk etmesi gerektiğini bulmuş ve geriye kalan çubuklarda her bir iç açının ölçüsünü temsil etmiştir. En alttaki çubuğun 5 tanesi bir dış açı ölçüsünü temsil ettiği için $5 \times 30 = 150^\circ$, geriye kalan bir çubuk ise onun komşusu olan $1 \times 30 = 30^\circ$ olmuştur. Çubuk diyagramından da görüldüğü üzere en büyük iç açıyı 3 çubuk temsil etmektedir. $3 \times 30 = 90^\circ$ olarak sorunun cevabına ulaşmıştır.

Soru: Bir kaptaki kırmızı ve mavi toplar vardır. Kırmızı topların mavi toplara oranı $\frac{3}{4}$ 'tür. Toplam 42 top varsa, mavi topların sayısı kaçtır? Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.

Sedanur
(Modül ile
Öğretim
Sonrası)



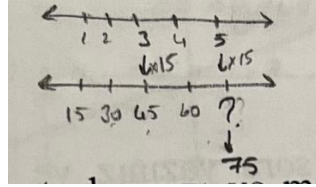
Sedanur önce toplam top sayısı miktarını kullanarak birim oranı bulmuş, daha sonra 3 kırmızı topu, 4 mavi topu temsil edecek şekilde yuvarlaklar oluşturmuştur. Her bir yuvarlak top görseline birim oran olan 6 değerini vermiş ve 4 mavi topu 6 ile çarparak sonuca ulaşmıştır.

Tablo 10.
Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Görsel Strateji Örnekleri (devamı)

Katılımcı Çözüm

Soru: İki sayının oranı $3/5$ 'tir. Sayılardan küçük olanı 45 ise büyük olan kaçtır?" Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.

Tuğçenur
(Modül ile
Öğretim
Sonrası)



Tuğçenur, ölçek katsayısının 15 olduğunu bulduktan sonra, çift sayı doğrusu ile soruda verilen orantıyı görselleştirmiştir. Üstteki sayı doğrusu soruda verilen oranları temsil ederken, alttaki sayı doğrusu sayıların gerçek değerlerini temsil etmektedir. Her bir değeri ölçek katsayısı ile çarpılarak, alttaki gerçek değer doğrusundaki yerini bulmuştur.

Yorum

Özellikle ölçek katsayısının veya orantılı niceliklerin değerlerinin büyük olduğu durumlarda öğrenciler için çarpma işlemi zorluk oluşturabilir. Rabia'nın oluşturduğu orantı tablosunda nicelikleri 15 ile çarpmak yerine 3 sayısını 45 sayısına ulaştırmak için 2 farklı çarpma işlemi yapmış ve aynı işlemleri kayıp değer ile orantılı olan 5 sayısı için de yapmıştır. Bu şekilde tablo ile çözüm hem sezgisel olarak öğrencinin kolayca düşünebileceği hem de tablo ile görselleştirildiğinden işlem adımlarının hangi sayıyı nasıl değiştirdiğini rahatlıkla takip edebileceği bir stratejidir. Çubuk-şerit diyagramları ve farklı diğer görseller ile çözüm stratejileri özellikle somutlaştırmanın ön plana çıkması nedeniyle öğrenmeyi ve akıl yürütmeyi destekleyici stratejilerdir.

Çift sayı doğrusu stratejisi hem oran kavramı ile hem de sayı doğrusu çizimi ile ilgili akıl yürütme gerektiren bir stratejidir. Bu strateji orantılı durumların birlikte değişimini izlemek oldukça elverişli bir görsel sunar. Farklı durumların farklı sayı doğrusuyla temsil edilmesi, nicelikler arasındaki orantısal ilişkinin daha iyi anlaşılmasını sağlar. Bu strateji, modül ile öğretim sırasında katılımcıların oldukça dikkatini çekmiştir. Bu durum modül sonrası formdaki sorulara verilen cevaplara yansımış ve öğretmen adayları modül öncesinde bu stratejiyi hiç kullanmamışken, modül sonrasında 16 kez bu stratejiye başvurmuşlardır.

Modül ile öğretim sırasında katılımcılar, özellikle bu görsel stratejileri kullanarak çözüm yapmaları yönünde teşvik edilmiştir. Farklı problemlerde somut adımlarla çözüme ulaşmaları için teşvik edilmişlerdir. Örneğin; katılımcıların çubuk-şerit diyagramı ile çözmesi istenen problemler, çubuklar veya şeritler ile modellemeye izin verecek şekilde dizayn edilmişlerdir. Katılımcıların bu stratejileri düşünmelerini sağlayacak şekilde ipuçları ve yönlendirici sorular orantı dersindeki etkinliklerin içerisine yerleştirilmiştir. Bu nedenle modül ile öğretim öncesinde formdaki sorulara cevap verirken neredeyse hiç kullanılmayan stratejiler, modül ile öğretim sonrasında sıklıkla başvurulan stratejilerden olmuştur.

Tablo 6 incelendiğinde parça- parça ve parça- bütün stratejilerinin kullanım sıklıklarının görebiliyoruz. Parça-parça stratejisi modül öncesinde 2, modül sonrasında 9 kez kullanılırken; parça-bütün stratejisi modül ile öğretim öncesinde 2, modül sonrasında 11 kez kullanılmıştır. Modülün kavramsal yapısının anlaşılmasına dayalı bu stratejilere ait örnekler Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11.

Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Parça-Parça ve Parça-Bütün Strateji Örnekleri

Soru: Bir kaptta kırmızı ve mavi toplar vardır. Kırmızı topların mavi toplara oranı $\frac{3}{4}$ ‘tür. Toplam 42 top varsa, mavi topların sayısı kaçtır? Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.

Katılımcı Çözüm

Rabia
(Modül ile
Öğretim
Sonrası)

II. yöntem
parça-bütün stratejisi kullanarak çözüyoruz
2. parça = 3x (kırmızı)
2. parça = 4x (mavi)
 $3x + 4x = 42$
 $7x = 42$
 $x = 6$
mavi = 24

Rabia modül ile öğretim sonrasında sorunun çözümünü yaparken kırmızı ve mavi topları *bir bütünün iki ayrı parçası* olarak tanımlamıştır. İkisinin toplamının bütün olacağını belirtmiştir. *İki parçasının oranlı olduğu sayılarla bir parça-bütünü temsil eden bir denklem oluşturmuş* ve çözüme bu şekilde ulaşmıştır. Problemi çözümünü yaparken *parça-bütün stratejisini* kullandığını belirterek, oranın kavramsal yapısına ait (*oran türüne vurgu* yaparak) bir çözüm ortaya koymuştur.

Sedanur
(Modül ile
öğretim
öncesi)

$\frac{4}{7}$ → mavi topların tüm toplara oranı
 $\frac{4}{7} \times \frac{?}{42} = \frac{42 \cdot 4}{7} = ? (= 24)$

Sedanur modül öncesinde soruda verilen orandan yola çıkarak *parça-bütün ilişkisini belirlemiştir*. Daha sonra soruda verilen niceliklere dayanarak *İçer-dışlar çarpımı* yaparak sonuca ulaşmıştır.

Semanur
(Modül ile
Öğretim
Sonrası)

parça bütün
70 = 42
0 = 6
4 mavi yuvarlak
64 = 24

Semanur *parça-bütün ilişkisini belirlemiştir* ve *her bir parçayı yuvarlak toplarla temsil ederek, her bir topa karşılık gelen birim oran değerini bulmuştur*. Daha sonra birim oran miktarı ile mavi topların oranlı olduğu sayıyı çarparak sonuca ulaşmıştır.

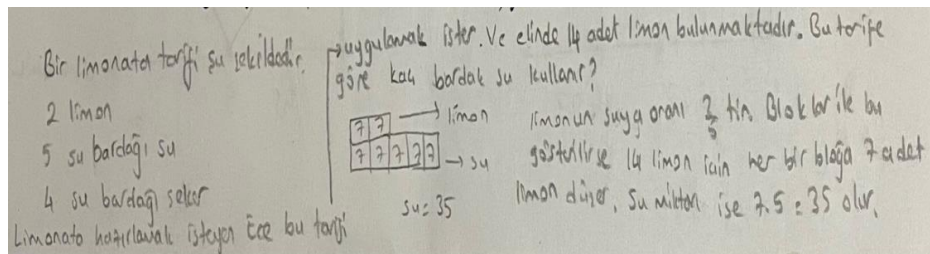
Tablo 11.

Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Parça-Parça ve Parça-Bütün Strateji Örnekleri (devamı)

Katılımcı Çözüm

Soru: $\frac{2}{5} = \frac{14}{?}$ Yanda verilen orantıyı ifade eden bir soru yazınız ve çözümünü bir öğrenciye anlatır gibi ayrıntılı (sözel ifadeler kullanarak) yazınız

Gülce
(Modül ile
Öğretim
Sonrası)



Gülce soruyu oluştururken, öğrencinin oranın türüne göre düşünmesini sağlayacak şekilde bir soru oluşturmuş ve çözümü de bu ilişkiyi düşündürecek şekilde tasarlamıştır. Limon-su oranını kurarken, parça-parça oranını düşündürmek istemiş ve çubuk-şerit diyagramı ile temsil etmiştir. Her bir çubuk bloğu için karşılık gelen birim oranı bulmuş ve 5 blok suya karşılık gelen miktarı bulmak için 5 ile birim oran değerini çarparak sonuca ulaşmıştır.

Yorum

Modül ile öğretim sırasında katılımcılarla bu stratejileri keşfettirmek için etkinlikler yapıldıktan sonra bu stratejilerin isimleri, orantısal akıl yürütme becerisine katkıları, oran ve orantı kavramları ile ilişkileri hakkında düşünceleri sağlanmıştır. Parça-parça oranları ve parça-bütün oranları ile ilgili yönlendirici sorular ile oran türleri ve oranın kavramsal yapısı keşfettirilmeye çalışılmıştır. Parça-parça ve parça-bütün stratejileri, oranın kavramsal yapısının anlaşıldığını gösteren, oranın tanımı ile ilgili stratejilerdir. Orantısal durum içeren bir problemde, karşılaştırılan niceliklerin bir bütünün iki farklı parçası mı, yoksa bir bütüne ait bir parça ile bütünün mü karşılaştırıldığını anlamak, verilen orantısal durumu tam olarak kavramayı sağlar. Bu strateji bilinçli olarak tercih etmek ve açıklamak oranın kavramsal yapısının anlaşıldığı ortaya koymaktadır. Katılımcılar modül öncesi ikişer kez bu stratejilere başvurmuş ve çözümü neden bu şekilde yaptığını açıklamamışlardır. Modül ile öğretim sonrasında bu strateji tercih edilirken, katılımcılar yaptıkları çözümlerde, genellikle “parça-parça” veya “parça-bütün” şeklinde belirterek düşünme stillerini ortaya koymuşlardır.

Oran-Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda katılımcılara iki adet birden fazla orantı kurulması gereken (bileşik orantı içeren) soru sorulmuştur. Fakat modül öncesinde formu doldururken hiçbir katılımcı bileşik orantı kullanmayı tercih etmemiştir. Bu soruların çözümünde genellikle “yapılan işlerin oranı=diğerlerinin çarpımının oranı” formülü veya denklem kurma stratejilerini kullanmışlardır. Bazı

katılımcılar hangi nicelikler arasında doğru veya ters orantı kuracakları konusunda yanlışlık yapmışlardır ve doğru şekilde çözüme ulaşamamışlardır (Bu durumla ilgili ayrıntılı bilgi kavram yanlışları ile ilgili bölümde anlatılacaktır). Bu nedenle modül öncesinde doğru şekilde bileşik orantı kurabilen katılımcı olmamıştır. Modül ile öğretim sonrasında bu soruların çözümünde katılımcılar 9 kez bileşik orantı kullanmayı tercih etmişlerdir. Aşağıda bu sorulara katılımcıların verdiği cevaplara örnekler verilmiştir.

Tablo 12.

Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Bileşik Orantı Örnekleri

Soru: Bir fırında çalışan aynı kapasiteli 3 işçi 4 saatte 12 pasta pişirebilmektedir. Bu fırında 4 kişinin 8 pasta pişirebilmesi için kaç saate ihtiyaç vardır? Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.

Katılımcı Çözüm

Semanur
(Modül ile
öğretim
öncesi)

$$\frac{1}{2 \cdot \frac{1}{3}} = \frac{1}{\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2}} \quad x = \frac{9}{2} = 4,5 \text{ saat}$$

Semanur, bu soruda denklem kurarak cevaba ulaşmaya çalışmış fakat bu denklemle kendisini doğru cevaba ulaşamamıştır.

Semanur
(Modül
sonrasında)

$$\begin{array}{l} 3 \text{ işçi} - 4 \text{ saat} \\ 4 \text{ işçi} - x \text{ saat} \end{array} \quad \begin{array}{l} 12 \text{ pasta} \\ 8 \text{ pasta} \end{array}$$

$$\frac{3 \cdot 4}{8} = \frac{4 \cdot x}{12} \quad x = 2$$

Modül sonrasında doğru ve ters orantılı değişkenleri doğru tespit ederek, bileşik orantı kurmuş ve doğru çözüme ulaşmıştır.

Yorum

Semanur'un modül öncesi yaptığı çözümde hatırlamaya çalıştığı yaygın kullanılan bir formül vardır: "yapılan işlerin oranı=diğerlerinin çarpımının oranı" bileşik orantı öğretiminde yaygın olarak kullanılan bu formülde, niceliklerin hangisinin doğru hangisinin ters orantılı olduğunu tespit etmeye gerek kalmadan nicelikleri denklemde yerine yerleştirerek sonuca ulaşılır. Bu formülü ezberleyerek yapılan çözümlerde orantısal akıl yürütme becerisine ihtiyaç yoktur. Fakat Semanur gibi formül doğru hatırlanamazsa veya ezberlenemezse yanlış sonuca ulaşılır.

Bileşik orantı kurma stratejisi diğer stratejilere göre soyut bir stratejidir. Yapılan işlemler içler-dışlar çarpımı veya düz çarpımdır. Fakat önemli bir orantısal akıl yürütme becerisi gerektirir: "doğru orantılı nicelikler ile ters orantılı nicelikleri tespit edebilme". Modül öncesinde katılımcılar bu beceriyi gerektiren bileşik orantı kurarak çözüme ulaşmaktan kaçınmışlardır. Modül sonrasında verdikleri cevaplarda ya bileşik orantı kullanmışlar ya da farklı somut stratejiler (modelleme vb.) ile çözüme ulaşmaya çalışmışlardır. Modül ile öğretim sırasında katılımcılara orantılı olmayan, doğru orantılı veya ters orantılı olan farklı durumları ayırt edebilecekleri etkinlikler yaptırılmıştır. Modül sonrasında katılımcıların, doğru ve ters orantılı nicelikleri tespit ederek, bileşik orantı kurdukları ve doğru şekilde çözüme ulaşabildikleri görülmektedir.

Oran-Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda yer alan ilk altı soru sorulduktan sonra, “Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.” İfadesi eklenerek katılımcıların orantısal durum içeren problemlerin çözümünde kaç farklı strateji ile kullanabildikleri tespit edilmek istenmiştir. Farklı çözüm stratejileri ile çözüm yapmalarını istemek, hem katılımcıların orantısal akıl yürütme becerileri hem de düşünme stilleri hakkında bize bilgi vermiştir. Tablo 13’de katılımcıların değerlendirme formundaki ilk altı soruya modül ile öğretim öncesinde ve modül ile öğretim sonrasında hangi stratejilerle cevap verdikleri verilmiştir.

Modülde etkinliklerle katılımcılara kazandırılmak istenen stratejiler; *Birim Oran, Artış/Azalış Strateji (Ölçek Katsayısı), Orantı Tablosu, Orantı Tablosu, Çubuk-Şerit Diyagramı, Çift Sayı Doğrusu, Orantı Grafikleri, Parça-Parça Stratejisi, Parça-Bütün Stratejisi*. Katılımcıların bu stratejiler dışında farklı stratejiler de kullanarak çözüme ulaştığı tespit edilmiştir.

Tablo 13. Katılımcıların Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda İlk 6 Sorunun Çözümünde Kullandıkları Stratejiler

Sorular	1	2	3	4	5	6
Katılımcılar	Modül ile Öğretim Öncesi	Modül ile Öğretim Öncesi	Modül ile Öğretim Öncesi	Modül ile Öğretim Öncesi	Modül ile Öğretim Öncesi	Modül ile Öğretim Öncesi
Melisa	-Birim Oran -Birim Oran, -Çubuk-Şerit Diyagramı,	-Birim Oran	-Birim Oran, Oran, -Cebir	-Düz Çarpım, -Cebir	-İçler Dışlar Çarpımı -Cebir	-Cebir
Hicran	-Birim Oran Oran, -Orantı Tablosu, -Çift Sayı Doğrusu, -Çubuk-Şerit Diyagramı	-Birim Oran	-Birim Oran, Oran, -Cebir	-İçler-Dışlar Çarpımı, -Cebir	-Cebir	-Cebir
Yunus	-Birim Oran -Artış/Azalış Strateji -Orantı Grafikleri -Çubuk-Şerit Diyagramı -Parça-Parça	-Birim Oran	-Birim Oran -Cebir	-Yanlış veya Eksik Çözüm	-Yanlış veya Eksik Çözüm	-İçler-Dışlar Çarpımı -Cebir
Orzancan	-Birim Oran Oran, -Çubuk-Şerit Diyagramı	-Birim Oran	-Birim Oran -Cebir	-İçler-Dışlar Çarpımı -Cebir	-Yanlış veya Eksik Çözüm	-İçler-Dışlar Çarpımı -Düz çarpım -Cebir

Tablo 13.
Katılımcıların Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda İlk 6 Sorunun Çözümünde Kullandıkları Stratejiler (devamı)

Sorular	1	2	3	4	5	6	
Semanur	-Birim Oran, -Parça-Bütün	-Birim Oran, -Birim Oran, -Oran, -Orantı Tablosu -Çubuk-Şerit Şerit Diyagramı -Çift Sayı Doğrusu, Parça- Parça	-Birim Oran, -Birim Oran, -Oran, -Orantı Tablosu -Çubuk-Şerit Şerit Diyagramı -Çift Sayı Doğrusu, Parça- Parça	-Birim Oran, -Birim Oran, -Oran, -Orantı Tablosu -Çubuk-Şerit Şerit Diyagramı -Çift Sayı Doğrusu, Parça- Parça	-Birim Oran, -Birim Oran, -Oran, -Orantı Tablosu -Çubuk-Şerit Şerit Diyagramı -Çift Sayı Doğrusu, Parça- Parça	-Birim Oran, -Birim Oran, -Oran, -Orantı Tablosu -Çubuk-Şerit Şerit Diyagramı -Çift Sayı Doğrusu, Parça- Parça	-Orantı Tablosu -İçler-Dışlar Çarpımı -Düz çarpım
Tuğçenur	-Birim Oran, -İçler-Dışlar Çarpımı	-Birim Oran, -Birim Oran, -Oran, -Orantı Tablosu -Çubuk-Şerit Şerit Diyagramı -Çift Sayı Doğrusu, Parça- Parça	-Birim Oran, -Birim Oran, -Oran, -Orantı Tablosu -Çubuk-Şerit Şerit Diyagramı -Çift Sayı Doğrusu, Parça- Parça	-Birim Oran, -Birim Oran, -Oran, -Orantı Tablosu -Çubuk-Şerit Şerit Diyagramı -Çift Sayı Doğrusu, Parça- Parça	-Birim Oran, -Birim Oran, -Oran, -Orantı Tablosu -Çubuk-Şerit Şerit Diyagramı -Çift Sayı Doğrusu, Parça- Parça	-Birim Oran, -Birim Oran, -Oran, -Orantı Tablosu -Çubuk-Şerit Şerit Diyagramı -Çift Sayı Doğrusu, Parça- Parça	-Orantı Tablosu -İçler-Dışlar Çarpımı -Düz çarpım
Yeşim	-İçler-Dışlar Çarpımı -Cebir	-Birim Oran, -Birim Oran, -Oran, -Orantı Tablosu -Çubuk-Şerit Şerit Diyagramı -Çift Sayı Doğrusu, Parça- Parça	-Birim Oran, -Birim Oran, -Oran, -Orantı Tablosu -Çubuk-Şerit Şerit Diyagramı -Çift Sayı Doğrusu, Parça- Parça	-Birim Oran, -Birim Oran, -Oran, -Orantı Tablosu -Çubuk-Şerit Şerit Diyagramı -Çift Sayı Doğrusu, Parça- Parça	-Birim Oran, -Birim Oran, -Oran, -Orantı Tablosu -Çubuk-Şerit Şerit Diyagramı -Çift Sayı Doğrusu, Parça- Parça	-Birim Oran, -Birim Oran, -Oran, -Orantı Tablosu -Çubuk-Şerit Şerit Diyagramı -Çift Sayı Doğrusu, Parça- Parça	-Orantı Tablosu -İçler-Dışlar Çarpımı -Düz çarpım
Dilan	-Birim Oran	-Birim Oran, -Birim Oran, -Oran, -Orantı Tablosu -Çubuk-Şerit Şerit Diyagramı -Çift Sayı Doğrusu, Parça- Parça	-Birim Oran, -Birim Oran, -Oran, -Orantı Tablosu -Çubuk-Şerit Şerit Diyagramı -Çift Sayı Doğrusu, Parça- Parça	-Birim Oran, -Birim Oran, -Oran, -Orantı Tablosu -Çubuk-Şerit Şerit Diyagramı -Çift Sayı Doğrusu, Parça- Parça	-Birim Oran, -Birim Oran, -Oran, -Orantı Tablosu -Çubuk-Şerit Şerit Diyagramı -Çift Sayı Doğrusu, Parça- Parça	-Birim Oran, -Birim Oran, -Oran, -Orantı Tablosu -Çubuk-Şerit Şerit Diyagramı -Çift Sayı Doğrusu, Parça- Parça	-Orantı Tablosu -İçler-Dışlar Çarpımı -Düz çarpım

Tablo 13.
Katılımcıların Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda İlk 6 Sorunun Çözümünde Kullandıkları Stratejiler (devamı)

Sorular	1	2	3	4	5	6		
Rabia	Birim Oran	-Artış/Azalış -Orantı Tablosu -Orantı Grafikleri -Parça- Bütün -Cebir Parça	-Birim Oran	-Birimiş veya Eksik Çözüm	-Birimiş Oran, -Cebir -Cebir	-Orantı Tablosu Cebir	-Yanlışı veya Eksik Çözüm	-Orantı Tablosu Cebir
Nisa	-Birim Oran, -İçler-Dışlar Çarpımı	-Artış/Azalış -Çubuk- Şerit Diyagramı	-Birim Oran	-Yanlışı veya Eksik Çözüm	-Birimiş Oran, -Cebir	-İçler-Dışlar Çarpımı -Cebir	-Yanlışı veya Eksik Çözüm	-İçler-Dışlar Çarpımı -Düz çarpım
Özge	-Artış/Azalış -İçler-Dışlar Çarpımı	-Birim Oran -Artış-Azalış -İçler-Dışlar Çarpımı	-Parça-Bütün -Artış-Azalış -İçler-Dışlar Çarpımı	-Yanlışı veya Eksik Çözüm	-Birim Oran, -Çift Sayı Doğrusu -Çubuk- Şerit Diyagramı	-Parça-Bütün -İçler-Dışlar Çarpımı	-Cebir	-Cebir
Sonnur	-Birim Oran	-Birim Oran	-Birim Oran	-Yanlışı veya Eksik Çözüm	-Birim Oran, -Orantı Tablosu -Çubuk- Şerit Diyagramı -Parça- Bütün	-İçler-Dışlar Çarpımı -Cebir	-Cebir	-Cebir
Ahu	-Birim Oran	-Birim Oran	-Birim Oran	-Birim Oran, Oran, -Cebir	-Birim Oran, -Diğer -Cebir	-İçler-Dışlar Çarpımı -Cebir	-Cebir	-Orantı Grafikleri -Cebir -İçler-Dışlar Çarpımı -Düz çarpım

Tablo 13.
Katılımcıların Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda İlk 6 Sorunun Çözümünde Kullandıkları Stratejiler (devamı)

Sorular	1	2	3	4	5	6
Gülce	-Birim Oran -Birim Oran, -Artış/Azalış -Çift Sayı Doğrusu, -Çubuk-Şerit Diyagramı	-Birim Oran -Birim Oran, -Artış/Azalış -Çift Sayı Doğrusu -Çubuk-Şerit Diyagramı	-Birim Oran, -Cebir -Birim Oran, -Artış/Azalış Sayı Doğrusu -Çubuk-Şerit Diyagramı	-Birim Oran, -Cebir -Birim Oran, -Cebir -Birim Oran, -Cebir	-Cebir -Cebir -Birim Oran, -Diğer -Çubuk-Şerit Diyagramı	-Yanlış veya Eksik Çözüm -Cebir
Sümevra	-Birim Oran, -Artış/Azalış Parça-Bütün	Birim Oran, Parça-Bütün	-Cebir -Birim Oran, -Cebir -Artış/Azalış Parça-Bütün	-Cebir -Cebir -Birim Oran, -Cebir -Birim Oran, -Cebir	-Cebir Cebir -İçler-Dışlar Çarpımı Cebir Cebir	-Diğer -Yanlış veya Eksik Çözüm -Cebir -İçler-Dışlar Çarpımı -Düz çarpım Cebir
Sedanur	-Birim Oran, -İçler-Dışlar Çarpımı Diyagramı -Parça-Bütün	-Birim Oran, -İçler-Dışlar Çarpımı Diyagramı -Diğer	-Birim Oran, Oran, -Artış/Azalış -Cebir -Cebir -Birim Oran, Oran	-Birim Oran, Oran -Cebir -Birim Oran, Oran -Cebir -Cebir	-Cebir -Cebir -Birim Oran, Oran -Cebir -Cebir -Birim Oran, Oran -Cebir -Cebir	-Cebir -Cebir -Artış/Azalış -Oran Tablosu -Cebir -Cebir -Diğer -Diğer -Cebir -Artış/Azalış -Oran Tablosu -Cebir

Tabloda her bir katılımcının formdaki ilk altı soruya cevap verirken kullandıkları farklı çözüm stratejileri verilmiştir.

Tablo 13’de her bir soru için modül ile öğretim sonrası kullanılan stratejiler *italik* olarak yazılmıştır. Tablo 13’ün amacı, her bir katılımcının modül öncesi ve sonrasında orantısal durum içeren problemleri çözerken kaç farklı strateji kullanabildikleri ve tercih ettikleri stratejilerin değişiminin anlaşılmasıdır. Katılımcıların kullandıkları çözüm stratejisi sayısına bakıldığında modül öncesinde yaygın olarak 1 strateji ile çözüme ulaşıldığı görülmektedir. Modül ile öğretim sonrasında katılımcıların birden fazla strateji ile çözüm yapabildiği tespit edilmiştir. Bu sorularda katılımcılar en az 2 strateji kullanarak çözüme ulaşırken, bazı sorularda 6 farklı strateji ile çözüme ulaşabilen katılımcılar olmuştur. Bununla birlikte Tablo 13’de görüldüğü gibi birim oran stratejisi modül ile öğretim öncesinde ve sonrasında sıklıkla başvurulan stratejilerden biri olmuştur. Birim oran dışında başvurulan stratejiler incelendiğinde, modül ile öğretim öncesinde içler dışlar çarpımı ve farklı konuya ait formül kullanma gibi ezbere dayalı stratejiler veya cebir gibi diğerlerine göre daha üst düzey akıl yürütme becerisi gerektiren stratejiler kullanılırken; modül ile öğretim sonrasında yaygın olarak, modülde katılımcılara kazandırılmaya çalışılan, birim oran, ölçek katsayısı, orantı tabloları, orantı grafikleri, çubuk-şerit diyagramı, çift sayı doğrusu stratejileri kullanılarak çözüme ulaşılmaya çalışılmıştır. Bunların yanı sıra oranın türü (parça-parça veya parça-bütün), yani kavramsal yapısının odağa alındığı çözüm stratejilerinin kullanımı da modül sonrasında artış göstermiştir. Aşağıda katılımcıların modül ile öğretim öncesinde ve sonrasında kullandıkları stratejilere örnekler verilmiştir.

Tablo 14.

Katılımcıların Orantısal Durum İçeren Problemleri Çözerken Kullandıkları Farklı Çözüm Stratejilerine Örnekler

Katılımcı Çözüm

Soru: İki sayının oranı $\frac{3}{5}$ 'tir. Sayılardan küçük olanı 45 ise büyük olan kaçtır?" Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.

Gülce

Modül ile Öğretim Öncesi

$\frac{a}{b} = \frac{3}{5}$
 $a = 3k$
 $b = 5k$
 a (küçük olan) $\Rightarrow 3k = 45$
 $k = 15$
 $b = 5k = 5 \cdot 15 = 75$

Modül ile Öğretim Sonrası

1) İki sayının oranı $\frac{3}{5}$ 'tir. Sayılardan küçük olanı 45 ise büyük olan kaçtır?" Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.
 45 ise herbiri 15 tir.
 $\frac{3k}{5k} = \frac{45}{?}$
 $k = 15$
 $5 \cdot 15 = 75$

Yorum

Gülce, modül ile öğretim öncesinde orantılı sayıları k birim değeri ile çarparak verilen değerlerden k birim oranını bulmuş ve büyük oran değeri ile çarparak sonuca ulaşmıştır. Gülce modül ile öğretim öncesinde sadece birim oran stratejisini kullanarak çözüme ulaşmıştır. Modül ile öğretim sonrasında çubuk-şerit diyagramı, çift sayı doğrusu, birim oran ve artış/azalış stratejisi (ölçek katsayısı) stratejilerini kullanarak dört farklı şekilde çözüme ulaşmıştır. Gülce modül öncesinde çözüme ulaşırken yalnızca bir stratejiyi kullanmış ve başka bir yolla çözüm yapmamıştır. Modül ile öğretim sırasında desteklenen çözüm stratejileri, Gülce'nin modül sonrasındaki çözümlerine yansımıştır. Gülce'nin orantısal durum içeren problemleri çözme becerisi, modül ile öğretim sonrasında çözüm yaparken birim oran, ölçek katsayısı ve görsel stratejilerden birden fazla kullanabilecek şekilde gelişmiştir.

Tablo 14.

Katılımcıların Orantısal Durum İçeren Problemleri Çözerken Kullandıkları Farklı Çözüm Stratejilerine Örnekler (devamı)

Katılımcı Çözüm

Soru: Bir kaptaki kırmızı ve mavi toplar vardır. Kırmızı topların mavi toplara oranı $\frac{3}{4}$ 'tür. Toplam 42 top varsa, mavi topların sayısı kaçtır? Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.

Özge

Modül ile Öğretim Öncesi

Yöntem1: Paç, paçda genişletme yöntemi. $\frac{\text{Mavi top oranı}}{\text{Tam toplar}} = \frac{4}{3+4} = \frac{\text{Mavi top}}{42} \Rightarrow \frac{4}{7} = \frac{\text{Mavi top}}{42}$
 $7 \cdot 3$ ile çarpılır. 42 'ye eşitlenir.
 Mavi top = $4 \times 6 = 24$ 'tür

Yöntem2: Aynı birimleri alt alta yazma yöntemi: $3+4 = 7$ topun bulunduğu kaptaki 3 mavi var
 7 topun bulunduğu kaptaki 4 mavi varsa $\rightarrow 7 \cdot x = 4 \cdot 42$
 42 topun bulunduğu kaptaki x mavi var $\rightarrow x = \frac{4 \cdot 42}{7} = 24$

Modül ile Öğretim Sonrası

Toplam 42 top varsa, mavi topların sayısı kaçtır? Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.

I. Blok yöntemi: 7 blok 42 top 1 blok $42/7 = 6$ top
 mavi 4 blok $\rightarrow 4 \times 6 = 24$ 'tür

II. Tablo yöntemi: $\frac{\text{Mavi}}{\text{Toplam}} = \frac{4}{7} = \frac{?}{42}$
 $4 \times 6 = 24$

III. Üçgen yöntemi: $3^2 + 4^2 = 5^2$ $3 \times 7 = 21$ $4 \times 7 = 28$ $5 \times 7 = 35$
 mavi 28 top

3) Bir üçgenin dış açıları 9,12,15 sayılarıyla doğru orantılıdır. Bu üçgenin iç açılarının en

Yorum

Özge modül öncesinde birim oran ve içler dışlar çarpımını kullanarak iki farklı stratejiden çözüme ulaşmıştır. Birim oran en sezgisel strateji iken ve içler-dışlar çarpımını en ezbere dayalı stratejidir. Modül sonrasında Özge, birim oranı ve ölçek katsayısını bularak, çubuk-şerit diyagramı, orantı grafiği, parça-bütün, orantı tablosu stratejilerini kullanarak farklı yollardan çözüme ulaşmıştır. Özge modül öncesinde ezbere dayalı stratejilere dayalı çözüm yaparken; modül ile öğretim sonrasında modülde kazandırılmaya çalışılan stratejilerin çoğunu kullanmıştır.

Tablo 14.

Katılımcıların Orantısal Durum İçeren Problemleri Çözerken Kullandıkları Farklı Çözüm Stratejilerine Örnekler (devamı)

Katılımcı Çözüm

Soru: Bir üçgenin dış açıları 9,12,15 sayılarıyla doğru orantılıdır. Bu üçgenin iç açılarının en büyüğünün ölçüsü nedir? Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.

Dilan

Modül ile Öğretim Öncesi

$$12 + 9 + 15 = 36 \quad 36k = 360 \quad k = 10 \quad 15 \cdot 10 = 150 //$$

Modül ile Öğretim Sonrası

büyüğünün ölçüsü nedir? soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.

birim oran ←

36k	360	} ÷2	→ Tablo yöntemi
18k	180		
9k	90	} ÷2	

en büyük 9k
9 · 10 = 90 //

Yorum Dilan modül öncesinde oran belirtilen sayıları toplamış, dış açıları toplamına eşitleyerek birim oranı bulmuş ve en büyük dış açıyı hesaplamıştır. Fakat en büyük iç açının ölçüsünü bulmamıştır. Yani modül öncesinde yalnızca birim oran stratejisini kullanmıştır, bunun dışında çözümü eksik kalmıştır. Modül sonrasında verilen oranlara göre iç ve dış açıların k birim değerine göre karşılıklarını bulmuş. İlk çözümde k birim oranını hesaplayarak cevaba ulaşmış. İkinci çözümde orantı tablosunu kullanarak, somut bir strateji ile çözüme ulaşmıştır.

Tablo 14.

Katılımcıların Orantısal Durum İçeren Problemleri Çözerken Kullandıkları Farklı Çözüm Stratejilerine Örnekler (devamı)

Katılımcı Çözüm

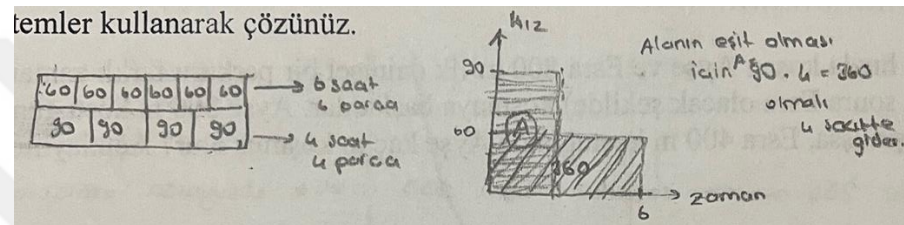
Soru: Bir araba saatte 60 km sabit hızla iki şehir arasını 6 saatte gidiyor. Eğer araba hızını saatte 90 km'ye çıkarırsa iki şehir arasını kaç saatte gider? Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.

Tuğçenur

Modül ile Öğretim Öncesi

$$\begin{array}{l} 60 \text{ km} \rightarrow 6 \text{ saatte} \\ 90 \text{ km} \rightarrow x \text{ saatte} \end{array} \quad \begin{array}{l} 90 \cdot x = 60 \cdot 6 \\ x = 4 \text{ saatte gider} \end{array}$$

Modül ile Öğretim Sonrası



Yorum

Tuğçenur, modül öncesinde verilen ters orantı sorusunu düz çarpım yaparak ezberle bir strateji ile çözüme ulaşmıştır. Modül sonrasında ise ilk olarak çubuk-şerit diyagramı kullanmıştır. 60km'yi temsil eden 6 çubuk oluşturmuştur. Her bir çubuk aynı zamanda 1 saat demektir. Gidilen yol aynı olduğu için bu yolu 90 km'yi temsil eden çubuklarla nasıl temsil edebileceğini göstermek için üstteki çubuklardan 2 tanesini ikiye bölmüş ve 90 km'yi temsil eden 4 çubuk elde etmiştir. Bu durumda 4 saat cevabına ulaşmıştır.

Diğer çözümü fizik dersindeki hız-zaman grafiği konusuyla ilişkilendirmiştir. “Hız zaman grafiğinin altında kalan alan yolu verir” bilgisine dayanarak ilk olarak 60 km/s hızla 6 saatte gitmesinin grafiğini çizip alanını bulur. İkinci olarak 90km/s hız olduğunda alanın eşit olması için x eksenindeki karşılığını bulur.

Tuğçenur'un ters orantı problemi çözerken modül öncesinde yalnızca ezberle dayalı bir strateji kullandığını, modül sonrasında hem farklı yollardan çözüme ulaşabildiğini hem somut düşünceye dayalı stratejiler kullandığını hem de farklı disiplinlerle ilişkilendirerek çözüm yapabildiği görülmektedir.

Tablo 14.

Katılımcıların Orantısal Durum İçeren Problemleri Çözerken Kullandıkları Farklı Çözüm Stratejilerine Örnekler (devamı)

Katılımcı Çözüm

Soru: 12 işçi günde 7 saat çalışarak belli bir işi 15 günde bitiriyor. 14 işçi aynı işi günde 5 saat çalışarak kaç günde bitirebilir? Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.

Melisa

Modül ile Öğretim Öncesi

$$\frac{12 \cdot 7 \cdot 15}{6 \cdot 3} = \frac{14 \cdot 5 \cdot x}{2 \cdot 1} \quad | x = 18 \text{ gün}$$

Modül ile Öğretim Sonrası

çözümler.

1.yol 12 işçi 7 saat → 15 gün
14 işçi 5 saat → a gün
 $12 \cdot 7 \cdot 15 = 14 \cdot 5 \cdot x$
 $x = 18 \text{ gün}$

2.yol $\frac{1}{12 \cdot 7 \cdot 15} = \frac{1}{14 \cdot 5 \cdot x}$
 $x = 18 \text{ gün}$

Yorum

Melisa bileşik orantı problemi çözerken modül öncesinde yalnızca “yapılan iş ile diğer değişkenlerin çarpımının oranı eşittir” ezber bilgisine dayanarak bir denklem kurmuş ve sonuca ulaşmış. Bu ezber bilgiye dayalı çözümde hangi niceliklerin doğru hangisinin ters orantılı olduğunu ayırmak zorunda değildir. Formülde yerine yazmak yeterlidir. İkinci çözümde Melisa hem bileşik orantı kurmuş hem de aynı formülü yeniden kullanıp bir denklemlerle sonuca ulaşmıştır. Modül sonrasında farklı stratejiler kullanabilmiştir. Bu stratejilerin ikisi de soyut düşünceye dayalı olsa da en azından Melisa'nın önemli bir orantısal akıl yürütme becerisi olan “doğru ve ters orantılı nicelikleri tespit edebilme becerisi”ne sahip olduğu yorumunu yapmamıza izin vermektedir.

Yani Melisa bir bileşik orantı problemi çözerken, modül öncesinde ezber dayalı bir bilgiye dayanarak bir tek çözüm yaparken, modül sonrasında doğru ve ters orantılı nicelikleri ayırt edebildiğini gösterecek şekilde iki farklı yoldan çözüme ulaşmıştır.

Tablo 14.

Katılımcıların Orantısal Durum İçeren Problemleri Çözerken Kullandıkları Farklı Çözüm Stratejilerine Örnekler (devamı)

Katılımcı Çözüm

Soru: Bir fırında çalışan aynı kapasiteli 3 işçi 4 saatte 12 pasta pişirebilmektedir. Bu fırında 4 kişinin 8 pasta pişirebilmesi için kaç saate ihtiyaç vardır? Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.

Ahu

Modül ile Öğretim Öncesi

Ters orantı olanları çarp, doğru orantı olanları böl

$$\frac{3 \cdot 4}{12} = \frac{4 \cdot ?}{8} \quad ? = 2$$

Modül ile Öğretim Sonrası

yöntemler kullanarak çözünüz.

1.yöntem

$$\frac{3 \cdot 12}{3 \cdot 4} = \frac{8}{4x}$$

$$x = 2$$

2.yöntem

3 işçi: 4 saatte 12 pasta

8 pasta için t = 2

3.yöntem

12 pasta - 3 işçi 4 saat

8 pasta - 4 işçi t saat

t = 2 saat

Yorum

Ahu modül öncesinde bir bileşik orantıyı çözerken, tek çözüm yolu ile ezberindeki “ters orantılı olanları çarp, doğru orantılı olanları böl” şeklindeki bilgiyi kullanarak sonuca ulaşmıştır. Bu çözümde Ahu ezbere bir bilgi kullanmıştır ama doğru ve ters orantılı çoklukları tespit edebilmektedir. Modül sonrasında bir denklem kurmuş, pastaları temsil ettiği bir modelleme yapmış ve bileşik orantı kurmuştur. Modül sonrasında hem somut hem de soyut stratejilerle 3 farklı yoldan çözüme ulaşmıştır.

Tablo.14’te verilen örneklerden katılımcıların modül öncesinde genellikle tek yolla çözüm yaptığını en soyut şekilde ezbere dayalı bilgiler ile çözüm yapıldığını görmekteyiz. Modül sonrasında katılımcıların çözüm yaparken en az iki farklı yol üretebildiği ve bu yolların genellikle somut düşünceye dayalı stratejiler olduğu görülmektedir. Bu değişikliğin nedeni modül ile öğretim sırasında katılımcıların farklı stratejileri kullanmaya teşvik edilmeleri olarak düşünülebilir.

4.1.2. Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formu modül ile öğretim yapmadan önce ve sonra katılımcılara uygulanmıştır. Bu formda öğretmen adaylarına 8 soru (alt sorularla birlikte 12 soru) sorulmuştur. Sorulardan bazıları bir kazanımın nasıl

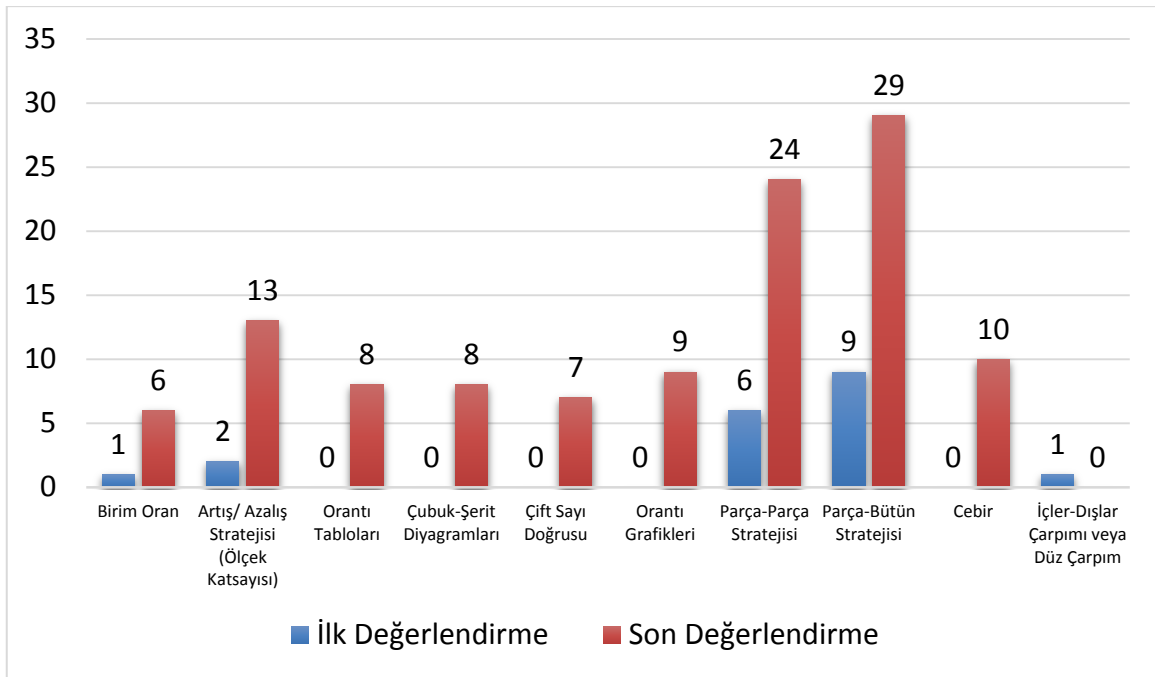
öğretilmesi gerektiğini, bazıları bir sorunun nasıl çözüleceğini, bazıları ise verilen yanlış cevapların nasıl düzeltilebileceğini sormaktadır. Katılımcılar bu sorulara cevap verirken, hangi stratejileri kullanmayı tercih ettiklerini bazen soru çözerek cevap vermiş bazen de tercih edecekleri stratejinin sadece adını yazarak cevap vermişlerdir. Modül öncesinde ve sonrasında katılımcıların cevapları içerik analizine tabi tutulmuştur. Sorulara cevap verirken tercih ettikleri stratejilerin kullanım sıklığı aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 15.

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Stratejiler

Stratejiler	İlk Değerlendirme (f)	Son Değerlendirme (f)
Birim Oran	1	6
Artış/ Azalış Stratejisi (Ölçek Katsayısı)	2	13
Orantı Tabloları	0	8
Çubuk-Şerit Diyagramları	0	8
Çift Sayı Doğrusu	0	7
Orantı Grafikleri	0	9
Parça-Parça Stratejisi	6	24
Parça-Bütün Stratejisi	9	29
Cebir	0	10
İçler-Dışlar Çarpımı veya Düz Çarpım	1	0
Diğer	0	13

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundaki sorular, katılımcıların *öğretim yaparken hangi stratejileri tercih ettiklerini* göstermektedir. Yukarıdaki tabloda verilerin daha net anlaşılması için Grafik 2'yi incelemek kolaylık sağlayacaktır. Aşağıdaki sütun grafiğinde mavi sütunlar modül öncesinde formdaki sorulara verilen cevaplardaki strateji sıklığını gösterirken, kırmızı sütunlar modül sonrası yapılan değerlendirilmede elde edilen strateji sıklığını göstermektedir.



Grafik 2. Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Stratejiler

Grafik 2 incelendiğinde parça-parça ve parça-bütün stratejilerinin modül ile öğretim öncesinde ve sonrasında çözümlerde en sık başvurulan stratejiler olduğunu görebiliriz. Bu stratejilere sık başvurulmasının nedeni bazı soruların oranın türünü düşündürecek şekilde dizayn edilmesi olabilir. Örneğin; formda 6. soruda parça-parça ve parça-bütün ilişkisinin vurgulandığı bir problem senaryosu verilmiştir. Problem senaryosunda bir öğrenciye soru sorulmuş, öğrenci soruda verilen oranı parça-parça oranı olarak anlaması gerekirken, parça-bütün oranı olarak algılamış ve soruyu yanlış çözmüştür. Katılımcılardan beklenen, öğrencinin hatasını algılayarak, yapılandırmacı eğitim yaklaşımına uygun biçimde öğrenciyi yönlendirmesini sağlamaktır. Tablo 16’de katılımcıların hangi stratejileri kullandıklarına dair örnekler verilmiştir.

Tablo 16.

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Parça-Parça ve Parça-Bütün Stratejisinin Kullanımına Ait Örnekler

Soru: “Bir sınıftaki kızların sayısının erkeklerin sayısına oranı $\frac{3}{5}$ 'tir. Sınıftaki erkek öğrencilerin sayısı 40 ise kız öğrencilerin sayısı kaçtır?” Aşağıda bu probleme Emre isimli öğrencinin cevabı verilmiştir. Emre'nin verdiği cevap doğru mudur? Orantı türü, tanımı ve çözüm şekli açısından Emre'nin çözümünü irdeleyiniz. Eğer cevapta hata varsa, Emre'ye nasıl bir soru sorarak hatasını fark ettirirsiniz veya nasıl bir açıklama yaparsınız?

Emre'nin Cevabı: $\frac{3}{5}$ kızların erkeklere oranı ise; $3k+5k= 8k$ olur. $8k=40$ ise $k=5$ olur.

Bu durumda kızların sayısı $3k= 3.5= 15$ 'tir.

Katılımcı Çözüm

Sonnur
(Modül ile
Öğretim
Öncesi)

Emre'nin verdiği cevap yanlıştır. Emre kız ve erkek sayısının oranını erkeklerin sayısına eşitlediği için yanlıştır. Emre'ye "Emre sence tüm oranın toplamı mı 40'a eşittir" diye sorarm.

Sonnur, Emre'nin verdiği cevabın yanlış olduğunu söylerken; toplam öğrenci sayısını erkek öğrenci sayısına eşit olarak aldığı için yanlış yaptığını söylemiştir. Emre'nin cevabını düzeltmesi için parça-bütün ilişkisine dikkat çekecek bir yönlendirici soru soracağını söylemiştir. Sonnur parça-parça ve parça-bütün ilişkisine dikkat çekecek şekilde öğrenciyi yönlendireceğini söylemiş fakat bunu ifade ederken, bu ilişkiyi dile getirmemiştir. Sonnur, problemin yapısını anlamıştır fakat cevap verirken bu yapıdan bahsetmemiştir. *Bu cevaba bakarak Sonnur'un oran kavramsal yapısı ile ilgili olan parça-parça veya parça-bütün oran türüne dair farkındalığı hakkında yorum yapamayız. Ama bu stratejiyi yönlendirme yaparken kullandığını söyleyebiliriz.*

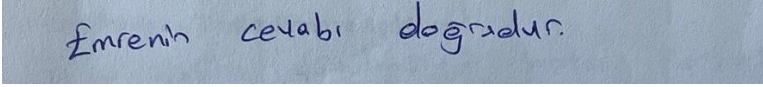
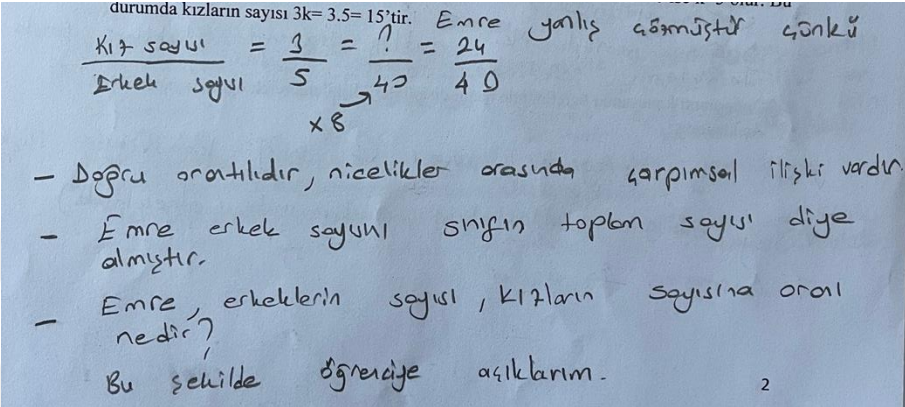
Sonnur
(Modül ile
öğretim
Sonrası)

Evet cevabında hata vardı. Emre verilen örneği parça-bütün olarak düşünerek diğer kız öğrencilerin oranı ile erkek öğrencilerin oranının toplamını 40 sayısına eşitlemiştir. Ama son parça-parça ilişkisine uygun olarak verildiği için 40 sayısı erkek öğrenci sayısına oranına eşittir. Emre'ye son olarak önce soru yanlıştır dediği yere doğru yapmak için "Emre bence tüm sınıfın mı sayısının 40 olduğunu söylüyor" diye sorarak o kuma dikkat çekmek isterim. Emre'nin parça-bütün ve parça-parça ilişkisini kavrayabilmesi için etkinlikler hazırlarım.

Sonnur, modül sonrasında problemin yapısının parça-parça ve parça-bütün oluştuğunun farkındadır, bunu belirterek Emre'nin verilen miktarı bütüne ait algıladığını fakat parçaya ait bir miktar olduğunu keşfettirmeye çalışmak için sorular soracağını söylemiştir. Emre'nin bu konudaki eksikliğini farkederek Sonnur, oran konusundaki parça-bütün ve parça-parça ilişkisini keşfettirmek için farklı etkinlikler hazırlayacağını söylemiştir.

Tablo 16.

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Parça-Parça ve Parça-Bütün Stratejisinin Kullanımına Ait Örnekler (devamı)

Katılımcı	Çözüm
Nisa (Modül ile Öğretim Öncesi)	 <p>Nisa modül öncesinde, örnek senaryoda verilen <u>hatayı farkedememiş</u> ve soruda verilen parça-parça oranı ilişkisini, senaryodaki öğrenci gibi parça-bütün oranı olarak algılamış ve yanlış cevap vermiştir.</p>
Nisa (Modül Sonrası)	 <p>Nisa modül ile öğretim sonrasında, sorudaki senaryoda <u>öğrencinin yaptığı hatayı farketmiştir</u>. Verilen nicelikler ile <u>ölçek katsayısını</u> 8 olarak belirlemiş ve sorudaki <u>parça-parça oranını</u> farketirmek ve <u>öğrenciye hatasını keşfettirmek</u> için <u>yönlendirici sorular</u> sormayı tercih etmiştir.</p>
Yorum	Formdaki 6. Soru parça-parça oranı ve parça-bütün oranını düşündürecek şekilde dizayn edilmiştir. Bu nedenle katılımcılar modül ile öğretim öncesinde ve sonrasında bu soruyu çözerken yaygın olarak bu stratejiye başvurmuştur. Modül öncesinde sorudaki parça-parça oranını doğru tespit edemeyen Nisa gibi katılımcılar da olmuştur. Modül ile öğretim sırasında oranın kavramsal yapısının anlaşılmasını sağlayacak etkinlikler yapılmıştır ve modül sonrasında katılımcılar sorunun yapısını doğru olarak anlayabilmişlerdir.

Tablo 15 ve Grafik. 2'de dikkat çeken bir diğer husus, katılımcıların modül ile öğretim öncesinde genellikle ezbere dayalı stratejileri kullanırken, modül ile öğretim sonrasında öğretimde veya örnek senaryolarda katılımcılar ezbere dayalı olmayan stratejileri soru çözümlerinde kullanmış veya kullanacaklarını belirtmişlerdir. Aşağıda bu stratejilerin kullanımına dair örnekler verilmiştir.

Tablo 17.

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Farklı Stratejilerin Kullanımına Ait Örnekler

Katılımcı Çözüm

Soru: “Bir sınıftaki kızların sayısının erkeklerin sayısına oranı $\frac{3}{5}$ 'tir. Sınıftaki erkek öğrencilerin sayısı 40 ise kız öğrencilerin sayısı kaçtır?” Aşağıda bu probleme Emre isimli öğrencinin cevabı verilmiştir. Emre'nin verdiği cevap doğru mudur? Orantı türü, tanımı ve çözüm şekli açısından Emre'nin çözümünü irdeleyiniz. Eğer cevapta hata varsa, Emre'ye nasıl bir soru sorarak hatasını fark ettirirsiniz veya nasıl bir açıklama yaparsınız?

Emre'nin Cevabı: $\frac{3}{5}$ kızların erkeklere oranı ise; $3k+5k= 8k$ olur. $8k=40$ ise $k=5$ olur. Bu durumda kızların sayısı $3k= 3.5= 15$ 'tir.

Semanur

Modül ile Öğretim Öncesi

Emre'nin cevabı yanlıştır. Çünkü sınıfta toplamda 40 demis.
Öğrence 40'nın sayısı diye sorarız?

Semanur öğrencinin hatalı çözümünü farketmiş ve öğrenciye hata yaptığını farketmek için yönlendirici bir soru sormuştur. Fakat neden hatalı olduğuna dair ayrıntılı bir açıklama veya sorunun anlaşılması için bir çözüm stratejisine yönlendirme yapmamıştır.

Modül ile Öğretim Sonrası

Emre'nin cevabında hata vardır. 40 sadece erkeklerin sayıdır ancak Emre bütünün sayısı olarak algılamıştır.

$$\frac{3k}{5k} = \frac{?}{40} \text{ şeklinde denklem kurulur.}$$

$$5k = 40 \text{ ise}$$

$$k = 8 \text{ olur} \rightarrow \text{Birim oran}$$

Bu durumda kızların sayısı 24 olur diye sorarız.

Modül ile öğretim sonrasında Semanur, öğrencinin cevabının neden hatalı olduğunu parça-parça ilişkisi ile açıklamıştır. Daha sonra birim oran stratejisi ile öğrenciyi cevaba yönlendirmiştir.

Tablo 17.

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Farklı Stratejilerin Kullanımına Ait Örnekler (devamı)

Katılımcı Çözüm

Sedanur

Modül ile Öğretim Öncesi

Emre'nin cevabı yalıktır.
40 sadece erkek öğrencilerin sayıdır. Emre bütün sınıfın mevcudunu $8k$ bulup bunu sadece erkek öğrenciler olarak düşünmüştür.
Emre'ye soruda herpi çoklukların oranı verilmiştir? Oradaki pay ve payda durumlarını herpi çoklukları ifade ediyor? diye sorabilirim.

Sedanur, öğrencinin hatalı olduğunu farketmiş ve neden hatalı olduğunu ayrıntılı biçimde açıklamıştır. Öğrenciye hatasını farketmek için yönlendirici bir soru sormuş fakat bir çözüm stratejisine yönlendirme yapmamıştır.

Modül ile Öğretim Sonrası

Emre, iki oranı toplayıp erkek öğrenci sayısına eşitlemiştir. Bu hatalı bir çözümdür. Soruda verilen $\frac{3}{5}$ oranı kız öğrenci sayısının erkek öğrenci sayısına oranını ifade etmektedir.
 $\frac{3k}{5k}$ şeklinde ifade ettiğimizde $5k = 40$ denklemi kurulabilir.
 $\frac{3k}{5k} = \frac{x}{40}$ oranında koyup denemi bulmak için $x=24$ olur.
Kız öğrenci sayısı
*) Emre'ye öncelikle soruda verilen $\frac{3}{5}$ oranının neyi ifade ettiğini sorarım. Daha sonra 40 sayısının herpi sayıyla ilişkili olduğunu sorarım, Parça-bütün ilişkisine dikkat etmesi için sorarım.

Modül sonrası Sedanur, öğrencinin neden hatalı olduğunu ayrıntılı olarak açıklamış. Önce yönlendirici sorularla parça-parça ve parça-bütün ilişkisini keşfettirmeye çalışmıştır. Soruda verilen niceliklere denkleme kurmuş, ölçek katsayısını kullanarak çözüm yolu sunmuştur.

Tablo 17.

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Farklı Stratejilerin Kullanımına Ait Örnekler (devamı)

Katılımcı Çözüm

Dilan

Modül ile Öğretim Öncesi

nda kızların sayısı 3k 5E
 $\frac{3}{5} \rightarrow k$
 $\frac{3}{5} \rightarrow E$
 $SE=40$
 $E=8$
 $24k$
 cevap yanlış
 8k tamam
 erkekler 40 kişi

Dilan modül öncesinde öğrencinin hatasını farketmiş fakat öğrencinin neden hatalı olduğuna dair ayrıntılı bir açıklama yapmadan sadece sorunun doğru cevabını yazmıştır.

Modül ile Öğretim Sonrası

Emre oranları toplayıp erkek öğrenci sayısına eşitledim.
 Yanlış çözüm yapmıştır.

kız	erkek
3	5
24	40

 $24 \rightarrow$ kız öğrenci sayısı
 Emre'ye verilen oranın neyi ifade ettiği netem oranlandığını sorarım. Parça-parça olduğunu gösterim. Parçaların oranının verilen oran olduğunu ifade ederim.

Dilan modül sonrasında öğrencinin neden hatalı olduğunu açıklamış. Öğrenciye hatalı olduğunu keşfettirmek için sorudaki parça-parça oranı ile ilgili yönlendirici sorular sormuştur. Çözüm için bir oranlı tablosu önermiş ve ölçek katsayısı ile verilen değerleri çarparak çözüme ulaşabileceğini göstermiştir.

Tuğçenur

Modül ile Öğretim Öncesi

Emre evladım sınıfın tamamının sayısını ve erkek öğrencilerin sayısını söyler misin? daim.

Tuğçenur, öğrencinin hatalı olduğunu farketmiş fakat neden hatalı olduğuna dair bir açıklama yapmamıştır. Herhangi bir çözüm önerisi sunmadan, bir yönlendirici soru hatayı keşfettirmeye çalışmıştır.

Modül ile Öğretim Sonrası

Emre'nin yazdığı orantı, tüm doğru orantıdır. Doğru orantı iki oranın oranının belirli bir sabite eşit olduğu durumdur. Çözüm şeklinde bulundan parçaya gitmiştir. Ama Emre'nin cevabı yanlıştır.
 Emre'ye bulduğu sayılar üzerinden kız ve erkek sayısını oranlayıp $\frac{3}{5}$ kesrine eşit mi değil mi araştırmasını söylerim. Sayı değeriyle gösterabilirim.

3	5
24	40

Modül sonrasında Tuğçenur, öğrencinin neden yanlış yaptığını açıklamış. Soruda verilen oranlara dayanarak yönlendirici sorularla öğrenciye hatasını farketmeye çalışmıştır. Çözüm önerisi olarak çift sayı doğrusu ile çözüme yönlendirebileceğini söylemiştir.

Tablo 17.

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Farklı Stratejilerin Kullanımına Ait Örnekler (devamı)

Katılımcı Çözüm

Soru: Aşağıda verilen soru Nihal isimli öğrenciye sorulmuş ve Nihal'in verdiği cevaplar soruların altında verilmiştir. Nihal'in verdiği cevapları inceleyin. Eğer cevaplarda hata veya eksiklik varsa, gidermek için Nihal'e nasıl bir soru sorarak hatasını farketirirsiniz veya nasıl bir açıklama yaparsınız? Yazınız.

Soru: Cevdet ve Eymen iki koşucudur. Cevdet saniyede 8 metre koşabilirken, Eymen saniyede 2 metre koşabiliyor. Eymen ve Cevdet aynı anda aynı parkuru koşmaya başlıyorlar. Eymen ve Cevdet'in koştuğu mesafe ile ilgili ne söyleyebiliriz?

Cevap: "Cevdet, Eymen'den dört kat fazla koşmuştur."

Cevap İnceleme, Yönlendirme ve Açıklama:

Rabia

Modül ile Öğretim Öncesi

Cevap İnceleme, Yönlendirme ve Açıklama:

Cevap yanlıştır. Cevdet Eymen'den 4 kat fazla değil 4 katı kadar koşmuştur. Olmalıdır

Rabia modül öncesinde öğrencinin yanlış sözel ifade kullandığını farketmiş, bunun açıklamasını yapmış fakat öğrenciye hatasını nasıl farketireceğini söylememiştir.

Modül ile Öğretim Sonrası

Cevap İnceleme, Yönlendirme ve Açıklama:

Cevap yanlıştır. Cevdet Eymen'den 4 kat fazla ifadesi yanlıştır. Öğrencinin cevabında "4 kat fazla" ifadesi yanlıştır. Doğru olan cevap ise "Cevdet, Eymen'in 4 katı kadar koşmuştur" olmalıdır. Modelleme yoluyla bu farkı gösterebiliriz. Cevdet Eymen'in 4 katı kadar koşarsa Eymen 2 metre koşarsa Cevdet 8 metre koşar. Cevdet Eymen'in 4 katı kadar koşarsa Cevdet 8 metre koşar.

Modül sonrasında Rabia, öğrenciye yanlış cevap verdiğini çubuk-şerit diyagramı ile modelleme yaparak "4 kat fazla" ifadesi ile "4 katı kadar" ifadesi arasındaki farkı göstermeyi tercih etmiştir.

Ozancan

Modül ile Öğretim Öncesi

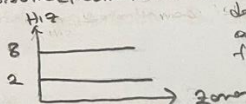
Yapılan sözün doğrudur.

Ozancan modül öncesinde öğrencinin oranı yanlış sözel ifade kullanarak ifade ettiğini farketmemiştir.

Modül ile Öğretim Sonrası

Cevap İnceleme, Yönlendirme ve Açıklama:

Cevap yanlıştır. Çünkü "dört kat fazla" ifadesi toplumsal iletişimi göstermektedir. Bunu fark etmesi için öğrenciye hız-zaman grafiğinde doğru altından kalan alanı incelemesi istenerek alınan yolu yorumlanması istenebilir. Bu sayede farklı anektör: doğru ifade etmesi sağlanır.



Modül sonrasında Ozancan, "hız-zaman grafiğinin altında kalan alan yolu verir" bilgisine dayanarak Eymen ve Cevdet'in hız-zaman grafiklerini çizmiştir. Bu şekilde grafiği yorumlatarak doğru sözel ifadeye öğrenciyi yönlendirmeye çalışmıştır.

Tablo 17.

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Farklı Stratejilerin Kullanımına Ait Örnekler (devamı)

Katılımcı Çözüm

Soru: Aşağıda verilen soru Nihal isimli öğrenciye sorulmuş ve Nihal'in verdiği cevaplar soruların altında verilmiştir. Nihal'in verdiği cevapları inceleyin. Eğer cevaplarda hata veya eksiklik varsa, gidermek için Nihal'e nasıl bir soru sorarak hatasını farketirirsiniz veya nasıl bir açıklama yaparsınız? Yazınız.

Soru: Zeynep ve Ahmet iki kardeşlerdir. Bir gün anneleri evde yokken Ahmet'in canı annesinin yaptığı tatlıdan istemiştir. Zeynep kardeşi için bu tatlıyı yapacaktır ama Ahmet şerbetinin daha tatlı olmasını istemiştir. Annesi bu şerbeti yapmak için 1 bardak şeker, 2 bardak su kullanmaktadır. Zeynep tatlının şerbeti için 2 bardak şeker ve 4 bardak su kullanmaya karar vermiştir. Sizce Zeynep daha tatlı bir şerbet için doğru miktarda su ve şeker kullanmış mıdır?

Cevap: Evet, Zeynep 1 yerine 2 bardak şeker kullandığı için daha tatlı bir şerbet elde edecektir.

Cevap İnceleme, Yönlendirme ve Açıklama:

Özge

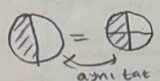
Modül ile Öğretim Öncesi

Yanlış. Şeker bardak su oranı aynı olduğu için eşit elde edilir.

Özge modül öncesinde öğrencinin cevabının yanlış olduğunu ve nedenini açıklamış fakat bir çözüm stratejisi önerisi sunmamıştır.

Modül ile Öğretim Sonrası

Cevap İnceleme, Yönlendirme ve Açıklama:
Zeynep'in cevabı yanlıştır. $\frac{1}{2} = \frac{2}{4}$ olduğunu düşünmüştür. Bunların aynı tatta olduğunu göstermek için modellerden yararlanırım. Böylece daha tatlı olmadığını gösteririm.



Özge modül sonrasında çözüm önerisi olarak dairelerle modelleme yaparak, $\frac{1}{2} = \frac{2}{4}$ olduğunu göstererek öğrenciyi doğruya yönlendirmiştir.

Yorum

Katılımcılar modül öncesinde, genel olarak verilen senaryolardaki öğrenci hatalarını farketmişlerdir fakat hatanın nedenini açıklamamışlar ve ezbere dayalı olmayan bir çözüm önerisi sunmamışlardır.

Modül ile öğretim sonrasında katılımcılar senaryoda verilen öğrenci hatalarının nelerden kaynaklandığını ayrıntılı açıklayabilmişlerdir. Ayrıca yönlendirici sorularla birlikte, ezbere dayalı olmayan stratejiler (birim oran, ölçek katsayısı, orantı tablosu, çubuk-şerit diyagramı, modelleme, grafik, çift sayı doğrusu) ile çözüm önermişlerdir.

Modül ile öğretim sırasında etkinlikler ve süreç değerlendirmeleri içinde bu formda verilen senaryolardakilere benzer sorular katılımcılara sorulmuştur ve çözüm yapmaları istenmiştir. Çözüm yaparken ezbere dayalı çözümler yerine farklı stratejiler bulmaları için onlara yönlendirici sorular sorulmuş, ipuçları verilmiş ve grup çalışması yaparak çözüme ulaşmaları istenmiştir. Modül içerisinde farklı çözüm stratejileri ile bu sorulara cevap bulabileceğini keşfeden katılımcılar, modül ile öğretim sonrasında formu doldururken bir öğretmen olarak bu stratejilere başvurarak senaryolardaki öğrencileri çözüme yönlendirmişlerdir.

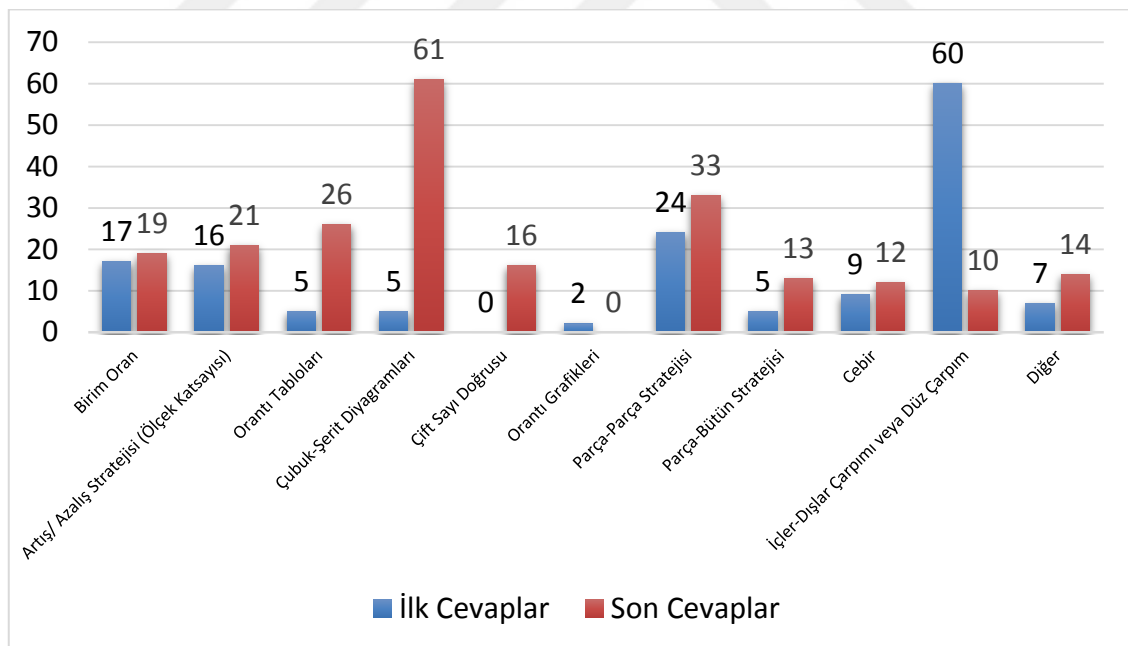
4.1.3. Mühendislik Not Defteri (MND)'nden Elde Edilen Bulgular

Mühendislik Not Defteri (MND) süreç içerisinde katılımcıların gelişimini takip etmek için kullanılmıştır. Süreç içerisinde her ders başında ve sonunda tanılayıcı ve düzey belirleyici sorular sorulmuştur. Etkinlikler sırasında, etkinlik ile ilgili çalışma kağıtları katılımcılara dağıtılmıştır. Katılımcılardan çalışma kağıtlarındaki sorulara önce bireysel olarak cevap vermeleri ve cevaplarını mavi tükenmez kalemle yazmaları; sonra grupları ile tartışarak bir grup cevabı belirlemeleri, o cevapları da kırmızı tükenmez kalemle MND'lerine yazmaları istenmiştir. Ders öncesinde yapılan tanılayıcı değerlendirme ve ders sonrasında yapılan düzey belirleyici değerlendirme soruları aynı sorulardan oluşmaktadır ve aynı değerlendirme formunda sorulmuştur. Böylelikle katılımcının ders öncesinde ve sonrasında verdiği cevapların değişimi daha net biçimde görülmektedir. Diğer yandan süreç içerisindeki etkinliklerde yer alan sorularda öğrencilerin hem bireysel cevaplarını hem grup cevaplarını istemek, süreçteki etkinliklerin öğrenmeye katkısını, grup çalışmasının etkilerini, öğrencilerin strateji kullanımındaki değişimi net olarak görebilmemizi sağlamaktadır. Tablo 18'de katılımcıların MND'lerindeki değerlendirme ve etkinlik sorularına cevap verirken kullandıkları stratejilerin sıklık tablosudur. Tabloda "*ilk cevaplar*" olarak verilen sütun, katılımcıların ders öncesindeki *tanılayıcı değerlendirme sorularına* ve etkinlikler içerisindeki *bireysel cevap* kısmına verdikleri cevaplarda kullandıkları stratejilerin sıklığını vermektedir. Tabloda "*son cevaplar*" olarak verilen sütun, dersler sonunda yapılan *düzye belirleyici değerlendirmelere* verilen cevaplar ve etkinlikler içerisindeki *grup cevapları* kısmına verdikleri cevaplarda kullanılan stratejilerin sıklığını vermektedir.

Tablo 18.
MND'den Elde Edilen Stratejilerin Kullanım Sıklığı

Stratejiler	İlk Cevaplar (f)	Son Cevaplar (f)
Birim Oran	17	19
Artış/ Azalış Stratejisi (Ölçek Katsayısı)	16	21
Orantı Tabloları	5	26
Çubuk-Şerit Diyagramları	5	61
Çift Sayı Doğrusu	0	16
Orantı Grafikleri	2	0
Parça-Parça Stratejisi	24	33
Parça-Bütün Stratejisi	5	13
Cebir	9	12
İçler-Dışlar Çarpımı veya Düz Çarpım	60	10
Diğer	7	14

Tablo 18'de en dikkat çeken değer katılımcılar ilk cevaplarında baskın olarak ezbere dayalı içler-dışlar çarpımı stratejisini kullanırken, son cevaplarında çok az kullanmışlardır. Buna karşın çubuk-şerit diyagramlarını ilk cevaplarında çok az kullanmışken, son cevaplarında bu stratejiye daha fazla başvurmuşlardır. MND'den elde edilen stratejilerin kullanım sıklıklarının dağılımı Grafik 3'te verilmiştir.

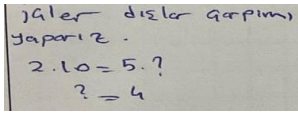
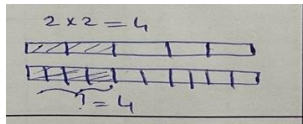
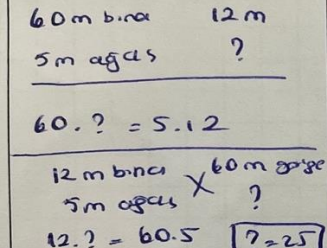
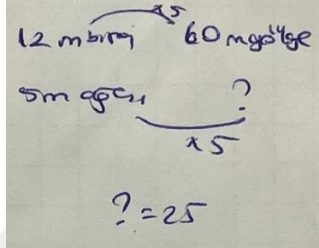


Grafik 3. MND'den Elde Edilen Stratejilerin Kullanım Sıklığı

Grafik 3 incelendiğinde katılımcıların ilk cevaplarında ezbere dayalı içler-dışlar stratejisine sık başvurdukları görülmektedir. Tablo 19'da ders öncesi ve sonrasında yapılan değerlendirme sorularına verilen cevapların örnekleri verilmiştir.

Tablo 19.

MND'de Ders Öncesinde İçler-Dışlar Çarpımı Stratejisi Kullanımı ve Ders Sonrasında Değişimine Ait Örnekler

Katılımcı	Soru	Ders Öncesi Cevabım	Ders Sonrası Cevabım
Özge	$\frac{2}{5} = \frac{?}{10}$ ifadesinde kayıp değeri nasıl bulabiliriz?	 <p>İçler dışlar çarpımı yaparız. $2 \cdot 2 = 5 \cdot ?$ $? = 4$</p>	 <p>$2 \times 2 = 4$</p>
Semanur	Günün belli bir saatinde gölge uzunluğu 60 m olan bir binanın uzunluğu 12m'dir. Günün aynı saatinde 5m uzunluğundaki bir ağacın gölgesinin boyu ne kadar olur?	 <p>60 m bina 12 m 5 m ağaç ? $60 \cdot ? = 5 \cdot 12$ 12 m bina x 60 m gölge 5 m ağaç x ? $12 \cdot ? = 60 \cdot 5$ $[? = 25]$</p>	 <p>12 m bina 60 m gölge 5 m ağaç ? $? = 25$</p>
Yorum	Ders öncesinde her iki katılımcıda alışkın oldukları <u>içler-dışlar çarpımı</u> stratejisini kullanmıştır. Ders esnasında farklı çözüm stratejilerini teşvik edecek etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Özge ve Semanur'un cevapları, katılımcıların <u>ders sonrasında</u> ezbere dayalı stratejiler yerine, <u>çubuk-şerit diyagramı veya ölçek katsayısı</u> gibi görselliğe veya sezgisel düşünmeye dayalı stratejileri tercih ettiğini, yani <u>ders esnasındaki etkinliklerin katılımcıların çözüm stratejileri üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.</u>		

Etkinlikler sırasında bireysel cevaplara içler-dışlar çarpımı ile cevap verirken, grup ile tartışma sonrasında farklı stratejiler kullanarak cevap veren katılımcılar olmuştur. Aşağıda çalışma kağıtlarına verilen cevaplara yönelik örnekler verilmiştir.

Tablo 20.

MND'de Grup Tartışmanın Etkisi ile Değişen Strateji Kullanımına Örnekler

Katılımcı Çözüm

Soru: Dünya'da 160 kg ağırlığında olan bir cisim Jüpiter'de 416 kg'dır. 120 kg olan bir cisim Jüpiter'de kaç kg olur? Bu soruyu bir tablo oluşturarak çözmek isterseniz nasıl çözerdiniz? Bu soru için kaç farklı çözüm yolu bulabilirsiniz? Bulduğunuz tüm çözüm yollarını aşağıda açıklayın

Tuğçenur

çözümlerini...

Bireysel Cevabım: Dünya 160 kg, Jüpiter 416 kg, 120 kg, ? kg

$$\frac{? \cdot 160}{120} = \frac{416}{104}$$

Grup Cevabı:

Dünya	Jüpiter
160	416
120	? (312)
60	104

? = 312

Tuğçenur soruya ilk olarak bireysel cevap vermiştir. Cevabında içler-dışlar çarpımı kullanmış, soruda istenen tablo ile çözüm yapmamıştır.

Grup ile tartışarak buldukları cevapta Dünya ile Jüpiter'de aynı oranda değişen ağırlıklarını aynı satıra yazmışlardır. 160 kg'ı soruda istenen nihai değer 120 kg'a ulaştırmak için önce 4'e bölmüş, sonra 3 ile çarpmışlardır. Bu işlemlerin aynısını Jüpiter'deki ağırlık için de gerçekleştirmiş ve sonuca ulaşmışlardır.

Soru: Ayşe Teyze elindeki iplerle çanta örecektir. Çantanın modeline göre her 3 cm kırmızı ipten sonra 4 cm mavi ip örmelidir. Bu çanta modeli için 120 m kırmızı ip alan Ayşe Teyze'nin kaç m mavi ipe ihtiyacı vardır? Bu soruda ipleri görselleştirmek isteseydiniz nasıl bir görsel kullanırdınız? Bu soru için kaç farklı çözüm yolu bulabilirsiniz? Bulduğunuz tüm çözüm yollarını aşağıda açıklayın.

Sümeysra

Bireysel Cevabım: 3 kırmızı 4 mavi, 120 kırmızı ?

$$? \div 160 \text{ mavi}$$

Grup Cevabı:

1m | 1m | 1m | 4m | 4m | 4m | 4m

1m | 1m | 1m | 4m | 4m | 4m | 4m

1m | 1m | 1m | 4m | 4m | 4m | 4m

1m | 1m | 1m | 4m | 4m | 4m | 4m

Sümeysra bireysel cevabında içler-dışlar çarpımı yaparak sonuca ulaşmıştır. Soruda verilen bilgilere göre bir ip modeli oluşturmaya çalıştığını görüyoruz. Fakat bu model içler-dışlar çarpımı ile bulunan değerlerin model üzerinde yerine yerleştirilmesi şeklinde çizilmiştir. Yani modeli kullanarak çözüme ulaşmak yerine, ezberci strateji ile ulaştığı çözümü modelde yerine yazmış.

Sonra grup içinde tartışıp aşağıdaki grup cevabına ulaştıklarını gözlemliyoruz. Önce her biri 1 m'yi temsil eden 3 kırmızı, 4 mavi çubuk ile modeli göstermişler. Daha sonra her bir çubuğu 4m ile temsil ederek, 12m kırmızı ipe 16 m mavi ip karşılık geldiğini bulmuşlar. Sonra her bir çubuğun temsil ettiği sayıyı 10 ile çarpıp 40 m ile temsil etmişler ve 4 tane 40 m mavi çubuğun 160 m mavi ipi temsil ettiğini bulmuşlar. Grup cevabında model üzerinden çözüme ulaştığı aşikardır.

Tablo 20.

MND’de Grup Tartışmanın Etkisi ile Değişen Strateji Kullanımına Örnekler (devamı)

Katılımcı	Çözüm
Yorum	<p>Dünya ile Jüpiter’deki ağırlık sorusu katılımcıları orantı tablosu ile çözüme ulaşmaları için yönlendirirken, Ayşe Teyze’nin çanta modeli sorusu çubuk-şerit diyagramı ile çözüme yönlendirmektedir. Her iki örnekte de katılımcı ilk olarak alışkın olduğu içler-dışlar çarpımına yönelirken; modelden çözüme ulaşmakta zorlanmış. Tuğçenur bireysel cevabında hiç tablo çizmezken, Sümeyra içler-dışlar çarpımı ile bulduğu cevabı çizdiği çubuk modelinde yerine yerleştirmiştir.</p> <p>Grup cevapları süreci incelendiğinde ise grupların orantısal durum içeren bir problemi çözerken akıl yürütme süreçleri gözlemlenebiliyor. Her iki soru içinde farklı tablo veya çubuk-şerit diyagramları oluşturulabilir. Farklı çarpma ve bölme işlemleri ile daha az veya daha çok basamakta sonuca ulaşılabilir. Bu işlemler tamamen soruyu çözen bireylerin orantısal akıl yürütme süreçleri ile ilgilidir.</p> <p>Grup cevaplarına ulaşma sürecinde modülü uygulayan araştırmacı grupları, sorular ve ipuçları ile yönlendirmiştir. Örneğin Dünya’daki ağırlık sorusunu verdikten sonra grupların ihtiyaç duyması halinde araştırmacı;</p> <p><i>“160 sayısını kaç farklı işlemle 120 sayısına dönüştürebiliriz?”</i></p> <p><i>“İki ağırlık arasında orantısal bir ilişki varsa o halde ağırlıklardan birine uyguladığımız işlemler diğerini nasıl etkiler?”</i></p> <p>gibi sorularla grupları yönlendirmiştir. Bu şekilde ipuçları grupların akıl yürütmelerini ve ezbere dayalı stratejilerle çözüme ulaşmak yerine orantı tablosu gibi stratejilerle doğru çözüme ulaşmaları sağlanmıştır.</p>

İçler-dışlar çarpımı ve farklı disipline ait formülü kullanma dışındaki tüm stratejiler süreç içerisinde etkinliklerle teşvik edilmiştir. Sorular farklı çözüm stratejilerine yönlendirecek şekilde dizayn edilmiştir. Etkinliklerdeki sorular kendi içinde stratejileri yönelik ipuçları taşıırken, ders esnasında kullanılan materyaller de adım adım söz konusu stratejilere yönlendirecek görseller veya modellere dair ipuçları taşımaktadır. Hiçbir strateji katılımcılara direkt olarak verilmemiştir. Modülü uygulayan araştırmacı ders esnasında rehber rolünde olduğu için sürekli grup çalışmalarını gözlemlemiş ve eğer grupların ihtiyaçları olduğuna kanaat getirirse, farklı ipuçları sunarak grupların çözüme ulaşmalarını sağlamıştır. Bu şekilde tüm katılımcılar etkileşimle farklı akıl yürütme süreçlerinden geçerek, kendi çözüm stratejilerini inşa etmişlerdir. Bu stratejilerle tek bir çözüme farklı yollardan gidilebilir. Örneğin; orantı tablosunda bir katılımcı iki işlemle 160’tan 120’ye ulaşırken, farklı bir katılımcı beş işlemle ulaşabilir. Stratejilerin farklı çözüm yollarına izin vermesi, her katılımcının

kendi akıl yürütme süreçlerine uygun biçimde stratejileri içselleştirebilmesini sağlamıştır. Tüm bu ders içi etkinlik süreci, katılımcıların orantısal durum içeren bir problemi çözerken ezberle dayalı stratejileri kullanma alışkanlıklarını değiştirmiş ve yerine modülde teşvik edilen stratejileri kullanmalarını sağlamıştır.

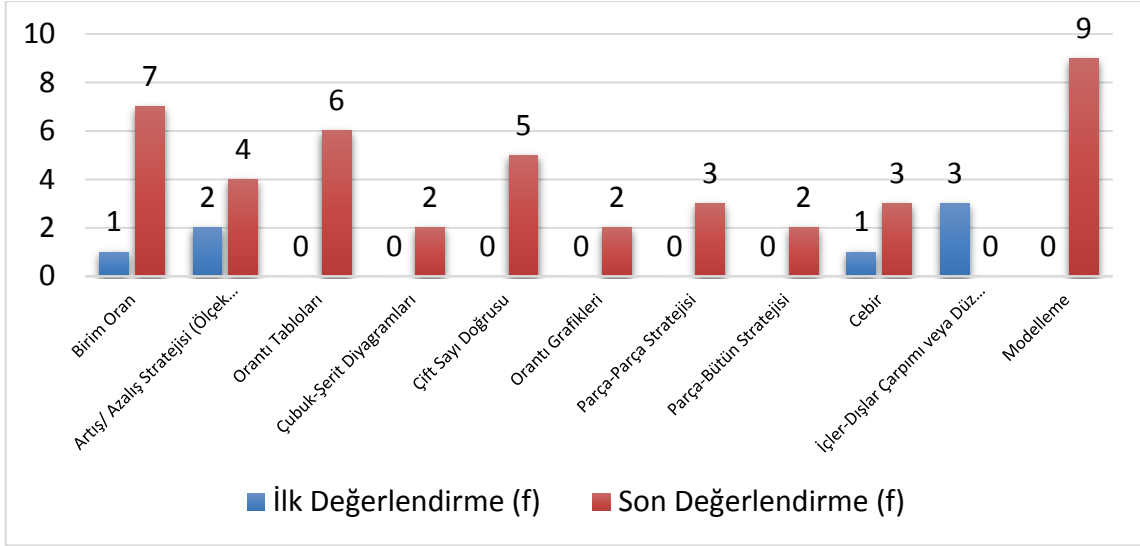
4.1.4. Öğretmen Adaylarının Hazırladıkları Ders Planlarından Elde Edilen Bulgular

Katılımcılardan modül ile öğretim öncesinde ve sonrasında bir ders planı yapmaları istenmiştir. Ders planları için ortaokul düzeyinde bir veya daha fazla oran-orantı konusu kazanımı seçerek ders planını bu kazanıma göre oluşturmaları istenmiştir. Ders planları içerik analizine tabi tutularak, kullanılan orantısal durum içeren problemleri çözüme stratejilerinin sıklıkları belirlenmiştir. Tablo 21’de “ilk değerlendirme” olarak adlandırılan sütunda katılımcıların modül ile öğretim öncesinde yaptıkları planlarda kullandıkları stratejilerin sıklığı, “son değerlendirme” olarak adlandırılan sütunda katılımcıların modül ile öğretim sonrasında yaptıkları planlarda kullandıkları stratejilerin sıklığı verilmiştir.

Tablo 21.
Ders Planlarında Elde Edilen Stratejilerin Kullanım Sıklıkları

Stratejiler	İlk Değerlendirme (f)	Son Değerlendirme (f)
Birim Oran	1	7
Artış/ Azalış Stratejisi (Ölçek Katsayısı)	2	4
Orantı Tabloları	0	6
Çubuk-Şerit Diyagramları	0	2
Çift Sayı Doğrusu	0	5
Orantı Grafikleri	0	2
Parça-Parça Stratejisi	0	3
Parça-Bütün Stratejisi	0	2
Cebir	1	3
İçler-Dışlar Çarpımı veya Düz Çarpım	3	0
Diğer	0	9

Yukarıdaki Tablo 21’de dikkat çeken durum, katılımcıların yaptıkları ilk planlarda somutlaştırmaya dayalı stratejileri neredeyse hiç kullanmazken, modül sonrasında bu stratejileri, özellikle modellemeyi, sıkça kullanmışlardır. Ders planlarında elde edilen stratejilerin kullanım sıklıklarının dağılımları Grafik 4’te verilmiştir.



Grafik 4. Ders Planlarında Elde Edilen Stratejilerin Kullanım Sıklıkları

Grafik 4 incelendiğinde modül öncesinde sezgisel stratejilerin çok az, görselleştirmeye ve oranın kavramsal yapısı ile ilgili stratejilerin hiç kullanılmadığı görülmektedir. Modül ile öğretim öncesinde en fazla kullanılan strateji içer-dışlar çarpımı olurken, onu birim oran ve ölçek katsayısı stratejileri takip etmektedir. Bu sıralama, bulguları verilen diğer ölçme araçları ile benzerlik göstermektedir. Fakat Grafik 4'te dikkat çeken önemli bir diğer durum, modül öncesinde katılımcılar ders planı yaparken toplam 7 kez strateji kullandıkları görülüyor. Bunun en önemli nedeni, katılımcıların modül öncesinde ayrıntılı bir ders planı yapmamlarından kaynaklanmaktadır. Modül sonrasında hazırlanan ders planları incelendiğinde, katılımcıların ayrıntılı biçimde hangi stratejiyi nasıl kullandığını dair açıklama yaptığını görmekteyiz. Bazı katılımcılar stratejinin adını yazarak öğrencilere o stratejiler ile çözüm yaptıracağını yazmış, bazı katılımcılar ise stratejileri kullanarak problem çözümlerini ayrıntılı şekilde planlarında belirtmişlerdir. Tablo 22'de ders planlarında yer alan çözüm stratejilerine dair örnekler verilmiştir.

Tablo 22.

Modül Öncesi ve Sonrasında Yapılan Ders Planlarında Strateji Kullanımına Örnekler

Katılımcı Ders Planı**Kazanım:** Doğru orantılı iki çokluk arasındaki ilişkiyi ifade eder.Dilan
(Modül
ile
Öğretim
Öncesi)

Öğretme- Öğrenme Etkinlikleri:	
<ul style="list-style-type: none"> • Dikkati Çekme • Güdüleme • Gözden Geçirme • Derse Geçiş • Bireysel Öğrenme Etkinlikleri(Ödev, deney, problem çözme vb.) • Grupla Öğrenme Etkinlikleri • Özet 	<p>Bir kez toifi ile oran oranı bağlantı kurma. Hayatlarının bir çok yerinde kullanacaklarını anlatarak güdüleme. Kavrusluklarını götten geçirerek derse geçilir. Sonuç yoluyla anlatılır. Son cevap yoluyla örnekler çözülür. Çalışma kitabının ve ders kitabının etkinlikleri ödev verilir.</p>

Dilan modül öncesinde orantısal durum içeren problemleri çözerken “örnekler çözülür, ödev verilir” gibi ifadeler kullanmış. Fakat orantısal durum içeren problemleri çözerken nasıl bir çözüme yönlendirilir bahsetmemiştir. Ders planında çözüm stratejileri ile ilgili herhangi bir veri yoktur.

Dilan
(Modül
ile
Öğretim
Sonrası)

Derinleştirme (Elaborete):							
	<p>Etkinlik :2 Anneniz daha önce yetiştirdiği bir bitkinin ayısından 10 cm boyunda ,saksı içerisinde alır ve gelir. Sizden bu bitkiyi yetiştirmenizi ister. Size bitkiyle ilgili her şeyi anlatır. Bitkinin ilk üç yıllık boyunu söyler. Ve size 7 yıl sonra bu bitkinin kaç cm olduğunu sorar ?</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>1.yıl</td> <td>20 cm</td> </tr> <tr> <td>2.yıl</td> <td>30 cm</td> </tr> <tr> <td>3.yıl</td> <td>40 cm</td> </tr> </tbody> </table> <p>Problem: 10 cm lik bir bitkinin yıllara göre uzama miktarı tabloda verilir. 7 yıl sonra bitkinin boyunun kaç cm olur? Grafik çizerek gösterin.</p> <p>Öğrenciler verilen problemi anlar kendi aralarında tartışır ve grafiği çizer. Sizce bitkinin uzama miktarı ile yıllar arasındaki ilişki orantılı mıdır? Aralarında nasıl bir orantı vardır? Gibi sorularla doğru orantı ifade ettirilir. Daha sonra</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bu soruyu farklı yollarla çözebilir miyiz? • Aklınıza hangi yollar geliyor? • Bu soruyu tablo çizerek çözebilir misiniz? • Bu soruyu sayı doğrusu ile çözebilir misiniz? • Bu soruyu modelleyerek çözmek istesek nasıl çözebiliriz? Modelleyerek çözebilir miyiz? <p>Sorularıyla öğrencinin birden çok yolla soruyu çözmesi beklenir. Çözümler değerlendirilir.</p>	1.yıl	20 cm	2.yıl	30 cm	3.yıl	40 cm
1.yıl	20 cm						
2.yıl	30 cm						
3.yıl	40 cm						

Modül sonrasında Dilan, 5E öğretim modelini kullanmış ve derinleştirme aşamasında ayrıntılı bir problem durumu sunmuştur. Problem durumu çözümü için öğrencileri orantı tablosu, çift sayı doğrusu, orantı grafikleri, diğer görsel temsiller gibi stratejileri kullanmaya teşvik edecek şekilde yönlendirileceğini ders planında belirtmiştir.

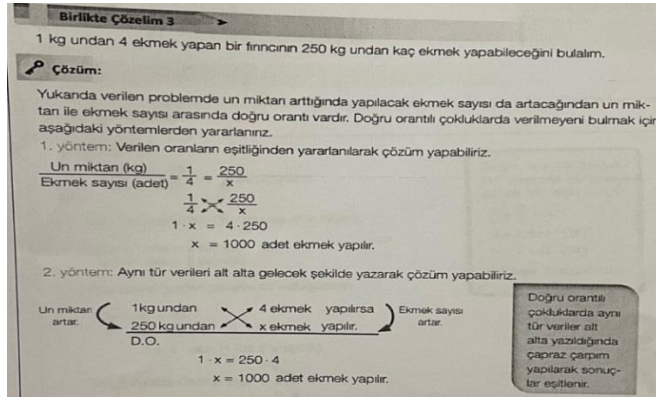
Tablo 22.

Modül Öncesi ve Sonrasında Yapılan Ders Planlarında Strateji Kullanımına Örnekler (devamı)

Katılımcı Ders Planı

Kazanım: Doğru orantılı iki çokluk arasındaki ilişkiyi ifade eder.

Özge
(Modül
ile
Öğretim
Öncesi)

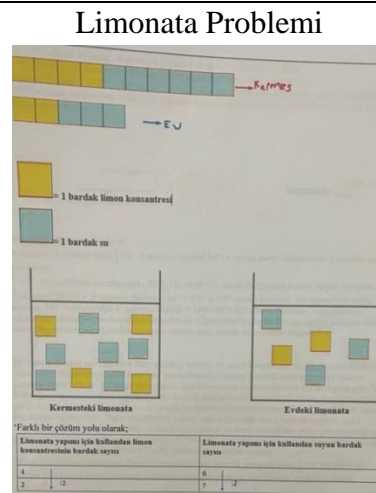


Yukarıda Özge'nin modül öncesinde hazırladığı ders planının "Öğrenme Öğretme Süreci" bölümünden bir kesit verilmiştir. Özge doğru orantılı iki çokluk arasındaki ilişkiyi öğretebilmek için, önce denklem kurarak içler dışlar çarpımı yapmış, sonra aynı tür verileri alt alta yazarak doğru orantı kurmuş ve içler dışlar çarpımı yapmıştır. Bu iki yöntemden sonra; "Doğru orantılı çokluklarda aynı tür verileri alt alta yazıldığında çapraz çarpım yapılır" şeklinde bir açıklama yazarak, ezbere dayalı içler dışlar çarpımı stratejisini pekiştirmiştir.

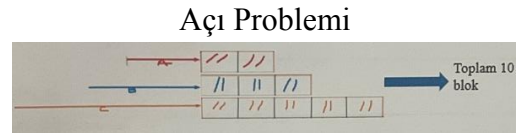
Kazanım: Birbirine oranı verilen iki çoklukta biri verildiğinde diğerini bulur.

Özge
(Modül
ile
Öğretim
Sonrası)

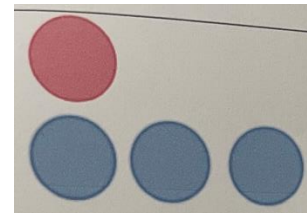
Limonata Problemi



Açı Problemi



Takı modeli Problemi



Yukarıda Özge'nin modül sonrasında hazırladığı ders planında üç farklı probleme dair sunduğu ayrıntılı çözüm stratejileri verilmiştir. Limonata probleminde üç farklı strateji ile çözüm sunmuştur. Çubuk-şerit diyagramı çizerek oranları verilen su ve limon konsantresini mavi ve sarı çubuklarla temsil etmiş, kermesteki ve evdeki limonatayı modellemiş, son olarak orantı tablosu oluşturmuş. Açı probleminde bir üçgenin iç açıları olan üç açılı çubuk-şerit diyagramı ile göstermiştir. Takı modeli probleminde 1 kırmızı boncuğu 1 kırmızı yuvarlak ile, 3 mavi boncuğu 3 mavi yuvarlak görsel ile temsil etmiştir.

Tablo 22.
Modül Öncesi ve Sonrasında Yapılan Ders Planlarında Strateji Kullanımına Örnekler
(devamı)

Yorum	<p><u>Modül öncesinde</u> katılımcılar genel olarak <u>ayrıntılı bir ders planı tasarlamamışlardır</u>. Dilan'ın ders planı örneğinde olduğu gibi, ayrıntılı hazırlanmayan ders planlarında orantısız durum içeren problemler için bir çözüm stratejisine rastlanmamıştır. Özge gibi ayrıntılı ders planlayan katılımcılarda ise <u>ezbere dayalı içerik dışarı çarpımı stratejisinin öğrencilere tek çözüm olarak sunulduğunu, bu şekilde açıklama yapılarak ve birden çok problemi bu strateji ile çözerek pekiştirildiği görülmüştür</u>.</p> <p><u>Modül ile öğretim sonrasında</u> tüm katılımcılar ayrıntılı ders planları tasarlamışlardır. Katılımcılardan bazıları ders planlarında, Dilan gibi, problem çözümünde <u>hangi stratejiyi nasıl teşvik edeceğini belirten yönlendirici sorularını yazarken, bazıları da Özge gibi, öğrencinin o stratejiye nasıl yönlendirileceğini, çözümde farklı stratejilerin nasıl kullanılacağını ayrıntılı biçimde vermiştir</u>. Bununla birlikte katılımcılar modül sonrasında ders planlarında <u>ezbere dayalı stratejiler yerine, çoğunlukla orantısız akıl yürütmeye dayalı stratejileri (çift-sayı doğrusu, çubuk şerit diyagramı, birim oran, ölçek katsayısı, orantı tablosu, diğer görsel temsiller)</u> tercih etmişlerdir.</p> <p><u>Modül ile öğretim sırasında</u> orantısız durum içeren problemler çözerken katılımcıların en sık karşılaştıkları cümle; “Bu soruyu kaç farklı yolla çözebilirsin?” olmuştur. Bu soru cümlesi katılımcılara <u>eğlenceli bir bulmaca</u> gibi gelmiş ve <u>grup içerisinde rekabeti sağlayarak</u>, farklı stratejiler bulmak için <u>teşvik etmiştir</u>. Katılımcılara buldukları her strateji için; “Bu strateji ile bir orantı problemi çözmek orantısız düşünme becerisini geliştirir mi?; Bu strateji ile problem çözmek, orantıyı yeni öğrenen bir öğrenciye nasıl bir katkı sağlar?” gibi sorular sorularak orantı öğretiminde strateji kullanımına dikkat çekilmiştir. Orantı dersinde bu şekilde stratejilerle ilgili farkındalık sağlanmıştır. <u>Bu farkındalık, modül ile öğretim sonrasında katılımcıların yaptığı ders planlarına yansımış ve ezbere dayalı olmayan farklı stratejilerle çözüm yapılması için yönlendirme içeren planlar oluşturulmuştur</u>.</p>
--------------	---

4.1.5. Öğretmen Adaylarının Yaptıkları Ders Anlatımlarından Elde Edilen Bulgular

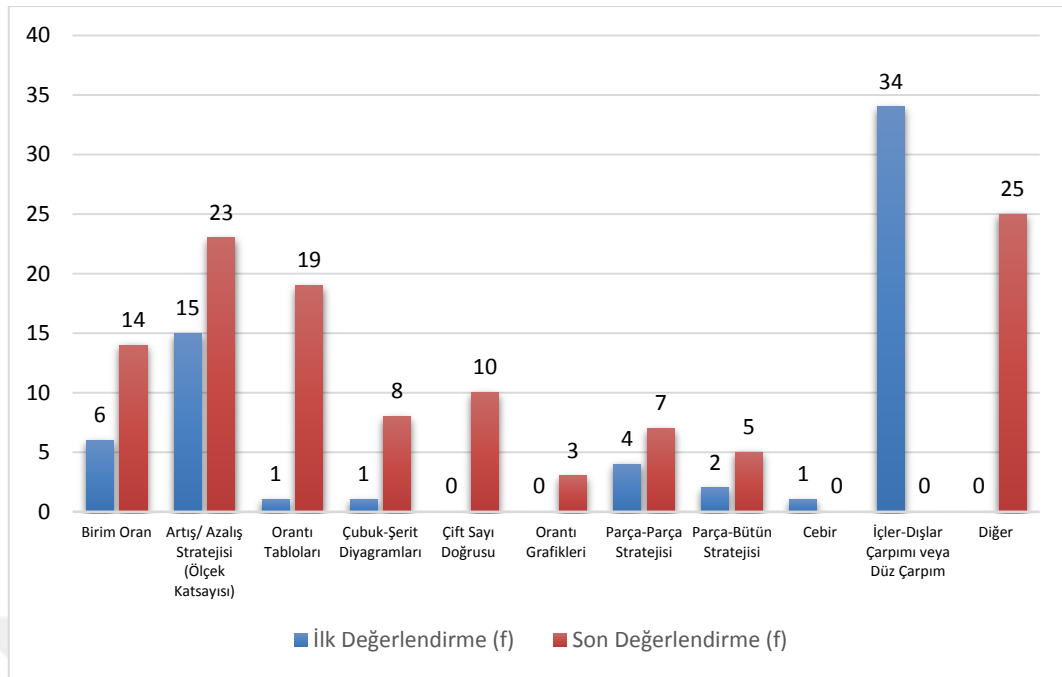
Modül ile öğretim öncesinde ve sonrasında katılımcılardan tasarladıkları ders planlarına dayanarak ders anlatımı yapmaları istenmiştir. Ders anlatımları video kaydı altına alınarak, kayıtlar içerik analize tabi tutulmuştur. İçerik analizinden elde edilen veriler, Tablo 23'de verilmiştir. Katılımcıların, modül ile öğretim öncesinde ders

anlatırken başvurdukları orantısal çözüm stratejilerinin sıklığı “ilk değerlendirme” sütununda, modül ile öğretim sonrasında ders anlatırken başvurdukları orantısal çözüm stratejilerinin sıklığı “son değerlendirme” sütununda verilmiştir.

Tablo 23.
Ders Anlatımlarından Elde Edilen Stratejilerin Kullanım Sıklığı

Stratejiler	İlk Değerlendirme (f)	Son Değerlendirme (f)
Birim Oran	6	14
Artış/ Azalış Stratejisi (Ölçek Katsayısı)	15	23
Orantı Tabloları	1	19
Çubuk-Şerit Diyagramları	1	8
Çift Sayı Doğrusu	0	10
Orantı Grafikleri	0	3
Parça-Parça Stratejisi	4	7
Parça-Bütün Stratejisi	2	5
Cebir	1	0
İçler-Dışlar Çarpımı veya Düz Çarpım	34	0
Diğer	0	25

Tablo 23 incelendiğinde modül ile öğretim öncesinde ders anlatırken en sık başvurulan strateji içler-dışlar çarpımı stratejisi iken, modül sonrasında hiçbir katılımcı içler dışlar çarpımı stratejisini kullanmamıştır. Ders anlatımlarında stratejilerin kullanım sıklıklarının dağılımı Grafik 5’te verilmiştir. Grafik.5’teki mavi sütunlar modül ile öğretim öncesinde başvurulan stratejilerin sıklığını temsil ederken, kırmızı sütunlar modül ile öğretim sonrasında başvurulan stratejilerin sıklığını temsil etmektedir.



Grafik 5. Ders Anlatımlarından Elde Edilen Stratejilerin Kullanım Sıklığı

Grafik.5 incelendiğinde modül ile öğretim öncesinde katılımcılar, ders anlatımlarında en fazla (34 kez) içer dışlar çarpımı stratejine başvururken, modül ile öğretim sonrasında bu stratejiyi hiç kullanmamışlardır. Bununla birlikte özellikle görselliğe stratejiler modül öncesindeki ders anlatımlarında çok az kullanılırken, modül sonrasında ders anlatımlarında sıklıkla bu stratejilere başvurulmuştur. Aşağıda katılımcıların ders anlatımlarından örnekler fotoğraflarla sunulmuştur.

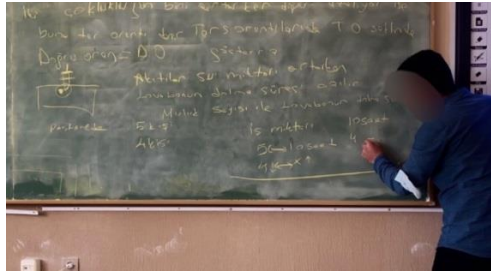
Tablo 24.

Modül Öncesi ve Sonrasında Ders Anlatımlarında Kullanılan Stratejilerin Değişimine Ait Örnekler

Katılımcı Ders Anlatımı

Kazanım: Gerçek hayat durumlarını inceleyerek iki çokluğun ters orantılı olup olmadığına karar verir.

Yunus
(Modül
ile
Öğretim
Öncesi)



Yunus *modül öncesinde*, ters orantı tanımını, açıklamaları ve örnekleri tahtaya kendisi çözen bir öğretmendir ve problemi *ezbere dayalı düz çarpım* ile tahtaya çözmektedir.

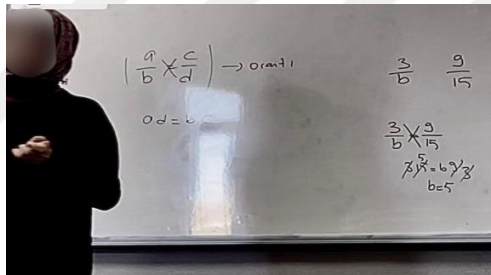
Yunus
(Modül
ile
Öğretim
Sonrası)



Modül sonrasında Yunus, ters orantı problemi çözerken, öğrencisini *ters orantı tablosunu* çizmesi için yönlendirmiş ve bu şekilde öğrenci çözüme ulaşmıştır.

Kazanım: Gerçek hayat durumlarını inceleyerek iki çokluğun orantılı olup olmadığına karar verir.

Semanur
(Modül
ile
Öğretim
Öncesi)



Semanur *modülden önce*, tahtaya bir orantı yazarak, *içler-dışlar çarpımı* yapılarak, nicelikler arasında $a.d=b.c$ eşitliği olduğunu söylemiş ve bu strateji ile tahtada örnekler çözmüştür.

Semanur
(Modül
ile
Öğretim
Sonrası)



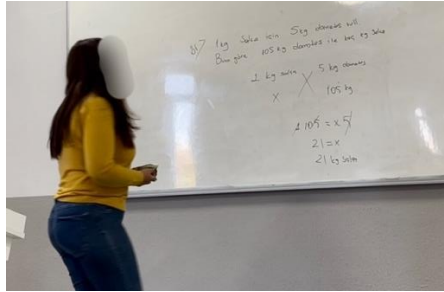
Semanur modül sonrasında öğrencilerin aktif, kendisinin rehber konumda olacağı bir ders yapmıştır. Toplamsal ve çarpımsal ilişkilere sahip olan nicelikler arasındaki farkı keşfettirmek için kartondan araba ve sıra üzerine yol modeli çizerek bir etkinlik tasarlamış ve öğrencilere *modelleme ve gözlem* ile kazanımı keşfettirmeye çalışmıştır.

Tablo 24.
Modül Öncesi ve Sonrasında Ders Anlatımlarında Kullanılan Stratejilerin Değişimine Ait Örnekler (devamı)

Katılımcı Ders Anlatımı

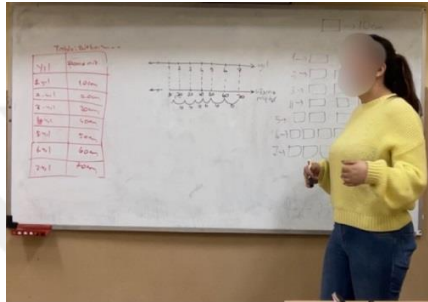
Kazanım: Doğru orantılı iki çokluk arasındaki ilişkiyi ifade eder.

Dilan
(Modül ile
Öğretim
Öncesi)



Yandaki fotoğraf Dilan'ın modül ile öğretim öncesindeki ders anlatımından bir kare. Dilan ezbere dayalı içerler dışlar çarpımı stratejisi ile örnekler çözerek hedef kazanımı öğretmeye çalışmıştır.

Dilan
(Modül ile
Öğretim
Sonrası)



Modül ile öğretim sonrasında Dilan, öğrencileri orantısal durum içeren bir problem durumu sunmuş ve öğrencileri orantı tablosu, çift sayı doğrusu, modelleme gibi stratejilere yönlendirerek kazanımı keşfettirmeye çalışmıştır.

Yorum

Ders anlatımlarının içerik analizinden elde edilen bulgular katılımcıların orantısal durum içeren bir problemi çözerken alışık olduğu çözüm stratejileri ve bunların değişimi hakkında derinlemesine veri elde etmemizi sağlamıştır. Katılımcıların çoğu modül öncesinde ezbere dayalı içerler dışlar çarpımı stratejisini kullanarak öğretim yapmayı tercih etmiştir. İçler dışlar çarpımından sonra en sık başvurdukları stratejiler; ölçek katsayısı (15) ve birim oran (6) olmuştur. Birim oran ve ölçek katsayısı gibi muhakemeye dayalı stratejilere ilk değerlendirmede, diğer stratejilere göre, daha sık başvurulması durumu diğer ölçme araçları ile benzerlik göstermiştir. Modül ile öğretim öncesindeki ders anlatımlarında orantı tablosu (1), çubuk şerit diyagramı (1), çift sayı doğrusu (0), orantı grafikleri (0), diğer (0) stratejilerine neredeyse hiç yer verilmemiştir.

Modül ile öğretim sonrasında katılımcılar öğretim yaparken içerler dışlar çarpımına hiç yer vermezken, en çok diğer kategorisine giren görsel temsillerle (25) çözüme ulaşma stratejisini kullanmışlardır. Bu stratejiyi, ölçek katsayısı (23), orantı tabloları (19), birim oran (14), çift sayı doğrusu (10), çubuk şerit diyagramı (8) stratejileri takip etmektedir.

Modül ile öğretim sırasında her etkinlik içerisinde pedagojik alan bilgisine dair farkındalık soruları ve her ders sonunda “Öğretmen Olarak Değerlendiriyorum” bölümleri vardır. Bu bölümlerde katılımcılardan, her etkinlik ve her ders içerisinde orantı ile ilgili yerleştirilmiş stratejilerin öğretime katkısı hakkında değerlendirme yapmaları istenmiştir. Bu değerlendirme süreçleri stratejilerin öğretime etkisi hakkında katılımcıların farkındalık kazanmasını sağlamıştır. Modül ile öğretim öncesi ve sonrasında katılımcıların öğretim yaparken tercih ettikleri stratejiler modülde teşvik edilen stratejilerdir. Katılımcılar bir öğretmen adayı olarak modül içerisinde teşvik edilen stratejilerin orantı konusunun öğretiminde sağlayacağı katkı konusunda kazandığı farkındalık, modül ile öğretim sonrasında yaptıkları ders anlatımlarında tercih ettikleri çözüm stratejilerini değişmesine yol açmıştır.

4.1.6. Öğretmen Adaylarının Odak Grup Görüşmelerinden Elde Edilen Bulgular

Öğretmen adayları ile 5 sorudan oluşan odak grup görüşmesi yapılmıştır. Dörder kişilik gruplarla yapılan görüşmelerde orantısal durum içeren problemlerin çözümünde kullandıkları stratejiler hakkında sorular sorulmuştur. Öğrenci görüşleri, diğer veri toplama araçlarından elde edilen bulgularla uyumludur.

Tablo 25.

Odak Grup Görüşmesi Ses Kayıtlarının Transkriptlerinden Kesitler

Soru: Geçtiğimiz eğitim sürecinin, orantısal durumlar içeren problemlerin çözümünde, sizin kullandığınız çözüm stratejilerinin zenginleşmesine katkısı olduğunu düşünüyor musunuz? Olduysa nasıl bir katkı sağladı? Örneğin; modelleme, çift sayı doğrusu gibi stratejilerin orantısal akıl yürütme becerinizin geliştirdiğini düşünüyor musunuz?

Dilan: *Bana katkısı olduğunu düşünüyorum. Önceden düz düşünürdüm tek bir çözüm yolu vardı: içler-dışlar çarpımı, öğrencilere de bu şekilde öğretmeyi planlardım. Ama çift sayı doğrusu, modelleme gibi stratejileri öğrenince bunların daha iyi olduğunu düşünüyorum artık.*

Yeşim: *Dilan'a katılıyorum her öğrencinin düşünme stili farklı bu yüzden ne kadar farklı yolla öğretirsek, öğrencinin aklına yakın olanı seçmesi daha iyi olur.*

Semanur: *Hocam ben de arkadaşlar gibi tek bir çözüm yolundan gidiyordum. İçler-dışlar çarpımından başka bir yolda düşünmemiştim açıkçası. Şu an bir probleme bakarken daha çok boyutlu düşünebiliyorum. Normalde öğrenci benim bulduğum çözüm yolundan gitmemişse önyargılı yaklaşılabiyordum. Şu anda farklı çözüm yollarına açık davranabiliyorum.*

Araştırmacı: Sizce öğretim sürecinde orantı problemlerini farklı stratejileri kullanarak çözüm yapmak neden önemlidir?

Dilan: *Bence önemli çünkü hepsinin farklı akıl yürütme süreçleri var. Tek bir strateji ile onları tek bir düşünceye zorluyoruz. Böyle olunca onlarda zorlanıyorlar.*

Araştırmacı: Peki bu soruya şunları da ekleyelim: Siz orantı konusunda öğretim yaparken orantısal durumları çözme stratejilerini kullanır mısınız?

Semanur: *Ben kesinlikle kullanırım çünkü farklı stratejilerle çözüm yapmak ezberin de önüne geçiyor. Yani bu sorunun tek çözümü var diyince bunu ezberleyip geçelim diyorlar. Ama farklı çözüm yolları olunca öğrencilerin de matematiğe bakış açısı değişecek, illa ki kendine göre bir çözüm olacağından dersten zevk de almaya başlayacak.*

Araştırmacı: Peki öğretim yaparken en çok tercih edeceğiniz strateji hangisi olur? Neden bu stratejiyi tercih edersiniz?

Semanur: *Ben modellemeyi tercih ederim çünkü yedinci sınıfların yaş grubuna uygun olur. Renkli renkli modeller yaparım.*

Yeşim: *Ben de modellemeyi tercih ederim. Çünkü zaten soyut bir ders elimizde somut materyallerin olması lazım gelişim düzeyleri açısından.*

Dilan: *Ben de modellemeyi düşünüyorum. Hem somutlaştırma açısından hem de modelleme de tek bir model yok her öğrenci farklı bir model ortaya çıkarabilir, diğer stratejilere göre daha esnek olduğunu, yaratıcılığa izin verdiğini düşünüyorum.*

Tuççenur: *Ben de modelleme diyorum. Modelleme gümlük hayatla ilişkilendirmeye daha çok izin veriyor. Günlük hayatlar bir ilişkilendirirseniz, öğrenci oradan yola çıkarak farklı ilişkiler kurabilir. Bu da kalıcı öğrenmeyi sağlar.*

Tablo 25'teki transkript kesitleri incelendiğinde katılımcılar modül ile öğretim öncesinde orantısal durum içeren problemleri çözerken yalnızca içler-dışlar çarpımı yaptıklarını fakat modül sonrası farklı şekilde düşünebileceklerinin farkına vardıklarını, artık çok boyutlu düşünebildiklerini ve farklı çözüm yolları bulabildiklerini söylemişlerdir. Bu durum diğer ölçme araçlarında elde ettiğimiz bulgular ile uyumludur. Öğretimde en çok kullanacakları strateji ise diğer görsel temsillerle çözüme ulaşmak olmuştur.

4.1.7. Öğretmen Adaylarının Orantısal Durum İçeren Problemleri Çözme Stratejileri İle İlgili Genel Bulgular

MTS temelli geliştirilen STEM eğitim modülünün ilköğretim matematik öğretmen adaylarının orantısal durum içeren problemleri çözme stratejilerine etkisini incelemek için sekiz farklı ölçme aracı kullanılmıştır.

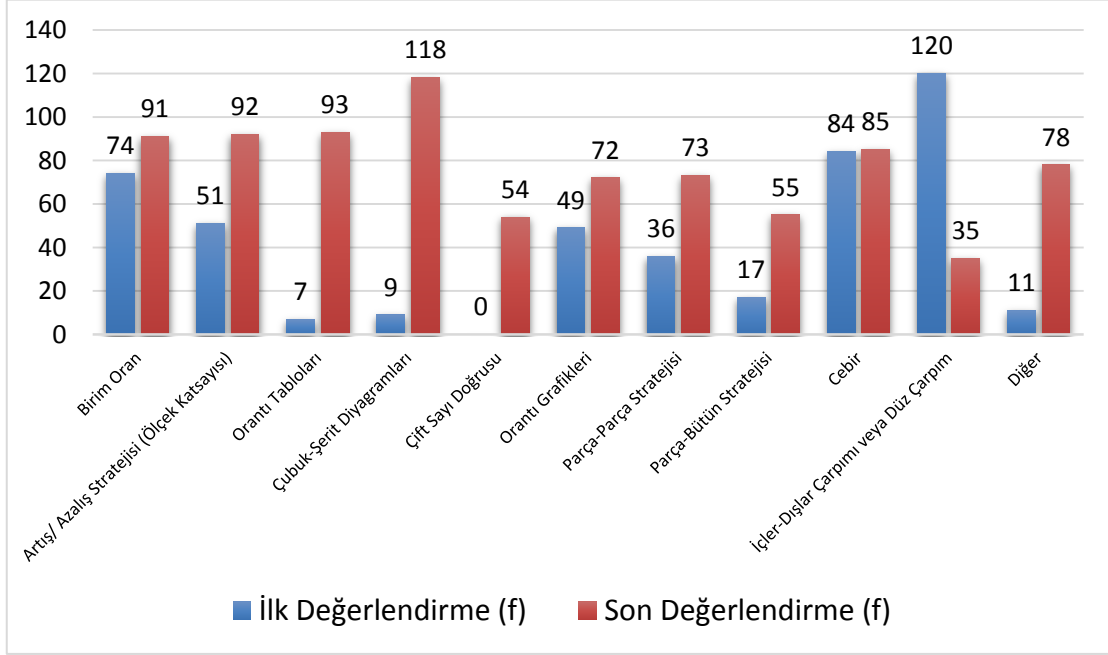
Tablo 26'da katılımcıların farklı ölçme araçlarından elde edilen çözüm stratejilerini kullanım sıklıkları verilmiştir. İlk değerlendirme sütunu modül ile öğretim öncesinde veya modül ile öğretim sırasında (ders öncesi değerlendirme ve bireysel cevaplar) ölçme araçları ile toplanan verilerden elde edilen katılımcıların kullandıkları çözüm stratejileri sıklığını vermektedir. Son değerlendirme sütunu, katılımcıların modül ile öğretim sonrasında ve modül ile öğretim sırasında (ders sonu değerlendirme ve grup cevapları) ölçme araçları ile toplanan verilerden elde edilen katılımcıların kullandıkları çözüm stratejileri sıklığını vermektedir.

Tablo 26.

Tüm Veri Toplama Araçlarında Orantısal Durum İçeren Problemleri Çözme Strateji Kullanımlarının Sıklık Tablosu

Stratejiler	İlk Değerlendirme (f)	Son Değerlendirme (f)
Birim Oran	74	91
Artış/ Azalış Stratejisi (Ölçek Katsayısı)	51	92
Orantı Tabloları	7	93
Çubuk-Şerit Diyagramları	9	118
Çift Sayı Doğrusu	0	54
Orantı Grafikleri	49	72
Parça-Parça Stratejisi	36	73
Parça-Bütün Stratejisi	17	55
Cebir	84	85
İçler-Dışlar Çarpımı veya Düz Çarpım	120	35
Diğer	11	78

Tablo 26 incelendiğinde, katılımcıların ölçme araçlarına verdikleri cevaplardan 13 farklı strateji kullandıklarını görülmektedir. İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının kullandığı tespit edilen stratejiler; birim oran, artış/ azalış stratejisi (ölçek katsayısı), orantı tabloları, çubuk-şerit diyagramları, çift sayı doğrusu, orantı grafikleri, parça-parça stratejisi, parça-bütün stratejisi, cebir, içler-dışlar çarpımı veya düz çarpım, diğer stratejiler olarak kodlanmıştır. Stratejilerin modül ile öğretim öncesi ve sonrasında kullanım sıklıklarının değişimini Grafik 6’da verilmiştir.



Grafik 6. Tüm Veri Toplama Araçlarında Orantısal Durum İçeren Problemleri Çözme Stratejilerinin Kullanım Sıklıklarının Dağılımları

Grafik.6 incelendiğinde en fazla değişimin çubuk-şerit diyagramı ve içler-dışlar çarpımı (veya düz çarpım) stratejilerinde yaşandığını görülmektedir. Modül ile öğretim öncesinde katılımcılar en fazla ezbere dayalı içler dışlar çarpımı stratejisini kullanırken, modül ile öğretim sonrasında en fazla görselleştirmeye dayalı ve modül içerisindeki problemlerde teşvik edilen çubuk-şerit diyagramı stratejisini kullanmışlardır.

4.2. Öğretmen Adaylarının Orantı Konusundaki Kavram Yanılgısı veya Güçlüklere İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Öğretmen adaylarının orantı konusunda yaşadıkları güçlükler ve sahip oldukları yanılgılarını tespit edebilmek birden sekiz farklı ölçme aracı kullanılmıştır. Ölçme araçları, MTS temelli geliştirilen STEM eğitimi modülü ile öğretim öncesinde, sırasında

ve sonrasında katılımcılara uygulanmıştır. Ölçme araçlarından elde edilen veriler içerik analizine tabi tutulmuştur. İçerik analizi sonrasında öğretmen adaylarının yaşadığı güçlükler aşağıdaki gibi tespit edilmiştir.

Oran Tanımında Hata: Oran tanımını yanlış yapma.

Oranı Bölme Olarak Tanımlama: Oranı iki sayının birbirine bölünmesi olarak tanımlamak.

Birimli Oran ile Birim Oranı Karıştırma: Birimli oran ve birim oran kavramlarını birbirine karıştırma

Orantı Tanımında Hata: Orantı tanımında hata yapma.

Doğru Orantı Tanımında Hata: Doğru orantı kavramını yanlış veya eksik tanımlama

Ters Orantı Tanımında Hata: Ters orantı kavramını yanlış veya eksik tanımlama

Doğru Orantı ile Ters Orantıyı Ayırt Edememe: Bir problemde verilen doğru orantıyı ters orantı, ters orantıyı doğru orantı olarak çözmeye

Toplamsal İlişkiyi Orantısal İlişki Sanma: Bir problemde verilen toplamsal ilişkiyi çarpımsal ilişki olarak düşünüp çözmeye çalışmak

Orantısal Olmayan Durumu Orantısal İlişki Sanma: Bir problemde verilen orantısal olmayan bir ilişkiyi orantısal ilişki olarak düşünüp çözmeye çalışmak

Nicelikler Arasında İlişki Kuramama: Bir soruda verilen niceliklerin ilişkileri hakkında fikir yürütememek

Orantı Grafiklerini Yorumlayamama: Verilen bir çizgi grafiğindeki orantısal olan ilişkiyi anlayamama, niceliklerin eksenleri değiştirildiğinde orantısal olmayan ilişkiyi orantısal ilişki olarak yorumlamak

Orantı Grafiklerini Çizememe: Verilen bir orantının grafiğini çizememek

Orantı-Kesir İlişisini Anlayamama: Verilen bir oranda, niceliklerinden birinin değişmesi durumunda diğerinin değişimini algılayamamak

Yanlış Sözel İfade Kullanma: İki nicelik arasındaki çarpımsal ilişkiyi ifade ederken yanlış ifade kullanmak. Örneğin, “3 katı uzunluğunda” yerine “3 kat daha fazla” şeklinde ifade etmek.

Denklem Kurmada Zorluk Çekme: Verilen bir orantı probleminde çözüm yaparken denklem kuramamak

Problem Kurmada Zorluk Çekme: Verilen bir orantıya uygun problem durumu oluşturamamak

Yukarıda verilen yanlış ve güçlüklerin elde edildiği her bir ölçme aracına dair ayrıntılı bulguları ve yorumları verdikten sonra, çalışmanın tamamında tespit edilen

güçlükler için genel bulgu ve yorumlar verilmiştir. Her ölçme aracından farklı yanılgılar elde edilmiştir.

4.2.1. Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular

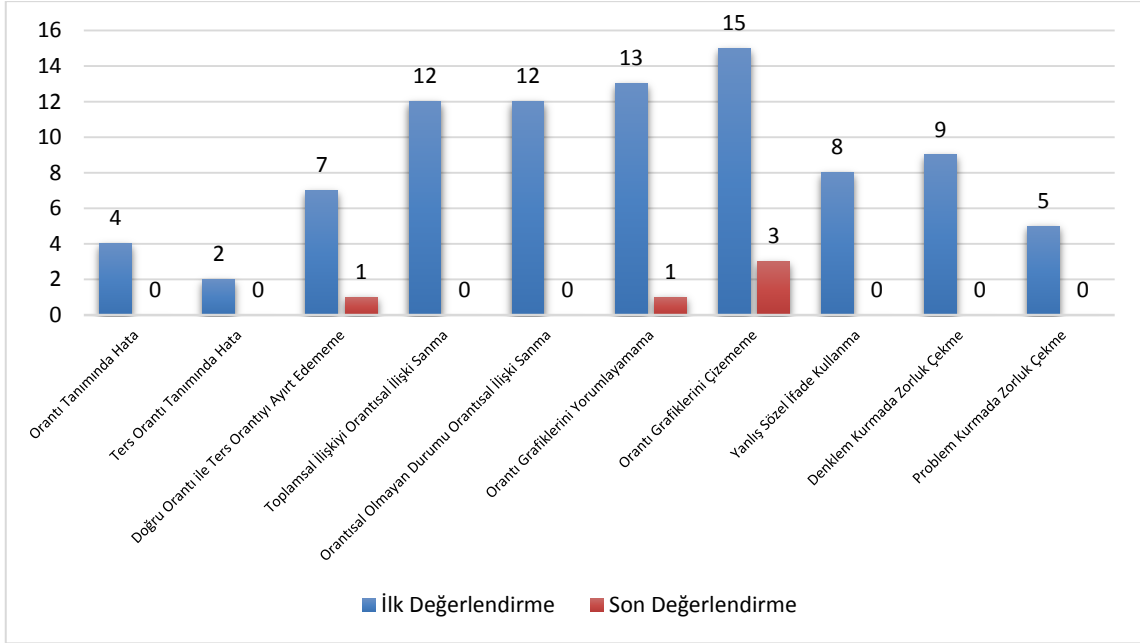
Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formu modül öncesinde ve sonrasında katılımcılara uygulanmış ve elde edilen veriler içerik analizine tabi tutularak, Tablo 27’de verilen kavram yanılgısı ve güçlükler elde edilmiştir. İlk değerlendirme sütununda modülden önce toplanan verilerden elde edilen sıklıklar, son değerlendirme sütununda modülden sonra toplanan verilerden elde edilen sıklıklar verilmiştir.

Tablo 27.

Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Yanılgı ve Güçlüklerin Katılımcılarda Görülme Sıklığı

Yanılgı ve Güçlükler	İlk Değerlendirme	Son Değerlendirme
Orantı Tanımında Hata	4	0
Ters Orantı Tanımında Hata	2	0
Doğru Orantı ile Ters Orantıyı Ayırt Edememe	7	1
Toplamsal İlişkiyi Orantısal İlişki Sanma	12	0
Orantısal Olmayan Durumu Orantısal İlişki Sanma	12	0
Orantı Grafiklerini Yorumlayamama	13	1
Orantı Grafiklerini Çizememe	15	3
Yanlış Sözel İfade Kullanma	8	0
Denklem Kurmada Zorluk Çekme	9	0
Problem Kurmada Zorluk Çekme	5	0

Tablo 27 incelendiğinde Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formunun modülden önce uygulanmasıyla sekiz farklı yanılgı ve güçlük elde edilmiştir. Tablo 27’deki verilerin dağılımları Grafik 7’de verilmiştir. Mavi sütun modül öncesinde Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda elde edilen güçlüklerin katılımcılarda görülme sıklığını, kırmızı sütun modül sonrasında formdan elde edilen güçlüklerin katılımcılarda görülme sıklığını temsil etmektedir.



Grafik 7. Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Yanılgı ve Güçlüklerin Katılımcılarda Görülme Sıklıklarının Dağılımı

Grafik.7 incelendiğinde Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formu'nda tespit edilen en yaygın yanılgı, *orantı grafiklerini çizememektir*. Formda iki adet orantı grafiği çizme sorusu vardır. 15 katılımcı modül öncesinde grafik çizme sorularında zorluk yaşamıştır. Modül sonrasında yalnızca 3 katılımcı grafik çizme zorluğuna düşmüştür. Aşağıda orantı grafiklerini çizememe zorluğuna örnekler verilmiştir.

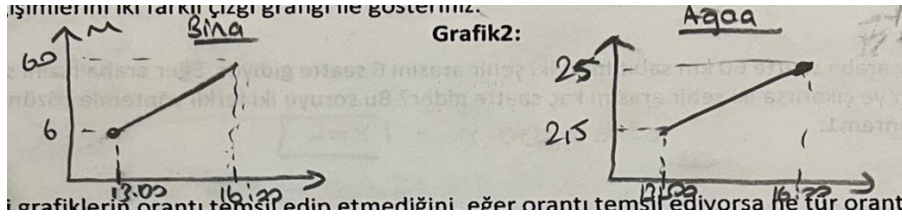
Tablo 28.

Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Orantı Grafiklerini Çizememe Güçlüğüne Örnekler

Soru: Uzunluğu 12 m olan bir binanın gölgesinin uzunluğu saat 13:00'te 6 m iken, saat 16:00'da 60 m olmaktadır. Aynı yerde bulunan 5 m uzunluğundaki bir ağacın saat 13:00 ve saat 16:00'daki gölge boyu değişimlerini eğer mümkünse farklı çizgi grafikleri ile gösteriniz.

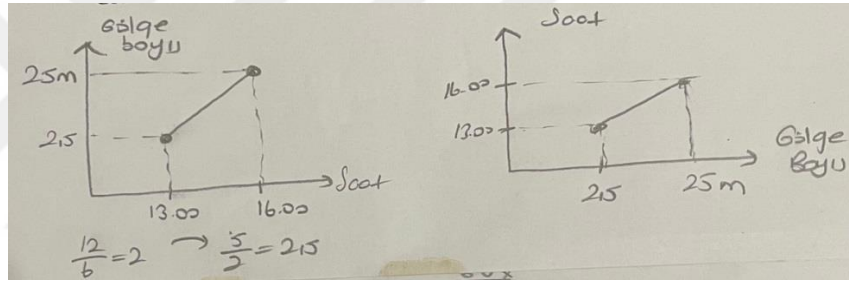
Katılımcı Cevap

Melisa
(Modül ile
Öğretim
Öncesi)



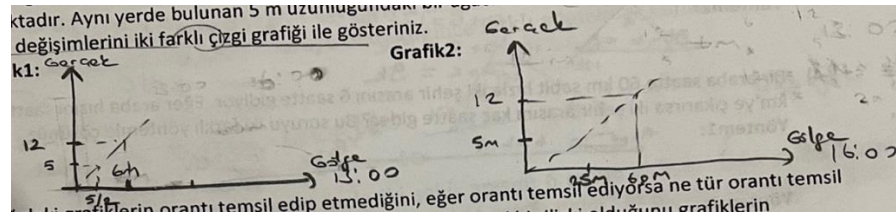
Melisa modül öncesinde ağacın grafiğini farklı şekilde grafiklerle göstermek yerine, binanın ve ağacın gölge boylarının zamana göre değişimlerini göstermiştir. *Ağacın zamana göre gölge boyunun değişimini doğru hesaplayabilmiş fakat farklı çizgi grafikleri ile gösterememiştir.*

Melisa
(Modül ile
Öğretim
Sonrası)



Melisa modül sonrasında ağacın gölge boyu değişimini soruda verilen orantıya göre doğru olarak hesaplamış ve iki farklı grafikte gösterebilmiştir. İlk grafikte x eksenine saat değişkenini, y eksenine gölge boyu değişkenini yerleştirmiş, ikinci grafikte değişkenlerin eksenlerini değiştirmiştir. Her iki grafik de gösterilen değerler açısından doğrudur.

Yunus
(Modül ile
Öğretim
Öncesi)



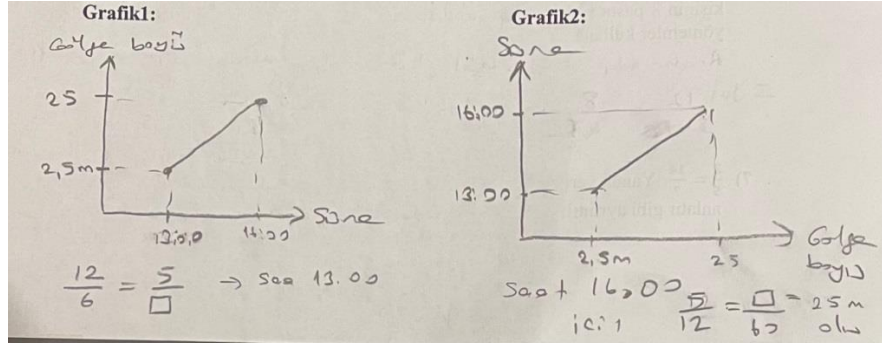
Yunus modül öncesinde ağaç ve binanın gölge boylarındaki değişimi saat 13:00 ve 16:00'da ayrı iki grafikte göstermeye çalışmıştır. Her iki grafikte x eksenine gölge boyu, y eksenine gerçek boy değişkenini yerleştirmiştir. Bu grafiklerin ilk hatası, boyları birbirinden bağımsız olan iki niceliği (ağaç ve bina) sürekli değişken gibi göstermesidir. İkinci hata ise soruda ağacın gölge boyunun zamanla değişimi sorulmuşken, iki zaman dilimini iki farklı grafikte göstermeye çalışmak olmuştur. Yani Yunus grafikte hangi değişkenlerin değişiminin gösterilmesini gerektiğini anlamamıştır.

Tablo 28.

Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Orantı Grafiklerini Çizememe Güçlüğüne Örnekler (devamı)

Katılımcı Cevap

Yunus
(Modül ile
Öğretim
Sonrası)



Yunus modül sonrasında binanın gerçek boyunun gölge boyuna oranını bularak, ağacın hangi saatte gölge boyunun ne kadar olduğunu doğru olarak hesaplayabilmiştir. İlk olarak gölge boyunu y eksenine, saati x eksenine yerleştirerek, ağacın gölge boyunun saate göre değişimini göstermiştir. Daha sonra değişkenlerin eksenlerini değiştirerek grafiği yeniden çizmiştir. Her iki grafik de gösterilen değerler açısından doğrudur.

Yorum

Soruda tespit edilmesi gereken orantı, ağaç ve binanın gerçek boy ile gölge boylarının arasındaki oranın bir orantı oluşturması gerektiğidir. Bu orantı ile değişen saatlerdeki ağacın gölge boyu bulunabilir. *Modül öncesinde* katılımcılar ya hiç *grafik çizememiştir* yada yukarıdaki örneklerde görüldüğü gibi *hatalı grafik çizmişlerdir*.

Modül sonrasında öncelikle binanın gerçek boyu ve gölge boyunun oranından ölçek katsayısını bulmuş ve ağacın gölge boyunun kaç olması gerektiğini bulup, grafikte saate göre değişimi göstermişlerdir. İkinci grafikleri ise saat değişkeni ile gölge boyu değişkeninin eksenlerini değiştirerek çizmişlerdir. Böylelikle *modül sonrasında verilen orantının aynı şekilde yorumlanabileceği iki farklı çizgi grafiği çizebilmişlerdir*.

Modül ile öğretim sırasında öğrenme derslerinden birisi çizgi grafiği dersidir. Bu derste orantı grafiklerini çizebilme, yorumlayabilme ve bir orantının çizgi grafiğini farklı şekillerde çizibilme ile ilgili etkinlikler yapılmıştır. Özellikle iki değişkenin orantısını gösteren bir grafikte, değişkenlerin eksenleri değiştirilirse grafiğin nasıl çizileceği ve nasıl yorumlanacağını içeren öğrenme etkinlikleri yapılmıştır. Modül öncesi ve sonrasında verilen cevaplar kıyaslandığında, modül içerisinde orantı grafikleri ile ilgili yapılan öğretim etkinliklerinin katılımcıların cevaplarında etkili olduğu düşünülebilir.

Modül ile öğretim öncesinde Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formu'nda en çok karşılaşılan üç güçlük; orantı grafiklerini yorumlayamama (13 katılımcı), toplamsal ilişkiyi orantısal ilişki sanma (12 katılımcı), orantısal olmayan durumu orantısal ilişki

sanma (12 katılımcı) olarak belirlenmiştir. Modül ile öğretim sonrasında yalnızca bir katılımcıda orantı grafiklerini yorumlayamama güçlüğü görülürken, diğer iki güçlüğü yaşayan hiçbir katılımcı olmamıştır. Tablo 29’da bu güçlüklerle ilgili Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formu’ndan elde edilen örnekler verilmiştir.

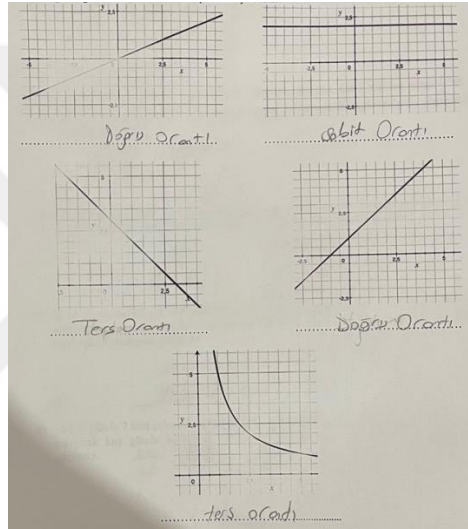
Tablo 29.

Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Yanılgılar ve Güçlük Örnekleri

Soru: Aşağıdaki grafiklerin orantı temsil edip etmediğini, eğer orantı temsil ediyorsa ne tür orantı temsil ettiğini, eğer orantı temsil etmiyorsa nicelikler arasında nasıl bir ilişki olduğunu grafiklerin altındaki boşluklara yazınız.

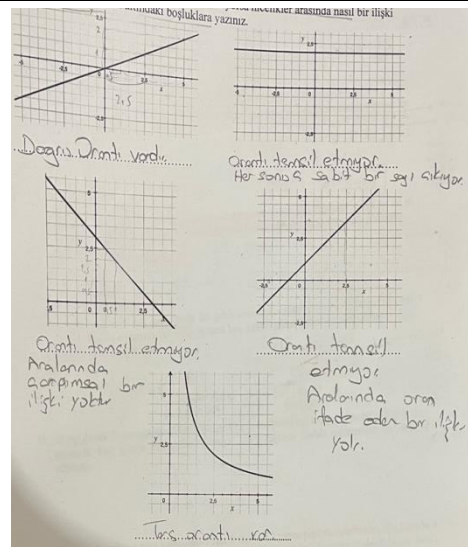
Katılımcı Çözüm

Hicran
(Modül
ile
Öğretim
Öncesi)



Hicran, modül öncesi 1. grafiğe doğru orantı diyerek doğru cevap vermiştir. 2. grafiği “sabit orantı” olarak yorumlamıştır. Fakat sabit orantı diye bir kavram söz konusu olmadığından, bu grafikte yanılgıya düşmüştür. 3. grafiğe “ters orantı”, 4. grafiğe “doğru orantı” demiştir fakat iki grafikte de orantısal bir ilişki olmadığından, yanılgıya düşmüştür. 5. grafiğe “ters orantı” diyerek doğru cevap vermiştir.

Hicran
(Modül
ile
Öğretim
Sonrası)



Hicran modül sonrasında tüm grafikleri doğru yorumlamıştır. Orantı temsil etmeyen grafikler için yaptıkları açıklamalarla cevabını açıklamıştır. Bu açıklamalar Hicran’ın cevapları hakkında bilinçli tercihler yaptığını göstermektedir.

Tablo 29.

Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Yanılgılar ve Güçlük Örnekleri (devamı)

Katılımcı Çözüm

Soru: Aynı hızda koşan Ayşe ve Esra 800 m'lik dairesel bir parkuru farklı zamanlarda (önce Ayşe sonra Esra olacak şekilde) koşmaya başladılar. Ayşe 300 m koştuğunda Esra 200 m koşmuşsa, Esra 400 m koştuğunda Ayşe kaç m koşmuş olur? Açıklayınız

Sonnur
(Modül
ile

$$\frac{300 \text{ Ayşe}}{x} = \frac{200 \text{ Esra}}{400 \text{ Esra}}$$

$$300 \cdot 400 = 200 \cdot x$$

$$x = 600 \text{ m}$$

Öğretim
Öncesi)

Sonnur, modül ile öğretim öncesinde Ayşe ve Esra'nın yürüdükleri mesafelerin orantısal ilişkiye sahip olduğunu düşünerek yanılgıya düşmüştür. Soruda verilen toplamsal ilişkiyi orantısal ilişki olarak düşünmüştür.

Sonnur
(Modül
ile

Ayşe ile Esra'nın hızları eşittir, sadece Ayşe parkura önce başladığı için Ayşe ile Esra'nın oranındaki yol farkı 100 m'dir. Esra 400 m koştuğunda Ayşe 400 + 100 = 500 m koşar.

Öğretim
Sonrası)

Sonnur modül ile öğretim sonrasında, Ayşe ve Esra'nın mesafelerinin neden orantısal ilişki olmadığını açıklayarak, nicelikler arasında toplama işlemi yaparak doğru sonuca ulaşmış ve yanılgıya düşmemiştir.

Soru: Mehmet ve Ahmet marketten 90 cm uzunluğunda aynı bitkiden alıyorlar. Mehmet 1 adet Ahmet 2 adet bitki alıyor. Bu bitki her yıl 30 cm uzuyor. Mehmet'in aldığı bitkiler 3 yıl sonra 180 cm olmuşsa, Ahmet'in aldığı bitki aynı boya kaç yılda ulaşır? Açıklayınız

Gülce
(Modül
ile

3 yılda 90 cm uzarsa her yıl 30 cm uzama olmuştur. 6 yılda 180 cm uzama olacaktır.

Öğretim
Öncesi)

Gülce modül ile öğretim öncesinde sorudaki yıl ve uzama miktarı arasındaki ilişkiyi yanlış yorumlamıştır. Gülce soruda bitki miktarı ile ilgili verilen bilgiyi hiç dikkate almamıştır. Halbuki soru bu bilgi üzerine kurulmuştur. Yıl ile bitkinin uzama miktarı arasında bir ilişki kurmuş ve 180 cm'e 6 yılda ulaşacağını söyleyerek yanılgıya düşmüştür.

Gülce
(Modül
ile

Bitki sayısı ile uzama miktarı arasında bir ilişki yoktur. Ahmet'in aldığı bitki de aynı boya 3 yıl sonra ulaşır.

Öğretim
Sonrası)

Gülce modül ile öğretim sonrasında soruda verilen aynı bitkinin uzama miktarının, bitki sayısından bağımsız olduğunu farketmiş bu sayede yıl sayısının aynı olacağını söyleyerek doğru cevap vermiştir.

Tablo 29.

Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Yanılgılar ve Güçlük Örnekleri (devamı)

Katılımcı Çözüm

Yorum

Yukarıda Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formu'nda çok karşılaşılan üç yanılgıya örnekler verilerek, modül ile öğretim sonrasında bu yanılgılara düşen katılımcıların cevaplarının nasıl değiştiği incelenmiştir.

Modül ile öğretim öncesinde orantı grafiklerini yorumlamayla ilgili düşülen yaygın yanılgılar; *bir grafikte x eksenindeki değerler artarken onlara karşılık gelen y eksenindeki değerler de artıyorsa veya x eksenindeki değerler azalırken onlara karşılık gelen y eksenindeki değerler de azalıyorsa*, bu grafiğin *doğru orantı* temsil ettiği zannetmek; bir grafikte *x eksenindeki değerler artarken onlara karşılık gelen y eksenindeki değerler de azalıyorsa veya x eksenindeki değerler azalırken onlara karşılık gelen y eksenindeki değerler de artıyorsa*, bu grafiğin *ters orantı* temsil ettiği zannetmek; bir grafikte *x eksenindeki değerler artsa da azalsa da y eksenindeki değer hep sabit bir sayıya eşitse*, ona “*sabit orantı*” ismi vererek, *niceliklerden birinin sabit olması durumunda orantısal bir ilişki var olabileceğini zannetmek* olarak açıklanabilir. Modül ile öğretim sonrasında grafikleri yorumlarken sadece bir katılımcının grafiği yanlış yorumladığı, onun dışında tüm katılımcıların grafikte verilen toplamsal ilişkiyi veya sabit bir durumu doğru yorumladığı görülmüştür. Ayrıca katılımcılar, eğer bir grafiğin orantısal ilişki temsil etmediğini düşünüyorsa nedenini de açıklamışlardır.

İkinci örnek soruda nicelikler arasında toplamsal bir ilişki vardır. Üçüncü örnek soruda bitkinin uzama yılının sabittir, yani bitki sayısı ile alakası olmayan sabit bir durum söz konusudur. Bu sorular ile katılımcıları orantısal olmayan durumları tespit edebilme becerileri ölçülmeye çalışılmıştır. Katılımcılar yaygın olarak örneklerde verildiği gibi toplamsal ilişki veya sabit bir durumu orantısal ilişki zannetmiş ve içler dışlar çarpımı yaparak sonuca ulaşmaya çalışmıştır. Modül ile öğretim sonrasında hiçbir katılımcı bu yanılgılara düşmemiş ve nicelikler arasındaki ilişkileri doğru tespit edebilmişlerdir.

İki nicelik arasındaki toplamsal ilişkiyi orantısal ilişki sanma ve sabit bir durumu orantısal ilişki olarak yorumlama literatürde orantı kavramı ile ilgili yaygın görülen yanılgılardandır. Hem bu yanılgıları önlemek hem de modülde öğretilmesi hedeflenen “**M.7.1.4.3. Gerçek hayat durumlarını inceleyerek iki çokluğun orantılı olup olmadığına karar verir**” kazanımı gereğince modül ile öğretim sırasında hangi durumlarda nicelikler arasında orantısal ilişki olacağı, hangi durumlarda orantısal ilişki olmayacağına dair etkinlikler yapılmıştır. Bununla birlikte çizgi grafiği dersinde orantı grafikleri yorumlanmıştır. *Modül içerisindeki bu etkinlikler katılımcıların orantısal olmayan durumları tespit edebilmesine ve grafikleri doğru yorumlamalarına katkı sağlamıştır.*

Tablo 27 incelendiğinde Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formu'ndan modül öncesinde elde edilen diğer yanlış ve güçlükler; denklem kurmada zorluk çekme (9), yanlış sözel ifade kullanma (8), doğru orantı ile ters orantıyı ayırt edememe (7), problem kurmada zorluk çekme (5), orantı tanımında hata (4), ters orantı tanımında hata (2) iken, modül sonrasında Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formu'nda hiçbir katılımcının bu yanlışlara düştüğü görülmemiştir.

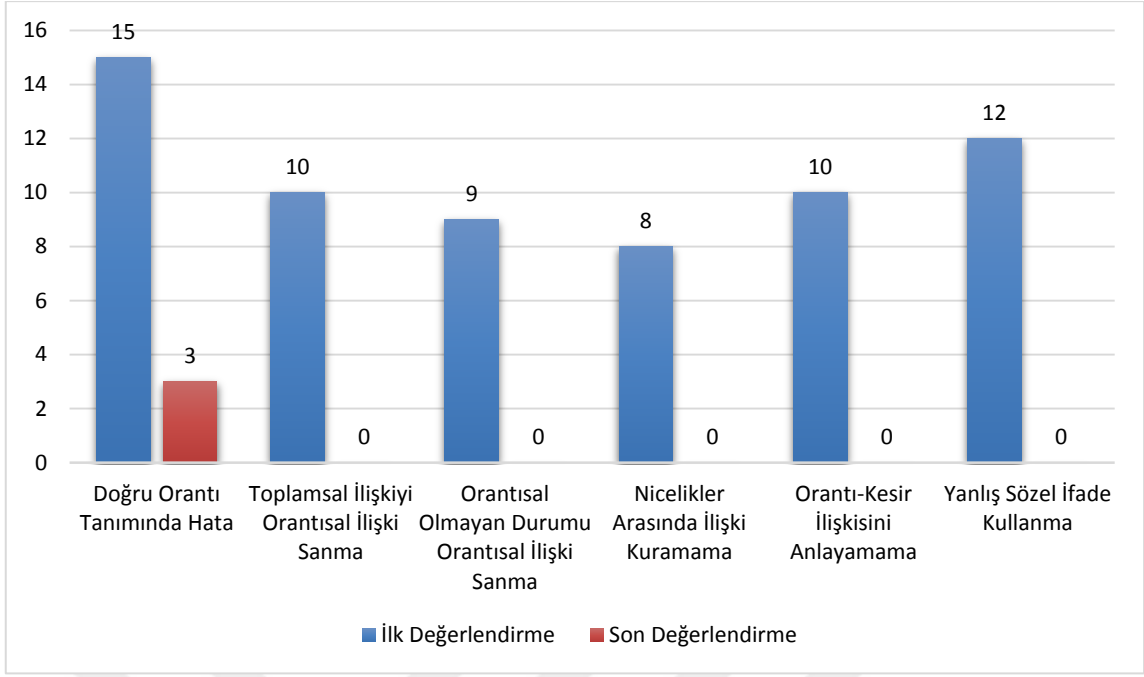
4.2.2. Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formu modül ile öğretim öncesinde ve sonrasında katılımcılara uygulanmış ve elde edilen veriler içerik analizine tabi tutularak Tablo 30'da verilen kavram yanlışlığı ve güçlükler elde edilmiştir. İlk değerlendirme sütununda modülden önce toplanan verilerden elde edilen sıklıklar, son değerlendirme sütununda modülden sonra toplanan verilerden elde edilen sıklıklar verilmiştir.

Tablo 30.
Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Yanlış ve Güçlüklerin Katılımcılarda Görülme Sıklığı

Yanlış ve Güçlükler	İlk Değerlendirme	Son Değerlendirme
Doğru Orantı Tanımında Hata	15	3
Toplamsal İlişkiyi Orantısal İlişki Sanma	10	0
Orantısal Olmayan Durumu Orantısal İlişki Sanma	9	0
Nicelikler Arasında İlişki Kuramama	8	0
Orantı-Kesir İlişkisini Anlayamama	10	0
Yanlış Sözel İfade Kullanma	12	0

Tablo 30 incelendiğinde Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formunun modül ile öğretim öncesi uygulanmasıyla altı farklı yanlış ve güçlük elde edilmiştir. Tablo 30'deki verilerin dağılımı, Grafik 6'da verilmiştir. Mavi sütun modül ile öğretim öncesinde Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda elde edilen güçlüklerin katılımcılarda görülme sıklığını, kırmızı sütun modül sonrasında formdan elde edilen güçlüklerin katılımcılarda görülme sıklığını temsil etmektedir.



Grafik 8. Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Yanılgı ve Güçlüklerin Katılımcılarda Görülme Sıklığı

Grafik.8 incelendiğinde Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan altı yanılgı ve güçlük elde edilmiştir. Modül ile öğretim öncesinde en sık karşılaşılan güçlük *doğru orantı tanımında hata* (15 katılımcı) olmuştur. Bunun dışında *toplamsal ilişkiyi orantısal ilişki sanma, yanlış sözel ifade kullanma, orantısal olmayan durumu orantısal ilişki sanma, orantı-kesir ilişkisini anlayamama, nicelikler arasında ilişki kuramama* güçlüklerine rastlanırken, modül ile öğretim sonrasında katılımcıların verdikleri cevaplarda bu güçlükler rastlanmamıştır. Modül sonrasında yalnızca 3 katılımcının *doğru orantı tanımlarında hata* tespit edilmiştir. Tablo 31’de Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan elde edilen yanılgı ve güçlükler örnekler verilmiştir.

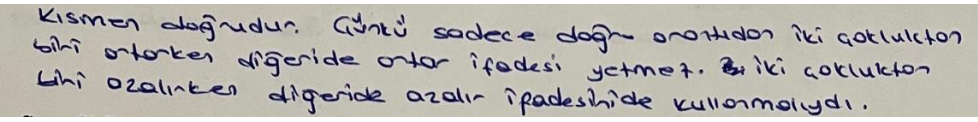
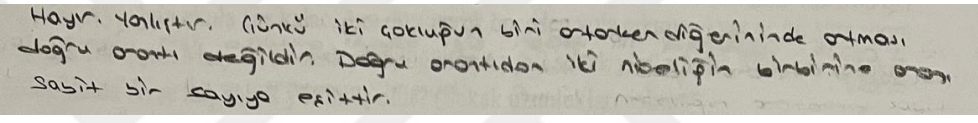
Tablo 31.

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Yanılgı ve Güçlüklere Örnekler

Soru: Ayşe Öğretmen öğrencilerine doğru orantının tanımını sormuş ve bir öğrenciden şöyle bir cevap almıştır:

“İki çokluktan biri artarken diğeri de artıyorsa, çokluklar arasında doğru orantı vardır”

Soru 1) Sizce öğrencinin verdiği bu cevap doğru mudur? Neden?

Katılımcı	Cevap
Sonnur (Modül ile Öğretim Öncesi)	 <p>Sonnur modül ile öğretim öncesinde verilen senaryoda öğrencinin doğru orantı tanımının kısmen doğru olduğunu düşünmüş ve tanımın tamamlanması için “iki çokluktan biri artarken diğeri de artıyorsa veya biri azalırken diğeri de azalıyorsa, çokluklar arasında doğru orantı vardır” şeklinde düzenlenmesi gerektiğini düşünmektedir. Doğru orantı tanımını bu şekilde verdiği için <i>Sonnur modül öncesinde doğru orantı tanımında hata yapmıştır.</i></p>
Sonnur (Modül ile Öğretim Sonrası)	 <p>Sonnur modül ile öğretim sonrasında verilen senaryoda öğrenci cevabının hatalı olduğunu söyleyerek, <i>iki niceliğin birbirine oranının sabit bir sayı olması durumunda iki nicelik arasında doğru orantı olacağını ifade ederek tanımı doğru şekilde verebilmiştir.</i></p>

Soru: Aşağıda verilen sorular Nihal isimli öğrenciye sorulmuş ve Nihal’in verdiği cevaplar soruların altında verilmiştir. Nihal’in verdiği cevapları inceleyin. Eğer cevaplarda hata veya eksiklik varsa, gidermek için Nihal’e nasıl bir soru sorarak hatasını farketirirsiniz veya nasıl bir açıklama yaparsınız? Yazınız.

Not: Bu tablo içerisinde bundan sonraki örneklerin tamamı yukarıda verilen soruya dayalı senaryo içerisinde verilerek öğrencinin yanılgılarını tespit edebilme becerisine dayalıdır. Eğer katılımcı verilen senaryodaki yanılgıyı farkedemiyorsa, sorunun ölçmeye çalıştığı bilgi hakkında yanılgıya sahiptir veya güçlük çekmektedir diyebiliriz.

Tablo 31.

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Yanılgı ve Güçlükler Örnekler (devamı)

Katılımcı Cevap

Soru: Cevdet ve Eymen iki koşucudur. Cevdet saniyede 8 metre koşabilirken, Eymen saniyede 2 metre koşabiliyor. Eymen ve Cevdet aynı anda aynı parkuru koşmaya başlıyorlar. Eymen ve Cevdet'in koştuğu mesafe ile ilgili ne söyleyebiliriz?

Cevap: "Cevdet, Eymen'den dört kat fazla koşmuştur."

Cevap İnceleme, Yönlendirme ve Açıklama:

Semanur

(Modül
ile
Öğretim
Öncesi)

Cevap doğru

Semanur, modül ile öğretim öncesinde verilen cevabın doğru olduğunu düşünmektedir. Halbuki cevapta oranı ifade ederken yanlış sözel ifade kullanılmıştır. Bu durumda *Semanur modül öncesinde oranı ifade etmekte güçlük çekmektedir* veya *oranı ifade ederken yanlış sözel ifade kullanmaktadır* diyebiliriz.

Semanur

(Modül
ile
Öğretim
Sonrası)

Eymen ve Cevdet'in koştuğu mesafe ile ilgili ne söyleyebiliriz:
Cevap: "Cevdet, Eymen'den dört kat fazla koşmuştur."
Cevap İnceleme, Yönlendirme ve Açıklama:
yanlış bir ifadedir.
örneğin x mesafe x+4x = 5x
almış gibi düşünülür.
Cevdet → 8m/s
Eymen → 2m/s
Cevdet 8k yol alır.
Eymen 2k yol alır.
Cevdet Eymen'in dört katı kadar yol almış olur.

Modül ile öğretim sonrasında Semanur cevapta iki nicelik arasındaki ilişkinin "dört kat fazla" şeklinde ifade edilmesinin yanlış olduğunu göstermek için bir denklem kurmuştur. Bu yanlışlığı gösterdikten sonra doğru ifadenin nasıl olması gerektiğini vermiştir. *Semanur modül ile öğretim sonrasında yanlış sözel ifade kullanma yanılgısına düşmemiştir.*

Soru: Zeynep ve Ahmet iki kardeşlerdir. Bir gün anneleri evde yokken Ahmet'in canı annesinin yaptığı tatlıdan istemiştir. Zeynep kardeşi için bu tatlıyı yapacaktır ama Ahmet şerbetinin daha tatlı olmasını istemiştir. Annesi bu şerbeti yapmak için 1 bardak şeker, 2 bardak su kullanmaktadır. Zeynep tatlının şerbeti için 2 bardak şeker ve 4 bardak su kullanmaya karar vermiştir. Sizce Zeynep daha tatlı bir şerbet için doğru miktarda su ve şeker kullanmış mıdır?

Cevap: Evet, Zeynep 1 yerine 2 bardak şeker kullandığı için daha tatlı bir şerbet elde edecektir.

Cevap İnceleme, Yönlendirme ve Açıklama:

Gülce

(Modül
ile
Öğretim
Öncesi)

Evet doğrudur

Gülce modül ile öğretim öncesinde soruda verilen su ve şeker miktarlarının oranları arasındaki ilişkiyi algıyamamıştır. Senaryodaki cevapta daha tatlı bir şerbet elde etmek için ilk durumda verilen $\frac{1}{2}$ kesrinin sadece paydasını artırılması gerekirken hem pay hem payda iki katına çıkartılarak aynı tatta şerbet elde edilmiştir. Gülce'nin verilen cevabın doğru olduğunu düşünmesi, *modül ile öğretim öncesinde* nasıl daha büyük bir kesir elde etmesi gerektiği konusunda hatalı bir düşünce geliştirdiğini, bu sorudaki *oran-kesir ilişkisini anlamakta güçlük çektiğini* göstermektedir.

Tablo 31.

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Yanılgı ve Güçlükler Örnekler (devamı)

Katılımcı Cevap

Gülce
(Modül
ile
Öğretim
Sonrası)

Cevap İnceleme, Yönlendirme ve Açıklama:
Nihalin cevabı yanlıştır. Ahmet şerbetin daha tatlı olmasını istemiştir. Yarı şeker su oranını değiştirmesini istemiştir. Şeker miktarı artmıştır ancak aynı oranda su da arttığı için yoğunluk aynıdır. Nihali'e bu oran sabit kalacak şekilde su ve şeker miktarları azaltılıp artırıldığında neler olabileceği sorularak bu oranın değişmesi gerektiği fark ettirildi.

Gülce modül ile öğretim sonrasında verilen senaryodaki $\frac{\text{şeker}}{\text{su}}$ oranının değişmesi gerektiğini farketmiş ve oran ile kesir arasındaki ilişkiyi doğru yorumlayarak *oran- kesir ilişkisini anlayamama yanılgısına düşmemiştir.*

Soru: “Ayşe ve Meryem aynı okula giden ve aynı hızda yürüyen iki kuzenlerdir. Bir sabah Meryem, Ayşe'nin okula geç kalacağını düşünerek önceden yola çıkmış, Ayşe de bir süre sonra peşinden çıkmıştır. Meryem 6 sokak yürüdüğünde Ayşe 2 sokak yürümüştür. Meryem 12 sokak yürüdüğünde Ayşe kaç sokak yürümüş olur? (Sokak uzunlukları eşittir)”

Cevap: Meryem 6 sokak yürüdüğünde, Ayşe 2 sokak yürümüşse; Meryem Ayşe'nin 3 katı yürümüştür. O zaman Meryem 12 sokak yürüdüğünde, Ayşe'nin 3 katı olacaktır. $\frac{12}{3} = 4$ sokak yürümüş olur.

Cevap İnceleme, Yönlendirme ve Açıklama:

Özge
(Modül
ile
Öğretim
Öncesi)

Açıklama:

Doğrudur, doğru orantıdır.

Soruda Ayşe ve Meryem'in yürüdükleri sokak uzunlukları arasında orantısal bir ilişki olmamasına rağmen cevapta bu ikisi arasında bir orantı kurularak yanlış cevaba ulaşılmıştır. Özge modül ile öğretim öncesinde verilen senaryodaki cevabın doğru olduğunu söyleyerek, sorudaki toplamsal ilişkiyi orantısal ilişki zannetme yanılgısına düşmüştür.

Özge
(Modül
ile
Öğretim
Sonrası)

Cevap İnceleme, Yönlendirme ve Açıklama:
Cevap yanlıştır. Çünkü burada oran yoktur. Aşağıdaki model gibidir:
Meryem'in 12 sokaka ulaşması için 6 sokak yürümüşse, Ayşe'nin yürüdüğü sokak sayısı + 6 sokak = 8 sokak olması gerektiği gösterilir.
“Sence bu orantısal ilişki mi?”
Meryem ile Ayşe'nin yürüdüğü sokak arasında nasıl bir ilişki vardır? “Sokaklar”
yönlendirilir.
Hüseyin 4 sıra buğday ekivorlar. Hüseyin 4 sıra buğday, Ali 6 sıra buğday ekivorlar. Hüseyin 4 sıra buğday, Ali'nin 6 sıra buğday ekivorlar.”

Özge modül ile öğretim sonrasında senaryodaki cevabın hatalı olduğunu farkederek, orantı kurmadan sayı doğrusu üzerinde Ayşe ve Meryem'in yürüdükleri sokak sayılarını ve bunların değişimlerinin toplama işlemi ile gerçekleştiği göstermiştir. *Özge modül ile öğretim sonrasında toplamsal ilişkiyi orantısal ilişki zannetme yanılgısına düşmemiştir.*

Tablo 31.

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Yanılgı ve Güçlükler Örnekler (devamı)

Katılımcı Cevap

Soru: Ali ve Hüseyin aynı tarlaya buğday ekıyorlar. Hüseyin 4 sıra buğday, Ali 6 sıra buğday ekmiştir. Hüseyin'in buğdayları 8 hafta içinde toplanmaya hazır hale geldiyse, Ali'nin buğdayları kaç hafta içinde toplanmaya hazır hale gelir? (Buğdayların gelişimleri soruda verilenler dışındaki diğer faktörlerden (toprak verimliliği, tohum cinsi vb.) etkilenmemiştir.)

Cevap: Hüseyin ile Ali'nin ektiği buğdayların oranı $\frac{4}{6}$ olur. Bu durumda Hüseyin'in ektiği buğdaylar 8 haftada olmuşsa, $\frac{4}{6} = \frac{8 \text{ hafta}}{? \text{ hafta}}$ şeklinde orantı kurulur ve $6 \cdot 8 = 4 \cdot ?$

Denklemini kurulur ve $? = 12$ hafta bulunur.

Cevap İnceleme, Yönlendirme ve Açıklama:

Nisa

(Modül
ile
Öğretim
Öncesi)

Soru doğru çözülmüştür hata farketmedim.
Soruda verilen senaryodaki cevapta dikilen buğday sayısı sayısının, buğdayların yetiştirme hızını etkilediği varsayılarak orantı kurulmuş ve yanlış cevaba ulaşılmıştır. Halbuki buğday sıra sayısı, yetiştirme hızını etkileyecek bir faktör değildir. Dikilen buğday sayısı ne olursa olsun buğdayın yetiştirme hızı sabit bir durumdur. Bu durumda Nisa modül ile öğretim öncesinde senaryodaki cevabın doğru olduğunu belirttiği için, orantısız olmayan bir durumu orantısız sanma yanılgısına düştüğü söylenebilir.

Nisa

(Modül
ile
Öğretim
Sonrası)

ve $? = 12$ hafta bulunur.
Cevap İnceleme, Yönlendirme ve Açıklama: Cevap yanlıştır, çünkü buğdaylar aynı, topraklar aynı, suyunuz olarak buğdaylar aynı zamanda olgunlaşır ve büyür. Buğday miktarı, sırası toplanma zamanlarını etkilemez. Ancak aynı zamanda toplanan miktar farklı olur. Bu şekilde öğrenciye açıklarım.

Nisa modül ile öğretim sonrasında senaryodaki verilen cevabın yanlış olduğunu farketmiştir ve buğdayların yetiştirme hızının dikilen buğday sıra sayısından bağımsız olduğunu söylemiştir. Nisa modül ile öğretim sonrasında orantısız olmayan durumları orantısız ilişki zannetme yanılgısına düşmemiştir.

Tablo 31'de doğru orantı tanımında hata, yanlış sözel ifade kullanma, oran-kesir ilişkisini anlayamama, toplamsal ilişkiyi orantısız ilişki sanma, orantısız olmayan durumları orantısız ilişki sanma yanılgılarına örnekler verilmiştir. Örnek senaryolardaki yanılgı içeren cevaplar aracılığı ile katılımcıların sahip oldukları yanılgılar ve güçlükler tespit edilmiştir. Katılımcıların modül ile öğretim sonrasında verdikleri yanılgı

içermeyen cevapları da verilerek, katılımcıların cevaplarının değişiminin anlaşılması sağlanmak istenmiştir.

Modül içerisinde yer alan “Hangisi Orantıdır” ve “Değişik Orantı Problemleri” etkinliklerinde hedef kazanımların yanısıra, literatürde orantı konusu ile ilgili karşılaşılan kavram yanılgıları giderilmeye çalışılmıştır. Etkinliklerde giderilmeye çalışılan yanılgi ve güçlükler, modül ile öğretim öncesinde katılımcılara uygulanan Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme formundaki verilerde tespit edilirken, modül ile öğretim sonrasında aynı form tekrar uygulandığında bu yanılgi ve güçlüklerle karşılaşılmamıştır. Bu durum *modülün içerisindeki öğretim etkinliklerinin orantı konusunda karşılaşılan yanılgıların giderilmesine katkı sağladığını ortaya koymaktadır.*

4.2.3. Mühendislik Not Defteri (MND)’nden Elde Edilen Bulgular

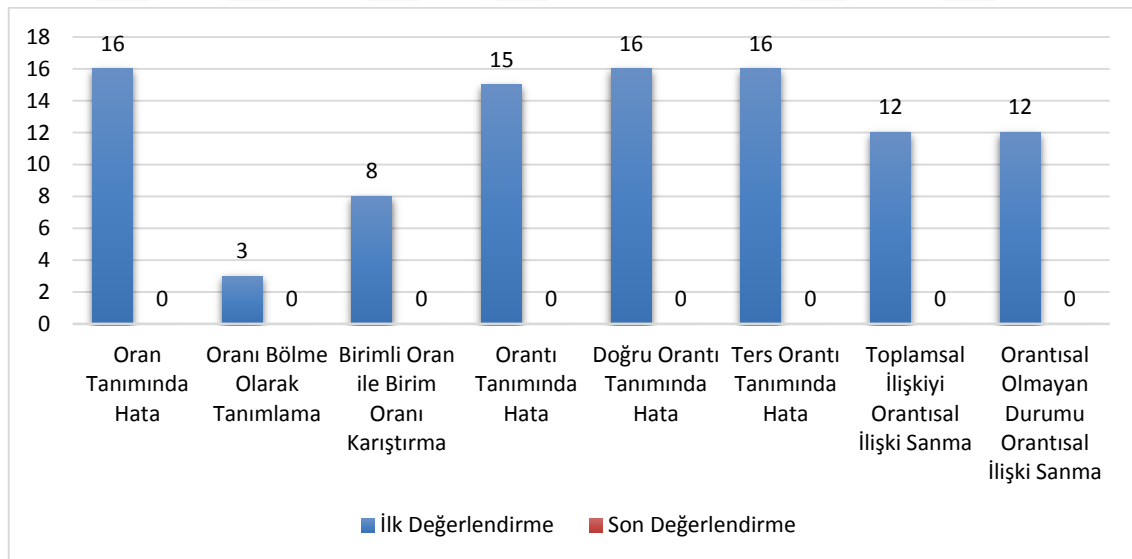
Mühendislik Not Defteri katılımcıların gelişimini değerlendirmek için süreç içerisinde kullanılarak veri toplanmıştır. Modül ile öğretim sırasında MND içerisinde yerleştirilen farklı değerlendirme araçları ile yanılgi ve güçlükler tespit edilmiş ve modül içerisindeki etkinlikler ile bu yanılgıların nasıl değiştiği incelenmiştir. Aşağıdaki tabloda katılımcıların MND’lerindeki değerlendirme ve etkinlik sorularına cevap verirken kullandıkları stratejilerin sıklık tablosudur. Tabloda *“ilk cevaplar”* olarak verilen sütun, katılımcıların ders öncesindeki *tanılayıcı değerlendirme sorularına* ve etkinlikler içerisindeki *bireysel cevap* kısmına verdikleri cevaplarda kullandıkları stratejilerin sıklığını vermektedir. Tabloda *“son cevaplar”* olarak verilen sütun, dersler sonunda yapılan *düzy belirleyici değerlendirmelere* verilen cevaplar ve etkinlikler içerisindeki *grup cevapları* kısmına verdikleri cevaplarda kullanılan stratejilerin sıklığını vermektedir.

Tablo 32.

MND'nden Elde Edilen Yanılgı ve Güçlüklerin Katılımcılarda Görülme Sıklığı

Yanılgı ve Güçlükler	İlk	Son
	Değerlendirme	Değerlendirme
Oran Tanımında Hata	16	0
Oranı Bölme Olarak Tanımlama	3	0
Birimli Oran ile Birim Oranı Karıştırma	8	0
Orantı Tanımında Hata	15	0
Doğru Orantı Tanımında Hata	16	0
Ters Orantı Tanımında Hata	16	0
Toplamsal İlişkiyi Orantısal İlişki Sanma	12	0
Orantısal Olmayan Durumu Orantısal İlişki Sanma	12	0

Tablo.32'ten anlaşılacağı üzere MND'den sekiz farklı yanılgı ve güçlük elde edilmiştir. Tablo.32'deki verilerin dağılımı, Grafik 9'da verilmiştir. Mavi sütun katılımcıların ders öncesindeki *tanılayıcı değerlendirme sorularına* ve etkinlikler içerisindeki *bireysel cevap* kısmına verdikleri cevaplarda kullandıkları stratejilerin sıklığını, kırmızı sütun dersler sonunda yapılan *düzyel belirleyici değerlendirmelere* verilen cevaplar ve etkinlikler içerisindeki *grup cevapları* kısmına verdikleri cevaplarda kullanılan stratejilerin sıklığını vermektedir.

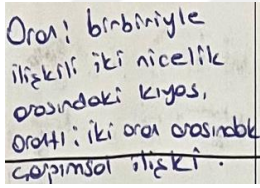
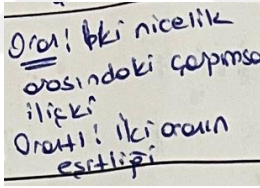
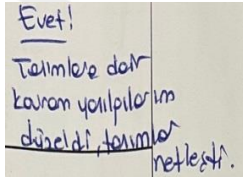
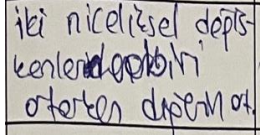
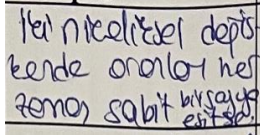
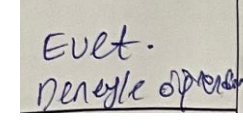
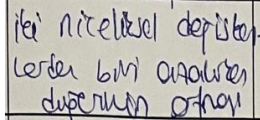
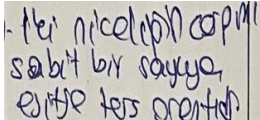
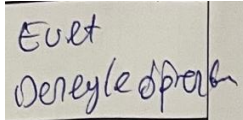


Grafik 9. MND'nden Elde Edilen Yanılgı ve Güçlüklerin Katılımcılarda Görülme Sıklığı

Grafik.9 incelendiğinde, katılımcıların tamamı (16 kişi) tanılayıcı değerlendirme sorularına cevap verirken *oran tanımında hata*, *doğru orantı tanımında hata* ve *ters*

orantı tanımında hata yapmış, 15 katılımcı ise orantı tanımında hata yapmıştır. Ders sonu düzey belirleyici değerlendirmelerde ise bu hatalara rastlanmamıştır. 12 katılımcı ders içi etkinliklerde bireysel cevaplarında *toplamsal ilişkiyi orantısal ilişki sanma ve orantısal olmayan durumu orantısal ilişki sanma* güçlüklerini yaşamış, daha sonra grup içi tartışma ile verilen grup cevaplarında bu güçlükleri rastlanmamıştır. Hem değerlendirme formları hem de çalışma kağıtlarından elde edilen verilere göre ders öncesi ve ders sırası bireysel cevaplarda 8 katılımcı *birimli oran ile birim oranı karıştırırken*, grup cevapları ve ders sonrası değerlendirmelerde yalnızca iki katılımcının cevaplarında bu hataya rastlanmıştır. Ayrıca 3 katılımcı ders öncesi tanılayıcı değerlendirmelerde *oranı bölme olarak tanımlamış*, fakat ders sonrası düzey belirleyici değerlendirmelerde bu hatayı yapmamışlardır. Aşağıdaki tabloda MND'den elde edilen kavram yanılgılarına örnekler verilmiştir.

Tablo 33.
MND'den Elde Edilen Kavram Yanılgılarına Örnekler

Katılımcı	Ders Öncesi Cevabım	Ders Sonrası Cevabım	Cevabım Değişti mi? Neden?	
Sedanur	Soru: Oran ve orantının tanımını yapınız.			
Sedanur'un Cevaplarının Açıklaması	Sedanur ders öncesinde yapılan değerlendirmede oranı iki nicelik arasındaki kıyas olarak, orantıyı iki oran arasındaki çarpımsal ilişki olarak tanımlamıştır. Ders sonrasında tanımlardaki eksikliğin giderildiği görülmektedir. Bununla birlikte Sedanur ders öncesinde bu tanımlarla ilgili yanılgıya sahip olduğunu, bunların ders sonrasında değiştiğini belirtmiştir.			
Sümeysra	Soru: Doğru orantı nedir?			
	Soru: Ters orantı nedir?			

Tablo 33.
MND'den Elde Edilen Kavram Yanılgılarına Örnekler (devamı)

Katılımcı	Ders Öncesi Cevabım	Ders Sonrası Cevabım	Cevabım Değişti mi? Neden?
Sümeyra'nın Cevaplarının Açıklaması	Sümeyra ders öncesinde doğru orantıyı “iki niceliksel değişkenden biri artarken diğerinin artması”, ters orantıyı “iki niceliksel değişkenlerden biri azalırken, diğerinin artması” olarak eksik ve yanlış tanımlamıştır. Ders sonrasında doğru orantıyı “iki niceliğin oranları her zaman bir sabit sayıya eşitse doğru orantı”, ters orantıyı “iki niceliğin çarpımı sabit bir sayıya eşitse ters orantıdır” şeklinde doğru olarak tanımlamıştır. Sümeyra ders sonrası cevapların değişti mi sorusuna “Evet. Deneyle öğrendim” şeklinde cevap vermiştir.		
Gülce	Soru: “Bir düzine kalem 12 lira ise, 1 kalem kaç liradır?” sorusunun çözümünde birim oran kullanılır mı? Neden?		
Gülce'nin Cevaplarının Açıklaması	Gülce ders öncesinde “kalem sayısı ve ₺ birbirini götürür” şeklinde yanlış bir yorum yaparak, sorudaki kalem sayısı ve ₺'yi birim olarak algılamış, birimler birbirini götürüleceği için birimli oranın soruda kullanılmayacağını düşünmüştür. Halbuki soruda birim oran sorulmaktadır ve Gülce ders öncesi yapılan değerlendirmede birim oran ve birimli oranı karıştırmıştır. Ders sonrası yapılan değerlendirmede “1 kalemin fiyatını bulmak için birim oran kullandık” cevabını vererek, birim oranın doğru tanımını soruda kullanabilmiştir. Cevabının değişimini ise “birim oranın tanımını öğrendikten sonra bu işlemin birim oran olduğunu öğrendim” şeklinde cevap vererek, ders öncesi cevabındaki hatasının farkına vardığını göstermiştir.		

Tablo 33'deki örnekler incelendiğinde katılımcıların ders öncesinde yapılan değerlendirmelerde özellikle oranla ilgili kavramların tanımları ile ilgili katılımcıların yanılgı ve güçlük yaşadığı tespit edilmiştir. Ders sonrası yapılan değerlendirmelerde ise katılımcıların doğru tanımlarla cevap verebildiğini görmekteyiz. Cevaplarının değişimi ile ilgili katılımcılar, “deneyle doğrusunu öğrendim”, “doğru tanımı öğrendim” veya “kavram yanılgılarım düzeldi” şeklinde yorumlar yapmışlardır.

Yukarıda ders öncesi yapılan değerlendirmelerde elde edilen yanılgı örnekleri ve ders sonrası yapılan değerlendirmelerdeki cevapların değişimlerine örnekler verilmiştir. Tablo 34'te, MND'de ders içerisinde kazanımları keşfettirme sırasındaki yönlendirici

sorulara verilen cevaplarda veya etkinlikler içerisindeki sorulara verilen bireysel ve grup cevaplarında tespit edilen kavram yanlışlarına örnekler verilmiştir.

Tablo 34.

MND Ders İçi Etkinliklerden Elde Edilen Kavram Yanlışlarına Örnekler

Katılımcı Çözüm

Soru: Ayşe ve Meryem aynı apartmanda oturan, aynı okula giden ve aynı hızda yürüyen iki kuzenlerdir. Bir sabah Meryem, Ayşe'nin okula geç kalacağını düşünerek önceden yola çıkmış, Ayşe de bir süre sonra peşinden çıkmıştır. Meryem 6 sokak yürüdüğünde Ayşe 2 sokak yürümüştür. Meryem 12 sokak yürüdüğünde Ayşe kaç sokak yürümüş olur? (Sokak uzunlukları eşittir)

Melisa

yürüdüğünde Ayşe kaç sokak yürümüştür? (Sokak uzunlukları eşittir) açıklayın.

Bireysel Cevap: Meryem 6 sokak → Ayşe 2 sokak
12 sokak → 4 sokak

Aynı hızda yürüyorlar. O yüzden bu şekilde bir orantı olur.

Grup Cevabı: $\frac{A}{2 \text{ sokak}} = \frac{M}{6 \text{ sokak}}$
0 sokak 4 sokak

Meryem Ayşeden 4 sokak ileri gittikten sonra Ayşe yola almıştır. Meryem 12 sokak yürüdüğüne göre $12 - 4 = 8$ sokak y. Orantı.

2) Ali ve Hüseyin aynı tarlaya buğday ekiliyorlar. Hüseyin 4 sıra buğday, Ali 6 sıra buğday ekmiştir.

Melisa bireysel cevabında Meryem ile Ayşe'nin yürüdükleri sokak sayısında orantısal bir ilişki var sanarak doğru orantı kurmuş ve **yanılığa düşmüştür**. Daha sonra arkadaşları ile bir grup içi tartışma gerçekleştirmişlerdir. **Grup içi tartışma sonrasında cevap değişmiş**, soruda orantısal ilişki olmadığını bu soruda sokak sayıları arasında toplamsal bir ilişki olduğuna karar vererek, **doğru cevaba ulaşmışlardır**.

Soru: Ali ve Hüseyin aynı tarlaya buğday ekiliyorlar. Hüseyin 4 sıra buğday, Ali 6 sıra buğday ekmiştir. Hüseyin'in buğdayları 8 hafta içinde toplanmaya hazır hale geldiyse, Ali'nin buğdayları kaç hafta içinde toplanmaya hazır hale gelir? (Buğdayların gelişimleri soruda verilenler dışındaki diğer faktörlerden (toprak verimliliği, tohum cinsi vb.) etkilenmemiştir.)

Ahu

Bireysel Cevap: Hüseyin 4 sıra 8 hafta
Ali 6 sıra X

X = 12 hafta

Grup Cevabı: Olgunlaşma zamanı ile miktarın bir ilgisi yoktur aralarında oran kurulamaz. Ali'nin buğdayları da 8 hafta içinde toplanmaya hazır hale gelir.

Ahu bireysel cevabında buğday sırası ile yetiştirme hızı arasında doğru orantı kurmuştur. Halbuki buğdayların yetiştirme hızı dikilen sıra sayısı ile ilişkili değildir. Grup cevabına bakıldığında, grup tartışması sonrasında bu cevabın değiştiğini ve grup ile doğru cevaba ulaştıkları görülmektedir.

Yorum Melisa bireysel cevabında toplamsal ilişkiyi orantısal ilişki sanma yanlışlığına düşerken, Ahu bireysel cevabında orantısal ilişki olmayan nicelikler arasında orantısal ilişki kurma yanlışlığına düşmüştür. Grup tartışmaları ile akıl yürütme süreçlerinden geçerek doğru cevaba ulaşmışlardır.

4.2.4. Öğretmen Adaylarının Hazırladıkları Ders Planlarından Elde Edilen Bulgular

Öğretmen adayları modül ile öğretim öncesinde genel olarak ayrıntılı ders planları hazırlamamışlardır, bu nedenle katılımcıların sahip oldukları yanlış ve güçlükleri tespit etmek için yeterince veri elde edilememiştir. Modül ile öğretim sonrasında katılımcılar ayrıntılı ders planları yapmaları yapmışlar ve yanlış ve hataları tespit etmek için yeterince veri sunmuşlardır fakat son ders planlarında yanlışya rastlanmamıştır. Tablo 35’da katılımcıların modül ile öğretim öncesinde ve sonrasında yaptıkları ders planlarından elde edilen yanlış ve güçlükler verilmiştir.

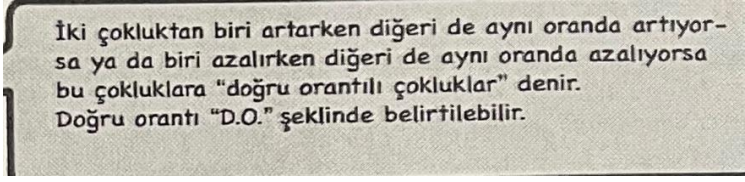
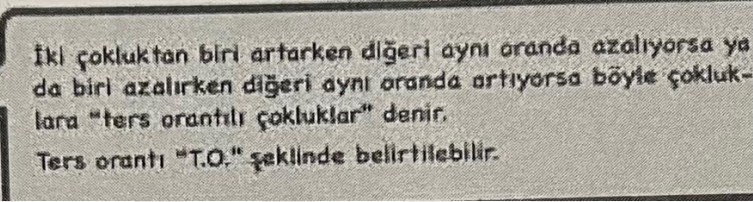
Tablo 35.

Ders Planlarından Elde Edilen Yanlış ve Güçlüklerin Katılımcılarda Görülme Sıklığı

Yanlış ve Güçlükler	İlk	Son Değerlendirme
	Değerlendirme	
Doğru Orantı Tanımında Hata	1	0
Ters Orantı Tanımında Hata	1	0

Tablo 35 incelendiğinde katılımcılardan yalnızca 1 tanesi *doğru orantı tanımında hata yaparken*, 1 tanesi de *ters orantı tanımında hata* yapmıştır. Modül ile öğretim sonrasında bu hatalara rastlanmamıştır. Modül sonrası katılımcılar ayrıntılı ders planları yapmışlardır fakat ders planlarında herhangi bir yanlış veya güçlüğe rastlanmamıştır. Aşağıda ders planlarında karşılaşılan güçlükler örnekler verilmiştir.

Tablo 36.
Ders Planlarında Karşılaşılan Kavram Yanılgılarına Örnekler

Katılımcı	Ders Planından Kesit
Özge (Modül ile Öğretim Öncesi)	 <p>Özge modül ile öğretim öncesinde ders planında doğru orantıyı tanımlarken, yanılgıya sebebiyet verecek ifadeler yer vermiştir. Bu tanımdaki “aynı oranda” ifadesi dikkatten kaçarak, artma ve azalma ifadeleri yanılgıya neden olabilir.</p>
Yunus (Modül ile Öğretim Öncesi)	 <p>Yunus modül ile öğretim öncesi ders planında ters orantıyı tanımlarken kullandığı “aynı oranda” ifadesi dikkatten kaçarak, artma ve azalma ifadeleri yanlış anlamaya sebebiyet verebilir.</p>
Yorum	<p>Özge ve Yunus ders planlarını hazırlarken, aynı ders kitabından faydalanmışlardır. Bu tanımlar anlam bakımından doğru olsa da, yanılgıya sebebiyet verecek ifadeler içermektedir. Bu tanım öğrenciler tarafından “artarken artma” veya “azalırken azalma” olarak yanlışlaştırılabilir ve tanımdaki “aynı oranda” ifadesi gözden kaçırılabilir. Bu da hem doğru orantı hem de ters orantı için tanımı için yanılgıya neden olmaktadır.</p>

Katılımcılar modül ile öğretim öncesinde ayrıntılı ders planı hazırlamamışlardır. Bu nedenle sahip oldukları yanılgılar hakkında yeterince veri sunmamışlardır. Hazırladıkları ders planları ile ders anlatımı yapmalarını istemek, katılımcıların sahip oldukları farklı yanılgıları açığa çıkarmamızı sağlamıştır.

4.2.5. Öğretmen Adaylarının Yaptıkları Ders Anlatımlarından Elde Edilen Bulgular

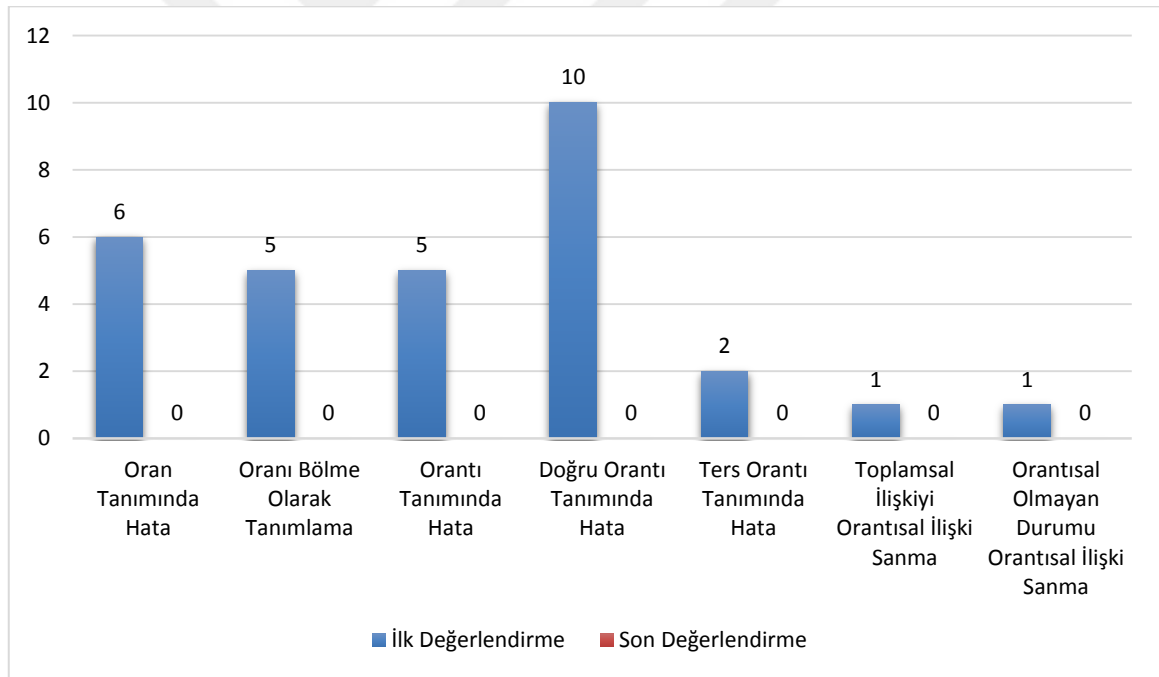
Katılımcılardan modül ile öğretim öncesinde ve sonrasında tasarladıkları ders planlarını uygulamaları istenmiştir. Ders anlatımlarından elde edilen yanılgı ve güçlükler Tablo 37’de verilmiştir. İlk değerlendirme sütunu modül ile öğretim öncesi ders anlatımlarından, son değerlendirme sütunu modül ile öğretim sonrası ders anlatımlarından elde edilen yanılgı ve güçlüklerin katılımcılarda görülme sıklığını vermektedir.

Tablo 37.

Ders Anlatımlarından Elde Edilen Yanılgı ve Güçlüklerin Katılımcılarda Görülme Sıklığı

Yanılgı ve Güçlükler	İlk Değerlendirme	Son Değerlendirme
Oran Tanımında Hata	6	0
Oranı Bölme Olarak Tanımlama	5	0
Orantı Tanımında Hata	5	0
Doğru Orantı Tanımında Hata	10	0
Ters Orantı Tanımında Hata	2	0
Toplamsal İlişkiyi Orantısal İlişki Sanma	1	0
Orantısal Olmayan Durumu Orantısal İlişki Sanma	1	0

Tablo 37 incelendiğinde katılımcıların ders anlatımlarında 7 farklı yanılgı ve güçlük tespit edildiği görülmektedir. Yanılgı ve güçlüklerin modül ile öğretim öncesi ve sonrası dağılımları Grafik10'da verilmiştir.



Grafik 10. Ders Anlatımlarından Elde Edilen Yanılgı ve Güçlüklerin Katılımcılarda Görülme Sıklığı

Grafik.10 incelendiğinde katılımcılardan 10 kişi ders anlatımı yaparken doğru orantıyı yanılgıya sebebiyet verecek şekilde yanlış tanımlamış yani doğru orantı tanımında hata yapmışlardır. Modül ile öğretim öncesinde 6 katılımcı oran tanımında hata yaparken, 4'er katılımcı oranı bölme tanımlamış ve orantı tanımında hata

yapmışlardır. 3 katılımcı ters orantı tanımında hata yaparken, 1 kişi toplamsal ilişkiyi orantısız ilişki sanma ve 1 kişi orantısız olmayan durumu orantısız ilişki sanma yanılığine sahiptirler. Modül ile öğretim sonrasında katılımcıların ders anlatımlarında herhangi bir yanılığ ve güçlüğe rastlanmamıştır. Tablo 38’de ders videolarının transkriptlerinde kavram yanılığlarının yer aldığı kesitler verilmiştir. (Kesitlerin sonunda, ders anlatım videolarından alındıkları dakika ve saniye verilmiştir).

Tablo 38.

Ders Anlatım Videolarından Elde Edilen Yanılığ ve Güçlüklere Örnekler

Katılımcı	Ders Anlatım Videosu Transkriptinden Kesitler
Yunus	- <i>Önceki derslerde doğru orantıyı işledik, doğru orantı neydi? Bir çokluk artıyorsa, diğer çoklukta aynı oranda artıyorsa, burada doğru orantı var demektir. Ters orantıyı da bugün öğrendik, bir çokluk artıyorsa, diğer çoklukta azalıyorsa ters orantı var demektir. (11:20)</i> Yunus, <u>modül ile öğretim öncesinde doğru orantı ve ters orantı için hatalı ve yanılığya sebebiyet verecek şekilde tanımlar</u> vermiştir.
Özge	- <i>İki çoklukta biri artarken diğeri de artıyorsa veya biri azalırken öbürü de azalıyorsa buna doğru orantı ilişkisi diyorduk. (04:40)</i> Özge, <u>modül ile öğretim öncesinde doğru orantı için hatalı ve yanılığya sebebiyet verecek şekilde tanım</u> vermiştir.
Ozancan	- <i>Orantı neydi? İki çokluğun birbiri arasında orantıydı (0:25)</i> Ozancan, <u>modül ile öğretim öncesinde orantı için hatalı ve yanılığya sebebiyet verecek şekilde tanım</u> vermiştir.
Rabia	- <i>Oran iki niceliği bölme yoluyla karşılaştırmaktır. (03:35)</i> - <i>Orantıda yaptığımız şey çoklukları birbiriyle karşılaştırmaktı. (04:30)</i> - <i>Doğru orantıyı da şöyle tanımlayabiliriz: İki çokluk var elimizde çokluklardan biri artarken diğeri de artıyorsa aynı şekilde yada biri azalırken diğeri de azalıyorsa biz buna doğru orantı diyoruz. (04:50)</i> Rabia, <u>modül ile öğretim öncesinde oranı bölme olarak tanımlamış, orantı ve doğru orantı için hatalı ve yanılığya sebebiyet verecek şekilde tanım</u> vermiştir.

Katılımcıların modül ile öğretim öncesinde yaptıkları ders anlatımlarında yedi farklı yanılığ ile karşılaşmıştır. Bu yanılığlarla modül ile öğretim sonrası yapılan ders anlatımlarında karşılaşılmamıştır. Özellikle oranla ilgili kavramların tanımları modül ile öğretim sırasında farklı etkinliklerle keşfettirilmiştir. Eski tanımlarla ilgili katılımcıların sahip olduğu yanılığların farkına varmaları için yönlendirici sorular sorulmuştur. Ders sonlarında “Öğretmen Olarak Değerlendiriyorum” bölümlerinde, katılımcıların etkinlikleri değerlendirmeleri için sorular sorularak, tanımların ve örneklerin doğruluğu

üzerinde düşünmeleri modül sonrasında yanılığa düşmeden ders anlatımı yapmalarını sağlamıştır diyebiliriz.

4.2.6. Odak Grup Görüşmesinden Elde Edilen Bulgular

Öğretmen adayları ile süreç sonunda odak grup görüşmesi yapılarak, MTS temelli STEM eğitim modülü uygulamasının orantı konusundaki kavram yanlışlarına etkisi ile ilgili sorular sorulmuştur. Tablo 39'da odak grup görüşmesinden kavram yanlışları ile ilgili katılımcıların görüşlerine örnekler sunulmuştur.

Tablo 39.

Odak Grup Görüşmesinin Transkriptinden Kavram Yanlışları ile İlgili Kesitler

Soru: Geçtiğimiz eğitim sürecinin, orantı konusunda sahip olduğunuz kavram yanlışlarınızın giderilmesine nasıl bir etkisi oldu? Örnek vererek açıklar mısınız? Siz bu süreçte orantı konusunda hangi kavram yanlışlarınızın farkına vardınız?

Gülce: *Evet, mesela biz doğru orantı ters orantı kavramlarını tanımlamaya yönelik bir yanlış içerindeydik, ne olduğunu tam olarak bilmiyorduk. Hep şöyle ifade ediyorduk; biri artarken diğeri de artıyorsa doğru orantıdır. Bu eğitimde bir öğretmen olarak kendimizde bunları giderdik. Öğrenciye doğrusu nasıl aktarılır onu da öğrendik bence.*

Sedanur: *Evet Gülay'ın dediği gibi, mesela doğru orantı nedir? Biri artarken diğeri de artar ama biri artarken diğeri de artan veri grubu doğru orantı belirtmeyebiliyor. Öğrenci böyle bir yanlışla karşımıza geldiğinde vereceğimiz cevabı, doğru tanımı öğrendik.*

Sümevra: *Hocam ben mesela oran ve orantının aynı şey olduğunu düşünüyordum. Onların farkını bu eğitimde anladım.*

Ahu: *Hocam ben de doğru orantı ters orantı tanımları ile en başından beri yanlış içindeymişim. Biri artarken diğeri azalıyorsa, bu ters orantıydı değil mi? Yani onları bile karıştırıyordum çünkü ezber. Ama şu an kafamda net artık tanımlar.*

Gülce: *Yani bir öğretmen olarak bile kafamızda tanımlama ile ilgili yanlışlar varmış. Yani bu biraz içler acısı bir durum bizim için bence.*

Sedanur: *Hocam gerçekten fark ediyorsunuz ki çocuk gelip bunu sorabilir yani ve bu tanımla yanlışla sebep oluyorsun ya da her artan şeyi doğru orantı zannedebilir.*

Ahu: *Şu an işçi, havuz problemlerini düşünüyorum, işçi sayısı artarsa saat azalır diyordum. Tamam o zaman buna ters orantı diyelim. Bunu ezberlemişiz ama artık öyle düşünmeyeceğim, bu yanlışmış*

Araştırmacı: *Orantısız olmayan durumlarda vardı modül içerisinde yaptığımız etkinliklerde gördüğümüz, bu eğitim sürecinin orantısız olmayan durumları fark etmenize nasıl bir katkısı oldu?*

Gülce: *Evet onlarda da düşünmeden orantı uygulamıştık.*

Ahu: *Onlarda birlikte düşününce doğrusunu bulabildik, yani tek başına yanlış yapmıştık.*

Sedanur: *Yani Hocam sayılar arasında bir oranın olması orada orantı olacağı anlamına gelmiyormuş. Mesela Meryem'le Ayşe'nin sokak sayıları sorusunda bakıp direkt orantı uygulamak yerine soruda ne dediğini anladık, durumu anlamlandırdık. Hocam bir de bu çocukların zihinsel gelişimi açısından da önemli bir ayrıntı, bir olayı okuyabilme, anlamlandırabilme önemli bir beceri.*

Ahu: *Yani Hocam bu çok temel bir durum ama biz matematik öğretmenliği son sınıftayız ve bu yanlışın daha yeni bu eğitimle farkına vardık. Mesela başka bölümlerde okuyan arkadaşlarımıza sorsak doğru orantı ne diye sorsak diş hekimliği veya tıp okuyan arkadaşlarımız da tanımı yanlış verecek yani herkes yanlış öğrenerek devam ediyor. Bu yanlışların bir an önce giderilmesi lazım.*

Sedanur: *Önce bizim öğrenmemiz lazım.*

Tablo 39’da katılımcılar genellikle oran konusundaki kavramların tanımları ile ilgili yanlışta içinde olduklarını ve orantısız olmayan durumları orantısız durum zannederek çözmeye çalıştıklarını farkına vardıklarını söylemişlerdir. Modül ile öğretim sonrasında bu yanlışlarının giderildiğini, bir öğrencide benzer yanlışlar olursa nasıl doğruya yönlendirebileceklerini öğrendiklerini ifade etmişlerdir. Bu durum diğer veri toplama araçlarından elde edilen bulgularla tutarlıdır. Katılımcılar tespit edilen yanlışlarını ve yanlışlarının giderilme durumlarını bu görüşme içerisinde teyit etmişlerdir.

4.2.7. Öğretmen Adaylarının Orantı Konusundaki Yanlışları ile İlgili Tüm Veri Toplama Araçlarından Elde Edilen Genel Bulgular

Tüm veri toplama araçlarından elde edilen öğretmen adaylarının orantı konusunda sahip oldukları yanlışlar ve güçlüklerin sıklıkları Tablo 40’da verilmiştir.

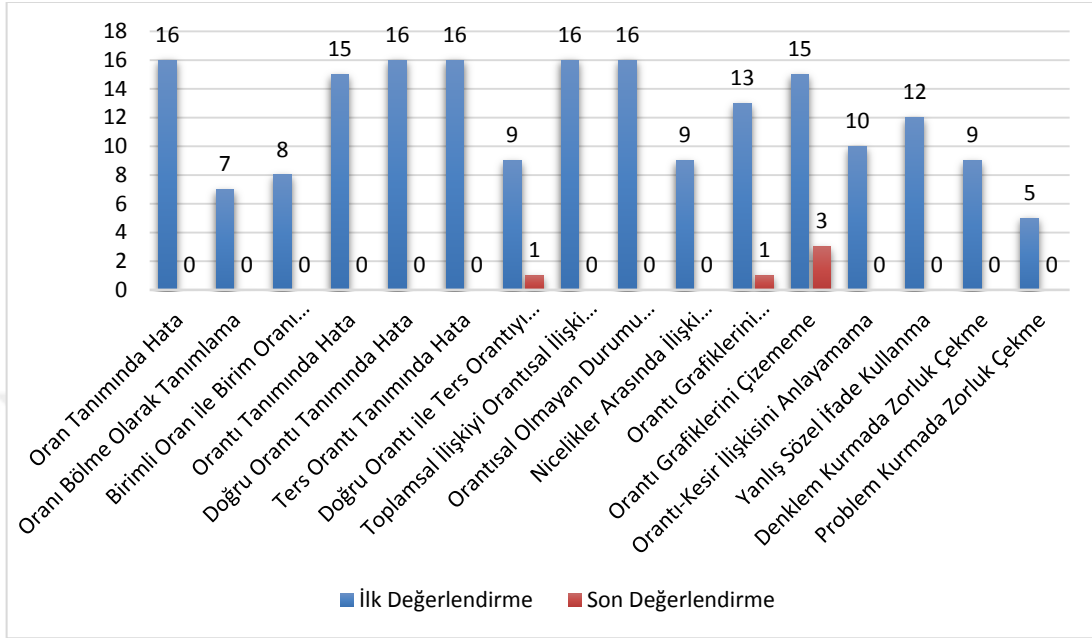
Tablo 40.

Tüm Veri Toplama Araçlarından Elde Edilen Yanlış ve Güçlüklerin Sıklık Tablosu

Yanlış ve Güçlükler	İlk	Son Değerlendirme
	Değerlendirme	
Oran Tanımında Hata	16	0
Oranı Bölme Olarak Tanımlama	7	0
Birimli Oran ile Birim Oranı Karıştırma	8	0
Orantı Tanımında Hata	15	0
Doğru Orantı Tanımında Hata	16	0
Ters Orantı Tanımında Hata	16	0
Doğru Orantı ile Ters Orantıyı Ayırt Edememe	9	1
Toplamsal İlişkiyi Orantısız İlişki Sanma	16	0
Orantısız Olmayan Durumu Orantısız İlişki Sanma	16	0
Nicelikler Arasında İlişki Kuramama	9	0
Orantı Grafiklerini Yorumlayamama	13	1
Orantı Grafiklerini Çizememe	15	3
Orantı-Kesir İlişkisini Anlayamama	10	0
Yanlış Sözel İfade Kullanma	12	0
Denklem Kurmada Zorluk Çekme	9	0
Problem Kurmada Zorluk Çekme	5	0

Tablo 40 incelendiğinde modül ile öğretim öncesinde, katılımcıların neredeyse tamamında oranla ilgili kavramların tanımlarında yanlışta düştükleri ve toplamsal

durumları veya orantısız olmayan durumları orantısız ilişki zannetme yanlışlığına düştükleri görülmektedir. Modül ile öğretim sonrasında hiçbir veri toplama aracında bu yanlışlıklarla karşılaşmamıştır. Tüm yanlışlıkların modül öncesi ve sonrasında tespit edilme dağılımları Grafik 11’de verilmiştir.



Grafik 11. Tüm Veri Toplama Araçlarından Elde Edilen Yanılgı ve Güçlüklerin Değişim Grafiği

Grafik 11’de ilk değerlendirme sütunu olan mavi sütunlar ve son değerlendirme sütunu olan kırmızı sütunların dağılımına bakıldığında katılımcıların sahip oldukları kavram yanlışlarının değişimleri görülmektedir. Katılımcıların neredeyse tamamında modül ile öğretim öncesinde tanımlar ve orantısız olmayan durumları orantısız zannetme yanlışları varken, modül ile öğretim sonrasında bu yanlışların kaybolduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte katılımcıların modül ile öğretim öncesinde çoğunluğu orantı grafikleri ile ilgili yorumlama (13) ve çizme güçlüğü (15) yaşamaktadır. Modül içerisinde yer alan orantı grafikleri ile ilgili etkinlikler yapılmış ve modül sonrasında bu yanlışların büyük oranda giderildiği görülmektedir. Bununla birlikte katılımcıların modül ile öğretim öncesinde oran kavramını ifade ederken (12) ve orantı-kesir ilişkisini tespit ederken (10) güçlük yaşadıkları görülmektedir. Modül ile öğretim sonrasında hiçbir veri toplama aracında katılımcıların bu güçlüklerle karşılaştığı görülmemiştir. Katılımcıların modül ile öğretim öncesinde oran konusu içerisinde bazı kavramları birbirine karıştırdığı tespit edilmiştir. Katılımcılar tanım yaparken veya soru çözerken birim oran ile birimli oranı karıştırırken (8), özellikle bileşik orantı sorularında hangi

niceliklerin doğru hangi niceliklerin ters orantılı olduğunu karıştırdıkları (9) ve bu nedenle yanlış çözüm yaptıkları ortaya çıkmıştır. Bunlar dışında katılımcılardan birden çok orantısal durum içeren problemleri (bileşik orantı problemleri) çözmeleri istendiğinde çözüm için denklem kurmakta güçlük çektikleri (9) tespit edilmiştir. Katılımcılara orantı denklemi verilerek, orantıya uygun problem kurmaları istendiğinde katılımcıların bir kısmının orantıya uygun denklem kurmakta güçlük çektikleri (5) tespit edilmiştir. Modül ile öğretim sonrasında hiçbir katılımcıda ne denklem kurma ne de problem kurma ile ilgili güçlüğü rastlanmamıştır. Tüm veri toplama araçlarında katılımcıların sahip oldukları ilk değerlendirme ve son değerlendirmede tespit edilen yanlış ve güçlükler ayrı ayrı tespit edilmiş ve Tablo 41’de verilmiştir.

Tablo 41.
Katılımcıların Sahip Oldukları Yanlış ve Güçlükler

Katılımcılar	İlk Değerlendirme	Son Değerlendirme
Melisa	Oran Tanımında Hata Oranı Bölme Olarak Tanımlama Birimli Oran ile Birim Oranı Karıştırma Orantı Tanımında Hata Doğru Orantı Tanımında Hata Ters Orantı Tanımında Hata Toplamsal İlişkiyi Orantısal İlişki Sanma Orantısal Olmayan Durumu Orantısal İlişki Sanma Nicelikler Arasında İlişki Kuramama Orantı Grafiklerini Yorumlayamama Orantı Grafiklerini Çizememe Yanlış Sözel İfade Kullanma	
Hicran	Oran Tanımında Hata Oranı Bölme Olarak Tanımlama Orantı Tanımında Hata Doğru Orantı Tanımında Hata Ters Orantı Tanımında Hata Doğru Orantı ile Ters Orantıyı Ayırt Edememe Toplamsal İlişkiyi Orantısal İlişki Sanma Orantısal Olmayan Durumu Orantısal İlişki Sanma Nicelikler Arasında İlişki Kuramama Orantı Grafiklerini Yorumlayamama Orantı Grafiklerini Çizememe Orantı-Kesir İlişkisini Anlayamama Yanlış Sözel İfade Kullanma Denklem Kurmada Zorluk Çekme Problem Kurmada Zorluk Çekme	

Tablo 41.
Katılımcıların Sahip Oldukları Yanılgı ve Güçlükler (devamı)

Katılımcılar	İlk Değerlendirme	Son Değerlendirme
Ozancan	Oran Tanımında Hata Oranı Bölme Olarak Tanımlama Birimli Oran ile Birim Oranı Karıştırma Orantı Tanımında Hata Doğru Orantı Tanımında Hata Ters Orantı Tanımında Hata Doğru Orantı ile Ters Orantıyı Ayırt Edememe Toplamsal İlişkiyi Orantısal İlişki Sanma Orantısal Olmayan Durumu Orantısal İlişki Sanma Nicelikler Arasında İlişki Kuramama Orantı Grafiklerini Yorumlayamama Orantı Grafiklerini Çizememe Orantı-Kesir İlişkisini Anlayamama Yanlış Sözel İfade Kullanma Denklem Kurmada Zorluk Çekme Problem Kurmada Zorluk Çekme	
Semanur	Oran Tanımında Hata Birimli Oran ile Birim Oranı Karıştırma Orantı Tanımında Hata Doğru Orantı Tanımında Hata Ters Orantı Tanımında Hata Toplamsal İlişkiyi Orantısal İlişki Sanma Orantısal Olmayan Durumu Orantısal İlişki Sanma Nicelikler Arasında İlişki Kuramama Orantı Grafiklerini Yorumlayamama Orantı Grafiklerini Çizememe Yanlış Sözel İfade Kullanma Problem Kurmada Zorluk Çekme	
Tuğçenur	Oran Tanımında Hata Orantı Tanımında Hata Doğru Orantı Tanımında Hata Ters Orantı Tanımında Hata Doğru Orantı ile Ters Orantıyı Ayırt Edememe Toplamsal İlişkiyi Orantısal İlişki Sanma Orantısal Olmayan Durumu Orantısal İlişki Sanma Orantı Grafiklerini Yorumlayamama Orantı Grafiklerini Çizememe Yanlış Sözel İfade Kullanma Denklem Kurmada Zorluk Çekme	

Tablo 41.
Katılımcıların Sahip Oldukları Yanılgı ve Güçlükler (devamı)

Katılımcılar	İlk Değerlendirme	Son Değerlendirme
Yeşim	Oran Tanımında Hata	
	Oranı Bölme Olarak Tanımlama	
	Orantı Tanımında Hata	
	Doğru Orantı Tanımında Hata	
	Ters Orantı Tanımında Hata	
	Doğru Orantı ile Ters Orantıyı Ayırt Edememe	
	Toplamsal İlişkiyi Orantısal İlişki Sanma	
	Orantısal Olmayan Durumu Orantısal İlişki Sanma	
	Orantı Grafiklerini Yorumlayamama	
	Orantı-Kesir İlişkisini Anlayamama	
	Yanlış Sözel İfade Kullanma	
	Denklem Kurmada Zorluk Çekme	
Dilan	Oran Tanımında Hata	
	Oranı Bölme Olarak Tanımlama	
	Birimli Oran ile Birim Oranı Karıştırma	
	Orantı Tanımında Hata	
	Doğru Orantı Tanımında Hata	
	Ters Orantı Tanımında Hata	
	Toplamsal İlişkiyi Orantısal İlişki Sanma	
	Orantısal Olmayan Durumu Orantısal İlişki Sanma	
	Nicelikler Arasında İlişki Kuramama	
	Orantı Grafiklerini Yorumlayamama	
	Orantı Grafiklerini Çizememe	
	Orantı-Kesir İlişkisini Anlayamama	
Denklem Kurmada Zorluk Çekme		
Rabia	Oran Tanımında Hata	
	Oranı Bölme Olarak Tanımlama	
	Birimli Oran ile Birim Oranı Karıştırma	
	Orantı Tanımında Hata	
	Doğru Orantı Tanımında Hata	
	Ters Orantı Tanımında Hata	
	Toplamsal İlişkiyi Orantısal İlişki Sanma	
	Orantısal Olmayan Durumu Orantısal İlişki Sanma	
	Orantı Grafiklerini Yorumlayamama	
	Orantı Grafiklerini Çizememe	
	Orantı-Kesir İlişkisini Anlayamama	
	Yanlış Sözel İfade Kullanma	

Tablo 41.
Katılımcıların Sahip Oldukları Yanılgı ve Güçlükler (devamı)

Katılımcılar	İlk Değerlendirme	Son Değerlendirme
Nisa	Oran Tanımında Hata Doğru Orantı Tanımında Hata Ters Orantı Tanımında Hata Doğru Orantı ile Ters Orantıyı Ayırt Edememe Toplamsal İlişkiyi Orantısal İlişki Sanma Orantısal Olmayan Durumu Orantısal İlişki Sanma Orantı Grafiklerini Yorumlamama Orantı Grafiklerini Çizememe Orantı-Kesir İlişkisini Anlayamama Yanlış Sözel İfade Kullanma Denklem Kurmada Zorluk Çekme	*Doğru Orantı ile Ters Orantıyı Ayırt Edememe
Özge	Oran Tanımında Hata Birimli Oran ile Birim Oranı Karıştırma Orantı Tanımında Hata Doğru Orantı Tanımında Hata Ters Orantı Tanımında Hata Toplamsal İlişkiyi Orantısal İlişki Sanma Orantısal Olmayan Durumu Orantısal İlişki Sanma Orantı Grafiklerini Çizememe	
Sonnur	Oran Tanımında Hata Orantı Tanımında Hata Doğru Orantı Tanımında Hata Ters Orantı Tanımında Hata Doğru Orantı ile Ters Orantıyı Ayırt Edememe Toplamsal İlişkiyi Orantısal İlişki Sanma Orantısal Olmayan Durumu Orantısal İlişki Sanma Nicelikler Arasında İlişki Kuramama Orantı Grafiklerini Yorumlamama Orantı Grafiklerini Çizememe Yanlış Sözel İfade Kullanma Problem Kurmada Zorluk Çekme	
Ahu	Oran Tanımında Hata Orantı Tanımında Hata Doğru Orantı Tanımında Hata Ters Orantı Tanımında Hata Toplamsal İlişkiyi Orantısal İlişki Sanma Orantısal Olmayan Durumu Orantısal İlişki Sanma Nicelikler Arasında İlişki Kuramama Orantı Grafiklerini Yorumlamama Orantı Grafiklerini Çizememe Orantı-Kesir İlişkisini Anlayamama	*Doğru Orantı Tanımında Hata, *Orantı Grafiklerini Çizememe, *Orantı Grafiklerini Yorumlamama

Tablo 41.
Katılımcıların Sahip Oldukları Yanılgı ve Güçlükler (devamı)

Katılımcılar	İlk Değerlendirme	Son Değerlendirme
Gülce	Oran Tanımında Hata Oranı Bölme Olarak Tanımlama Birimli Oran ile Birim Oranı Karıştırma Orantı Tanımında Hata Doğru Orantı Tanımında Hata Ters Orantı Tanımında Hata Doğru Orantı ile Ters Orantıyı Ayırt Edememe Toplamsal İlişkiyi Orantısal İlişki Sanma Orantısal Olmayan Durumu Orantısal İlişki Sanma Orantı Grafiklerini Yorumlayamama Orantı Grafiklerini Çizememe Orantı-Kesir İlişkisini Anlayamama Yanlış Sözel İfade Kullanma Denklem Kurmada Zorluk Çekme	
Sümeysra	Oran Tanımında Hata Birimli Oran ile Birim Oranı Karıştırma Orantı Tanımında Hata Doğru Orantı Tanımında Hata Ters Orantı Tanımında Hata Doğru Orantı ile Ters Orantıyı Ayırt Edememe Toplamsal İlişkiyi Orantısal İlişki Sanma Orantısal Olmayan Durumu Orantısal İlişki Sanma Nicelikler Arasında İlişki Kuramama Orantı Grafiklerini Çizememe Orantı-Kesir İlişkisini Anlayamama Yanlış Sözel İfade Kullanma Denklem Kurmada Zorluk Çekme	*Doğru Orantı Tanımında Hata, *Orantı Grafiklerini Çizememe
Sedanur	Oran Tanımında Hata Orantı Tanımında Hata Doğru Orantı Tanımında Hata Ters Orantı Tanımında Hata Toplamsal İlişkiyi Orantısal İlişki Sanma Orantısal Olmayan Durumu Orantısal İlişki Sanma Orantı Grafiklerini Çizememe Yanlış Sözel İfade Kullanma	*Orantı Grafiklerini Çizememe

Tablo 41’de ayrıntılı olarak katılımcıların sahip oldukları yanılgı ve güçlükler verilmiştir. Tabloda ilk değerlendirme sütununda her bir katılımcının modül öncesi uygulanan veri toplama araçları veya MND’de etkinlikler öncesinde tespit edilen yanılgı ve güçlükleri görülmektedir. Son değerlendirme sütununda her bir katılımcının modül sonrası uygulanan veri toplama araçları veya MND’de etkinlikler sonrasında tespit edilen yanılgı ve güçlükleri görülmektedir. İlk değerlendirme sütunlarında her bir

katılımcıda en az 8 yanlış görülürken, son değerlendirme sütunları çoğu katılımcı için boştur. Yalnızca Ahu'nun 10 yanlışından 3 tanesi modül ile öğretim sonrasında da tespit edilmiştir. Bunun dışında, modül ile öğretim sonrasında uygulanan veri toplama araçlarında Sümeyra'nın iki yanlış, Yunus, Sedanur ve Nisa'nın birer yanlış tespit edilmiştir.

Yanlış ve güçlüklerin ilk değerlendirme ve son değerlendirmede tespit edilme sıklıklarının kişi bazında dağılımları Tablo 42'te verilmiştir.

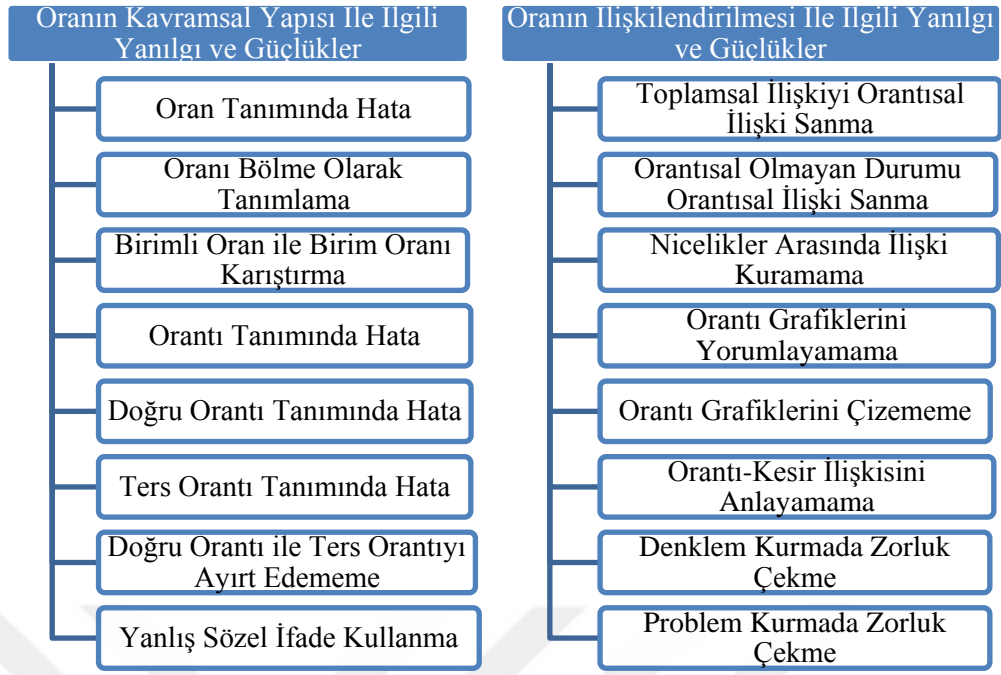
Tablo 42.

Katılımcıların Sahip Oldukları Yanlış ve Güçlüklerin Kişi Bazında Sıklık Tablosu

Katılımcılar	İlk Değerlendirme	Son Değerlendirme
Melisa	12	0
Hicran	15	0
Yunus	12	1
Ozancan	16	0
Semanur	12	0
Tuğçenur	11	0
Yeşim	12	0
Dilan	13	0
Rabia	12	0
Nisa	11	1
Özge	8	0
Sonnur	12	0
Ahu	10	3
Gülce	14	0
Sümeyra	13	2
Sedanur	8	1

Tablo 42 incelendiğinde, ilk değerlendirmelerde yalnızca iki katılımcının sekiz yanlışla sahip olduğu görülürken, 14 katılımcının 10'nun üzerinde yanlışla sahip olduğu görülmüştür. Bir katılımcı (Ozancan) ilk değerlendirmelerde, tespit edilen tüm yanlışlara sahipken, son değerlendirmelerde hiçbir yanlış veya güçlüğü sahip olduğu tespit edilememiştir. Son değerlendirmelerde 11 katılımcının herhangi bir yanlış ve güçlüğü sahip olduğu görülmemiştir. 5 katılımcının ise çoğu yanlışının giderildiği görülmektedir. Son değerlendirmelerde, üç katılımcı birer yanlışına, bir katılımcı iki yanlışına, bir katılımcının üç yanlışına rastlanmıştır.

Tespit edilen tüm yanlış ve güçlükler içerik olarak analiz edildiğinde iki tema altında toplanmıştır.



Şekil 6. Oran-Orantı Konusu ile İlgili Tespit Edilen Yanılgı ve Güçlükler Ait Temalar

Oranın kavramsal yapısı ile ilgili yanılgı ve güçlükler teması; oran-orantı konusundaki kavramların tam olarak anlaşılabilmesi nedeniyle ortaya çıkan yanılgı ve güçlüklerdir. Bu güçlüklerden, oran tanımında hata, oranı bölme olarak tanımlama, birimli oran ile birim oranı karıştırma, orantı tanımında hata, doğru orantı tanımında hata, ters orantı tanımında direkt kavramların anlaşılabilmesinden ötürü tanımlarla ilgili hata yapmaktan kaynaklanmaktadır. Doğru orantı ile ters orantıyı ayırt edememe yanılgısı, birden çok orantısal durum içeren bir problemde, nicelikler arasındaki orantısal durumu tespit edememekten kaynaklanır. Bu hatanın sebebi de doğru orantı ve ters orantı kavramlarının anlaşılabilmesidir. Orantısal durumları ifade ederken, yanlış sözel ifade kullanma yanılgısı oran kavramının çarpımsal ilişkilere dayalı olmasını yani kavramsal yapısına dair yanlış öğrenmelerden kaynaklanır.

Oranın ilişkilendirilmesi ile ilgili yanılgı ve güçlükler; oran-orantı kavramlarını diğer konularla ilişkilendirirken, diğer konuları kullanarak orantısal durumları çözmeye veya ifade etmeye çalışırken, nicelikler arası ilişkileri tespit ederken oranı kavramını yanlış kullanmak ile ortaya çıkar. Toplamsal ilişkiyi orantısal ilişki sanma ve orantısal olmayan durumu orantısal ilişki sanma yanılgıları günlük hayatta veya problem durumları içerisinde nicelikler arasındaki ilişkileri aşırı genelleme yaparak orantısal olarak tanımlamaktan kaynaklanır. Nicelikler arasında ilişki kuramama yanılgısı günlük hayatta veya problem durumları içerisinde nicelikler arasındaki ilişkiyi tespit

edememekten kaynaklanır. Orantı grafiklerini yorumlayamama ve orantı grafiklerini çizememe güçlükleri orantı ile çizgi grafiği konularına ait bilgileri birlikte kullanamamak ve iki konu arasında ilişki kuramamaktan kaynaklanır. Orantı-kesir ilişkisini anlayamama, orantısal bir durumu incelerken kesir konusu ile ilgili bilgileri kullanamamak, kesrin oran anlamını anlayamamak ve iki konu arasında ilişki kuramamaktan kaynaklanır. Denklem kurmakta zorluk çekme yanılgısı, nicelikler arasındaki orantısal durumu ifade ederken denklem konusuna ait bilgileri kullanamamaktan kaynaklanır. Problem kurmakta zorluk çekme yanılgısı, nicelikler arasındaki ilişkinin yanlış tespit edilmesi veya ifade edilmesinden dolayı orantısal bir durumla ilgili yanlış problem kurmaktan kaynaklanır.

4.3. Öğretmen Adaylarının Orantı Konusundaki Pedagojik Alan Bilgilerine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgileri MTS temelli STEM Eğitim Modülü ile öğretim öncesinde, sırasında ve sonrasında farklı ölçme araçları ile değerlendirilmiştir. Toplanan veriler içerik analizine tabi tutularak bulgular elde edilmiş ve yorumlanmıştır. Pedagojik alan bilgisine ait bulgular üç ayrı tema altında değerlendirilmiştir: pedagojik alan bilgisi ile ilgili yaşanan güçlükler ve eksiklikler; ders planı ve ders anlatımlarının aşamaları; öğretim ilke, yöntem, teknikleri ve beceriler. Bu temalara ait kodlar aşağıda verilmiştir. Temalara ait açıklamalar tüm veri toplama araçlarından elde edilen bulgular sunulduktan sonra verilmiştir.

Pedagojik Alan Bilgisi ile İlgili Eksiklikler ve Yaşanan Güçlükler;

- *Belirtilen öğretim yaklaşımı, yöntem ve tekniği doğru kullanamama:* Ders planında belirtilen öğretim yaklaşımı, yöntem ve teknikleri yanlış kullanmak veya planda olmasına rağmen kullanmamak
- *Kazanım bilgisinde eksiklik:* Orantı konusu ile ilgili kazanımların bilgilerinde eksiklik olması
- *Ön bilgileri hatırlatmama:* Derse başlarken hedef kazanımla ilgili olan önceki derslerde öğrenilen kazanımların hatırlatılmaması.
- *Etkinliğin yapılandırıcı yaklaşıma uygun olarak tasarlanmaması:* Ders sırasında yapılan etkinliğin kazanımı keşfettirmek yerine; bilgilerin, tanımların, soru çözümlerinin direkt öğrenciye vermesi; öğrencinin zihninde

kendi şemalarının oluşmasına ve bilginin yapılandırılmasına izin verilmeyecek şekilde etkinlikler yapılmasıdır.

- *Kazanıma uygun değerlendirmenin olmaması:* Ders sonu yapılan değerlendirmenin hedeflenen kazanımı ölçmek yerine başka kazanım veya konularla alakalı olmasıdır.
- *Kazanıma uygun materyalin olmaması:* Kullanılan materyalin hedeflenen kazanımı keşfettirmek yerine başka kazanım veya konuya uygun olmasıdır.
- *Ders sonu tekrar eksikliği:* Ders sonunda öğrenilen bilgileri gözden geçirme, hatırlatma ve tekrar yapılmamasıdır.
- *Yanlış tanım vermek:* Ders içerisinde verilen tanımların yanlış olması veya kavram yanılgısına sebep olacak şekilde öğrenciye verilmesidir.
- *Orantısal durum içeren problemlerin çözümünde soyut stratejileri kullanmak:* Ders sırasında orantısal durum içeren problemleri, içler-dışlar çarpımı veya düz çarpım gibi ezbere dayalı, sorgulama ve akıl yürütme gerektirmeyen stratejiler ile çözmek veya öğrenciye bu şekilde çözmeye teşvik etmek.
- *Kavram yanılgısı, hata ve zorlukları fark edememek:* Ders esnasında veya diğer ölçme araçlarında verilen örnek senaryolardaki öğrencilerin hatalarını fark edememek.
- *Yapılandırmacı yaklaşıma uygun olarak kavram yanılgısı, hata, zorluk ve eksikleri giderememe veya doğru cevapları teşvik edememe:* Öğrencinin konu ile ilgili yaşadığı güçlüğü gidermek için yönlendirici sorularla hatasını fark ettirme ve soyut olmayan orantısal stratejilerle çözüme teşvik etmek yerine, öğrencinin hatasını direkt söylemek veya herhangi bir akıl yürütme olmadan ezbere dayalı çözümleri tek çözüm yolu olarak öğrenciye sunmak.
- *Günlük hayat veya diğer disiplinlerle ilişkilendirme yap(a)mama:* Ders planı yapımında, ders anlatımlarında hedef kazanımı keşfettirmek veya diğer ölçme araçlarında ilgili sorulara cevap vermek için günlük hayatla, diğer disiplin veya konularla ilişkilendirme yapmamak veya yapamamak.

Ders Planlarının ve Uygulamalarının Aşamaları:

- *Derse Giriş:* Derse başlarken ilk 5-10 dakika yapılanlar 3 farklı kod ile tanımlandı:
 - Hazırbulunuşluk için gerekli kazanımları hatırlatma: Derse başlamadan hedef kazanım için gerekli olan hazırbulunuşluk kazanımları hatırlatma için yönlendirici sorular sorma veya etkinliklik yapma
 - Tanılayıcı değerlendirme: Ders başlamadan öğrencilerin hedef kazanımla ilgili neler bildiğini ölçmek için yapılan değerlendirme
 - Dikkat çekme: Derse başlarken hedef kazanımla ilgili dikkat çekme için yapılan etkinlikler (sorular sorma, günlük yaşamla veya diğer derslerle ilişkilendirme, bir materyal kullanma, vb.)
- *Ders Sırası:* Hedef kazanımı keşfettirme, anlamlandırma, derinleştirme için kullanılan 3 farklı kod ile tanımlandı:
 - Kazanımı keşfettirme etkinliği: Kazanımı keşfettirmek için yapılandırıcı paradigmaya uygun şekilde yapılan etkinlikler
 - Orantısal durum içeren problemleri çözme stratejilerinin kullanımı: Kazanımı keşfettirmek veya anlamlandırmak için farklı stratejileri kullanarak orantısal durum içeren problemleri çözerken ezber dayalı olmayan stratejileri kullanma
 - Süreç değerlendirmesi: Ders sırasında öğrencinin gelişimini takip edebilmek için geliştirilen çalışma kağıtları, oyunlar, değerlendirme notları vb.
- *Ders Sonu:* Dersin son 5-10 dakikasında dersi toparlamak için yapılanlar 2 farklı kod ile tanımlandı:
 - Ders sonu tekrar: Dersin sonunda öğrenilenleri, yapılan etkinlikleri, keşfedilen kazanımları tekrar etmek için yapılanlar (soru sorma, açıklama, vb.)
 - Değerlendirme: Dersin bitiminde hedef kazanımın öğrenildiğini anlamak için yapılan değerlendirme (soru çözümü, grup çalışması, test, oyun, vb.)

Öğretim ilke, model, yöntem, teknikler ve beceriler

- *Öğretim İlke, Model, Yöntem ve Teknikler:* Veri toplama araçlarından elde edilen öğretim ilke, yöntem ve teknikler
- *Etkinlik Geliştirme:* Ders planları ve anlatımları için geliştirilen etkinlikler
- *Materyal Kullanımı:* Ders planları ve anlatımlarında kullanılan materyaller

- *İlişkilendirme*: Veri toplama araçlarından elde edilen günlük hayatla, diğer disiplinlerle veya konularla ilişkilendirme ile ilgili öneriler, örnekler, etkinlikler, vb.

Yukarıda verilen temalar, kategoriler ve kodlara ait bulgular ve bulguların yorumları ölçme araçlarına göre sınıflandırılarak sunulmuştur.

4.3.1. Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Formu modül ile öğretim öncesinde ve sonrasında katılımcılara uygulanarak aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.

Pedagojik Alan Bilgisi ile İlgili Eksiklikler ve Yaşanan Güçlükler;

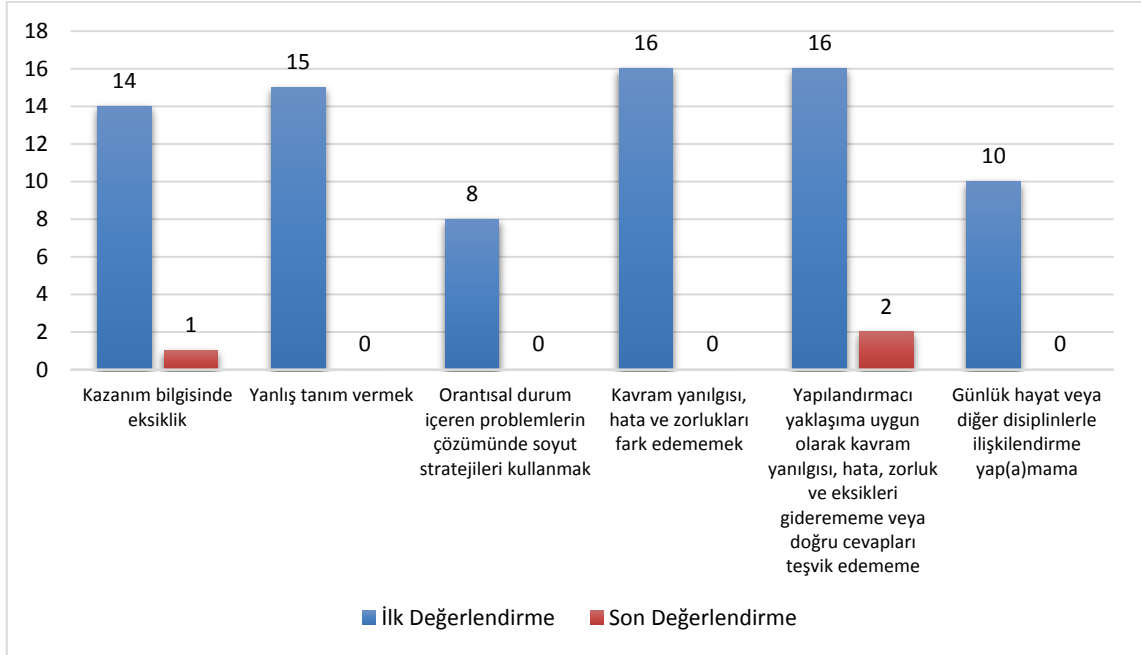
Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda altı soruda bir senaryo içerisinde katılımcılara bir tanım veya soru çözümü verilerek, içerisinde yanlış varsa farkedip, doğru biçimde yönlendirilmeleri beklenmektedir. Bunlar dışında ortaokul orantı kazanımlarına dair bir soru, ilişkilendirme becerisine yönelik iki soru, öğretim yöntem ve teknikleri ile ilgili bir soru ve orantısal akıl yürütme becerisinin nasıl geliştirileceğine dair bir soru sorulmuş ve katılımcıların cevapları analiz edilmiştir.

Tablo 43.

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Pedagojik Alan Bilgisi ile İlgili Eksiklikler ve Yaşanan Güçlüklerin Katılımcılarda Görülme Sıklığı

PAB ile İlgili Eksiklik ve Güçlükler	İlk Değerlendirme	Son Değerlendirme
Kazanım bilgisinde eksiklik	14	1
Yanlış tanım vermek	15	0
Orantısal durum içeren problemlerin çözümünde soyut stratejileri kullanmak	8	0
Kavram yanlışlığı, hata ve zorlukları fark edememek	16	0
Yapılandırmacı yaklaşıma uygun olarak kavram yanlışlığı, hata, zorluk ve eksikleri giderememe veya doğru cevapları teşvik edememe	16	2
Günlük hayat veya diğer disiplinlerle ilişkilendirme yap(a)mama	10	0

Tablo.44 incelendiğinde Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda pedagojik alan bilgisi ile ilgili 6 farklı eksiklik tespit edilmiştir. Bu eksikliklerin modül öncesi ve sonrası değişimi Grafik.12’de verilmiştir.



Grafik 12. Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Pedagojik Alan Bilgisi ile İlgili Eksiklikler ve Yaşanan Güçlüklerin Katılımcılarda Görülme Sıklığı

Tablo 43 ve Grafik.12 incelendiğinde katılımcıların tamamında modül ile öğretim öncesinde kazanım bilgisinde eksiklik tespit edilirken, modül ile öğretim sonrası sadece bir katılımcı kazanım bilgilerini eksik vermiştir. Modül ile öğretim öncesi katılımcıların tamamı hataları farketmekte ve bu yanlışları gidermek için yönlendirme yapmakta güçlük çekmektedir. Modül ile öğretim sonrasında ise katılımcıların tamamı senaryolarda verilen yanlışları farkedirken, sadece iki katılımcı yanlışları doğruya yönlendirirken güçlük çekmektedir. Modül ile öğretim öncesinde 15 katılımcı senaryoda verilen tanım sorusuna yanlış veya eksik cevap verirken, modül ile öğretim sonrasında hiçbir katılımcı bu soruda hata yapmamıştır. Modül ile öğretim öncesinde örnek senaryolarda verilen soruları çözerken sekiz katılımcı ezberci stratejileri kullanırken, modül sonrasında hiçbir katılımcının bu stratejileri kullanarak cevap verdiği görülmemiştir. Tablo 44’te Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan elde edilen *kavram yanlışlığını farkedememe, doğru cevaba yönlendirememe, yanlış tanım verme* eksiklikleri ile ilgili örnekler verilmiştir.

Tablo 44.

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Kavram Yanılgılarını Farkedememe, Doğru Cevaba Yönlendirememe, Yanlış Tanım Verme Eksiklikleri İle İlgili Örnekler

Katılımcı Çözüm

Soru: Ayşe Öğretmen öğrencilerine doğru orantının tanımını sormuş ve bir öğrenciden şöyle bir cevap almıştır:

“İki çokluktan biri artarken diğeri de artıyorsa, çokluklar arasında doğru orantı vardır”

Soru 1) Sizce öğrencinin verdiği bu cevap doğru mudur? Neden?

Soru 2) Eğer cevap doğruysa öğretmen nasıl bir açıklama yaparak cevabı pekiştirmelidir? Eğer cevap yanlışsa öğretmen nasıl bir açıklama yaparak (veya soru sorarak) öğrencileri doğru cevaba yönlendirebilir?

Özge
(Modül ile
Öğretim
Öncesi)

Soru 1) Sizce öğrencinin verdiği bu cevap doğru mudur? Neden?

Yanlıştır. Çünkü aynı oranda artıyor ya da azalmış dememiz.

Soru 2) Eğer cevap doğruysa öğretmen nasıl bir açıklama yaparak cevabı pekiştirmelidir? Eğer cevap yanlışsa öğretmen nasıl bir açıklama yaparak (veya soru sorarak) öğrencileri doğru cevaba yönlendirebilir?

İki çokluktan biri aynı oranda artarken diğeri de aynı oranda artıyor/azalırken diğerini doğruya yönlendirebilir.

Modül ile öğretim öncesinde Özge, soruda verilen doğru orantı tanımının yanlış olduğunu söylemiş fakat, düzeltmek için doğru orantı ile ilgili yanlışya sebep olacak bir tanım vermiştir. Yani Özge modül ile öğretim öncesinde yanılığının nereden kaynaklandığı tespit edememiş, düzeltme için yanlış tanım vererek, doğru yönlendirme yapamamıştır.

Özge
(Modül ile
Öğretim
Sonrası)

Soru 1) Sizce öğrencinin verdiği bu cevap doğru mudur? Neden?

Hayır yanlıştır. Çünkü iki niceliğin aldığı değerlerin oranı sabit bir sayıda eşitse bu ilişkiye doğru orantı denir.

Soru 2) Eğer cevap doğruysa öğretmen nasıl bir açıklama yaparak cevabı pekiştirmelidir? Eğer cevap yanlışsa öğretmen nasıl bir açıklama yaparak (veya soru sorarak) öğrencileri doğru cevaba yönlendirebilir?

Cevap yanlıştır. Öğretmen $x = y + 3$ eşitliğini verir. $y = 1$ için $x = 4$ ise, $y = 2$ için $x = 5$ ise sorulur. Burada x ve y 'nin arttığı halde oranlarında doğru orantı olmadığı fark etmeleri, doğru cevaba ulaşmaları sağlar.

Özge modül ile öğretim sonrasında tanımdaki hatanın nereden kaynaklandığını tespit etmiş, doğru orantının iki niceliğin oranının her zaman sabit bir sayıya eşit olması şeklinde doğru tanımını yapmıştır. Hatanın giderilmesi için değişkenleri birlikte artan toplama içeren bir denklem ile aksine örnek verme metodu kullanmıştır. Özge modül ile öğretim sonrasında sorudaki hatayı farketmiş, doğru tanımları vermiş ve aksine örnek vererek doğru akıl yürütmeyi sağlamıştır.

Tablo 44.

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Kavram Yanılgılarını Farkedememe, Doğru Cevaba Yönlendirememe, Yanlış Tanım Verme Eksiklikleri İle İlgili Örnekler (devamı)

Katılımcı Çözüm

Gülce
(Modül ile
Öğretim
Öncesi)

Soru 1) Sizce öğrencinin verdiği bu cevap doğru mudur? Neden?
Evet doğrudur. Öğrenci doğru orantıda açıklıklardan her ikisinin artmasıyla doğru orantı olacağını biliyordur. Ancak öğrencinin verdiği yanıt eksiktir.

Soru 2) Eğer cevap doğruysa öğretmen nasıl bir açıklama yaparak cevabı pekiştirmelidir? Eğer cevap yanlışsa öğretmen nasıl bir açıklama yaparak (veya soru sorarak) öğrencileri doğru cevaba yönlendirebilir?
Öğrencinin verdiği yanıtın eksikliklerini tamamlamak için "Peki her iki nicelik de orantılı bir şekilde azalıyor ise ne olur?" sorusunu sorarak eksik öğrenmelet tamamlayabilir.

Gülce modül ile öğretim öncesinde öğrencinin tanımının doğru ama eksik olarak tanımlamıştır. Öğrenciyi yönlendirirken, her ikisinin de azalması durumunu sorgulatmaktadır. Fakat tanımdaki yanlışlık buradan kaynaklanmadığından, Gülce modül ile öğretim öncesinde doğru orantı tanımındaki yanlışlığı farkedememiş, yanlış tanım vererek, öğrenciyi doğru şekilde yönlendirememiştir.

Gülce
(Modül ile
Öğretim
Sonrası)

Soru 1) Sizce öğrencinin verdiği bu cevap doğru mudur? Neden?
Hayır yanlıştır. Doğru orantı, iki nicelik değiştiğinde oranları her zaman sabit bir sayıya eşitse doğru orantı vardır denir.

Soru 2) Eğer cevap doğruysa öğretmen nasıl bir açıklama yaparak cevabı pekiştirmelidir? Eğer cevap yanlışsa öğretmen nasıl bir açıklama yaparak (veya soru sorarak) öğrencileri doğru cevaba yönlendirebilir?
Öğrenciye günlük hayattan toplamsal ilişkiye sahip örnekler vererek ve bunlar arasındaki ilişkiyi fark edecek sorularla destekleyerek yönlendirilebilir.

Modül ile öğretim sonrasında Gülce sorudaki doğru orantı tanımındaki yanlışlığı farketmiş ve tanımı doğru biçimde açıklamıştır. Günlük hayattan aksine örnekler ile tanımdaki yanlışlığı keşfettirerek, doğru biçimde yönlendirme yapmıştır.

Yorum

Öğretmen adaylarında yaygın olarak görülen yanlış iki niceliğin birlikte artması veya azalması durumunu doğru orantı zannetmeleridir. Bu durum modül ile öğretim sırasında da ortaya çıkmıştır. Katılımcılara, Özge'nin modül ile öğretim sonrasında yönlendirme için verdiği örneğe benzer olan aksine durumlar ile tanımlarının yanlış olduğunu keşfettirilmiştir. Bazı öğretmen adayları tanımlarına "aynı oranda" ifadesini eklediklerinde tanımın doğru olduğu ifade etmişlerdir. Bunun üzerine bu ifadeyi içeren tanımın kavram yanlışlığına sebebiyet vereceğini keşfetmeleri için tartışma yürütülmüştür. Bu tartışma ve akıl yürütme süreçlerini içeren modül ile öğretim sonrasında katılımcıların genellikle aksine örnek verme metodundan etkilendikleri ve sorudaki yanlışlığı bu yolla gidermek için örnekler verdikleri görülmüştür. Bu durum modül ile öğretimin yalnızca katılımcıların tanımlarındaki yanlışlığı gidermekle kalmayıp, aynı zamanda pedagojik alan bilgisini benzer şekilde etkilediğini göstermektedir.

Tablo 44.

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Kavram Yanılgılarını Farkedememe, Doğru Cevaba Yönlendirememe, Yanlış Tanım Verme Eksiklikleri İle İlgili Örnekler (devamı)

Katılımcı Çözüm

Soru: “Bir sınıftaki kızların sayısının erkeklerin sayısına oranı $\frac{3}{5}$ 'tir. Sınıftaki erkek öğrencilerin sayısı 40 ise kız öğrencilerin sayısı kaçtır?” Aşağıda bu probleme Emre isimli öğrencinin cevabı verilmiştir. Emre'nin verdiği cevap doğru mudur? Orantı türü, tanımını ve çözüm şekli açısından Emre'nin çözümünü irdeleyiniz. Eğer cevapta hata varsa, Emre'ye nasıl bir soru sorarak hatasını farketirirsiniz veya nasıl bir açıklama yaparsınız?

Emre'nin Cevabı: $\frac{3}{5}$ kızların erkeklere oranı ise; $3k+5k= 8k$ olur. $8k=40$ ise $k=5$ olur. Bu durumda kızların sayısı $3k= 3.5= 15$ 'tir.

Rabia

Emre'nin cevabı doğrudur.

(Modül ile Öğretim Öncesi)

Rabia modül ile öğretim öncesinde cevabın doğru olduğunu söyleyerek, sorudaki yanılığın farkında varmamış ve doğru biçimde yönlendirememiştir.

Rabia

(Modül ile Öğretim Sonrası)

Emre bu soruyu yanlış cevaplamıştır. Emre'nin bundaki hatası parça - parça ilişkisini, parça - bütün ilişkisi olarak alıp çözüme gitmesidir. Emre'nin bu hatayı düzeltmesi için parça - parça ilişkisi kurmasına yardımcı olabiliriz. Böylece soruyu doğru cevaplamasını sağlayabiliriz.

Modül ile öğretim sonrasında Rabia cevaptaki yanılığın farkına varmıştır. Yanılığın oran-kesir ilişkisini anlayamamaktan kaynaklandığını tespit edebildiği için yönlendirmesini bu ilişkinin keşfedilmesi üzerine kurmuştur. Rabia modül sonrasında sorudaki yanılığın farkına varmış ve doğru biçimde yönlendirebilmiştir.

Soru: “Ayşe ve Meryem aynı okula giden ve aynı hızda yürüyen iki kuzenlerdir. Bir sabah Meryem, Ayşe'nin okula geç kalacağını düşünerek önceden yola çıkmış, Ayşe de bir süre sonra peşinden çıkmıştır. Meryem 6 sokak yürüdüğünde Ayşe 2 sokak yürümüştür. Meryem 12 sokak yürüdüğünde Ayşe kaç sokak yürümüş olur? (Sokak uzunlukları eşittir)”

Cevap: Meryem 6 sokak yürüdüğünde, Ayşe 2 sokak yürümüşse; Meryem Ayşe'nin 3 katı yürümüştür. O zaman Meryem 12 sokak yürüdüğünde, Ayşe'nin 3 katı olacaktır. $\frac{12}{3} = 4$ sokak yürümüş olur.

Cevap İnceleme, Yönlendirme ve Açıklama:

Dilan

(Modül ile Öğretim Öncesi)

M → 6 12
A → 2 ? cevap doğru ✓

Dilan modül ile öğretim öncesinde cevabın doğru olduğunu düşünerek, toplamsal ilişkiyi doğru orantı kurarak çözmeye çalışmış ve yanılığa düşmüştür. Yanılığa düştüğü için doğru yönlendirmeyi yapamamıştır.

Tablo 44.

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Kavram Yanılgılarını Farkedememe, Doğru Cevaba Yönlendirememe, Yanlış Tanım Verme Eksiklikleri İle İlgili Örnekler (devamı)

Katılımcı Çözüm

Dilan
(Modül ile
Öğretim
Sonrası)

Nihalin verdiği cevap yanlıştır. Aynı hızda yürüyen iki kişiden biri diğerinden önce çıkmıştır. Aralarındaki fark hiç değişmeyecektir.
⇒ Birinin diğerinden önce çıkması neyle sonuçlanır?
⇒ Aralarındaki fark değişirmi?
⇒ Bir süre sonra yürüdükleri yollar farkı değişirmi?

Dilan modül ile öğretim sonrasında cevaptaki yanılığın toplamsal ilişkiyi orantısal ilişki zannetmekten kaynaklandığını tespit etmiştir. Öğrencinin sorudaki toplamsal ilişkiyi keşfederek, hatasının farkına varacağı sorular sorarak doğru şekilde yönlendirme yapmıştır.

Soru: Ali ve Hüseyin aynı tarlaya buğday ekıyorlar. Hüseyin 4 sıra buğday, Ali 6 sıra buğday ekmiştir. Hüseyin'in buğdayları 8 hafta içinde toplanmaya hazır hale geldiyse, Ali'nin buğdayları kaç hafta içinde toplanmaya hazır hale gelir? (Buğdayların gelişimleri soruda verilenler dışındaki diğer faktörlerden (toprak verimliliği, tohum cinsi vb.) etkilenmemiştir.)

Cevap: Hüseyin ile Ali'nin ektiği buğdayların oranı $\frac{4}{6}$ olur. Bu durumda Hüseyin'in ektiği buğdaylar 8 haftada olmuşsa, $\frac{4}{6} = \frac{8 \text{ hafta}}{? \text{ hafta}}$ şeklinde orantı kurulur ve $6 \cdot 8 = 4 \cdot ?$

Denklemini kurulur ve $? = 12$ hafta bulunur.

Cevap İnceleme, Yönlendirme ve Açıklama:

Yunus
(Modül ile
Öğretim
Öncesi)

Bilmiyorum. Yunus modül ile öğretim öncesinde bilmiyorum diyerek, nicelikler arasında hiç ilişki kuramamıştır. Sorudaki kavram yanılgısını farkedememiş ve yanılgıya düşmüştür.

Yunus
(Modül ile
Öğretim
Sonrası)

Cevap doğru değildir. Sıraların eşit olmasından dolayı, toplanma süreleri ve olgunlaşma süreleri aynıdır. Ali'nin buğdayı da 8 hafta içinde olgunlaşır. İki farklı fakstenden miktarları farklı, sayı da fasulye tahımı verilerek deney yapması sağlanır. Öğrencinin doğruya yapararak ulaşması sağlanır.

Yunus modül ile öğretim sonrasında, buğdayların sayısının olgunlaşma zamanı ile ilişkisi olmadığını ifade ederek sorudaki yanılığın farkına varmıştır. Öğrenciye yanılgısını farketirebilmek için fasulye deneyi yaptıracağını söylemiştir. Deney uzun zaman olsa da kalıcı olan bir öğrenme sağlar. Bu nedenle Yunus'un modül ile öğretim sonrasında doğru biçimde yönlendirme yapabildiği söylenebilir.

Tablo 44.

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Kavram Yanılgılarını Farkedememe, Doğru Cevaba Yönlendirememe, Yanlış Tanım Verme Eksiklikleri İle İlgili Örnekler (devamı)

Katılımcı Çözüm

Soru: Cevdet ve Eymen iki koşucudur. Cevdet saniyede 8 metre koşabilirken, Eymen saniyede 2 metre koşabiliyor. Eymen ve Cevdet aynı anda aynı parkuru koşmaya başlıyorlar. Eymen ve Cevdet'in koştuğu mesafe ile ilgili ne söyleyebiliriz?

Cevap: "Cevdet, Eymen'den dört kat fazla koşmuştur."

Cevap İnceleme, Yönlendirme ve Açıklama:

Rabia
(Modül ile
Öğretim
Öncesi)

Cevap yanlıştır. Cevdet Eymen'den 4 kat fazla değil 4 katı kadar koşmuştur. Olmalıdır

Rabia modül ile öğretim öncesinde yanılığın farkına varmıştır, nedenini söylemiş fakat yanılığı gidermek için yönlendirme yapmamıştır. Sadece doğru cevabı vermiştir.

Rabia
(Modül ile
Öğretim
Sonrası)

Cevap İnceleme, Yönlendirme ve Açıklama:
Öğrencinin cevabında "4 kat fazla" ifadesi yanlıştır. Doğru olan cevap ise "Cevdet, Eymen'in 4 katı kadar koşmuştur." olmalıdır. Modelleme yoluyla bu farkı gösterebiliriz

Cevdet Eymen'den 4 kat fazla koşarsa → Eymen 2 metre
Cevdet 8 metre

Cevdet Eymen'in 4 katı kadar koşarsa → Eymen 2 metre
Cevdet 8 metre

Rabia modül ile öğretim sonrasında cevaptaki yanılığın nereden kaynaklandığını söylemiş, gidermek için orantısal çözüm stratejilerinden çubuk-şerit diyagramlarını kullanmıştır. "4 katı kadar" ile "4 kat daha fazla" ifadeleri arasındaki farkı modeller ile göstererek, öğrencinin yanılığının giderilmesi için yönlendirme yapmıştır.

Soru: Zeynep ve Ahmet iki kardeşlerdir. Bir gün anneleri evde yokken Ahmet'in canı annesinin yaptığı tatlıdan istemiştir. Zeynep kardeşi için bu tatlıyı yapacaktır ama Ahmet şerbetinin daha tatlı olmasını istemiştir. Annesi bu şerbeti yapmak için 1 bardak şeker, 2 bardak su kullanmaktadır. Zeynep tatlının şerbeti için 2 bardak şeker ve 4 bardak su kullanmaya karar vermiştir. Sizce Zeynep daha tatlı bir şerbet için doğru miktarda su ve şeker kullanmış mıdır?

Cevap: Evet, Zeynep 1 yerine 2 bardak şeker kullandığı için daha tatlı bir şerbet elde edecektir.

Cevap İnceleme, Yönlendirme ve Açıklama:

Özge
(Modül ile
Öğretim
Öncesi)

Yanlış. Şeker bardaksu oranı aynı olduğu için eşit elde edilir.

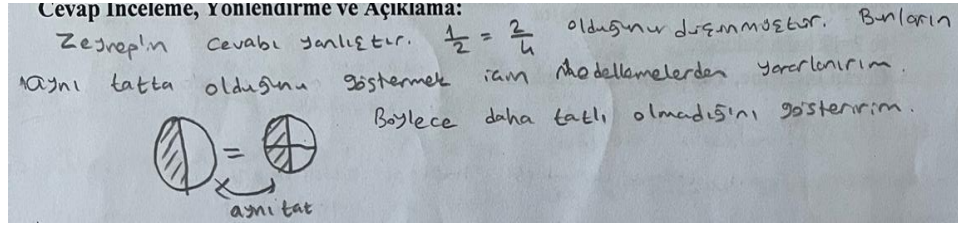
Özge modül ile öğretim öncesinde cevaptaki yanılığı ve nedenini farketmiş fakat yanılığın giderilmesi için herhangi bir açıklama ya da yönlendirme yapmamıştır.

Tablo 44.

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Kavram Yanılgılarını Farkedememe, Doğru Cevaba Yönlendirememe, Yanlış Tanım Verme Eksiklikleri İle İlgili Örnekler (devamı)

Katılımcı Çözüm

Özge
(Modül
Sonrası)



Özge modül ile öğretim sonrasında cevaptaki yanılgıyı ve nedenini farketmiş, öğrenciyi doğru cevaba yönlendirmek için daire modelleri ile parça-bütün ilişkisi görselleştirmiştir.

Yorum

Katılımcılar modül ile öğretim öncesinde pedagojik alan bilgisi ile ilgili yanlış tanım verme, sorudaki kavram yanılgısını farkedememe ve doğru cevaba yönlendirememe gibi güçlükler yaşamaktadır. Modül ile öğretim sonrasında verilen cevaplar incelendiğinde bu yanılgıların giderildiği görülmektedir.

Modül ile öğretim sırasında katılımcılar bu sorularda yer alan yanılgılara düşmüşlerdir. Bu yanılgıların giderilmesi için aksine örnek verme, orantısal stratejileri kullanma gibi yollara başvurulmuştur. Katılımcılara yanılgıları keşfettirildikten sonra eğer sınıflarında benzer yanılgılara sahip öğrenciler olursa ne yapmaları gerektiği sorularak, kendilerine yapılan yönlendirmelere karşı farkındalık kazanmalarını sağlanmıştır. Modül ile öğretim sonrasında katılımcıların yanılgıların farkına vardıkları ve yanılgıların nedenlerini de doğru tespit edebildikleri görülmüştür. Ayrıca katılımcıların yaptıkları yönlendirmeler incelendiğinde, modül ile öğretim sırasında kendi yanılgılarını gidermek için kullanılan yöntemlerden etkilendikleri görülmektedir. Bu açıdan modülün hem katılımcıların yanılgılarını giderdiği, hem de yanılgıyı düzeltmek için yönlendirme yapma konusunda katılımcılara katkı sağladığı söylenebilir.

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Formundan elde edilen, *kazanım bilgisinde eksiklik ve günlük hayat ile ilişkilendirememe* pedagojik alan bilgisi ile ilgili sık karşılaşılan diğer eksiklerdir. Aşağıdaki tabloda bu eksikliklere ve modül sonrasında bu eksikliklerin nasıl giderildiğine dair örnekler verilmiştir.

Tablo 45.

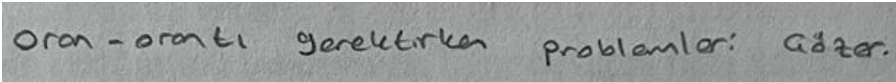
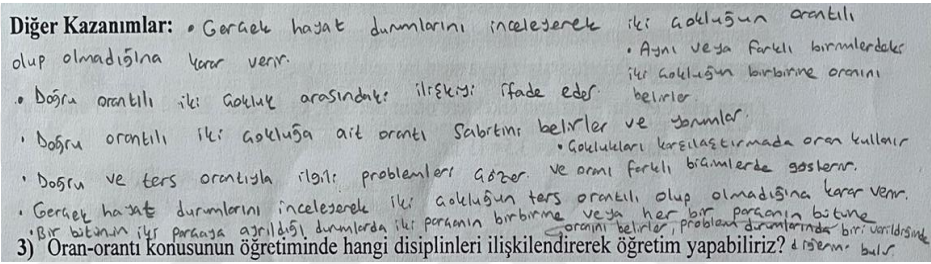
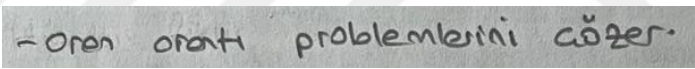
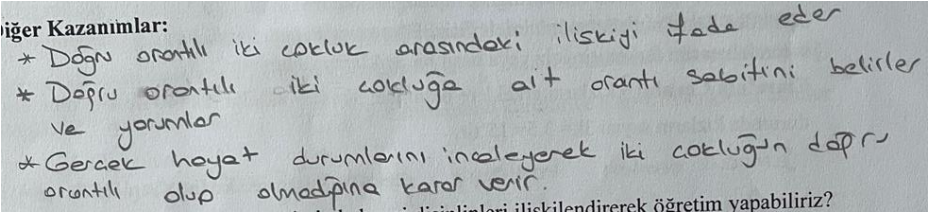
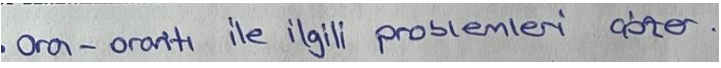
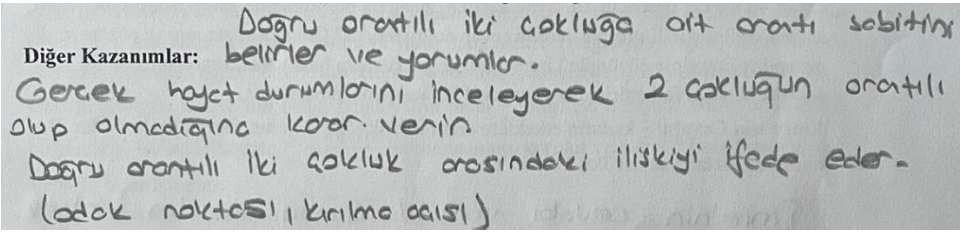
Kazanım Bilgisinde Eksiklik ve Günlük Hayat ile İlişkilendirememe Güçlüklerine Örnekler

Soru: Aşağıda Ortaöğretim Matematik Müfredatında yer alan oran-orantı konusu ile ilgili kazanım örnekleri verilmiştir. Siz de hatırladığınız kadarıyla Ortaöğretim Matematik Müfredatında diğer kazanımları yazınız.

Örnek:

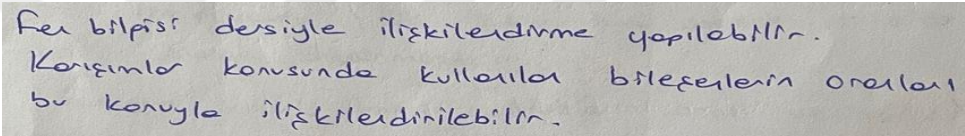
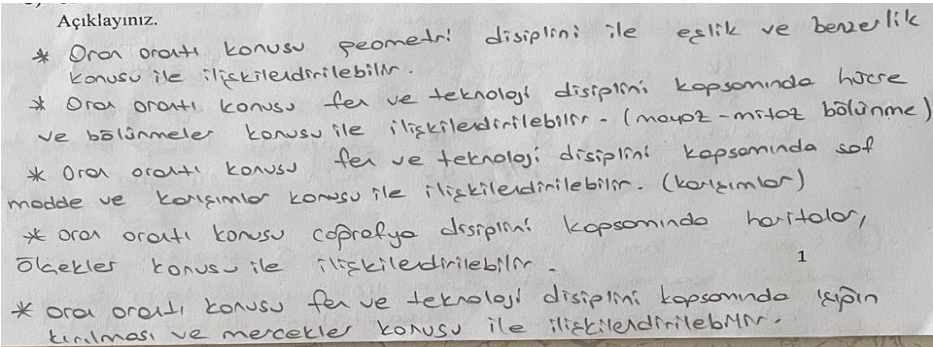
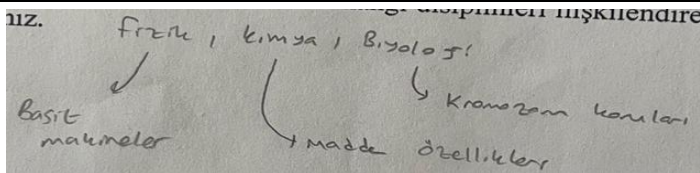
- Oranda çokluklardan birinin 1 olması durumunda diğerinin alacağı değeri belirler.
- Birbirine oranı verilen iki çokluktan biri verildiğinde diğerini bulur.

Diğer Kazanımlar:

Katılımcı	Çözüm
Özge (Modül ile Öğretim Öncesi)	 <p>Özge'nin modül ile öğretim öncesi yazdığı kazanım müfredat yoktur. Yani yazılan kazanım yanlış, diğer kazanımlar da yazılmamıştır.</p>
Özge (Modül ile Öğretim Sonrası)	 <p>Özge modül ile öğretim sonrasında soruda verilen örnek kazanımlar dışında kalan tüm kazanımları yazabilmiştir.</p>
Dilan (Modül ile Öğretim Öncesi)	 <p>Dilan'ın yazdığı kazanım yanlıştır. Modül ile öğretim öncesinde Dilan'ın kazanım bilgisinde eksiklik vardır.</p>
Dilan (Modül ile Öğretim Sonrası)	 <p>Dilan modül ile öğretim sonrasında üç kazanımı doğru olarak yazabilmiştir.</p>
Melisa (Modül ile Öğretim Öncesi)	 <p>Melisa modül ile öğretim öncesi bir tane yanlış kazanım yazabilmiştir.</p>
Melisa (Modül ile Öğretim Sonrası)	 <p>Melisa modül ile öğretim sonrasında üç kazanımı doğru olarak yazabilmiştir.</p>

Tablo 45.

Kazanım Bilgisinde Eksiklik ve Günlük Hayat ile İlişkilendirememe Güçlüklerine Örnekler (devamı)

Katılımcı	Çözüm
Yorum	<p>Modül ile öğretim öncesinde katılımcıların önemli kısmı 7. Sınıf orantı konusundaki kazanım bilgisi konusunda güçlük yaşamaktadır. Modül ile öğretim sonrasında katılımcılar sorudaki örnekler dışında kalan 5 kazanımdan en az 3'ünü doğru şekilde yazabilmişlerdir.</p> <p>Modül ile öğretim sırasında her etkinlik sonunda katılımcılara, “Sizce bu etkinlik hangi kazanımı keşfettirmeyi hedefliyor?” sorusu yöneltilmiş ve onların etkinliğin hedeflediği kazanımı bularak MND'lerine yazmaları istenmiştir. Her ders sonunda “Bu dersin hedef kazanımları neler olabilir?” sorusu yöneltilerek, konu hakkındaki kazanımları araştırmaya, incelemeye yöneltilmişlerdir. Bu yönlendirmeler kazanım bilgilerinde artış yapmak için planlanmıştır ve modül ile öğretim sonrasında yapılan değerlendirmelerde işe yaradığı görülmüştür.</p>
Soru:	Oran-orantı konusunun öğretiminde hangi disiplinleri ilişkilendirerek öğretim yapabiliriz? Açıklayınız.
Sedanur (Modül ile Öğretim Öncesi)	 <p>Modül ile öğretim öncesinde Sedanur karışımlar konusu ile ilişkilendirebileceğini söylemiştir. Sedanur doğru bir ilişkilendirme örneği vermiştir fakat tek bir örnek vermiştir.</p>
Sedanur (Modül ile Öğretim Sonrası)	 <p>Modül ile öğretim sonrasında Sedanur 3 farklı disiplin içerisinde 5 farklı konu ile ilişkilendirme örneği vermiştir. Sedanur'un ilişkilendirme becerisinin arttığı söylenebilir.</p>
Özge (Modül ile Öğretim Öncesi)	 <p>Özge modül ile öğretim öncesinde fizik, kimya, biyoloji disiplinlerinin her biri için bir konu ile ilişkilendirebileceğini söylemiş fakat nasıl bir ilişki kuracağı konusunda ayrıntılı bilgi vermemiştir.</p>

Tablo 45.
Kazanım Bilgisinde Eksiklik ve Günlük Hayat ile İlişkilendirememeye Güçlüklerine Örnekler (devamı)

Katılımcı Çözüm

Özge
(Modül ile
Öğretim
Sonrası)

Fen bilimleri dersi ile ilişkilendirme yaparak öğretim yapabiliriz.
Örneğin akım, gerilim, direnç ilişkilerinden $Gerilim = Akım \times Direnç$ 'tan dolayı gerilim 2 katına arttığında akımın da 2 katına çıkması gerektiğini hatırlatması yapılır.
Karışım konusu anlatılırken herhangi bir tuzlu su miktarı verilir. Tuzlu su için kullanılmış olan su ve tuz miktarları verilir. Başka bir tuzlu su miktarı verildiğinde onun için ne kadar su ve tuzun kullanılması gerektiğinde de kullanıldığı ilişkilendirilir.

Özge modül ile öğretim sonrasında iki farklı ilişkilendirme örneği vermiş ve nasıl ilişkilendirmesi gerektiği hakkında ayrıntılı bilgi vermiştir. Ohm Kanunu ve karışımlar konularında nasıl bir ilişkilendirme olması gerektiği konusunda net bilgiye sahiptir. Özge'nin ayrıntılı bilgilendirmelerine bakılarak, ilişkilendirme becerisinin arttığı söylenebilir.

Tuğçenur
(Modül ile
Öğretim
Öncesi)

Fen Bilgisi - Matematik arasında kütle yoğunluk ilişkilerinden yararlanabiliriz.

Tuğçenur modül ile öğretim öncesinde bir tane ilişkilendirme örneği vermiştir.

Tuğçenur
(Modül
Sonrası)

Örneğin:
* Fen Bilgisi dersinde hız, zaman, yol durumlarıyla ilişkilendirilebilir.
* Fen Bilgisi dersinde konum problemleriyle ilişkilendirilebilir.
* Geometri de dağda eşik benzerlik problemleriyle ilişkilendirilebilir.
* Fen Bilgisi dersinde ışığın kırılması, yansıması konularıyla ilişkilendirilebilir.
* Fen Bilgisi dersinde seri bağlı, paralel bağlı devrelerle ilişkilendirilebilir.
* Fen Bilgisi konular, çarklar ile ilişkilendirilebilir.

Tuğçenur modül ile öğretim sonrasında iki farklı disiplinden 6 farklı ilişkilendirme örneği vermiştir.

Soru: Aşağıda verilen kazanıma uygun ilişkilendirme örneği yazınız.

“Gerçek hayat durumlarını inceleyerek iki çokluğun ters orantılı olup olmadığına karar verir.”

Ahu
(Modül ile
Öğretim
Öncesi)

3 işçi bir işi 3 günde yaparsa,
6 işçi kaç günde yapar?

Ahu modül ile öğretim öncesinde ters orantıya örnek olarak bir işçi problemi vermiştir. İşçi problemi gerçek hayat durumudur fakat hangi niceliklerin ters orantılı olduğu ile ilgili ayrıntılı bilgi vermemiştir.

Ahu
(Modül ile
Öğretim
Sonrası)

Yarıçapı 2 br olan bir dişli çark 8 kere döndüğünde yarıçapı 4 br olan dişli çark kaç tur döner?
Yarıçap ve tur sayısı ters orantılıdır.

Ahu modül ile öğretim sonrasında dişli çarkların kaç tur döndükleri ile ilgili bir problem yazıyor, yarıçap ve tur sayısının ters orantılı olduğunu söyleyerek bir ilişkilendirme örneği vermiştir.

Tablo 45.

Kazanım Bilgisinde Eksiklik ve Günlük Hayat ile İlişkilendirememe Güçlüklerine Örnekler (devamı)

Katılımcı Çözüm

Sonnur
(Modül ile
Öğretim
Öncesi)

Örneğin malatya ile elazığ arasında seyahat ederken hızı arttırsak daha kısa sürede varış noktasına varırız. Ama hızı azaltırsak daha uzun sürede gideceğimize yere ulaşırız. Yani hız ile zaman ters orantılıdır.

Sonnur modül ile öğretim öncesinde ayrıntılı şekilde gerçek hayat durumundan ters orantıya örnek vermiştir. Fakat yalnızca bir örnek vermiştir.

Sonnur
(Modül ile
Öğretim
Sonrası)

→ Genellikle yavaşta hız ile sürenin ters orantılı olduğunu, hızlı sistemlerin ters orantılı olduğunu, akım ile dirençin ters orantılı olduğunu ilişkilendirebilmiştir.
→ Genellikle yavaşta işi yapan kişi sayısı arttıkça işin bitme süresi azalır.
→ Bir ortamında salık sayısı arttıkça salık yemelerinin bitme süresi azalır.

Sonnur modül ile öğretim sonrasında üç farklı gerçek hayat durumunu ters orantı ile ilişkilendirebilmiştir.

Yorum

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda ilişkilendirme becerisi ile ilgili sorulan sorulara verilen cevaplara bakıldığında modül ile öğretim öncesinde katılımcıların, yaygın bilinen konulardan (karışımlar, hız-zaman, işçi problemleri) en fazla bir örnek verebildikleri veya birden fazla örnek verseler de sadece konu ismi verip, orantıyı nasıl ilişkilendirdikleri konusunda ayrıntı vermedikleri tespit edilmiştir.

Modül ile öğretim sonrasında katılımcılar, ilişkilendirme sorularına birden fazla örnek vermiştir. Hangi disiplin içerisinde hangi konuyla nasıl ilişkilendirme yapacağını ayrıntılı belirtmişlerdir. Ayrıca modül içerisindeki etkinliklerde yapılan ilişkilendirmelerden de örnekler vermişlerdir.

Modül ile öğretim içerisindeki tüm etkinlikler ilişkilendirme becerilerini destekleyecek biçimde dizayn edilmiştir. Katılımcılar modül ile öğretim boyunca hem matematik hem fen konularının farklı konularla ve günlük hayatla ilişkilendirildiği örnekler ile hedef kazanımları keşfetmişlerdir. Ayrıntılı ilişkilendirme süreçlerinin, katılımcılara hangi konular ile nasıl ilişkilendirme yapılması gerektiği hakkında katkıda bulunduğu görülmektedir.

Öğretim ilke, model, yöntem, teknikler ve beceriler

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda katılımcılara bir kazanım verilerek, kazanıma uygun öğretim yapılırken yapılandırmacı yaklaşıma uygun olacak hangi öğretim ilke, strateji, yöntem, teknik, model ve beceriler kullanılabileceğine dair soru sorulmuştur. Katılımcılar; soru-cevap, buluş yoluyla

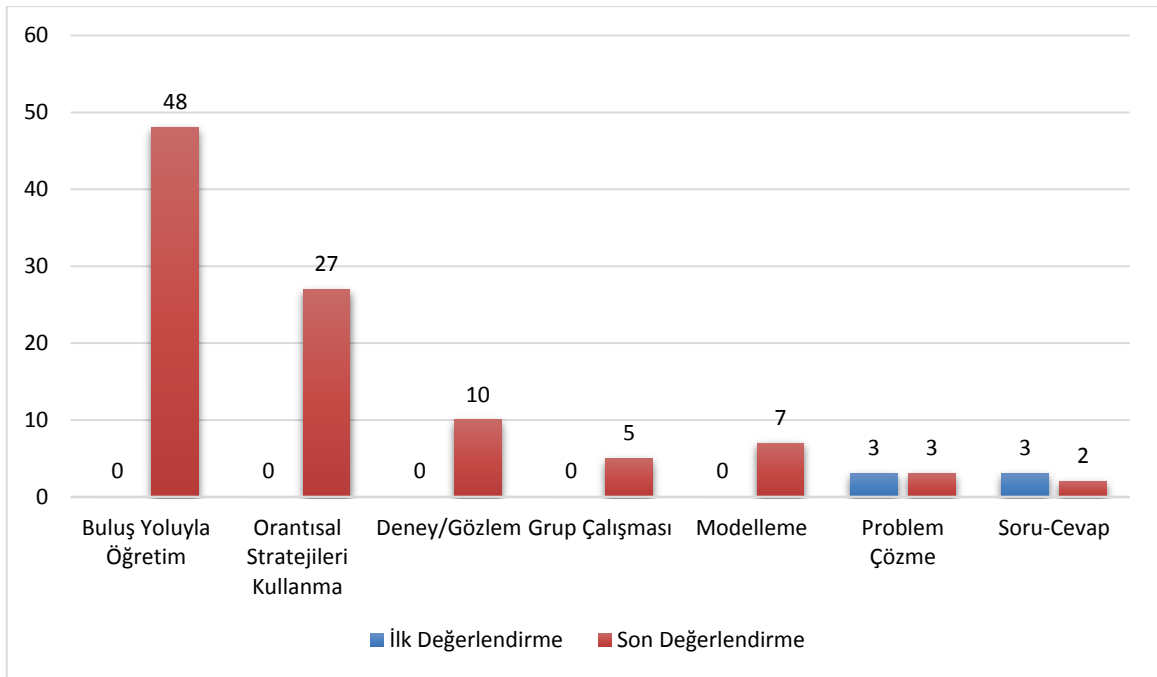
öğretim, orantısal stratejiler, anlatım yöntemi, beyin fırtınası, deney/gözlem, araştırma-inceleme yoluyla öğretim, 5E modeli ile öğretim, yaparak yaşayarak öğrenme, aksine örnek verme, kanıta dayalı akıl yürütme, modelleme, materyal geliştirme, grup çalışması, tartışma, ilişkilendirme, oyunla öğretim, problem çözme, öykü, drama olmak üzere birçok ilke, strateji, yöntem, teknik, model ve beceri ile cevap vermişler. Bu soru dışında katılımcılara senaryo içerisinde verilen kavram yanlışlarını gidermek için nasıl yönlendirme yapılacağı sorulduğunda belirttikleri öğretim ilke, strateji, yöntem, teknik, model ve beceriler olmuştur. Tablo 46'da katılımcıların cevaplarında en çok belirttikleri öğretim ilke, strateji, yöntem, teknik, model ve becerilere ait sıklıklar verilmiştir.

Tablo 46.

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda Elde Edilen Yaygın Öğretim İlke/ Strateji/ Yöntem/ Teknik/ Model/ Becerilerin Sıklık Tablosu

Öğretim İlke/ Strateji/ Yöntem/ Teknik/ Model/ Beceri	İlk Değerlendirme	Son Değerlendirme
Buluş Yoluyla Öğretim	0	48
Orantısal Stratejileri Kullanma	0	27
Deney/Gözlem	0	10
Grup Çalışması	0	5
Modelleme	0	7
Problem Çözme	3	3
Soru-Cevap	3	2

Katılımcılar modül ile öğretim sonrasında en çok buluş yoluyla öğretim yaklaşımını kullanacaklarını belirtmişlerdir. Özellikle yanlışları gidermek için yönlendirici sorularla buluş yoluyla öğrenme yaklaşımı tercih etmişlerdir. Orantısal çözüm stratejileri, yanlışları gidermek ve kazanımları keşfettirmek için modül sonrasında katılımcılar tarafından çok tercih edilmiştir. Grafik 13'te en çok tercih edilen öğretim ilke, strateji, yöntem, teknik, model ve becerilere ait dağılımlar verilmiştir.



Grafik 13. Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda Elde Edilen Yaygın Öğretim İlke/ Strateji/ Yöntem/ Teknik/ Model/ Becerilerin Dağılımı

Grafik 13 incelendiğinde katılımcıların modül ile öğretim öncesi yapılan ilk değerlendirmede buluş yoluyla öğretim yaklaşımına, orantısal çözüm stratejilerini kullanmaya, deney, gözlem gibi tekniklere hiç yer vermedikleri görülmektedir. Katılımcılar öğretim ile ilgili soruları genellikle boş bırakmış ya da soru-cevap, beyin fırtınası, anlatım yöntemi gibi cevaplar vermişlerdir. Tablo 47’de Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formu’ndan elde edilen öğretim ilke, yöntem, teknik, strateji ve modellere örnekler verilmiştir.

Tablo 47.

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda Elde Edilen Yaygın Öğretim İlke/ Strateji/ Yöntem/ Teknik/ Model/ Becerilerine Örnekler

Soru: Yapılandırmacılığa uygun öğretim yapmak isteyen Ali Öğretmen, “Birbirine orantı verilen iki çokluktan biri verildiğinde diğerini bulur” kazanımını öğretmek için hangi öğretim yöntemi ve tekniklerini kullanabilir?

Katılımcı Cevap

Rabia
(Modül ile
Öğretim
Öncesi)

Oyunla öğretim yönteminden yararlanabilir

Rabia modül ile öğretim öncesinde “oyunla öğretim yöntemi” ile öğretim yapılabileceğini söylemiştir. Başka bir öğretim ilke, yöntem veya tekniğinden bahsetmemiştir.

Rabia
(Modül ile
Öğretim
Sonrası)

- Buluş yoluyla öğretim yöntemi kullanılabilir
- farklı disiplinlerle ilişkilendirme yapılabilir mesela fen bilgisi dersi ile ilişkilendirme yapılabilir
- Birim oran stratejisi, ağırlık sayı değeri stratejisi, orantı tabloları stratejisi parça-parça yada parça-bütün stratejisi de kullanılabilir
- Modelleme stratejisi ile somutlaştırarak öğrenmeler sağlanabilir

Rabia modül ile öğretim sonrasında, buluş yoluyla öğretim yaklaşımı ile öğretim yapılabileceği, farklı orantısal çözüm stratejilerinin kullanılabilirliğini ve farklı disiplinlerle ilişkilendirme yapılabileceğini söylemiştir.

Ahu
(Modül ile
Öğretim
Öncesi)

Problem çözme.
Araştırma-inceleme.

Ahu modül ile öğretim öncesinde problem çözme yöntemi ve araştırma-inceleme yaklaşımının kullanılabilirliğini söylemiştir.

Ahu
(Modül ile
Öğretim
Sonrası)

- soru-cevap
- Balık kılıcı
- küçük grup tartışması
- Gözlem
- Beyin fırtınası
- Problem çözme
- Deney
- Vee Diyagramı
- Modelleme
- Parça-parça
- Parça-bütün
- Günlük yaşamla ilişkilendirme yaparak-yasayarak öğrenme

Ahu modül ile öğretim sonrasında, orantı kazanımını yapılandırmacı yaklaşıma uygun biçimde öğretmek için soru-cevap, balık kılıcı, küçük grup tartışması, gözlem, deney, beyin fırtınası, vee diyagramı, modelleme, ilişkilendirme, modelleme ve farklı orantısal çözüm stratejilerinin kullanılabilirliğini belirtmiştir.

Sümevra
(Modül ile
Öğretim
Öncesi)

*Soru-cevap

Sümevra modül ile öğretim öncesinde yalnızca soru-cevap tekniğini kullanabileceğini söylemiştir.

Sümevra
(Modül ile
Öğretim
Sonrası)

- Anlatım
- soru-yanıt
- Grup çalışması
- Gözlem
- Beyin fırtınası
- uygulama - alıştirma
- Problem çözme
- Parça - Bütün

Sümevra modül ile öğretim sonrasında anlatım, soru-cevap, grup çalışması, gözlem, beyin fırtınası, uygulama, farklı orantısal çözüm stratejileri kullanabileceğini belirtmiştir.

Tablo 47.

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda Elde Edilen Yaygın Öğretim İlke/ Strateji/ Yöntem/ Teknik/ Model/ Becerilerine Örnekler (devamı)

Yorum	Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda katılımcılar kazanımı keşfettirmek veya yanılığı gidermek için ilk değerlendirmelerde bir-iki yöntem veya teknik kullanmayı önerirken; modül ile öğretim sonrasında yapılandırmacı yaklaşıma uygun farklı öğretim strateji, yöntem ve tekniklerini kullanmayı önermişlerdir. Bununla birlikte kazanımı keşfettirmek için modül ile öğretim öncesinde orantısal çözüm stratejilerini hiç önermemişken, modül ile öğretim sonrasında orantısal çözüm stratejilerini önermişlerdir. Modül içerisinde tüm öğretim ilke, yöntem ve teknikleri yapılandırma yaklaşıma uygun olarak kullanılmıştır. Her ders sonunda “Öğretmen Olarak Değerlendiriyorum” bölümlerinde ders içerisindeki etkinliklerin yapılandırmacı yaklaşıma uygunluğu katılımcılara sorgulatilmiştir. Katılımcı ders içerisinde hangi öğretim ilke, yöntem ve tekniklerini tespit ettikleri sorulmuş ve MND’lerine not almaları istenmiştir. Bu şekilde katılımcıların modülde kullanılan öğretim ilke, yöntem ve tekniklerine olan farkındalıkları artırılmıştır. Bu durum modül ile öğretim sonrası katılımcıların bir kazanımı keşfettirmek veya bir yanılığı giderebilmek için farklı öğretim yaklaşım, yöntem ve tekniklerini önermelerine katkı sağlamıştır.
-------	---

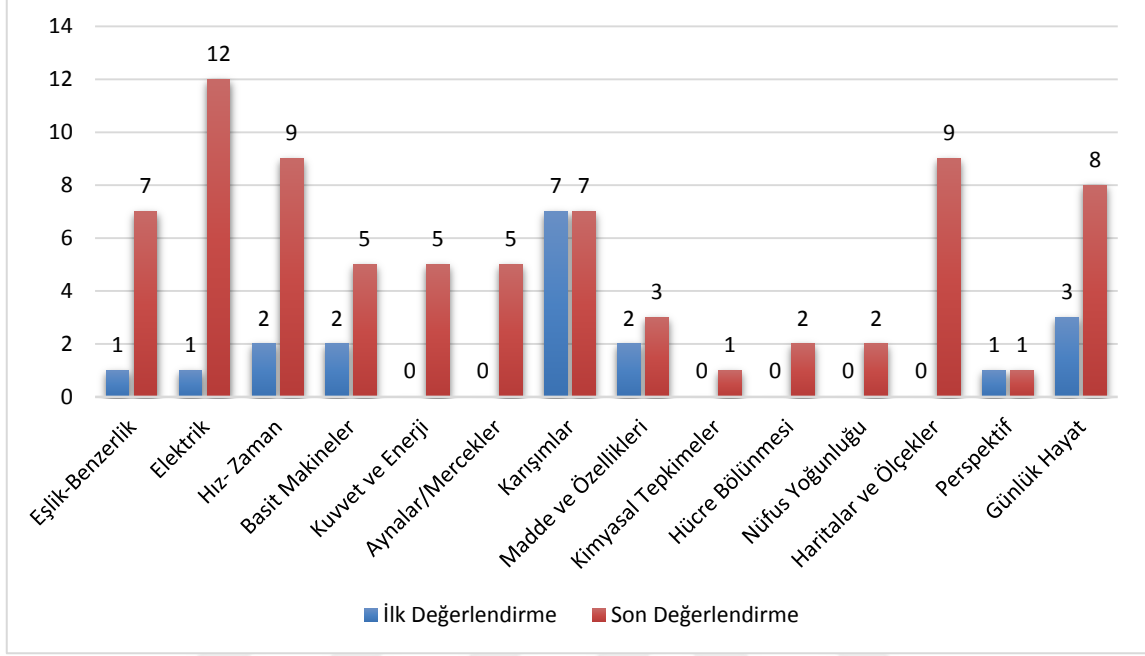
Katılımcılara Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda sorulan ilişkilendirme sorularına katılımcılar orantı konusunu farklı konularla ilişkilendirebileceklerini söylemişlerdir. Tablo 48’de ilişkilendirme için önerilen konuların sıkları verilmiştir.

Tablo 48.

Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda Elde Edilen Konuların İlişkilendirme Sıklık Tablosu

Konu	İlk Değerlendirme	Son Değerlendirme
Eşlik-Benzerlik	1	7
Elektrik	1	12
Hız- Zaman	2	9
Basit Makineler	2	5
Kuvvet ve Enerji	0	5
Aynalar/Mercekler	0	5
Karışımlar	7	7
Madde ve Özellikleri	2	3
Kimyasal Tepkimeler	0	1
Hücre Bölünmesi	0	2
Nüfus Yoğunluğu	0	2
Haritalar ve Ölçekler	0	9
Resim / Perspektif	1	1
Günlük Hayat	3	8
Toplam	19	76

Tablo 48 incelendiğinde modül ile öğretim öncesinde en çok karışımlar konusu ile ilişkilendirme yapmışlardır. Modül ile öğretim sonrasında en çok elektrik konusu ile ilişkilendirilme yapılmıştır. İlişkilendirme konularının dağılımı ile ilgili veriler Grafik 14’te verilmiştir.



Grafik 14. Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formunda İlişkilendirilen Konuların Dağılım Grafiği

Grafik 14 incelendiğinde modül ile öğretim öncesinde en çok karışım konusu ile ilişkilendirdikleri görülmektedir. Modül ile öğretim öncesinde katılımcıların farklı sorularda 19 kez ilişkilendirme örneği verdikleri görülürken, modül ile öğretim sonrasında sorulara 76 kez ilişkilendirme örneği vermişlerdir. Modül ile öğretim sonrasında en çok elektrik konusunda ilişkilendirebileceklerini söylemişlerdir. Elektrik konusunda sonra en çok hız-zaman, haritalar ve ölçekler konusu ile ilişkilendirme yapabileceklerini ifade etmişlerdir. Katılımcılar bu disiplinler dışında günlük hayattan farklı ilişkilendirme örnekleri vermişlerdir. Katılımcıların ilişkilendirme yaptıkları diğer konular; eşlik-benzerlik, karışımlar, basit makineler, aynalar-mercekler, madde ve özellikleri, nüfus yoğunluğu, hücre bölünmesi, kimyasal tepkimeler, perspektif konularıdır.

4.3.2. Öğretmen Adaylarının Hazırladıkları Ders Planları ve Anlatımlarından Elde Edilen Bulgular

Katılımcıların modül ile öğretim öncesi ve sonrasında tasarladıkları ders planları ve ders anlatımları birlikte değerlendirilmiştir. Ders planları ve ders anlatımları, pedagojik alan bilgisi ile ilgili eksiklikler ve güçlükler, ders planı aşamaları temaları altında değerlendirilmiştir. Ayrıca ders içi kazanımı keşfettirmek için planlanan etkinlikler, orantısal durum içeren problemleri çözme stratejilerinin kullanıldığı etkinlikler, ders içinde kullanılan materyaller katılımcı bazında incelenmiştir.

Pedagojik Alan Bilgisi ile İlgili Eksiklikler ve Yaşanan Güçlükler;

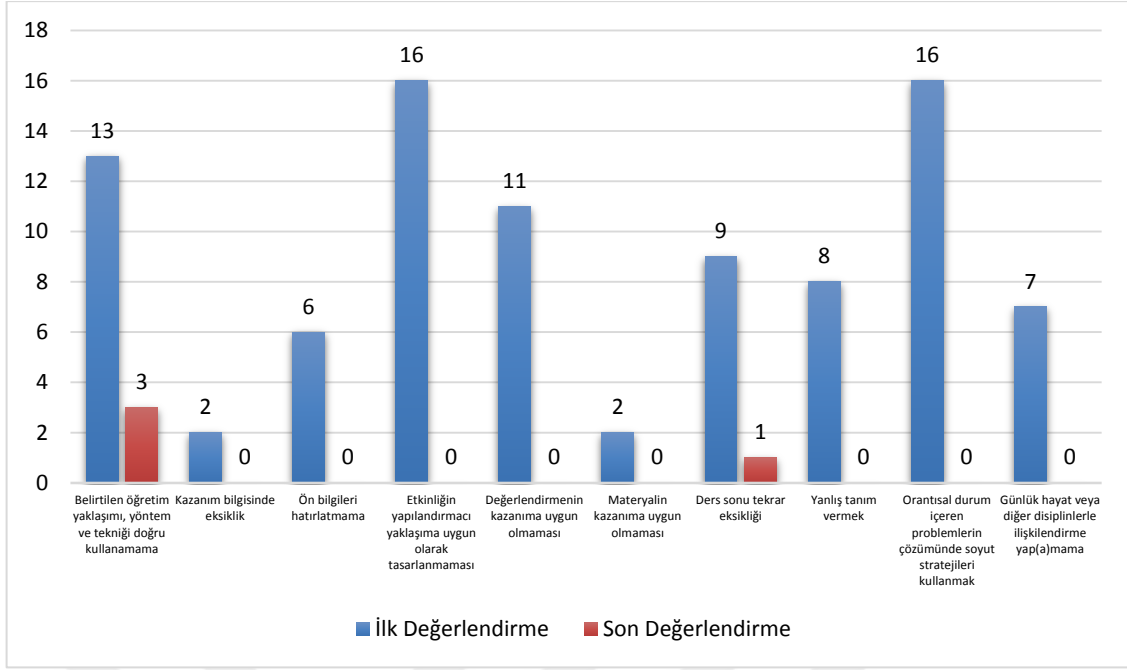
Ders planları ve anlatımlarında modül ile öğretim öncesi ve sonrasında tespit edilen pedagojik alan bilgisi ile ilgili eksiklikler Tablo 49’da verilmiştir.

Tablo 49.

Ders Planları ve Anlatımlarından Elde Edilen Pedagojik Alan Bilgisi ile İlgili Eksiklikler, Güçlüklerin Katılımcılarda Görülme Sıklığı

PAB ile İlgili Eksiklik ve Güçlükler	İlk Değerlendirme	Son Değerlendirme
Belirtilen öğretim yaklaşımı, yöntem ve tekniği doğru kullanamama	13	3
Kazanım bilgisinde eksiklik	2	0
Ön bilgileri hatırlatmama	6	0
Etkinliğin yapılandırmacı yaklaşıma uygun olarak tasarlanmaması	16	0
Değerlendirmenin kazanıma uygun olmaması	11	0
Materyalin kazanıma uygun olmaması	2	0
Ders sonu tekrar eksikliği	9	1
Yanlış tanım vermek	8	0
Orantısal durum içeren problemlerin çözümünde soyut stratejileri kullanmak	16	0
Günlük hayat veya diğer disiplinlerle ilişkilendirme yap(a)mama	7	0

Tablo 49 incelendiğinde ders anlatımlarında pedagojik alan bilgisi ile ilgili 11 farklı eksiklik tespit edilmiştir. Bu eksikliklerin dağılımları Grafik 15’te verilmiştir.



Grafik 15. Ders Anlatımlarından Elde Edilen Pedagojik Alan Bilgisi ile İlgili Eksiklik ve Güçlüklerin Katılımcılarda

Modül ile öğretim öncesinde katılımcıların tamamı yapılan etkinliğin yapılandırıcı yaklaşıma uygun olmaması, orantısız durum içeren problemleri çözerken ezber dayalı stratejileri kullanmak gibi eksiklikler yaşamışlardır. Modül ile öğretim sonrasında bu eksikliklerin tamamen giderildiği görülmüştür. 13 katılımcı modül ile öğretim öncesinde ders planında belirttiği öğretim yöntem ve tekniğini yanlış kullanırken, modül ile öğretim sonrasında yalnızca üç katılımcı ders planında belirttiği öğretim yöntem ve tekniğini yanlış kullanmıştır. 11 katılımcının modül ile öğretim öncesinde yaptıkları değerlendirme soruları hedef kazanımlarına uygun değilken, modül ile öğretim sonrasında hiçbir katılımcının bu eksikliği yaşamadığı tespit edilmemiştir. Modül ile öğretim öncesinde 9 katılımcının ders anlatımında ders sonu tekrar eksikliği, 8 katılımcıda yanlış tanım verme, 7 katılımcıda ilişkilendirme yapamama, 6 katılımcıda ön bilgileri hatırlatmama gibi eksiklikler tespit edilmiştir. Bu eksiklikler modül ile öğretim sonrasında tamamen giderilmişken, yalnızca bir katılımcının ders sonu tekrar yapmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 50.

Belirtilen öğretim ilke, yaklaşım, yöntem, teknik, model ve becerileri yanlış kullanma eksiliği ile ilgili ders planları ve ders anlatımlarından örnekler

Katılımcı	Ders Planından ve Anlatımlarından Kesitler							
Sonnur (Modül ile Öğretim Öncesi)	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Öğretim Yöntemleri: Soru-cevap, beyin fırtınası, düz anlatım, tartışma tekniği</td> </tr> </table> <p>Sonnur modül ile öğretim öncesi hazırladığı ders planında öğretim yöntemleri olarak, soru-cevap, beyin fırtınası, düz anlatım ve tartışma yöntemlerini belirtmiş fakat ders planında ve ders anlatımında yalnızca anlatım yöntemlerini kullanmıştır. Sonnur modül ile öğretim öncesinde planında belirttiği yöntem ve teknikleri doğru kullanmamıştır.</p>		Öğretim Yöntemleri: Soru-cevap, beyin fırtınası, düz anlatım, tartışma tekniği					
Öğretim Yöntemleri: Soru-cevap, beyin fırtınası, düz anlatım, tartışma tekniği								
Sonnur (Modül ile Öğretim Sonrası)	<table border="1"> <tr> <td>Sembolleri:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Öğretme-Öğrenme Yöntem ve Teknikleri:</td> <td>5E ile Öğretim</td> </tr> </table>	Sembolleri:		Öğretme-Öğrenme Yöntem ve Teknikleri:	5E ile Öğretim	<p>Sonnur modül ile öğretim sonrasında planındaki yöntem ve teknik kısmına 5E ile öğretim modelini yazmıştır. 5E ile öğretim bir yöntem veya teknik değil, öğretim modelidir. Fakat modül ile öğretim sonrasında Sonnur 5E ile öğretim modelini doğru şekilde kullanabilmiştir.</p>		
Sembolleri:								
Öğretme-Öğrenme Yöntem ve Teknikleri:	5E ile Öğretim							
Tuğçenur (Modül ile Öğretim Öncesi)	<table border="1"> <tr> <td>Temel Beceriler</td> <td>İletişim, ilişkilendirme, akıl yürütme</td> </tr> </table>	Temel Beceriler	İletişim, ilişkilendirme, akıl yürütme	<p>Tuğçenur modül ile öğretim öncesinde ders planında kullanacağı öğretim yöntem ve tekniklerini yazmamış fakat planında desteklenen temel becerileri belirtmiştir. Fakat bu becerileri geliştirmek için ne ders planında ne de ders anlatımında herhangi bir etkinlik yoktur.</p>				
Temel Beceriler	İletişim, ilişkilendirme, akıl yürütme							
Tuğçenur (Modül ile Öğretim Sonrası)	<table border="1"> <tr> <td>Hedeflenen Yetkinlikler:</td> <td>İletişim, ilişkilendirme, akıl yürütme</td> </tr> <tr> <td>Ünite Kavramları ve Sembolleri:</td> <td>Oran, birim oran</td> </tr> <tr> <td>Öğretme-Öğrenme Yöntem ve Teknikleri:</td> <td>5E ile Öğretim</td> </tr> </table>	Hedeflenen Yetkinlikler:	İletişim, ilişkilendirme, akıl yürütme	Ünite Kavramları ve Sembolleri:	Oran, birim oran	Öğretme-Öğrenme Yöntem ve Teknikleri:	5E ile Öğretim	<p>Tuğçenur modül ile öğretim sonrasında öğretim yöntem ve teknikleri kısmında 5E modeli ile öğretim yapılacağını belirtmiş ve 5E modelinin tüm basamaklarını hem planda hem anlatımda doğru şekilde yerine getirmiştir. Hedeflenen yetkinlikler kısmında belirtilen iletişim, ilişkilendirme ve akıl yürütme becerilerini geliştirme için çeşitli etkinlikler yapmıştır. İletişim becerisini geliştirmek için ders içi etkinlikleri grup çalışması ile yaptırmıştır. Günlük yaşamdan market alışverişi etkinliği ile ilişkilendirme becerisini, orantısal durum içeren problemleri çözümünde farklı stratejiler kullanarak orantısal akıl yürütme becerisini geliştirmeye çalışmıştır. Kısacası modül ile öğretim sonrası Tuğba, planda belirttiği öğretim modelini doğru şekilde kullanmış ve hedeflenen yetkinlikleri doğru biçimde geliştirmeye çalışmıştır.</p>
Hedeflenen Yetkinlikler:	İletişim, ilişkilendirme, akıl yürütme							
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	Oran, birim oran							
Öğretme-Öğrenme Yöntem ve Teknikleri:	5E ile Öğretim							
Sümeysra (Modül ile Öğretim Öncesi)	<table border="1"> <tr> <td>Öğretme-Öğrenme-Yöntem ve Teknikleri</td> <td>İletişim, ilişkilendirme, akıl yürütme</td> </tr> </table>	Öğretme-Öğrenme-Yöntem ve Teknikleri	İletişim, ilişkilendirme, akıl yürütme	<p>Sümeysra modül ile öğretim öncesinde öğretim yöntem ve teknikleri kısmında yöntem ve teknik değil, beceridir. Bu becerileri geliştirmek için ne ders planından ne de anlatımında herhangi bir etkinlik yoktur.</p>				
Öğretme-Öğrenme-Yöntem ve Teknikleri	İletişim, ilişkilendirme, akıl yürütme							

Tablo 50.

Belirtilen öğretim ilke, yaklaşım, yöntem, teknik, model ve becerileri yanlış kullanma eksiliği ile ilgili ders planları ve ders anlatımlarından örnekler (devamı)

Katılımcı	Ders Planından ve Anlatımlarından Kesitler	
Sümeýra (Modül ile Öğretim Sonrası)	Öğretim-Öğrenme-Yöntem ve Teknikleri	Anlatım Soru cevap Grupla öğrenme Yaparak yaşayarak öğrenme
	Sümeýra modül ile öğretim sonrasında öğretim yöntem ve teknikleri kısmında belirttiği anlatım, soru-cevap ve grupla öğrenme yöntem ve tekniklerini doğru olarak kullanmıştır. Bu kısımda belirttiği yaparak yaşayarak öğrenme bir yöntem teknik değil öğretim ilkesidir. Fakat planda yer alan kütüphane ve piyano etkinlikleri bu ilkeye dayanarak gerçekleştirilmiştir. Tüm bunların dışında Sümeýra planını 5E öğretim modeli ile tasarlamış ve bu modelin tüm basamaklarını doğru olarak planlamış ve anlatım gerçekleştirilmiştir.	
Yorum	Modül ile öğretim öncesinde katılımcılar ders planlarında farklı öğretim ilke, yöntem, teknik ve becerileri yazmıştır. Fakat bu yöntem ve teknikler ne planlarda ne anlatımlarda kullanılmamıştır. Planlarda belirtilen becerileri geliştirmek için herhangi bir etkinlik yapılmamıştır. Bunlar dışında katılımcıların öğretim yöntem ve teknikleri ile ilgili yaşadıkları güçlüklerden biri de öğretim ilkelerini, stratejilerini, becerileri veya modellerini yöntem ve teknik olarak belirtmeleridir. Modül ile öğretim sonrasında bu eksiklik ve güçlükler genel olarak rastlanmamıştır. Yalnızca bazı öğretim ilkeleri ve modelleri, yöntem olarak belirtilmiştir. Bunlar dışında hedeflenen becerileri geliştirmek için planda etkinliklere yer verilmiştir. Belirtilen yöntem ve teknikler planlarda ve anlatımlarda doğru kullanılmıştır.	

Ders planlarında karşılaşılan pedagojik alan bilgisi ile ilgili eksiklik ve güçlüklerden birisi de ders içerisinde yapılan etkinliklerin yapılandırıcı yaklaşıma uygun olmaması ya da kazanımı keşfettirecek etkinlikler tasarlanmamasıdır. Tablo 51’de katılımcıların ders planları ve anlatımlarında yer alan kazanımı keşfettirmek için tasarladıkları etkinliklerin listesi verilmiştir.

Tablo 51.
Kazanımı keşfettirmek için yapılandırmacı etkinlikler

<u>Katılımcı</u>	<u>İlk Ders Planı-Ders Anlatımı</u>	<u>Son Ders Planı-Ders Anlatımı</u>
Melisa	Yok	Portakal Suyu
Hicran	Yok	Çamur Yapma
Yunus	Yok	Kronometre ile Hız Takibi
Ozancan	Puding	Puding
Semanur	Yok	Araba Yarışı
Tuğçenur	Yok	Abur-Cubur Alışverişi
Yeşim	Yok	Halaydaki Kişi Sayısı
Dilan	Yok	Kahve Yapma
Rabia	Yok	Oyuncak Müzesi İçin Ev Tasarımı
Nisa	Yok	Çorba Yapalım
Özge	Yok	Limonata
Sonnur	Yok	Baklava Şerbeti
Ahu	Yok	Market Alışverişi
Gülce	Limonata	Limonata
Sümeysra	Yok	Kütüphane
Sedanur	Kayısı Fiyatları	Oralet Yapma

İlk ders planları ve anlatımlarında yalnızca üç öğrencinin etkinlik tasarladığı görülmektedir. Fakat bu etkinlikler de yapılandırmacı yaklaşıma uygun olarak tasarlanmamıştır. Ozancan ilk ders planında doğru orantıyı bu etkinlikle keşfettirmek yerine, doğru orantı tanımını kendisi vermiş, daha sonra puding tarifini vererek, tarifile ilgili sorular çözmüştür. Fakat modül ile öğretim sonrasında doğru orantı tanımını vermek yerine puding etkinliğini dikkat çekecek bir hikaye ile vermiş, tarifteki puding tozu ve sütün miktarını öğrencilere renkli eliş kağıdıyla modelleme yaptırmıştır. Bu etkinlik içerisinde yönlendirici sorular ile doğru orantıyı keşfettirmiştir. Gülce de limonata etkinliği ile benzer bir süreçten geçmiştir. Sedanur ise kazanımı keşfettirmek yerine tanımları verdikten sonra kayısı fiyatlarını soru çözümünde kullanmıştır.

Modül ile öğretim sonrasında ise tüm katılımcılar kazanımı keşfettirmek için yapılandırmacı etkinlikler tasarlamışlardır. Hiçbir katılımcı kazanımla ilgili bilgileri direkt vermemiştir. Modül ile öğretim sırasında yapılan her etkinliğin içerisinde pedagojik alan bilgisi ile ilgili farkındalık oluşturacak yönlendirici sorular vardır.

Özellikle etkinliğin yapılandırıcılığa uygun olup olmadığı sorgulanmıştır. Modül ile öğretim sonrası tüm ders planlarında etkinliklerin yapılandırıcılığa uygun olarak tasarlanması, ders içi sorgulama ve tartışmaların, katılımcıların pedagojik alan bilgilerine katkıda bulunduğunu düşündürmüştür.

Pedagojik alan bilgisi ile ilgili eksikliklerden bir diğeri; orantısal durum içeren problemlerin çözümünde soyut stratejileri kullanmaktır. Katılımcılar modül öncesi ilk ders planları ve anlatımlarında neredeyse tamamen ezbere dayalı soyut stratejileri kullanmışlardır. Modül ile öğretim sonrasında katılımcılar orantısal durum içeren problemlerin çözümünde ezbere dayalı olmayan stratejileri kullanmayı öğrencilere kazandırmak için, etkinlikler tasarlamışlardır. Tablo 52’de orantısal stratejileri kullanmak için tasarlanan etkinliklerin listesi verilmiştir.

Tablo 52.
Orantısal Stratejiler Kullanarak Yapılan Etkinlikler

<u>Katılımcı</u>	<u>İlk Ders Planı- Ders Anlatımı</u>	<u>Son Ders Planı-Ders Anlatımı</u>
Melisa	Yok	Atkı Modeli
Hicran	Yok	Kahvenin Tadı
Yunus	Yok	Direncin Kesit Alanı ve Büyüklüğü
Ozancan	Yok	Duvar Boyası
Semanur	Örnek Çözümleri	Markette Orantı Hesabı
Tuğçenur	Yok	Kartondan Süs Yapma
Yeşim	Yok	Kalemligi Toplayalım
Dilan	Örnek Çözümleri	Bitki Boyu Hesaplama
Rabia	Yok	Sıcak Çikolata Tarifi- Sedef'in Kitapları
Nisa	Yok	Portakal Suyu Tarifi
Özge	Yok	Üçgenin Açılışı-Takı Tasarımı
Sonnur	Örnek Çözümleri	Vücut Kitle Endeksi
Ahu	Yok	Birim Oran Oyunu
Gülce	Yok	Okul Boyama
Sümeyra	Örnek Çözümleri	Piyano Tuşları- Elektrik Hesabı
Sedanur	Yok	Yakıt Tasarrufu

Modül ile öğretim öncesi ilk ders anlatımlarında orantısal durum içeren problemlerin çözümünde soyut olmayan stratejilerin kullanımı örnek soru çözümleri içerisinde birim oran veya ölçek katsayısı stratejilerinin kullanması ile sınırlıdır. Fakat modül ile öğretim sonrasında katılımcılar, sadece soru çözmek için değil, soyut olmayan stratejilerin kullanımını öğrencilere kazandırmak için etkinlikler tasarlamışlardır. Modül

ile öğretim sonrası tüm katılımcılar bu stratejilerin kullanımına önem vermiş ve orantısal durum içeren problemlerin çözümünde soyut stratejileri kullanmamışlardır.

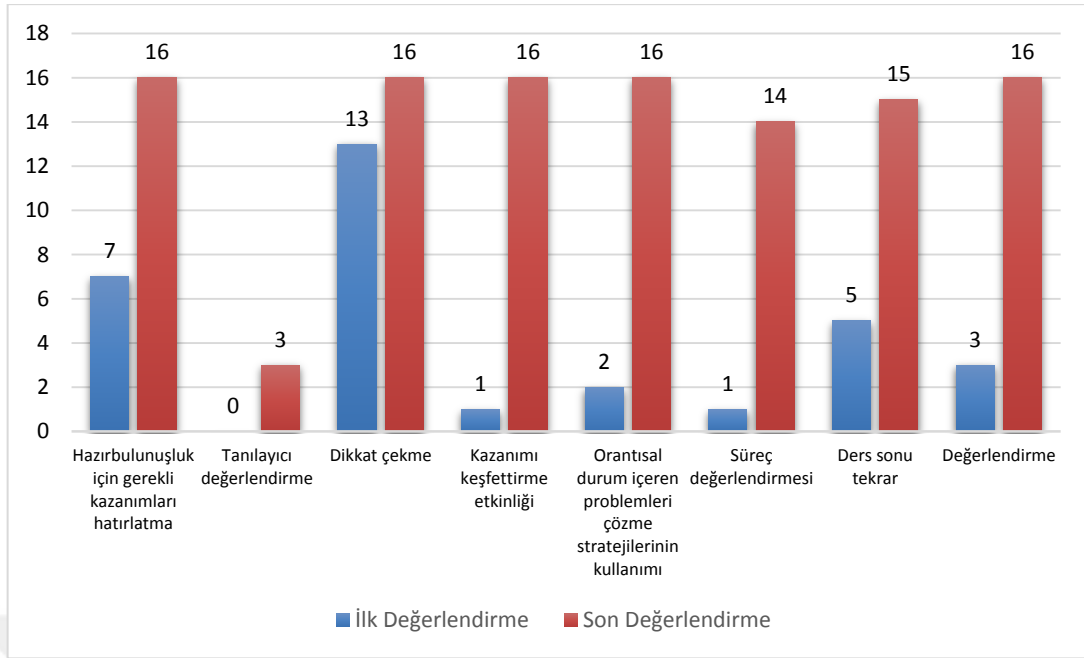
Ders Anlatım Aşamaları:

Katılımcıların ders anlatımları genel olarak 3 kategori ve kategorilerin altında tespit edilen aşamalara ayrılmıştır.

Tablo 53.
Ders Anlatım Aşamalarının Kullanılma Sıklığı

Ders Anlatım Aşamaları		İlk Değerlendirme	Son Değerlendirme
Derse Giriş	Hazırbulunuşluk için gerekli kazanımları hatırlatma	7	16
	Tanılayıcı değerlendirme	0	3
	Dikkat çekme	13	16
Ders Sırası	Kazanımı keşfettirme etkinliği	1	16
	Orantısal durum içeren problemleri çözme stratejilerinin kullanımı	2	16
	Süreç değerlendirmesi	1	14
Ders Sonu	Ders sonu tekrar	5	15
	Değerlendirme	3	16

Katılımcıların ders planları ve anlatımlarını 8 aşamada yaptıkları tespit edilmiştir. Ders planları ve anlatımları tasarlanmasındaki aşamaların değişimini Grafik 16'da verilmiştir.



Grafik 16. Ders Anlatım Aşamalarının Gerçekleştirilme Sıklığı

Modül ile öğretim öncesinde katılımcıların yaptıkları ders planlarının derse giriş aşamasında yalnızca 7 katılımcı hazırbulunuşluk için gerekli kazanımları hatırlatırken, modül ile öğretim sonrasında 16 katılımcı hazırbulunuşluk için gerekli kazanımları hatırlatmıştır. Modül ile öğretim öncesi hiçbir katılımcı derse girişte tanılayıcı değerlendirme yapmazken, modül sonrasında 3 katılımcının tanılayıcı değerlendirme yaptığı tespit edilmiştir. Modül ile öğretim öncesinde derse giriş bölümünde 13 katılımcı dikkat çekme aşamasını gerçekleştirirken, modül ile öğretim sonrasında katılımcıların tamamının dikkat çekme aşamasını gerçekleştirdiği görülmektedir.

Modül ile öğretim öncesinde katılımcılardan yalnızca birinin kazanımı keşfettirmek için bir etkinlik tasarladığı görülürken, modül ile öğretim sonrasında katılımcıların tamamının kazanımı keşfettirmek için bir etkinlik tasarladığı tespit edilmiştir. Modül ile öğretim öncesinde katılımcılardan yalnızca ikisinin orantısal durum içeren problemleri çözerken ezber dayalı olmayan stratejiler kullandığı tespit edilirken, modül ile öğretim sonrasında katılımcıların tamamının bu stratejileri kullanarak öğretimi derinleştirmeyi amaçladıkları görülmektedir. Modül ile öğretim öncesinde yalnızca bir katılımcının süreç değerlendirmesi yaptığı görülürken modül sonrasında 14 katılımcının süreç değerlendirmesine başvurduğu görülmektedir.

Modül ile öğretim öncesinde yalnızca beş katılımcı, ders sonu tekrar yaparken, modül ile öğretim sonrasında 15 katılımcının ders sonu tekrar gerçekleştirdiğini görüyoruz. Bununla birlikte modül ile öğretim öncesinde üç katılımcı ders sonrası

değerlendirme planlamışken, modül ile öğretim sonrası ders planlarının tamamında ders sonu değerlendirme aşaması bulunmaktadır.

Öğretim ilke, strateji, model, yöntem, teknik ve beceriler

Katılımcılar, ders planlarında birçok öğretim ilke, strateji, yaklaşım, model, yöntem, teknik ve becerilerden bahsetmişlerdir. Bunlar; soru-cevap, buluş yoluyla öğretim, orantısal stratejiler, anlatım yöntemi, beyin fırtınası, deney/gözlem, araştırma-inceleme yoluyla öğretim, 5E modeli ile öğretim, yaparak yaşayarak öğrenme, aksine örnek verme, kanıta dayalı akıl yürütme, modelleme, materyal geliştirme, grup çalışması, tartışma, ilişkilendirme, oyunla öğretim, problem çözme, öykü, dramadır. Fakat katılımcılar belirttikleri yöntemlerin hepsini kullanmamışlardır. Tablo 54'te katılımcıların ders planlarında en çok kullandıkları öğretim ilke, strateji, yaklaşım, model, yöntem, teknik ve becerilerin sıklık tablosu verilmiştir.

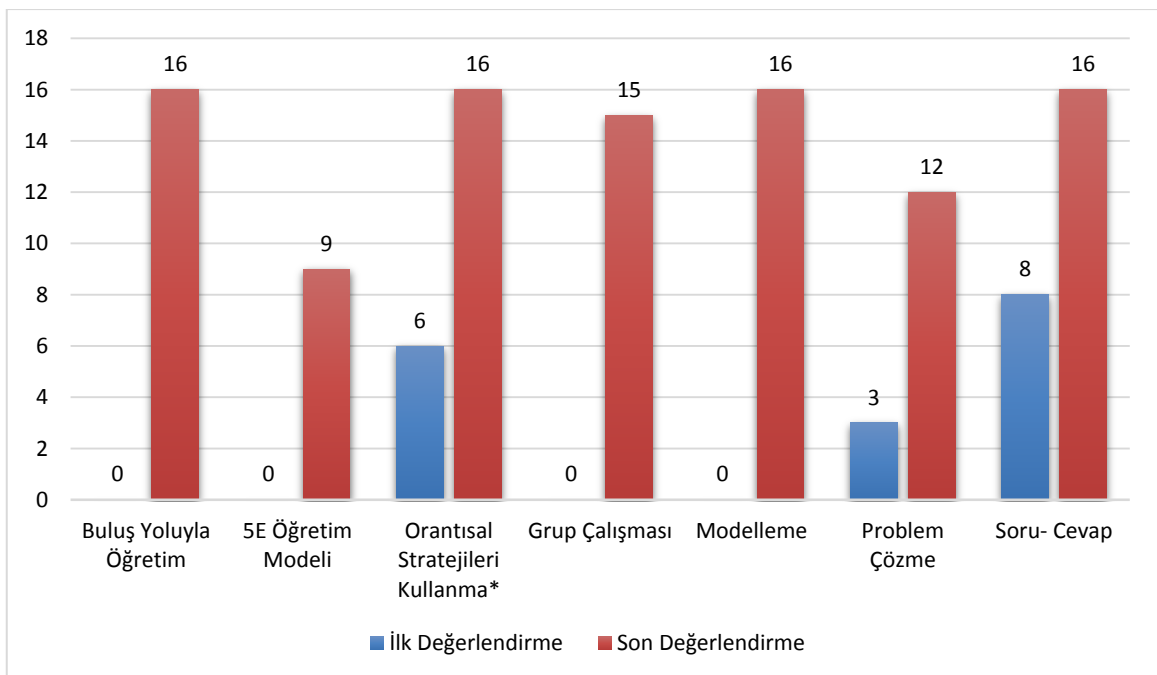
Tablo 54.

Ders Planları ve Anlatımlarında Kullanılan Öğretim İlke, Strateji, Yaklaşım, Model, Yöntem, Teknik ve Becerilerin Sıklık Tablosu

Öğretim İlke/ Strateji/ Yöntem/ Teknik/ Model/ Beceri	İlk Değerlendirme	Son Değerlendirme
Buluş Yoluyla Öğretim	0	16
5E Öğretim Modeli	0	9
Orantısal Stratejileri Kullanma	6	16
Grup Çalışması	0	15
Modelleme	0	16
Problem Çözme	3	12
Soru-Cevap	8	16

Tablo 54 incelendiğinde katılımcıların modül ile öğretim öncesi ilk ders planları ve anlatımlarında buluş yoluyla öğretim stratejisini hiç kullanmazken, modül ile öğretim sonrasında tamamı ders planı ve anlatımlarında bu stratejiye başvurmuşlardır. Modül ile öğretim öncesinde 5E öğretim modelini hiçbir katılımcı kullanamazken, modül sonrasında 9 katılımcı bu öğretim modelini kullanmıştır. Modelleme modül öncesinde hiç kullanılmazken, modül sonrasında tüm katılımcılar tarafından kullanılmıştır. Grup çalışması modül ile öğretim öncesinde hiç kullanılmazken, modül sonrasında neredeyse tüm katılımcılar tarafından kullanılmıştır. Problem çözme modül ile öğretim öncesinde üç katılımcı tarafından kullanılırken, modül ile öğretim sonrası 12 katılımcı tarafından

kullanılmıştır. Soru-cevap tekniği modül ile öğretim öncesinde 8, modül ile öğretim sonrasında 16 katılımcı tarafından kullanılmıştır. Orantısal çözüm stratejileri literatürde yer alan bir öğretim yöntem veya tekniği değildir fakat bu tabloda yer verilmesinin sebebi, öğretim sırasında bu stratejileri kullanarak kazanımları keşfettirme, soru çözme veya beceri kazandırma etkinliklerinin gerçekleştirilmesidir. Orantısal çözüm stratejileri modül ile öğretim öncesinde soru çözümlerinde kullanılmıştır. Fakat modül ile öğretim sonrasında katılımcıların tamamı bu stratejileri kullanılmak için etkinlik tasarlamışlardır. Grafik 17’de ders planları ve anlatımlarında kullanılan öğretim ilke, strateji, yaklaşım, model, yöntem, teknik ve becerilerin dağılımları verilmiştir.



Grafik 17. Ders Planları ve Anlatımlarında Kullanılan Öğretim İlke, Strateji, Yaklaşım, Model, Yöntem, Teknik ve Becerilerin Dağılımları

Grafik 17 incelendiğinde kullanılan öğretim yöntem ve tekniklerinin dağılımları görülmektedir. Modül ile öğretim öncesinde hiç kullanılmazken, sonrasında neredeyse tüm katılımcılar tarafından kullanılanlar; buluş yoluyla öğretim stratejisi, grup çalışması yöntemi, modelleme yaklaşımıdır. Bu strateji, yaklaşım veya yöntemler modül ile öğretim sırasında etkinlikler içerisinde desteklenmiştir. Bu nedenle katılımcıları modül ile öğretim sonrası yaptıkları son ders planlarında modüldeki öğretim tasarımının katkısı görülmektedir.

Katılımcıların ders planları ve ders anlatımlarında dikkat çeken diğer önemli husus materyal kullanımıdır. Tablo 55’te katılımcıların modül ile öğretim öncesi ilk ders

planları ve ders anlatımlarında kullandıkları materyaller ve modül ile öğretim sonrası son ders planları ve ders anlatımlarında kullandıkları materyallerin listesi verilmiştir.

Tablo 55.

Katılımcıların Ders Planları ve Anlatımlarında Kullandıkları Materyallerin Listesi

<u>Katılımcı</u>	<u>İlk Ders Planı-Ders Anlatımı</u>	<u>Son Ders Planı-Ders Anlatımı</u>
Melisa	Tahta, Tebeşir	Tahta, Tahta Kalem, A4 Kağıdı, Renkli Keçeli Kalemler, Cetvel, Makas
Hicran	Tahta, Tebeşir	Tahta, Tahta Kalem, Toprak, Soğuk Su, Kahve, Sıcak Su, Bardak, Karıştırıcı
Yunus Ozancan	Tahta, Tebeşir Tahta, Tebeşir, Slayt Gösterisi	Tahta, Tahta Kalem, Kronometre Tahta, Tahta Kalem, Slayt Gösterisi, Makas, Mavi ve Kahverengi Elişi Kağıtları
Semanur	Tahta, Tebeşir	Tahta, Tahta Kalem, Cetvel, 2 adet Oyuncak Araba, Bisküvi, Çikolata
Tuğçenur	Tahta, Tahta Kalem	Tahta, Tahta Kalem, Çikolata, Bisküvi, Fon Karton, Bant, Makas, Karton
Yeşim	Tahta, Tahta Kalem	Tahta, Tahta Kalem, Kronometre, 30 adet Kalem
Dilan	Tahta, Tahta Kalem	Tahta, Tahta Kalem, Kahve, Sıcak Su, Bardak, Karıştırıcı, Saksı Bitkisi, Cetvel
Rabia	Tahta, Tahta Kalem	Tahta, Tahta Kalem, A4 Kağıdı, Cetvel, Sıcak Çikolata, Sıcak Su, Süt, Bardak, Karıştırıcı
Nisa	Tahta, Tebeşir	Tahta, Tahta Kalem, Hazır Çorba, Sıcak Su, Bardak, Karıştırıcı, Çalışma Kağıdı,
Özge	Tahta, Tahta Kalem	Tahta, Tahta Kalem, Mavi ve Sarı Elişi Kağıtları, Makas, Bardak, Çalışma Kağıdı
Sonnur	Tahta, Tahta Kalem	Tahta, Tahta Kalem, Çalışma Kağıtları
Ahu	Tahta, Tebeşir	Tahta, Tahta Kalem, Birim Oran Oyun Kartları

Tablo 55.
Katılımcıların Ders Planları ve Anlatımlarında Kullandıkları Materyallerin Listesi
(devamı)

<u><i>Katılımcı</i></u>	<u><i>İlk Ders Planı-Ders Anlatımı</i></u>	<u><i>Son Ders Planı-Ders Anlatımı</i></u>
Gülce	Tahta, Tahta Kalem, Slayt Gösterisi, Eğitsel Şarkı	Tahta, Tahta Kalem, Slayt Gösterisi, Eğitsel Şarkı, Çift Sayı Doğrusu Materyali
Sümevra	Tahta, Tebeşir	Tahta, Tahta Kalem, Piyano Materyali
Sedanur	Tahta, Tebeşir	Tahta, Tahta Kalem, Dijital Oyun, Oralet Tozu, Sıcak Su, Bardak, Karıştırıcı

Tablo 55 incelendiğinde, katılımcıların ilk ders planlarında sadece tahta ve tebeşir kullandığı, nadiren powerpoint slaytı kullandıkları görülmüştür. Modül ile öğretim sonrasında kullanılan materyaller incelendiğinde çok çeşitli materyallerin kullanıldığı görülmektedir. Materyallerin değişimine bakarak modül ile öğretim öncesi ders anlatımlarında öğretmen aktif bir öğretim ortamı tasarlanmışken, modül ile öğretim sonrası ders anlatımlarında öğrencinin aktif olduğu, yaparak yaşayarak öğrenme ilkesini destekleyen öğretim ortamları tasarlanmıştır. Katılımcıların tamamı kolayca ulaşılabilir materyaller tercih etmişlerdir. Modül tasarlanırken özellikle dikkat edilen hususlardan birisi de etkinlikler modülü uygulamak isteyen tüm eğitimcilerin kolayca ulaşabileceği materyallerle gerçekleştirilebilmesiydi. Bu durum katılımcıların materyal seçimlerine etki etmiştir, bu nedenle aktif öğrenmeyi destekleyen basit materyallerle gerçekleştirilecek etkinlikler ortaya çıkmıştır.

Tablo 56.

Katılımcıların Modül Sonrasında Yaptıkları Ders Anlatımlarında Kullanılan Materyal Örnekleri

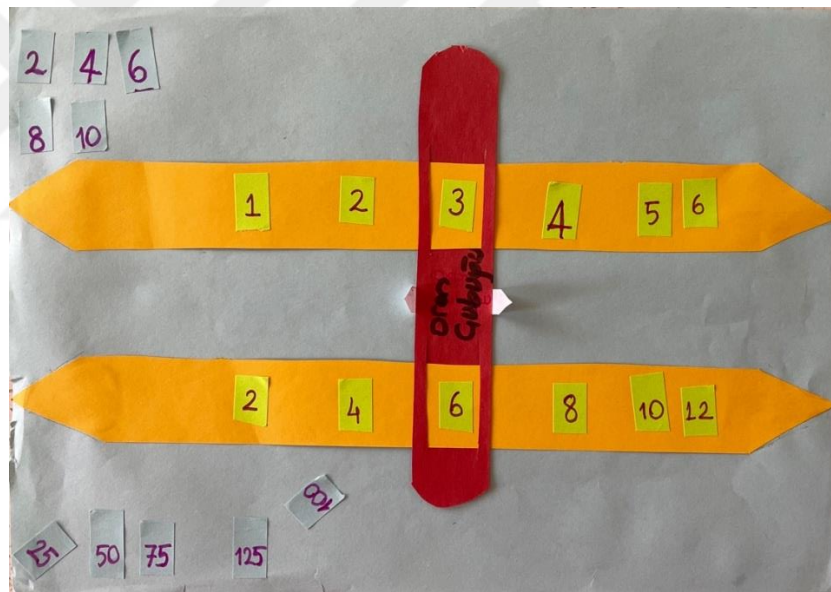
Katılımcı Materyal

Semanur



Semanur orantısız olmayan durumlar ile orantısız olan durumların arasındaki farkı keşfettirmek için kartondan arabalar ile problem durumu oluşturmuştur.

Gülce



Gülce orantı kavramını keşfettirdikten sonra, çift sayı doğrusu stratejisini kullanarak soru çözümü yaptırmak için bir materyal geliştirmiştir. Materyalde sorulara uygun olacak şekilde renkli yapışkanlı kağıtlara sayılar yazmıştır. Bu sayılar problemlerdeki orantılı sayılara göre değiştirilebilir. Yatay sarı çubuklar sayı doğrularını temsil ederken, ortadaki dikey kırmızı çubuk hareket ettirilebilir. Böylece her değişen niceliğin karşısında oran sabitine bağlı olarak farklı bir sayı olacaktır.

Tablo 56.
Katılımcıların Modül Sonrasında Yaptıkları Ders Anlatımlarında Kullanılan Materyal Örnekleri (devamı)

Katılımcı Materyal

Sedanur



Sedanur ders sonu bilgisayar destekli bir materyal kullanarak, internet üzerinden bir eğitsel oyun açmış ve öğrencilerle oyun oynayarak değerlendirme yapmıştır.

Tuğçenur



Tuğçenur birim oranı keşfettirmek için bakkaldan alışveriş yapma etkinliğinde aynı çikolata ve bisküvilerin farklı gramajlarda paketlerini sınıfa getirmiş, bunlar üzerinden birim oran hesabı yapmıştır. Dersin başında bu materyalle dikkatleri çekmiş, etkinlik sonunda sınıfa dağıtarak derse yönelik öğrencileri teşvik etmiştir.

4.3.3. Öğretmen Adaylarının Odak Grup Görüşmelerinden Elde Edilen Bulgular

Katılımcılarla yapılan odak grup görüşmelerinde orantı konusundaki pedagojik alan bilgileri ile ilgili sorular sorulmuştur. Odak grup görüşmelerinin transkriptleri analiz edilmiştir.

Tablo 57.

Odak Grup Görüşmesinin Transkriptinden Pedagojik Alan Bilgisi ile İlgili Kesitler

Soru: Geçtiğimiz eğitim sürecinin, orantı konusundaki pedagojik alan bilgilerinizin gelişimine nasıl bir etkisi oldu? Orantı konusunda yaptığımız ders planı ve ders anlatımlarını göz önünde bulundurarak bu soruyu değerlendirir misiniz? Örneğin ders anlatırken kullandığımız öğretim teknikleri veya orantı çözüm stratejilerinde nasıl değişiklikler oldu? Açıklar mısınız?

Sonnur: İlk ders planında direkt düz anlatımla, kalıp yargularla yanlış içerikli tanımları verip iki örnek çözüp dersi bitiriyordum. Ama son yaptığım tanımda artık orantı konusunda hangi yöntem teknikleri kullanmam gerektiğini biliyordum. İlk ders planının da tüm tanımları kendim vermiştim ama modül sonrasında tanımı öğrencinin bulması için yönlendirdim. Mesela modülden önce, stajda falan da, bir konuyu kavratmak için bir sürü soru çözmeme gerektiğini düşünürdüm ama modülden sonra içerisinde yönlendirici sorularla öğrenciye keşfettirdiğimiz iki tane nitelikli etkinlik o sorulardan daha iyi öğrenme sağlıyor. Böylece vakti de etkili kullanmış oluyoruz.

Nisa: Hocam ilk derste tanımları verip geçtim, ben bile hatırlamıyorum ne anlattığımı unuttum. Ama son hazırladığım planda öğrencinin dikkatini çekmeye çalıştım, tanımları kendileri keşfetsin diye uğraştım. Bu şekilde öğrenci unutmaz, ben kendim de unutmam. Mesela çorba yaptırıp ben derste, benim için de çok eğlenceliydi. Matematik sadece kitapta kalmadığını, günlük hayatın her yerinde olduğunu gördük. Diğer arkadaşların planları için de öyleydi. Yani sınıf bir ara aşçılık okuluna dönmüştü. Limonata, sıcak çikolata falan..

Araştırmacı: Peki bu modül yedinci sınıf öğrencilerine uygulanırsa öğrencilerin kavram yanlışlarının giderir mi ve bu soruya şunu da ekleyelim; bu eğitimden sonra bir öğrencinin kavram yanlışlarını farkederek, doğruya yönlendirebilir misiniz?

Rabia: Kesinlikle Hocam, artık orantı ile ilgili kavram yanlışlarını önce tespit etmek için sorular sorarım veya etkinlikler yaparım. Tespit ettikten sonra gidermek için etkinlikler yaparım. Hatasını keşfetmesi için yönlendiririm.

Araştırmacı: Bu eğitim sürecinde yer alan etkinliklerin, etkinlik geliştirme konusunda size nasıl bir etkisi oldu? Bu konuda kendinizi geliştirdiğinizi düşünüyor musunuz?

Nisa: Tabi Hocam artık etkinlik geliştirmek için hayatın her yerinde orantı arıyorum. Yani internette hazır etkinlik aramaya gerek yokmuş. Yaptığımız etkinlik basit olacak ama anlamlı olacakmış, zorlaştırmaya gerek yok. Bunu anladım.

Rabia: Hocam ben de ilk ders planımla son ders planımdaki etkinlikleri düşünüyorum. İlk planda tanımı verdim soru çözdüm geçtim yani etkinlik yaptığımı zannederken, yapmamışım ama ikinci plandaki oyuncak müzesi için ev tasarımı etkinliğini kendim geliştirdim. Hikayesi kendim oluşturdum. Demek ki kendim artık etkinlik geliştirebiliyorum.

Sonnur: Hocam etkinlik basit, sade ve öz olacakmış. Kendimizi kasmamıza gerek yokmuş.

Araştırmacı: Bu eğitimden sonra yapılandırmacılığa bakış açınız değişti mi? Yapılandırmacılığın okullarda uygulanabileceğini düşünüyor musunuz? Nasıl, açıklar mısınız?

Tablo 57.

Odak Grup Görüşmesinin Transkriptinden Pedagojik Alan Bilgisi ile İlgili Kesitler (devamı)

Sonnur: Hocam biz hep yapılandırmacılık üzerine eğitim aldık ama çok gözümde büyüyordu. Yani hep diyordum nasıl yapılacak, çok zor, öğrenci dinlemez, bu kadar müfredat var, çok zaman alır. Ama bu STEM eğitimi sayesinde yapılandırmacılığın aslında o kadar zor bir şey olmadığını gördüm. Doğru etkinliklerin o kadar da zaman almayacağını gördüm. Yani ben yapılandırmacılıktaki etkinlikler yüzünden öğrenci dersi dinlemez, dersten kaytarır diye düşünüyordum ama öğrenci ders boyunca aktif olacağı için derse ilgili olmak zorunda kalacakmış, biz öyle olduk yani. Eğitim boyunca sürekli meşgulüydük. Biz de bu şekilde yapılandırmacılığı uygularsak hem daha verimli, hem kısa zamanda, hem de kalıcı olacağını düşünüyorum. Yani STEM eğitiminden sonra yapılandırmacılığa bakışım tamamen değişti.

Rabia: Yani Hocam, ilk geldiğimiz senelerde bize hep yapılandırmacılık diyorlardı ama ben mümkün olmadığını düşünüyordum. Hem içinde bulunduğumuz eğitim sistemi, hem zamandan kaynaklı, öğretmen, öğrenci, veli, idareci herkesin karşı olacağını düşünüyordum. Ama aldığımız STEM eğitiminden sonra hem çok iyi bir hazırlık, hem çok iyi bir planlama, mesleki yeterlilik, pedagojik alan bilgisindeki yeterlilik tam olarak sağlanırsa kesinlikle yapılabileceğini düşünüyorum. Bize üniversiteye geldiğimizden beri sürekli yapılandırmacılık deniyor ama yani uygulama görmediğimiz için nasıl yapılacağını bilmiyorduk.

Nisa: Hocam biz bu açıdan şanlıyız çünkü bu eğitimi aldık. Her ders bize yapılandırmacılık deniyordu ama ben de bu anlatılanlar mümkün değil diyordum. Ben kesinlikle yapamam diyordum. Ama bu eğitimden geçtikten sonra “yoo, hayır yapabilirim, çok karışık olmadan düzgün bir programla yapabilirim diye düşünüyorum. Açıkçası öğretmenlik konusunda artık özgüvenli hissediyorum.

Araştırmacı: Bu eğitimde kullanılan MND'nin, matematik öğretimi yaparken ölçme-değerlendirme süreçlerine nasıl bir katkısı olur? Siz öğretim yaparken bu eğitimde kullanılan ölçme-değerlendirme tekniklerini kullanmayı düşünür müsünüz?

Nisa: Hocam, mesela MND gibi bir ölçme değerlendirme aracı kullanmak mükemmel olur o kadar ayrıntılı bir süreci asla unutmazlar. Biz ölçme diyince direk test veriyoruz hadi çözümler bakalım diyoruz. Ama STEM eğitimi sürecinde konuları ders başında sordunuz, ders sonunda sordunuz. Hatta mühendislik tasarım süreci ile ilgili kavramları her ders başta soruyordunuz, ortada soruyordunuz, sonda yine soruyordunuz, unutmak imkansız artık. Değerlendirme sürecinde sürekli tekrarın çok önemli olduğunu gördüm.

Rabia: Bu eğitimden önce değerlendirmenin sadece ders sonunda sorulan sorulardan ibaret olduğunu sanıyordum ama bu eğitimle gördüm ki değerlendirme sürece yayılan bir öğretim elemanıymış. Yani değerlendirme yaparken de bir şey öğretiyormuşuz. MND ile gelişimi sürekli takip edebiliyoruz.

Araştırmacı: Biz bu öğretim sürecinde orantı, açılar ve çizgi grafiği konularını içeren bir modül geliştirdik. Farklı konularda geliştirilmiş MTS temelli modüllerin geliştirilmesi ve uygulanması matematik öğretiminde öğrencilere ve öğretmenlere nasıl bir katkı sağlar?

Sonnur: Hocam özellikle kavram yanılgıları fazla olan konularda bu tarz modüller geliştirilmeli.

Özge: Hocam kesinlikle çok faydası olur. Hatta ben diyorum başka konularda bu şekilde düzenlenen STEM eğitimleri olsa da o konulardaki kavram yanılgılarını farketsem, o konunun nasıl öğretileceğini öğrensem. Böyle bir eğitime katılan öğretmen derslerinde çok daha iyi bir rehber konumuna gelir.

Rabia: Hocam bu kadar geniş kapsamlı hazırlanmış bir modül bizim için çok iyi bir material yani yapılandırmacılığı nasıl uygulayacağımızı bu modüldeki basamakları takip ederek bulabiliriz. Öğretmenler için büyük kolaylık olur, eğitim sistemine de katkı sağlar.

Nisa: Öğretmenler için güzel bir yol haritası olduğunu düşünüyorum.

Katılımcılar, modül öncesinde yalnızca kazanıma ait tanımları verdiklerini ve birkaç soru çözdüklerini, verdikleri tanımların da yanılığın içerdiğini söylemişlerdir. Modül sonrasında yaptıkları anlatımlarda ise tanımları öğrenciye keşfettirmek için etkinlik tasarladıklarını söylemişlerdir. Bu görüşler pedagojik alan bilgisi ile ilgili diğer veri toplama araçlarında elde edilen bulgularla tutarlıdır. Bu görüşler dışında katılımcılar, modül öncesinde bir konuyu öğretmek için çok soru çözmek gerektiğini düşünürken, modül sonrasında nitelikli iki tane etkinliğin o sorulardan daha iyi öğrenme sağlayacağını ve daha az zaman alacağını düşündüklerini söylediler.

Katılımcılar modülün öğrencilerin yanılıklarını giderebileceğini düşünmektedirler. Ayrıca bu eğitim sürecinden sonra bir öğrencinin orantı konusundaki yanılıklarını farkedip giderebileceklerini düşünmektedirler. Bu görüş kavram yanılıklarının giderilmesi ile ilgili elde edilen diğer bulgularla tutarlıdır.

Katılımcılar ders içi etkinlik geliştirme konusunda MTS temelli gerçekleştirilen STEM eğitiminin kendilerini geliştirdiğini düşünmektedirler. Önceden ders planı yapacakken internette hazır plan aradıklarını, etkinliği nasıl geliştireceklerini bilemediklerini ve bu konuda strese girdiklerini belirtmişlerdir. Modül ile öğretim sonrasında ise etkinlik geliştirmenin mantığını anladıklarını etkinliğin hedefe yönelik, basit ve net olması gerektiğini düşündüklerini söylemişlerdir. Katılımcıların birçoğu modül sonrasında ders içi etkinlikleri kendilerinin geliştirdiklerini söylemişlerdir. Bu görüşler, Tablo 52 ve Tablo 52’te verilen ders içi etkinlik listeleri ve ders anlatımlarından elde edilen bulgular ile tutarlıdır. Katılımcılar farklı etkinlikler tasarlayabilmişlerdir.

Katılımcılar eğitim öncesinde yapılandırmacı yaklaşım ile ilgili önyargıları olduğunu, yapılandırmacılığın hem okullarda uygulanamayacağını hem de kendilerinin uygulayamayacağını düşündüklerini söylemişlerdir. Fakat eğitim sonrasında bu görüşlerinin değiştiğini, yapılandırmacılığın aslında o kadar zor olmadığını, bu konuda artık kendilerine güvendiklerini belirtmişlerdir.

Katılımcılar, modül öncesinde değerlendirmenin sadece ders sonunda yapılan, öğrencilere soru veya test vermektense ibaret olduğunu düşündüklerini fakat modül sonunda değerlendirmenin süreç içerisinde de yapıldığını, farklı değerlendirme teknikleri ile öğretime katkı sağlayabileceklerini, değerlendirme ile yapılan tekrarlar sayesinde öğrencide kalıcı öğrenme sağlayabileceklerini öğrendiklerini söylemişlerdir. Bu görüşler ders planları ve anlatımları ile tutarlıdır. Katılımcılar ilk ders planlarında değerlendirmeye önem vermezken, son ders planlarında farklı değerlendirme türlerini

kullanarak öğrenci gelişimini takip etmişlerdir. Ayrıca katılımcılar MND'nin çok önemli bir süreç değerlendirme aracı olduğunu düşünmekte ve öğretmenlikte birkaç yıl tecrübe kazandıktan sonra benzer bir ölçme aracı oluşturarak, öğrencilerinin süreç gelişimlerini bu sayede takip etmeyi isteyebileceklerini söylediler.

Katılımcılar bu çalışmada kullanılan MTS temelli STEM eğitimi modülü gibi farklı konularda modüller olsa, öğretmen olduklarında kullanmak isteyebileceklerini belirtmişlerdir. Özellikle kavram yanlışlarının çok olduğu konularda farklı modüller olmasının öğretmenin işini kolaylaştıracağını, bu modüllerle ellerinde ayrıntılı bir plan olacağını ve daha rahat öğretim yapabileceklerini belirtmişlerdir. Ayrıca katılımcılar bu modül için verilen eğitim gibi, farklı modüllerde de eğitimler verilse katılmak isteyeceklerini, bu eğitimler sayesinde o konulardaki yanlışlarının farkına varıp, yeni öğretim teknikleri öğreneceklerini ifade etmişlerdir.

Katılımcılara, STEM Eğitiminin öğretmen eğitimine katkı sağlayıp sağlamadığı hakkında bir soru sorulmuş ve katılımcıların bu konudaki görüşlerinin ses kayıtlarına ait transkriptlerinden kesitler Tablo 58' da verilmiştir.

Tablo 58.

Katılımcıların STEM Eğitiminin Öğretmen Eğitimine Sağladığı Katkıları Hakkındaki Düşünceleri

Soru: Öğretmen eğitiminde (lisans düzeyinde ve hizmet içi) STEM Eğitim yaklaşımını kullanmanın öğretmen gelişimine nasıl bir etkisi olur? Açıklar mısınız?

Gülce: Hocam, biz bunu arkadaşlarla konuştuk ve keşke dedik bu eğitimi dördüncü sınıfta değil de birinci sınıftan itibaren alsaydık.

Araştırmacı: Sizce bu eğitim süreci ders olarak eğitim fakültesi müfredatına eklenirse faydalı olur mu? Hangi sınıfta ders olarak eklenmeli, neden?

Sümevra: Bence süreç boyunca (lisans eğitimi boyunca) sürekli olmalı, yani bütün hocalar yapılandırmacı eğitim diyo ama nasıl yapılacağını bilmiyoruz ki.

Sedanur: Hocam mesela modülün içerisinde öğretim ilkeleri, yöntem, teknikler, değerlendirmeler, ilişkilendirme, modellemeler, kavram yanlışlarının nasıl giderileceğine yönelik etkinlikler var. Biz bunları farklı eğitim derslerinde teorik olarak alıyoruz. Bu modül aslında bize uygulama örneği olduğu için, birinci sınıftan itibaren uygulama dersi olarak konulabilir.

Ahu: Hocam bence dördüncü sınıfta değil de ikinci sınıfta itibaren iki dönem uygulama dersi olarak almalıyız. Bu sayede son sınıfa gelmeden uygulamaya hakim oluruz.

Katılımcılar, öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM eğitimi almalarına yönelik, her iki gruba da faydalı olacağını fakat öğretmenlerin alışık oldukları sistemi

değiştirmelerinin zor olduğunu düşündükleri söylemişlerdir. Öğretmen adaylarının kesinlikle bu eğitimi almaları gerektiğini, aldıkları teorik eğitim derslerinin nasıl uygulanması gerektiğini modül içerisinde öğrendiklerini söylemişlerdir. Bu nedenle lisans düzeyinde erken sınıflarda uygulama dersi olacak şekilde STEM Eğitimi dersi konulmasını gerektiğini söylemişlerdir.

4.3.4. Modülün Uygulanması ile İlgili Gözlemci Notları

Modülün uygulanması sırasında, dersler bir gözlemci tarafından izlenmiş ve etkinliklerin uygulanması ile ilgili değerlendirme alınmıştır. Gözlemci, araştırmacı tarafından hazırlanmış olan, MTS temelli Geliştirilen STEM Eğitim Modülü Ders Gözlem Formu'nu doldurmuştur. Gözlem formlarının özeti Tablo 59 ve Tablo 60'da verilmiştir.

Tablo 59.

Orantı Dersi İçin Doldurulan Gözlem Formundan Notlar

1) Ders MTS'nin hangi basamağında gerçekleştiriliyor?		
<i>Öğrenme</i>		
2) Ders MTS'nin ilgili basamağındaki görevlere uygun gerçekleştiriliyor mu?		
Evet(x)	Kısmen()	Hayır()
<i>Orantı problemleri çözülerek farklı çözüm stratejileri kazandırılmaya çalışıldı. Orantısız ve orantısız olmayan durumları ayırt edici etkinlikler yapıldı.</i>		
3) Ders içinde günlük hayat problemi öğrenciye hatırlatıldı mı?		
Evet(x)	Kısmen()	Hayır()
<i>Sunulan problem hem öğretmen adayları hem de yedinci sınıf öğrencileri için uygun.</i>		
4) Ders içinde STEM eğitim anlayışına uygun disiplinler arası öğrenme için etkinlikler gerçekleştirildi mi?		
Evet(x)	Kısmen()	Hayır()
<i>Karışım problemleri ve kütle çekim problemleri çözüldü</i>		
5) Ders içinde yapılandırmacı paradigmaya uygun hangi öğretim ilke ve yöntemleri kullanıldı?		
<i>Orantısız stratejiler, modelleme</i>		
6) Derste öğrenci grupları içinde iletişim ve akran öğrenmesi sağlayacak şekilde etkinlikler uygulandı mı?		
Evet(x)	Kısmen()	Hayır()
<i>Önce bireysel cevaplar veriliyor, sonra grup tartışması yapılıyor, en son sınıf tartışması yapılıyor. Bu şekilde iletişim ve akran öğrenmesi sağlanıyor.</i>		

Tablo 59.

Orantı Dersi İçin Doldurulan Gözlem Formundan Notlar (devamı)

7) Ders içinde öğretmen adaylarına konu ile ilgili pedagojik alan bilgilendirmeleri yapıldı mı?	Evet(x)	Kısmen()	Hayır()
<i>Farklı çözüm yollarının, öğrencilerin akıl yürütme becerilerine etkisi vurgulandı. Her öğrencinin farklı öğrenme stilleri olduğu için farklı tekniklerde çözümlerin önemli olduğu söylendi.</i>			
8) Ders ile ilgili diğer gözlemlerinizi nelerdir?			
<i>Gruplara etkinlik kağıtları dağıtıldı. Her bir öğrenciye bir çalışma kağıdı verildi. Sorular aynı zamanda slayta yansıtıldı. Önce bireysel olarak soruya cevap verdiler. Sonra grupta cevapları tartıştılar ve grup cevaplarına karar verip, MND'lerine yazdılar. Gruplar tartışırken araştırmacı rehber konumunda grupları gezdi. Zorluk yaşadıkları zaman cevabı vermek yerine yönlendirici sorular sordu. Bireysel cevaplar ve grup cevapları ayrı kalemlerle yazıldı. Bu yolla bireysel fikirler ve grup fikirleri ayrıştırıldı. Her bir grup cevaplarını sınıfa açıkladı ve araştırmacı cevapları sorgulattı. Tüm grupların cevapları diğer gruplar tarafından tartışıldı. Grupların kullandıkları stratejileri neden kullandığı, diğer stratejileri neden kullanmadıklarını sorguladılar. Bir öğrenci tahtaya çıktı ve kullanılmayan stratejilere yönlendirilerek farklı çözümlere ulaşması sağlandı. Bu sırada tüm sınıftan çözümle ilgili yorum alındı ve gruplar sürece dahil edildi. Sorulan sorular günlük yaşamla ilgili ve farklı çözüm yollarına sahip. Öğrencilere farklı çözüm yöntemlerinin neden önemli olduğu sorgulatıldı. Öğrencilerin akıl yürütme becerilerini geliştirmek için farklı çözümlerin önemi üzerinde duruldu bu sayede katılımcıların pedagojik alan bilgileri geliştirildi. Ders sonunda öğrenilenler tekrar edildi. Öğrenilenlerim mühendislik probleminde kullanılacağı yer sorgulatıldı. Öğretmen olarak dersin yapılandırıcılığa uygunluğu sorgulatıldı.</i>			

Tablo 60.

Doğru Orantı- Ters Orantı Dersi İçin Doldurulan Gözlem Formundan Notlar

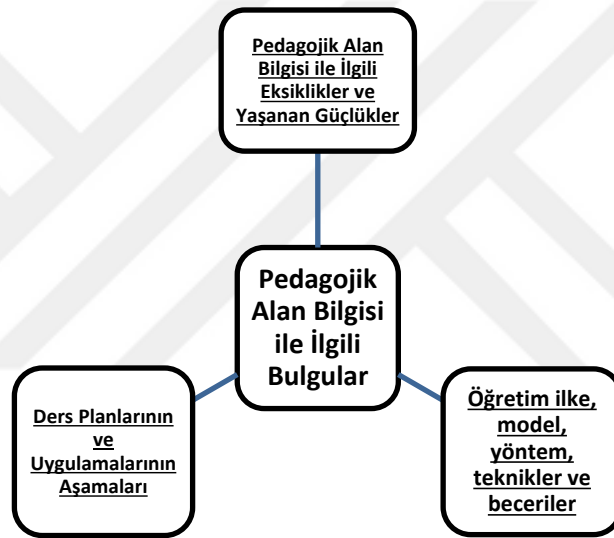
1) Ders MTS'nin hangi basamağında gerçekleştiriliyor?		
<i>ğrenme</i>		
2) Ders MTS'nin ilgili basamağındaki görevlere uygun gerçekleştiriliyor mu?		
Evet(x)	Kısmen()	Hayır()
3) Ders içinde günlük hayat problemi öğrenciye hatırlatıldı mı?		
Evet(x)	Kısmen()	Hayır()
4) Ders içinde STEM eğitim anlayışına uygun disiplinler arası öğrenme için etkinlikler gerçekleştirildi mi?		
Evet(x)	Kısmen()	Hayır()
5) Ders içinde yapılandırmacı paradigmaya uygun hangi ğretim ilke ve yöntemleri kullanıldı?		
<i>Grup alışması, orantısal stratejiler, deney</i>		
6) Derste ğrenci grupları içinde iletişim ve akran öğrenmesi sağlayacak şekilde etkinlikler uygulandı mı?		
Evet(x)	Kısmen()	Hayır()
7) Ders içinde ğretmen adaylarına konu ile ilgili pedagojik alan bilgilendirmeleri yapıldı mı?		
Evet(x)	Kısmen()	Hayır()
8) Ders ile ilgili diğer gözlemleriniz nelerdir?		
<i>Ders öncesinde önceki ders tekrar edildi. Ders ncesi değerlendirme kağıtları dolduruldu. Etkinlik kağıtları ve deney malzemeleri dağıtıldı. Her gruba direnç ve multimetre dağıtıldı. Dirençlerin büyüklüğünün ölçülerek MND'lerine yazmaları istendi. Direncin uzunluğu ve kesit alanına bağlı olarak büyüklüğünün değişimi inceleniyor. Bu etkinlikle doğru orantı ve ters orantı keşfettiriliyor. Farklı bir etkinlik yapıldı bu etkinlikle çift sayı doğrusu stratejisi kullanıldı. Ders sonu tekrar yapıldı. Ders içerisindeki etkinliklerin ğretmen olarak değerlendirilmesi istendi ve pedagojik alan bilgisi konusunda farkındalıkları artırıldı.</i>		

Gözlemci notları incelendiğinde orantı ile ilgili derslerin modül planına uygun ilerlediği görülmektedir. Ayrıca derslerin ğrenci aktif olacak şekilde deneyler ve etkinliklerle işlendiği belirtilmiştir. Tüm derslerde araştırmacının yönlendirici konumda olduğu ifade edilmiştir. Etkinlikler sırasında ve ders öncesinde katılımcıların pedagojik alan bilgilerini artırmaya yönelik, yönlendirici sorular ve etkinlikler olduğu belirtilmiştir. Ders ncesi ve sonrasında tekrarların yapıldığı ve mühendislik tasarım süreci üzerinde durulduğu söylenmiştir. Etkinliklerin soyut olmayan orantısal stratejileri kullanmayı düşündürecek şekilde dizayn edildiğini ve katılımcıların bu yönde teşvik edildiği belirtilmiştir. Ders boyunca etkinliklerin hem günlük hayatla hem de diğer disiplinlerle ilişkilendirildiği ifade edilmiştir. Gözlemci notlarına bakıldığında

MTS temelli geliştirilen STEM eğitiminin modül planına uygun biçimde işlendiği ortaya çıkmaktadır. Ayrıca verilen eğitimin nitelikli bir modülün özelliklerine, STEM eğitiminin doğasına ve yapılandırmacı yaklaşıma uygun biçimde yapıldığı görülmektedir. Bunlarla birlikte modül ile öğretimin, pedagojik alan bilgisini destekleyecek şekilde yapıldığı ifade edilmiştir.

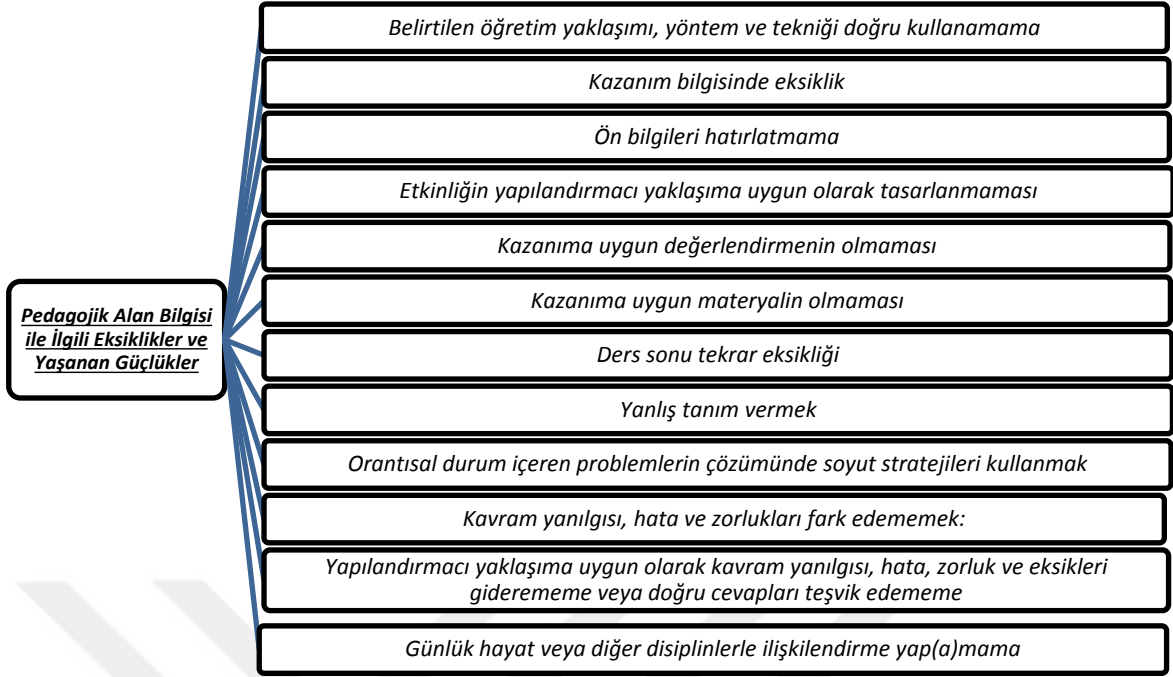
4.3.5. Öğretmen Adaylarının Pedagojik Alan Bilgilerini ile İlgili Elde Edilen Tüm Kodlar, Kategoriler ve Temalar

Öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgisi ile ilgili elde edilen veriler 3 ana tema altında incelenmiştir. Şekil 4 'te pedagojik alan bilgisi ile ilgili belirlenen temalar verilmiştir.



Şekil 7. Pedagojik Alan Bilgisi ile İlgili Elde Edilen Temalar

Şekil 4'te görüldüğü üzere katılımcıların pedagojik alan bilgileri ile ilgili toplanan veriler, 3 tema altında toplanmaktadır. Bu temalar; pedagojik alan bilgisi ile ilgili eksiklikler ve yaşanan güçlükler; ders planları ve anlatımlarının aşamaları; öğretim ilke, yöntem, teknik ve becerilerdir. Pedagojik alan bilgisi ile ilgili eksiklikler ve yaşanan güçlükler teması, katılımcıların öğretim yaparken yaşadıkları güçlükleri, bilgi eksikliklerini, yanlış yönlendirmeleri içermektedir. Şekil 5'te pedagojik alan bilgisi ile ilgili eksiklikler ve yaşanan güçlüklerle ait kodlar verilmiştir.



Şekil 8. Pedagojik Alan Bilgisi ile İlgili Eksiklikler ve Yaşanan Güçlüklere Ait Kodlar

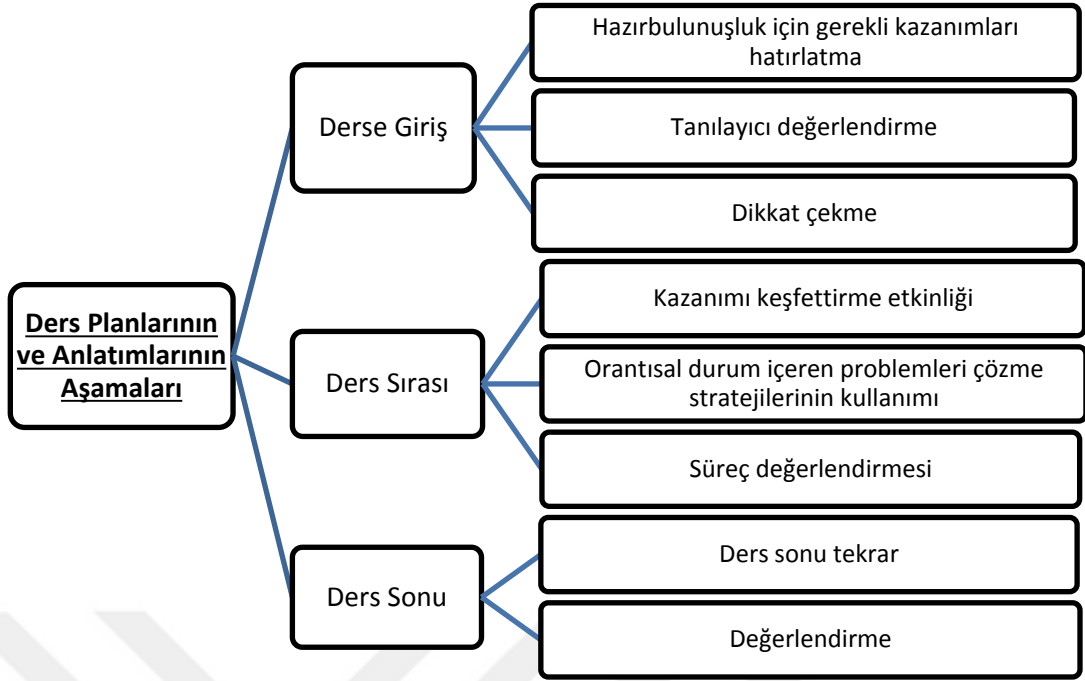
Şekil 5’te belirtilen kodlar içerik analizi neticesinde tespit edilmiştir. Kodlarla ilgili açıklamalar aşağıda verilmiştir:

- *Belirtilen öğretim yaklaşımı, yöntem ve tekniği doğru kullanamama*: Katılımcı ders planında belirtilen öğretim yaklaşımı, yöntem ve teknikleri yanlış kullanmıştır veya planda olmasına rağmen ders anlatımında kullanmamıştır. Bu katılımcının pedagoji bilgisinde eksiklik olduğunu veya hangi yöntem, tekniği nasıl kullanacağını bilmediğini göstermektedir. Bu nedenle pedagojik alan bilgisi ile ilgili eksiklikler ve yaşanan güçlükler teması altında yer almaktadır.
- *Kazanım bilgisinde eksiklik*: Katılımcı orantı konusu ile ilgili hedef kazanımlarla ilgili bilgiye sahip değildir. Bu konuyla ilgili sorulara cevap verememiştir veya ders planında konuyla ilgili yanlış bir kazanım bilgisi vermiştir. Bu durum katılımcının pedagojik alan bilgisinde eksiklik olduğunu gösterdiği için bu kod bu tema altında yer almaktadır.
- *Ön bilgileri hatırlatmama*: Derse başlarken hedef kazanımla ilgili olan önceki derslerde öğrenilen kazanımların hatırlatılmaması. Derse başlarken hazırbulunuşluk için gerekli kazanımların hatırlatılması, hedef kazanımların öğrenilmesi için gereklidir. Bu durum katılımcının pedagojik alan bilgisinde eksiklik olduğunu gösterdiği için bu kod, bu tema altında yer almaktadır.

- *Etkinliğin yapılandırma yaklaşımına uygun olarak tasarlanmaması:* Ders sırasında yapılan etkinliğin kazanımı keşfettirmek yerine; bilgilerin, tanımların, soru çözümlerinin direkt öğrenciye vermesi; öğrencinin zihninde kendi şemalarının oluşmasına ve bilginin yapılandırılmasına izin verilmeyecek şekilde etkinlikler yapılmasıdır. Bu durum katılımcının pedagojik alan bilgisinde eksiklik olduğunu gösterdiği için bu kod, bu tema altında yer almaktadır.
- *Kazanıma uygun değerlendirmenin olmaması:* Ders sonu yapılan değerlendirmenin hedeflenen kazanımı ölçmek yerine başka kazanım veya konularla alakalı olmasıdır. Katılımcı kazanımını hangi sorularla veya değerlendirme türü ile ölçeceğini bilememektedir. Bu durum katılımcının pedagojik alan bilgisinde eksiklik olduğunu gösterdiği için bu kod, bu tema altında yer almaktadır.
- *Kazanıma uygun materyalin olmaması:* Kullanılan materyalin hedeflenen kazanımı keşfettirmek yerine başka kazanım veya konuya uygun olmasıdır. Katılımcılar farklı materyallerle dikkati çekmeye çalışmıştır fakat materyaller hedef kazanıma yönelik olmadığı için kafa karışıklığına, öğrenme eksikliklerine ve kavram yanlışlarına sebebiyet verebilir. Bu nedenle bu kod, bu tema altında yer almaktadır.
- *Ders sonu tekrar eksikliği:* Ders sonunda öğrenilen bilgileri gözden geçirme, hatırlatma ve tekrar yapılmamasıdır. Ders sonu tekrar öğrenilen bilgilerin kalıcı açısından önemlidir. Ayrıca yanlış öğrenilen veya gözden kaçırılan bir nokta varsa bu aşamada tespit edilebilir. Bu durum katılımcının pedagojik alan bilgisinde eksiklik olduğunu gösterdiği için bu kod, bu tema altında yer almaktadır.
- *Yanlış tanım vermek:* Ders içerisinde verilen tanımların yanlış olması veya kavram yanlışlığına sebep olacak şekilde öğrenciye verilmesidir. Tanımı yanlış veya eksik vermek alan bilgisinde önemli bir eksikliktir. Yanlış verilen tanımlar yanlışlığa sebebiyet vererek, sonraki konularında eksik öğrenilmesine sebep olabilir. Bu nedenle bu kod, bu tema altında yer almaktadır.
- *Orantısız durum içeren problemlerin çözümünde soyut stratejileri kullanmak:* Ders sırasında orantısız durum içeren problemleri, içler-dışlar çarpımı veya düz çarpım gibi ezbere dayalı, sorgulama ve akıl yürütme gerektirmeyen stratejiler ile çözmek veya öğrenciye bu şekilde çözmeye teşvik etmek. Ezbere dayalı stratejileri kullanmak, konunun anlaşılmadan geçilmesine ve kavram yanlışlığına sebep olabilir. Bu durum katılımcının pedagojik alan bilgisinde eksiklik olduğunu gösterdiği için bu kod, bu tema altında yer almaktadır.

- *Kavram yanlışlığı, hata ve zorlukları fark edememek:* Ders esnasında veya diğer ölçme araçlarında verilen örnek senaryolardaki öğrencilerin hatalarını fark edememek. Katılımcı ders esnasında yanlışları farkedemiyorsa alan bilgisi ile ilgili eksiklikliğe sahiptir. Bu nedenle bu kod, bu tema altında yer almaktadır.
- *Yapılandırmacı yaklaşıma uygun olarak kavram yanlışlığı, hata, zorluk ve eksikleri giderememe veya doğru cevapları teşvik edememe:* Öğrencinin konu ile ilgili yaşadığı güçlüğü gidermek için yönlendirici sorularla hatasını fark ettirme ve soyut olmayan orantısal stratejilerle çözüme teşvik etmek yerine, öğrencinin hatasını direkt söylemek veya herhangi bir akıl yürütme olmadan ezbere dayalı çözümleri tek çözüm yolu olarak öğrenciye sunmak. Katılımcının, öğrenci yanlışını düzeltememesi önemli bir pedagojik alan bilgisi eksikliğini gösterir. Bu nedenle bu kod, bu tema altında yer almaktadır.
- *Günlük hayat veya diğer disiplinlerle ilişkilendirme yap(a)mama:* Ders planı yapımında, ders anlatımlarında hedef kazanımı keşfettirmek veya diğer ölçme araçlarında ilgili sorulara cevap vermek için günlük hayatla, diğer disiplin veya konularla ilişkilendirme yapmamak veya yapamamak. Bu durum öğrencinin günlük hayatta karşına çıkan problemlerde matematik bilgisini kullanamamasına ve ilişkilendirme beceresinin gelişmemesine sebep olabilir. Bu durum katılımcının pedagojik alan bilgisinde eksiklik olduğunu gösterdiği için bu kod, bu tema altında yer almaktadır.

Şekil 6'da ders planlarının ve anlatımlarının aşamaları temasına ait kategoriler ve kodlar verilmiştir. Katılımcıların hazırladıkları ders planları ve ders anlatımları pedagojik alan bilgisi açısından birlikte analiz edilmiştir. İçerik analizinde, katılımcıların ders planlarını ve anlatımlarını benzer aşamalarla tasarladığı ve anlatım gerçekleştirdiği görülmüştür. Bu aşamalar ders planlarının kodlarını oluşturmuştur. Bu aşamaların genellikle belli bir sırayı takip ettiği ve dersi üç ana bölüme ayırdığı görülmüştür. Bu üç ana bölüm, belirlenen daha önce belirlenen kodları içeren kategoriler olarak nitelendirilmiştir.

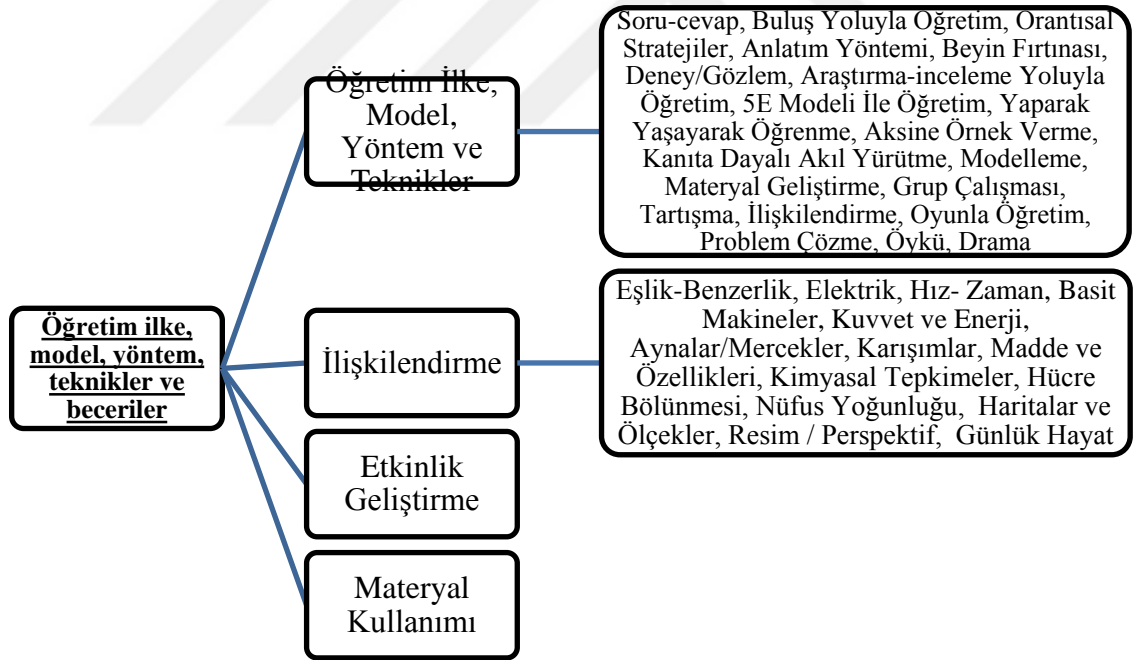


Şekil 9. Ders Planlarının ve Anlatımlarının Aşamalarına Ait Kategoriler ve Kodlar

- *Derse Giriş Kategorisi:* Derse başlarken ilk 5-10 dakika yapılanlar 3 farklı kod ile tanımlandı:
 - Hazırbulunuşluk için gerekli kazanımları hatırlatma: Derse başlamadan hedef kazanım için gerekli olan hazırbulunuşluk kazanımları hatırlatma için yönlendirici sorular sorma veya etkinliklik yapma
 - Tanılayıcı değerlendirme: Ders başlamadan öğrencilerin hedef kazanımla ilgili neler bildiğini ölçmek için yapılan değerlendirme
 - Dikkat çekme: Derse başlarken hedef kazanımla ilgili dikkat çekme için yapılan etkinlikler (sorular sorma, günlük yaşamla veya diğer derslerle ilişkilendirme, bir materyal kullanma, vb.)
- *Ders Sırası Kategorisi:* Hedef kazanımı keşfettirme, anlamlandırma, derinleştirme için kullanılan 3 farklı kod ile tanımlandı:
 - Kazanımı keşfettirme etkinliği: Kazanımı keşfettirmek için yapılandırmacı paradigmaya uygun şekilde yapılan etkinlikler
 - Orantısal durum içeren problemleri çözme stratejilerinin kullanımı: Kazanımı keşfettirmek veya anlamlandırmak için farklı stratejileri kullanarak orantısal durum içeren problemleri çözerken ezberle dayalı olmayan stratejileri kullanma

- Süreç değerlendirmesi: Ders sırasında öğrencinin gelişimini takip edebilmek için geliştirilen çalışma kağıtları, oyunlar, değerlendirme notları vb.
- *Ders Sonu Kategorisi:* Dersin son 5-10 dakikasında dersi toparlamak için yapılanlar 2 farklı kod ile tanımlandı:
 - Ders sonu tekrar: Dersin sonunda öğrenilenleri, yapılan etkinlikleri, keşfedilen kazanımları tekrar etmek için yapılanlar (soru sorma, açıklama, vb.)
 - Değerlendirme: Dersin bitiminde hedef kazanımın öğrenildiğini anlamak için yapılan değerlendirme (soru çözümü, grup çalışması, test, oyun, vb.)

Tüm veri toplama araçlarından elde edilen öğretim ilke, yaklaşım, strateji, model, yöntem, tekniklerin kullanımı ve geliştirilen beceriler öğretim ilke, model, yöntem, teknikler ve beceriler teması altında toplanmıştır. Elde edilen verilen dört kodla nitelendirilmiştir. Şekil 7’de öğretim ilke, model, yöntem, teknikler ve beceriler teması altındaki kodlar verilmiştir.



Şekil 10. Öğretim İlke, Model, Yöntem, Teknikler ve Becerilere Ait Kategoriler

Öğretim ilke, model, yöntem, teknikler ve beceriler teması altındaki kategorilere ait açıklamalar aşağıda verilmiştir:

- *Öğretim İlke, Model, Yöntem ve Teknikler:* Katılımcılar Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formundaki sorularda, verilen örnek kazanımı keşfettirmek için kullanabilecekleri öğretim ilke, model, yöntem ve teknikleri belirtmişlerdir. Ayrıca bir yanılıgyı doğruya yönlendirmek için kullandıkları yöntem ve teknikler vardır. Bunlar dışında ders planları ve anlatımlarında kullandıkları öğretim ilke, yaklaşım, strateji, model, yöntem, teknikler bu kod altında incelenmiştir.
- *Etkinlik Geliştirme:* Katılımcılar ders planları ve anlatımlarında, hedef kazanımı keşfettirmek veya konu öğrenimi derinleştirmek amacıyla farklı etkinlikler geliştirmişlerdir. Geliştirilen etkinlikler, bu kod altında incelenmiştir.
- *Materyal Kullanımı:* Katılımcılar ders planları ve anlatımlarında, hedef kazanımı keşfettirmek veya konu öğrenimi derinleştirmek amacıyla farklı materyaller geliştirmişlerdir. Geliştirilen materyaller, bu kod altında incelenmiştir.
- *İlişkilendirme:* Veri toplama araçlarından elde edilen günlük hayatla, diğer disiplinlerle veya konularla ilişkilendirme ile ilgili öneriler, örnekler, vb. bu kod altında incelenmiştir.

BÖLÜM V

SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

MTS temelli geliştirilen STEM eğitim modülünün öğretmen adaylarının orantı konusundaki çözüm stratejileri, kavram yanılgıları ve pedagojik alan bilgilerine etkisinin incelendiği araştırmamızın sonuçları üç ayrı başlık altında incelenmiştir. İlk olarak MTS temelli geliştirilen STEM eğitim modülünün ilköğretim matematik öğretmen adaylarının orantısal durum içeren problemleri çözme stratejilerine etkisinin sonuçları verilmiştir. Daha sonra MTS temelli geliştirilen STEM eğitim modülünün ilköğretim matematik öğretmen adaylarının orantı konusundaki kavram yanılgısı ve hatalarına etkisinin sonuçları verilmiştir. En son olarak MTS temelli geliştirilen STEM eğitim modülünün ilköğretim matematik öğretmen adaylarının orantı konusundaki pedagojik alan bilgilerine etkisinin sonuçları verilmiştir.

5.1.1. Öğretmen Adaylarının Orantısal Durum İçeren Problemleri Çözme Stratejilerine İlişkin Sonuçlar

MTS temelli geliştirilen STEM eğitim modülünün ilköğretim matematik öğretmen adaylarının orantısal durum içeren problemleri çözme stratejilerine etkisini incelemek için sekiz farklı veri toplama aracı kullanılmıştır. Veri toplama araçlarının bir kısmı (orantı alan bilgisi değerlendirme formu, orantı pedagojik alan bilgisi değerlendirme formu, ders planları, ders anlatımları) modül ile öğretim yapılmadan önce ve sonra uygulanarak, modül ile öğretimin orantısal durum içeren problemlerin çözüm stratejilerindeki değişime katkısını belirlenmeye çalışılmıştır. Veri toplama araçlarının bir kısmı (MND, gözlem notları, ses kayıtları) ise süreçteki değişimi anlamak için kullanılmıştır. Odak grup görüşmesi katılımcıların, diğer veri toplama araçlarından elde edilen verileri teyit etmesi ve konu hakkındaki görüşlerini almak amacıyla en sonda uygulanmıştır.

Veri toplama araçlarının içerik analizine tabi tutulması ile veri setinden orantısal durum içeren problemleri çözme stratejisi olarak nitelendirilen 11 strateji elde edilmiştir. Bu stratejiler; birim oran, artış/azalış stratejisi (ölçek katsayısı), orantı

tabloları, çubuk-şerit diyagramları, çift sayı doğrusu, orantı grafikleri, parça-parça stratejisi, parça-bütün stratejisi, cebir, içler-dışlar çarpımı veya düz çarpım, çözüme ulaştıracak diğer stratejiler olarak belirlenmiştir.

Modül ile öğretim öncesinde katılımcıların en fazla içler-dışlar çarpımı strateji kullandığı görülmüştür. Alan yazın incelendiğinde orantısal durum içeren problemlerin çözümünde en fazla içler-dışlar çarpımı stratejisinin kullanıldığını ifade eden birçok çalışma bulunmaktadır (Avcu ve Doğan, 2014; Duatepe, vd., 2005; Fisher, 1988). Araştırmacılara göre ders kitaplarında ve öğretmenlerin öğretim yaparken en sık kullandıkları yöntem içler dışlar çarpımı olduğu için (Baykul, 2002; Van de Walle, vd.; 2021), öğretmen adaylarının modül ile öğretim öncesinde en fazla bu stratejiyi kullanmalarının nedeni öğretim hayatları boyunca bu stratejiyi kullanmaya alışık olmaları olabilir. Modül ile öğretim sırasında, öğrenciler farklı stratejileri kullanmaya teşvik edilmişlerdir ve odak grup görüşmesinde özellikle orantı tablosu, çubuk-şerit diyagramı ve diğer görsel temsiller ile çözüme ulaşmanın hem problem çözerken daha kolay olduğunu hem de öğretim yaparken öğrencinin daha etkili öğrenmesini sağlayacağını belirtmişlerdir. Modül ile öğretim sonrası toplanan verilerin analizi sonucu içler-dışlar çarpımı öğretmen adaylarının problem çözümünde, ders planları ve ders anlatımlarında en az başvurdukları stratejilerden biri olmuştur.

Modül ile öğretim öncesinde ve sonrasında stratejilerin kullanım sıklığı değerlendirildiğinde en fazla değişim çubuk-şerit diyagramlarında görülmektedir. Çubuk-şerit diyagramları modül öncesi değerlendirmelerde görülmemiştir, yalnız ders içi etkinliklerde bu stratejiyi öğrendikten sonra MND'lerindeki bireysel cevaplarında bu stratejiyi kullanmışlardır. Katılımcılar bu stratejiyi modül ile öğretim sırasında öğrenmişlerdir ve modül ile öğretim sonrasında en sık kullandıkları strateji çubuk-şerit diyagramı olmuştur.

Modül ile öğretim öncesinde de sonrasında da katılımcıların sık başvurduğu iki strateji vardır: birim oran ve artış/azalış stratejisi (ölçek katsayısı). Katılımcılar, modül ile öğretim öncesinde orantısal durum içeren bir problemi çözerken alışık oldukları içler-dışlar çarpımı stratejisini kullanmamışlarsa, ikinci alternatif olarak birim oran stratejisine yönelmişlerdir. Cramer ve Post (1993) öğrencilerin orantısal durum içeren bir problemi çözerken, formal bir eğitim almadan kendi geçmiş bilgileri ve yaşantıları ile birim oran stratejisini kullanabileceklerini söylemişlerdir. Kayhan (2005) ve Çomruk (2018)'un araştırmalarına göre öğrenciler birim oran stratejisini neden kullandıklarını açıklarken, küçük sayılarla uğraşmak daha kolay olduğu için birim miktarı bularak

çözümüne ulaştıklarını söylemişlerdir. Bunun nedeni birim oran stratejisinin tüm stratejiler içerisinde en sezgisel olan strateji olmasıdır. Birim oran stratejisi dışında ölçek katsayısı stratejisinin de modül ile öğretim öncesinde en sık başvurulan stratejilerden biri olmuştur. Modül ile öğretim sonrasında da katılımcılar, ölçek katsayısı katılımcıların çok kullandığı stratejilerden biri olmuştur. Van de Walle vd. (2021), orantısız durum içeren problemlerin çözüm stratejilerini öğretirken en sezgisel olandan en soyut olana doğru öğretim yapılması gerektiğini söylemişlerdir. Orantısız çözüm stratejilerini sıralarken, birim oran ve ölçek katsayısının en sezgisel stratejiler olduğunu bu nedenle öğrencilerin bu stratejileri keşfetmelerinin daha kolay olduğunu ve ilk olarak bu stratejilerin öğretilmesi gerektiğini söylemişlerdir. Parker (1999)'a göre, ölçek katsayısı öğrencilerin informal olarak oluşturdukları bir strateji iken, Ben-Chaim vd. (1998)'e göre, öğrencilerin doğal olarak oluşturdukları bir stratejidir. Bu çalışmada modül ile öğretim öncesinde öğrenciler oran ve orantı kavramlarının tanımında hata yapmalarına rağmen ölçek katsayısı stratejisini kullanarak doğru çözüme ulaşabilmişlerdir. Bu durumda bu çalışmadan ölçek katsayısı stratejisi ile ilgili elde edilen verilere dayanarak, katılımcıların modül ile öğretim öncesinde bu stratejiyi önceki bilgilerine dayanarak inşa ettiklerini söyleyebiliriz. Bu sonuç, Kayhan (2005)'in öğrencilerin orantısız akıl yürütme stratejilerini incelediği çalışması ile uyumlu olmaktadır. Modül ile öğretim orantı derslerinde ilk olarak birim oran kavramı keşfettirilecek şekilde dizayn edilmiştir. Daha sonra modül içerisindeki orantısız durum içeren problemlerin çözümünde önce birim oranı daha sonra ölçek katsayısını düşünecek şekilde yönlendirilmişlerdir. Modül ile öğretim öncesinde bu stratejileri tercih ettiklerinde herhangi bir açıklama yapmadan yalnızca çözüme ulaşırken, modül ile öğretim sonrasında çözümün yanına “*birim oran ile çözdüm*” veya “*ölçek katsayısını kullandım*” şeklinde açıklama yapmışlardır. Bu durum, modül ile öğretim sonrasında bilinçli tercihlerle bu stratejileri kullandıklarını göstermektedir.

Modül ile öğretim öncesinde katılımcıların sık başvurdukları stratejilerden birisi de cebir stratejisidir. Cebir stratejisi cebirsel düşünme becerisi gerektirdiğinden diğer stratejiler içerisinde en üst düzey düşünmeyi gerektiren strateji olarak yorumlanabilir. Katılımcıların modül ile öğretim öncesinde bu stratejiye sık başvurma nedenleri, ilköğretim matematik öğretmenliği programı son sınıf öğrencisi olmalarından kaynaklanabilir. Yani öğretmen adayları Analiz, Analitik Geometri, Lineer Cebir gibi derslerde problemleri denklem kurarak çözmeye alışık olduklarından, bu stratejiyi modül öncesinde sık tercih etmiş olabilirler. Modül ile öğretim sonrasında cebir

stratejisinin tercih edilme sıklığı modül ile öğretim öncesindeki değere yakındır. Fakat diğer stratejilerin tercih edilme sıklıkları arttığından, en fazla tercih edilen stratejiler arasına girememiştir. Özetle modül ile öğretim, öğretmen adaylarının orantısal durum içeren problemleri çözerken denklem kurma stratejisini kullanma sıklığını değiştirmemiştir. Öğretmen adaylarının orantısal durum içeren problemleri çözerken cebir stratejisine başvurmaları Arıcan (2016) ve Fisher (1988)'ın çalışmaları ile uyumludur.

İçerik analizi sonunda en dikkat çeken bulgulardan birisi, orantı tabloları, çubuk-şerit diyagramları, modelleme, çift sayı doğrusu stratejileri modül ile öğretim öncesinde neredeyse hiç kullanılmamış veya çok az kullanılmışken, modül ile öğretim sonrasında bu stratejilerin kullanımında önemli bir artış görülmüştür. Van de Walle ve arkadaşları (2021), orantı problemlerini çözme stratejilerini öğretirken orantı tablosu, çift sayı doğrusu, çubuk-şerit diyagramı gibi çizimler kullanarak ve mantıksal muhakeme yoluyla orantı problemi çözülmesi gerektiğini, bu stratejilerden sonra en az sezgisel ve en soyut olan içler-dışlar çarpımı gibi stratejilerin verilmesi gerektiğini söylemişlerdir. Modül, orantı problemlerinin çözümünde orantı tablosu, çift sayı doğrusu, çubuk-şerit diyagramları stratejilerini kullanmaya teşvik edecek şekilde dizayn edilmiştir. Katılımcılar modül ile öğretim sonrasında en fazla çubuk-şerit diyagramı stratejisini kullanmışlardır. Modülün yapılandırmacı yaklaşıma uygun dizayn edilmesinden dolayı katılımcıların kendilerinin farklı çözüm yollarını bulmasına izin verilmiş ve teşvik edilmiştir. Bu nedenle modülde özellikle teşvik edilmemesine rağmen, katılımcıların nicelikleri farklı görseller ile temsil ederek çözüme ulaştıkları tespit edilmiştir. Çoğu katılımcı limonata problemlerini çözerken su ve limonları mavi ve sarı karelerle temsil etmeyi veya bir poşetin içindeki mavi ve kırmızı topları aynı renklerde küçük yuvarlaklar çizerek temsil etmeyi tercih etmişlerdir. Bununla birlikte odak grup görüşmesinde; “orantı konusunu öğretirken en çok hangi çözüm stratejisini” kullanmak isterseniz sorusuna çoğunlukla görsel stratejilerin adlarını söyleyerek cevap verilmiştir. Katılımcılar görsel stratejileri hem çözümü somutlaştırıldığı için öğrencilerin daha kolay anlayacaklarını düşündüklerinden, hem de farklı temsillerle çözüme ulaşabildiğinden öğrenci farklılıklarına izin verdiğini düşündüklerinden dolayı tercih ettiklerini söylemişlerdir.

Orantı grafikleri stratejisi modül ile öğretim öncesinde sık tercih edilen stratejilerden olmuştur. Bunun nedenlerinden birisi veri toplama araçlarında orantı grafiği yorumlaması veya çizmesi gereken fazla sayıda soru bulunması olabilir.

Öğretmen adaylarının orantısal durum içeren problemlerin çözümünde orantı grafiklerini kullanmaları, Arıcan (2016)'ın çalışmasının sonuçları ile uyumludur. Orantı grafikleri stratejisinin kullanımında modül ile öğretim sonrasında artış görülmüştür. Özellikle bazı katılımcılar her soruda değişkenleri grafik üzerinde göstererek çözüme ulaşmayı tercih etmişlerdir. Bu durum bireysel düşünme stili farklılığından kaynaklanıyor olabilir.

Parça-parça ve parça-bütün stratejilerinin kullanımı oranın kavramsal yapısının anlaşılması ile ilgilidir. Öğrenci problemde karşısına çıkan oranın türünü tespit ederek, niceliklerin parça veya bütün olmasına göre soruyu çözüyorsa bu stratejileri kullanıyor demektir. Katılımcılar modül ile öğretim öncesinde orantı türünün farkına vararak, soruları bu stratejilerle çözebilmiş fakat çözümle ilgili herhangi bir açıklama yapmamışlardır, modül sonrasında bu stratejileri başvurdukları zaman “parça-parça ilişkisi” veya “parça-bütün” ilişkisi şeklinde açıklamalar ile çözüm yapmışlardır. Bu durum modül sonrasında katılımcıların bu ilişkiyi bilinçli olarak kullandığını göstermektedir.

Izsák ve Jacobson (2013)'a göre, orantılı nicelikler arasındaki çarpımsal ilişkiyi anlamak, içler-dışlar çarpımı kullanmaktan çok daha fazlası olup; nicelikler arasındaki çarpımsal ilişkiyi anlamayı ve birlikte değişen iki niceliğin oranının sabit olup olmadığını anlamayı gerektirir. Orantılı nicelikler arasındaki ilişkiyi anlamak ve orantısal durum içeren bir problemi çözmek için bazen basit bir akıl yürütme içeren strateji yeterli iken bazen de karmaşık bir strateji gerektirebilir (Van de Walle, vd., 2021). Modül ile öğretim öncesinde öğretmen adayları orantısal problemleri çözerken ve ders anlatıların nicelikler arasındaki orantısal ilişkiyi anlaşılmasını sağlayacak stratejiler yerine, ezbere dayalı içler-dışlar çarpımı stratejisini kullanmışlardır. Özellikle ders planlarında ve anlatımlarında bu strateji sık başvurmaları alan yazındaki diğer çalışmalarla uyumludur (Baykul, 2002; Fisher, 1988; Van de Walle vd., 2021).

Alan yazında MTS temelli geliştirilen farklı STEM eğitimi modüllerinin öğrenci, öğretmen adayı veya öğretmenlerin orantısal durum içeren problemleri çözerken kullandıkları çözüm stratejilerinin değişimi hakkında bir çalışma yoktur. Fakat farklı bütünleşik STEM eğitimi uygulamalarının öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerini ve oran-orantı konusundaki başarılarını nasıl etkilediği hakkında çalışmalar yapılmıştır (Berk, 2020; Gündoğdu ve Tunç, 2022; Suryadi vd., 2020; Torralba, 2019).

Berk (2020), gerçek yaşam problemleri bağlamında geliştirilen, Dinamik Matematik Öğrenme Nesnesi (DMÖN) destekli STEM uygulamalarıyla desteklenen

matematik derslerinin öğrencilerin oran-orantı ve yüzdeler konusundaki başarılarına etkisini incelemiş ve çalışmasının sonucunda DMÖN destekli STEM uygulamalarının oran-orantı konusunda başarıyı arttırdığı ve anlamlı öğrenme sağladığı sonucuna varmıştır. Bu çalışmada öğretmen adayları, modül ile öğretim öncesinde orantısal durum içeren problemleri çözerken ezbere dayalı stratejileri kullanarak orantısal ilişkileri anlamlandırma gerekmeden çözüme ulaşırken; modül ile öğretim sonrasında orantısal akıl yürütmeye dayalı stratejileri kullanmış ve nicelikler arasındaki orantısal ilişkiyi anlamlandırarak çözüme ulaşmışlardır. Bu durumda öğretmen adaylarının problem çözerken oran-orantı konusunda anlamlı öğrenmeye ulaştıkları söylenebilir ve sonuç olarak; bütünlük STEM eğitiminin etkisini göstermekte ve Berk (2020)'in çalışmasının sonucu ile uyumludur denilebilir.

Özetle, öğretmen adayları orantısal durum içeren problemleri çözmek için alan yazında yer alan diğer çalışmalarla (Avcu ve Doğan, 2014; Duatepe, vd., 2005; Fisher, 1988; Pişkin-Tunç, 2016; Van de Walle vd., 2021) benzer şekilde ezbere dayalı olan içler-dışlar çarpımı stratejisi olmuştur. MTS temelli geliştirilen STEM eğitim modülünün öğrenme basamağında her ders içerisinde farklı orantısal akıl yürütme stratejilerini kullanmaları için etkinlikler yapılmıştır. Alarm çalacak elektrik devresinde farklı bağlama şekillerinde gerilim şiddeti, akım şiddeti ve direnç büyüklüğünün, sahip oldukları orantısal ilişkilere göre, nasıl değiştiğini yaptıkları planlarda, orantısal akıl yürütme stratejilerini kullanarak göstermişlerdir. Grup arkadaşlarına kanıt sunmak için bu stratejileri kullanmak, onlara ikna edicilik açısından avantaj sağlamış ve bu durum stratejileri kullanma konusunda onları teşvik etmiştir. MTS temelli geliştirilen STEM eğitimi modülü ile öğretim sürecinin sonunda öğretmen adayları orantısal durum içeren problem çözerken, ders planları ve anlatımlarında ezbere dayalı içler dışlar çarpımı gibi stratejiler yerine, orantısal akıl yürütmeye dayalı stratejileri kullanmayı tercih etmişlerdir.

5.1.2. Öğretmen Adaylarının Orantı Konusundaki Kavram Yanılgılarına İlişkin Sonuçlar

MTS temelli geliştirilen STEM eğitim modülünün ilköğretim matematik öğretmen adaylarının orantı konusunda kavram yanılgıları ve güçlülere etkisini incelemek için farklı ölçme araçları kullanılarak veriler toplanmıştır. Veri toplama araçlarının bir kısmı (orantı alan bilgisi değerlendirme formu, orantı pedagojik alan

bilgisi değerlendirme formu, ders planları, ders anlatımları) modül ile öğretim yapılmadan önce ve sonra uygulanmıştır. Veri toplama araçlarının bir kısmı (MND, gözlem notları, ses kayıtları) ise süreçteki değişimi anlamak için kullanılmıştır. Odak grup görüşmesi katılımcıların, diğer veri toplama araçlarından elde edilen verileri teyit etmesi ve konu hakkındaki görüşlerini almak amacıyla en sonda uygulanmıştır.

Farklı ölçme araçlarından toplanan verilere göre katılımcıların orantı konusunda 16 farklı yanılğı ve güçlüğe sahip olduğu tespit edilmiştir. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının sahip oldukları yanılğı ve güçlükler; oran tanımında hata, oranı bölme olarak tanımlama, birimli oran ile birim oranı karıştırma, orantı tanımında hata, doğru orantı tanımında hata, ters orantı tanımında hata, doğru orantı ile ters orantıyı ayırt edememe, toplamsal ilişkiyi orantısal ilişki sanma, orantısal olmayan durumu orantısal ilişki sanma, nicelikler arasında ilişki kuramama, orantı grafiklerini yorumlayamama, orantı grafiklerini çizememe, orantı-kesir ilişkisini anlayamama, yanlış sözel ifade kullanma, denklem kurmada zorluk çekme, problem kurmada zorluk çekme olarak tespit edilmiştir.

Öğretmen adaylarının tamamında modül ile öğretim öncesinde oran tanımında hata, doğru orantı tanımında hata ve ters orantı tanımında hata tespit edilmiştir. 16 öğretmen adayının 15'inde orantı tanımında hata güçlüğü tespit edilmiştir. Alan yazın incelendiğinde oran-orantı konusundaki kavramların tanımları ile ilgili yaşanan güçlüklere tespit eden başka çalışmalar da vardır (Doğan ve Çetin, 2009; Kurdal, 2016; Livy ve Vale, 2011; Pişkin-Tunç, 2016). Modül ile öğretim öncesinde 8 katılımcıda birim oran ile birimli oranı karıştırma güçlüğü tespit edilmiştir. Kertil, vd. (2017), yaptığı çalışmada benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Modül ile öğretim öncesinde 7 katılımcıda oranı bölme olarak tanımlama yanılğı tespit edilmiştir. Pişkin-Tunç (2016), öğretmen adaylarının orantısal akıl yürütmelerini incelediği çalışmasında, benzer bir sonuç elde etmiştir. Modül ile öğretim sırasında orantı konusundaki tanımları keşfettirmek için yapılandırmacı yaklaşıma uygun olacak şekilde farklı etkinlikler tasarlanmıştır. Oran ve orantı tanımları farklı etkinliklerle, doğru orantı ve ters orantı tanımları direncin büyüklüğünü etkileyen faktörler deneyi ile keşfettirilmiştir. Bu etkinlikler ve deneyler öğrenme basamağındaki derslerde gerçekleşirken, öğrenciler planlama basamağında yaptıkları planları grup arkadaşlarına açıklarken, oran-orantı konusundaki kavramların tanımlarından faydalanmışlardır. Karar verme basamağında, günlük yaşam problemlerine çözüm isteyen kurum için sunum yaparken, oran-orantı konusundaki kavramların tanımları ile kanıta dayalı açıklama içeren bir sunum

gerçekleştirmişlerdir. Modül ile öğretim sonrasında katılımcıların oran-orantı konusunda sahip oldukları kavramsal hatalar tamamen giderilmiştir. Yapılan odak grup görüşmelerinde katılımcılar, orantı konusundaki tanımlarla ilgili yanlışlarının katıldıkları eğitim sayesinde fark ettiklerini ve artık tanımların doğrularını bildiklerini ifade ederek, bu sonuçları teyit etmişlerdir.

Öğretmen adaylarının tamamında modül ile öğretim öncesinde toplamsal ilişkiyi orantısal ilişki sanma ve orantısal olmayan durumları orantısal ilişki sanma yanlışları ve güçlükleri tespit edilmiştir. Toplamsal durumları ve orantısal olmayan durumları orantısal durum sanma yanlışlığı alan yazında farklı çalışmalarda tespit edilmiştir (Arıcan, 2019; Bahar, 2016; Ferah, 2022; Fisher, 1988; Izsák ve Jacobson, 2013; Lim, 2009; Modestou ve Gagatsis, 2007; Pişkin-Tunç, 2016; Riley, 2010; Van de Walle, 2021; Van Dooren, vd., 2007). Modül ile öğretim sırasında orantı dersinde bu yanlışları gidermeye yönelik “Hangisi Orantıdır” etkinliği hazırlanmıştır. Bu etkinlik, MTS temelli geliştirilen STEM eğitimi modülündeki grup çalışması ve MND’nin kavram yanlışlarının giderilmesine katkısını ortaya koymuştur. Elde edilen grup ses kayıtlarında ve MND’lerde, dörder kişilik gruplarda üç kişinin kavram yanlışlığına sahip olduğu ve yalnızca bir kişinin doğru olarak bireysel cevap verdikleri fakat grup cevabını tartışırken, doğru cevabı veren bir kişinin diğer arkadaşlarının cevaplarının değiştirmesine vesile olduğu görülmüştür. Bu sayede MTS temelli geliştirilen STEM eğitimi modülünde grup çalışması ve MND’nin önemi ortaya koyulmuştur. Ayrıca öğretmen adaylarının modül ile öğretim sırasında alarm çalacak elektrik devresi prototipini oluştururken, farklı bağlanma şekillerinde akım şiddeti, gerilim şiddeti ve direnç büyüklüğü arasındaki orantısal ilişkinin nasıl değiştiğini anlamak için çok sayıda orantı hesabı yapmaları gerekmiştir. Bu da onlara orantısal olan ve olmayan durumları ayırt etmede pratiklik sağlamıştır. Modül ile öğretim sonrasında bu yanlışların tamamen giderildiği tespit edilmiştir. Ayrıca orantısal olmayan durumları ve toplamsal ilişkiyi orantı zannetme yanlışlığı ile ilgili katılımcılar odak grup görüşmesinde, soruyu hiç düşünmeden cevap verdiklerini fark ettiklerini modül ile öğretim sırasında bu durumları anlamlandırmayı öğrendikleri söylemişlerdir.

Modül ile öğretim öncesinde 16 katılımcıdan 15’i orantı grafiklerini çizmekte güçlük çekerken, modül sonrasında bu güçlüğü çoğu katılımcıda giderilmiş, yalnızca üç katılımcının verilerinde bu güçlük tespit edilmiştir. Modül ile öğretim öncesinde 13 katılımcı orantı grafiklerini yorumlayamamıştır. Kastberg, vd. (2014) çalışmalarında, öğrencilerin iki ölçüm için hangi eksenin kullanılacağına karar veremediklerini veya

verilen orantı grafiğini yorumlarken doğru yorumlayamadıklarını ifade etmiştir. Benzer şekilde Pişkin-Tunç (2016), öğretmen adaylarının orantı grafiklerini çizerken ve yorumlarken güçlük yaşadıklarını ortaya koymuşlardır. Modül ile öğretim öncesinde alan yazındaki bu çalışmalarla benzer sonuçlar elde edilmiştir. Van de Walle, vd. (2021), orantı grafiklerini çizme ve yorumlama ile ilgili yanlışları gidermek için grafik çizim ve yorumlama pratiği yapılması gerektiğini, özellikle niceliklerin eksenlerini değiştirerek çizim ve yorumlama yaptırmanın faydalı olacağını söylemiştir. Modül ile öğretim sırasında öğretmen adaylarına, öğrenme basamağında çizgi grafiği dersinde farklı orantı grafikleri çizdirerek ve yorumlatarak, elektrik dersinde ohm kanunundaki akım şiddeti, gerilim şiddeti ve direnç büyüklüğü arasındaki ilişkiyi çizgi grafiği ile göstermeleri istenerek bu yanlışlar giderilmeye çalışılmıştır. Ayrıca planlama basamağında elektrik devresi elemanları arasında gerilim şiddetinin değişimini çizgi grafiği ile göstererek, grup arkadaşlarına en doğru şekilde devre planı kurduklarını kanıtlamaya çalışmışlardır. Ayrıca karar verme basamağında, günlük yaşam probleminin çözümünü talep eden kuruma, alarm çalacak elektrik devresini nasıl kurduklarını anlatırken, devre elemanlarının orantısal ilişkilerini kanıta dayalı göstermek için hazırladıkları afişlerinde çizgi grafiği kullanan gruplar olmuştur. Tüm bu süreçleri içeren MTS temelli geliştirilen STEM eğitimi modülünün uygulanması sonrasında çoğu katılımcının orantı grafikleri ile ilgili yanlışları giderilmiş, yalnızca bir katılımcı orantı grafiklerini yorumlamakta güçlük çekmiştir.

Modül ile öğretim öncesinde 12 katılımcıda yanlış sözel ifade kullanma güçlüğü tespit edilmiştir. Boyacı (2019) matematik öğretmenlerinin orantısal akıl yürütme becerilerini incelediği çalışmasında, öğretmenlerin orantısal durumları ifade ederken sorun yaşadığını tespit etmiştir. Rathouz, vd. (2014), öğrencilerin oran-orantı konusunda, toplamsal ve çarpımsal ilişkilerde karışıklığa neden olacak şekilde ifade kullanma yanlışları olduğunu belirlemiş ve bu sonuçlar modül ile öğretim öncesinde elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermiştir. Modül öğretim sırasında öğretmen adaylarının öğrenme basamağında orantı dersinde, planlama basamağında ve karar verme basamağında kurduğu orantısal ilişkileri ifade etmesi gerekmiştir. Tüm bu öğretim süreci sonrasında bu güçlüğün de tamamen giderildiği tespit edilmiştir.

Modül ile öğretim öncesinde 10 katılımcıda orantı-kesir ilişkisini anlayamama güçlüğü tespit edilmiştir. Kaplan, vd. (2011), çalışmalarında 6. Sınıf öğrencilerinin orantı-kesir arasındaki ilişkiyi tespit ederken güçlük yaşadıklarını ortaya koymuşlardır. Benzer şekilde Kurdal (2016), öğrencilerin orantı ile kesir arasında ilişki kurarken

güçlük yaşadıklarını belirtmiştir ki, bu da modül ile öğretim öncesinde toplanan verilerden elde edilen sonuçlar ile uyumludur. Modülün öğrenme basamağında orantısal durum içeren problemler öğretmen adaylarına sunulmuş ve parça-parça oranları ve parça- bütün kesirlerini kullanarak çözüme ulaşmaları istenmiştir. Parçalar ve bütün arasındaki ilişkilerin farklı şekillerde gösterilmesi ve ifade edilmesi istenmiştir. Tüm bu süreçleri içeren öğretim sonrasında bu güçlüğü tamamen giderildiği tespit edilmiştir.

Modül ile öğretim öncesinde 9 katılımcıda doğru orantı ile ters orantıyı ayırt edememe güçlüğü tespit edilmiştir. Boyacı (2019) çalışmasında, matematik öğretmenlerinin orantısal akıl yürütme becerilerini incelemiş ve sonuçta matematik öğretmenlerinin doğru ve ters orantılı durumları belirlemede güçlük yaşadıklarını tespit etmiştir. Öğretmen adayları günlük hayat probleminin çözümü için istenen kriterlerden birini sağlamak için alarm çalacak devre kurarken, farklı orantısal durumları tespit etmek zorunda kalmışlardır. Devre elemanlarının paralel ve seri bağlanmalarına göre, akım şiddetlerinin doğru orantılı veya ters orantılı olma durumu değişmektedir. Öğretmen adaylarının doğru şekilde devreyi kurabilmeleri için devre elemanlarının akım şiddeti ile direnç büyüklükleri arasında hangi durumlarda doğru, hangi durumlarda ters orantı olduğunu doğru tespit etmeleri gerekmiştir. Bu noktada kavram yanılgıları olan öğretmen adayları devrede alarm çalması kriterini sağlayamadıkları için orantısal ilişkileri doğru tespit edebilmek adına tekrarlı ölçümler yapmak zorunda kalmışlardır. Bu ölçüm ve hesaplamalar doğru orantılı ve ters orantılı durumları birbirine karıştırmalarını engellemiştir. Bu sayede modül ile öğretim sonrasında bu güçlük ile yalnızca bir katılımcının verilerinde karşılaşılmış ve diğer katılımcılarda bu güçlüğü giderildiği tespit edilmiştir.

Modül ile öğretim öncesinde 9 katılımcıda nicelikler arasında ilişki kuramama güçlüğü tespit edilmiştir. Modül sonrasında bu güçlüğü tamamen giderildiği tespit edilmiştir. Modül ile öğretim öncesinde 9 katılımcının denklem kurmada zorluk çektiği tespit edilmiştir. Pişkin-Tunç (2016) öğretmen adaylarının orantısal akıl yürütmelerini incelediği çalışmasında öğretmen adaylarının, problemleri çözerken cebirsel temsil kurmakta zorlandıklarını ifade etmiştir. Bu durum modül ile öğretim öncesi elde edilen sonuçlarla uyumludur. Modül sonrasında bu güçlüğü tamamen giderildiği tespit edilmiştir.

Modül ile öğretim öncesinde 5 katılımcının problem kurmada zorluk çektiği tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının problem kurmada zorluk çekmesi sonucu, Aktaş (2021)'in öğretmen adaylarının oran-orantı konusunda problem kurma ve çözme

becerilerini incelediği çalışmasının sonuçları ile uyumludur. Modül sonrasında öğretmen adaylarının problem kurmada yaşadıkları güçlüğü tamamen giderildiği tespit edilmiştir.

Türkdoğan vd. (2015), matematik eğitiminde kavram yanılgıları ile ilgili yaptıkları literatür taramasında, araştırmacıların genellikle kavram yanılgılarını belirleme için çalışmalar yaparken, kavram yanılgılarının giderilmesi ile ilgili daha az çalışma yaptıklarını ifade etmiştir. Oran-orantı konusu ile ilgili yaşanan kavram yanılgılarının tespit edilmesine dair çalışmalar alan yazında yer alırken, giderilmesine dair çalışmalar azdır. Pişkin-Tunç (2016) çalışmasında, öğretmen adaylarının orantısal akıl yürütme becerilerini geliştirmek için bir öğretim modülü geliştirmiş ve modülün öğretmen adaylarının orantısal olan ve olmayan durumları ayırt etmede, oranla ilgili kavram tanımlarında, grafik ve cebirsel gösterimde yaşadıkları zorlukların giderildiğini tespit etmiştir. Fakat alan yazında diğer kavram yanılgılarının giderilmesine dair bir çalışma tespit edilememiştir. Bununla birlikte Gündoğdu ve Pişkin-Tunç (2022) bütünlük STEM eğitimi uygulamalarının yedinci sınıfların orantısal olan ve olmayan durumları ayırt etmede yaşadıkları güçlüğü giderildiğini tespit etmişlerdir. Alan yazın incelendiğinde öğretmen adaylarının oran-orantı konusunda kavram yanılgılarının bu kadar geniş kapsamlı tespit edildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çünkü bu çalışmada derinlik odaklı veri toplanmış ve sekiz farklı veri toplama aracının bir tanesinde tespit edilemeyen yanlış veya güçlük diğerinde tespit edilmiştir. Bu durum çalışmanın özgün yanlarından birisidir. Ayrıca alan yazında MTS temelli geliştirilen farklı STEM eğitimi modüllerinin oran-orantı konusunda kavram yanılgılarının giderilmesinde oluşturduğu farklılığın incelendiği başka bir çalışmada yoktur. Bu çalışmanın diğer özgün yanı da, derinlik odaklı toplanan verilerde tespit edilen öğretmen adaylarının oran-orantı konusundaki kavram yanılgılarını gidermek için MTS temelli geliştirilen STEM eğitimi modülünün uygulanmasının olumlu yönde fark yarattığıdır. Yani bu çalışma ile MTS temelli geliştirilen STEM eğitimi modülünün, öğretmen adaylarının oran-orantı konusunda sahip oldukları yanlış ve güçlüklerin giderilmesine katkı sağladığı ortaya koyulmuştur.

5.1.3. Öğretmen Adaylarının Orantı Konusundaki Pedagojik Alan Bilgilerine İlişkin Sonuçlar

MTS temelli geliştirilen STEM eğitim modülünün ilköğretim matematik öğretmen adaylarının orantı konusunda pedagojik alan bilgilerine katkısını incelemek için farklı ölçme araçları kullanılarak veriler toplanmıştır. Veri toplama araçlarının bir kısmı (orantı pedagojik alan bilgisi değerlendirme formu, ders planları, ders anlatımları) modül ile öğretim yapılmadan önce ve sonra uygulanmıştır. Veri toplama araçlarının bir kısmı (MND, gözlem notları, ses kayıtları) ise süreçteki değişimi anlamak için kullanılmıştır. Odak grup görüşmesi katılımcıların, diğer veri toplama araçlarından elde edilen verileri teyit etmesi ve konu hakkındaki görüşlerini almak amacıyla en sonda uygulanmıştır.

İçerik analizi neticesinde elde edilen bulgular üç ana tema altında incelenmiştir. Bu temalar; pedagojik alan bilgisi ile ilgili eksiklikler ve yaşanan güçlükler, ders planlarının ve anlatımlarının aşamaları, öğretim ilke, model, yöntem, teknikler ve beceriler olarak belirlenmiştir.

Modül ile öğretim öncesinde tüm veri toplama araçlarından elde edilen pedagojik alan bilgisi ile ilgili eksiklikler ve yaşanan güçlükler; belirtilen öğretim yaklaşımı, yöntem ve tekniği doğru kullanamama, kazanım bilgisinde eksiklik, ön bilgileri hatırlatmama, etkinliğin yapılandırmacı yaklaşıma uygun olarak tasarlanmaması, kazanıma uygun değerlendirmenin olmaması, kazanıma uygun materyalin olmaması, ders sonu tekrar eksikliği, yanlış tanım vermek, orantısal durum içeren problemlerin çözümünde soyut stratejileri kullanmak, kavram yanılgısı, hata ve zorlukları fark edememek, yapılandırmacı yaklaşıma uygun olarak kavram yanılgısı, hata, zorluk ve eksikleri giderememe veya doğru cevapları teşvik edememe, günlük hayat veya diğer disiplinlerle ilişkilendirme yap(a)mama kodları altında nitelendirilmiştir. Doğruel (2019), öğretmenlerin oran-orantı konusunda pedagojik alan bilgilerini araştırmış ve alan bilgilerinin sınırlı olduğunu, tanımlarda güçlük yaşadıklarını ve öğrencilerin hatalarını düzeltmek için genellikle kural temelli ve teorik açıklamalar yaptığını, hataları keşfettirmek için yönlendirme yapmadığını tespit etmiştir. Şermetoğlu (2018), çalışmasında matematik öğretmenin öğrencilerin kavram yanılgılarını tespit etmekte güçlük çektiğini ve tanımlarda yanılgıya düştüğünü belirlemiştir. Bahar (2016), öğretmen adaylarının oran-orantı konusunda pedagojik alan bilgilerini incelediği araştırmasında, öğretmen adaylarının öğrencilerin sahip olması

gereken hazırbulunuşluk düzeyini dikkate almadıklarını, kavram yanlışlarını belirleyemediklerini ve kavram yanlışlarını gidermek için yönlendirme yapamadıklarını tespit etmiştir.

Modül ile öğretim öncesinde ders planlarında ve anlatımlarında katılımcıların gerçekleştirdiği aşamalar üç ana kategoride toplanmıştır. Derse giriş aşamasında yapılanlar, ders sırasında yapılanlar ve ders sonunda yapılanlar kategorileri altında sekiz aşamada ders planları gerçekleştirilmiştir. Derse giriş kategorisi altında, hazırbulunuşluk için gerekli kazanımları hatırlatma, tanılayıcı değerlendirme, dikkat çekme; ders sırası kategorisi altında, kazanımı keşfettirme etkinliği, orantısal durum içeren problemleri çözme stratejilerinin kullanımı, süreç değerlendirmesi; ders sonu kategorisi altında ders sonu tekrar, değerlendirme olarak sınıflandırılmıştır.

Modül öncesinde katılımcıların yaptıkları ders planlarının derse giriş aşamasında yalnızca 7 katılımcı hazırbulunuşluk için gerekli kazanımları hatırlatırken, modül sonrasında 16 katılımcı hazırbulunuşluk için gerekli kazanımları hatırlatmıştır. Modül öncesi hiçbir katılımcı derse girişte tanılayıcı değerlendirme yapmazken, modül sonrasında 3 katılımcının tanılayıcı değerlendirme yaptığı tespit edilmiştir. Modül öncesinde derse giriş bölümünde 13 katılımcı dikkat çekme aşamasını gerçekleştirirken, modül sonrasında katılımcıların tamamının dikkat çekme aşamasını gerçekleştirdiği görülmektedir. Modül öncesinde katılımcılardan yalnızca birinin kazanımı keşfettirmek için bir etkinlik tasarladığı görülürken, modül sonrasında katılımcıların tamamının kazanımı keşfettirmek için bir etkinlik tasarladığı tespit edilmiştir. Modül öncesinde katılımcılardan yalnızca ikisinin orantısal durum içeren problemleri çözerken ezber dayalı olmayan stratejiler kullandığı tespit edilirken, modül sonrasında katılımcıların tamamının bu stratejileri kullanarak öğretimi derinleştirmeyi amaçladıkları görülmektedir. Modül öncesinde yalnızca bir katılımcının süreç değerlendirmesi yaptığı görülürken modül sonrasında 14 katılımcının süreç değerlendirmesine başvurduğu görülmektedir. Modül öncesinde yalnızca beş katılımcı, ders sonu tekrar yaparken, modül sonrasında 15 katılımcının ders sonu tekrar gerçekleştirdiğini görülmektedir. Bununla birlikte modül öncesinde üç katılımcı ders sonrası değerlendirme planlamışken, modül sonrası ders planlarının tamamında ders sonu değerlendirme aşaması bulunmaktadır. Şermetoğlu (2018) çalışmasında matematik öğretmenin ders planını incelemiş ve eksik yönleri olduğunu tespit etmiştir.

Ders planları ve anlatımlarında kullanılan öğretim yöntem, teknik ve beceriler 4 farklı kategori altında incelenmiştir: öğretim ilke, model, yöntem ve teknikler, etkinlik geliştirme, materyal kullanımı, ilişkilendirme.

Modül ile öğretim öncesinde katılımcıların ders planları, anlatımları veya değerlendirme formlarındaki sorulara cevap verirken kullandıkları öğretim ilke, model, yöntem ve teknikler; problem çözme ve soru cevaptır. Modül ile öğretim sonrasında katılımcıların ders planları, anlatımları veya değerlendirme formlarındaki sorulara cevap verirken kullandıkları öğretim strateji, model, yaklaşım, yöntem ve teknikler; buluş yoluyla öğretim, 5E ile öğretim modeli, orantısal stratejileri kullanma, grup çalışması, modelleme, problem çözme, ve soru-cevap olarak kodlanmıştır. Bunlar dışında katılımcıların ders planlarında belirttiği fakat kullanmadıkları veya yanlış kullandıkları öğretim ilke, strateji, model, yaklaşım, yöntem ve teknikler bu kodlara dahil edilmemiştir.

Katılımcıların modül ile öğretim öncesi ve sonrasında kullandıkları öğretim ilke, strateji, model, yaklaşım, yöntem ve tekniklerin çeşitliliği incelendiğinde modül ile öğretim sonrasında katılımcıların söz konusu öğretim elemanlarını kullanım becerilerinin arttığını söyleyebiliriz.

Katılımcıların etkinlik tasarlama durumları iki boyutta incelenmiştir; kazanımı keşfettirme için tasarlanan etkinlikler, orantısal problemleri çözme stratejilerini kazandırma için tasarlanan etkinlikler. Modül ile öğretim öncesinde hiçbir katılımcı kazanımı keşfettirmek için bir etkinlik tasarlamamıştır. Modül ile öğretim sonrasında katılımcıların tamamı kazanımı keşfettirmek için bir etkinlik tasarlamışlardır. Bu durum katılımcıların yapılandırmacı yaklaşıma uygun ders tasarlama ve anlatma becerisinin geliştiğini göstermektedir.

Modül ile öğretim öncesinde ve sonrasında katılımcıların hiçbirisi orantısal problemleri çözme stratejilerini kazandırmak için bir etkinlik tasarlamamışken, modül ile öğretim sonrasında katılımcıların tamamı kazanımı keşfettirmek için bir etkinlik tasarlamışlardır. Bu durum katılımcıların orantı dersinde, çözüm stratejilerini öğrenciye kazandırmanın ne kadar önemli olduğunu anladıklarını göstermektedir.

Katılımcılarla yapılan odak grup görüşmesinde katılımcılar modül öncesinde tasarladıkları derslerde yalnızca tanımı söyleyip soru çözüp dersi bitirdiklerini ifade ederken, modül ile öğretim sonrasında farklı etkinlikleri tasarlayabildiklerini söylemişlerdir. Bu açıdan bakıldığında katılımcıların etkinlik tasarlama becerilerinin arttığını söyleyebiliriz.

Öğretmen adaylarının modül ile öğretim öncesinde günlük hayat veya diğer disiplinlerle orantı konusunda sınırlı sayıda ilişkilendirme yaptıkları, fakat modül ile öğretim sonrasında tüm öğretmen adaylarının, ders anlatımlarında hem günlük hayat hem diğer disiplinlerle ilişkilendirme yapabildiği tespit edilmiştir. İlişkilendirme yaparken özellikle modül içerisinde yer alan ilişkilendirme örneklerinden etkilenmiş ve benzer örnekler ortaya koymuşlardır.

MTS temelli geliştirilen STEM eğitimi modülünün gerçek yaşam problemini çözmek için öğrenciler tüm basamaklarda farklı somut materyaller kullanılmıştır. Özellikle prototip yapma ve test etme basamaklarında öğrencilerin hangi materyalleri kullanacaklarına kendilerinin karar vermesi kendi öğrenmelerinin insiyatifini almalarını sağlamıştır. Öğrenciler odak grup görüşmelerinde somut materyal kullanmanın dersi eğlenceli hale getirdiğini ve öğrencilerin psikomotor yeteneklerini geliştireceğini düşündüklerini ifade etmişlerdir. Çomruk (2018), materyal destekli problem çözme süreçlerinde ortaokul öğrencilerinin orantısal akıl yürütme stratejilerini incelemiş ve bu çalışmada öğretmen adaylarının verdiği cevaplara benzer şekilde, öğrencilerin somut materyal kullanırken zevk aldıklarını belirtmiştir.

Alan yazında öğretmenlere uygulanan STEM mesleki gelişim programlarının etkilerini araştıran çalışmalar vardır (Aldahmash vd., 2017; Baker ve Galanti, 2017; Christian vd., 2021; Dyehouse vd., 2019; Estapa vd., 2017; Howe vd., 2015; Johnston vd., 2019; Li vd., 2019; Mangiante ve Gabriele-Black, 2020; Ong vd., 2020; Rich vd., 2017; Shernoff vd., 2017; Williams vd., 2019). Alan yazında yer alan çalışmalar bir öğretmenin nitelikli şekilde bütünleşik STEM eğitimi gerçekleştirebilmesi için iyi bir pedagojik alan bilgisine sahip olma gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu çalışmayı alan yazındaki diğer STEM eğitimi mesleki gelişim programları ile ilgili yapılan çalışmalardan ayıran taraflardan birisi, bir öğretmenin yeterli pedagojik alan bilgisine sahip olması için MTS temelli geliştirilen STEM eğitimi modülü uygulamasının olumlu yönde katkı sağlamasıdır. Bu çalışmada farklı veri toplama araçları ile derinlik odaklı incelemeler yapılarak öğretmen adaylarının oran-orantı konusunda pedagojik alan bilgilerindeki, ders planlarındaki ve öğretim ilke, yöntem ve tekniklerindeki eksiklikler tespit edilmiştir. Geniş kapsamlı bu tarama sonrasında MTS temelli geliştirilen STEM eğitimi modülü öğretmen adaylarına uygulanmış ve sonucunda öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgilerindeki, ders planlarındaki ve öğretim ilke, yöntem ve tekniklerindeki eksikliklerin büyük ölçüde giderildiği tespit edilmiştir.

Pedagojik alan bilgisinin alt birimlerinde birisi alan bilgisidir (Shulman, 1987). Alan yazında oran-orantı konusunda öğretmen adaylarının alan bilgileri ve pedagojik alan bilgilerini inceleyen ve orantısal akıl yürütme stratejileri ile desteklenmiş bir MTS temelli STEM eğitimi modülü geliştirip uygulayarak, öğretmen adaylarının alan bilgileri ve pedagojik alan bilgilerinde değişimi inceleyen başka bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada oran-orantı konusunda öğretmen adaylarının alan bilgilerine dahil olan orantısal durum içeren problemleri çözme stratejileri ve oran-orantı konusundaki kavram yanılgıları incelenmiş MTS temelli STEM eğitimi modülü öğretim yapmanın olumlu yönde farklılaşma sağladığı, güçlüklerin giderildiği, problem çözümünde ve ders anlatımlarında ezbere dayalı stratejiler değil orantısal akıl yürütmeye dayalı stratejilerin kullanıldığı ve sınırlı sayıda strateji kullanımının yerini çok çeşitli stratejiler kullanarak çözüme ulaşmaya bıraktığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte MTS temelli STEM eğitimi modülü uygulaması ile öğretmen adaylarının oran-orantı konusunda pedagojik alan bilgisindeki eksikliklerin giderildiği, ders planları aşamalarının öğrenci aktif olacak şekilde değiştiği ve öğretim yöntem ve tekniklerinin kullanımında çeşitliliğin arttığı ve doğru şekilde kullanıldığı tespit edilmiştir.

5.2. Öneriler

Elde edilen sonuçlar ışığında aşağıdaki öneriler sunulmuştur.

5.2.1. Uygulayıcılara Öneriler

- MTS temelli geliştirilen STEM eğitimi modülü yedinci sınıf kazanımlarını hedeflemektedir. Bu çalışmanın sonucunda, modülün öğretmen adaylarının orantısal akıl yürütme düzeylerini geliştirdiği ortaya konulmuştur. Benzer etki yedinci sınıf öğrencilerinde de beklenebilir. Bu nedenle modül yedinci sınıf öğrencilerine uygulanabilir.
- MTS temelli geliştirilen STEM eğitimi modülü öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Alan yazında öğretmen adaylarının oran-orantı konusunda yaşadığı güçlükler, öğretmenlerin yaşadıkları güçlükler ile benzerlik göstermektedir. Bu nedenle modülün öğretmen adaylarının oran-orantı konusundaki alan bilgisi ve pedagojik alan bilgisinde yaptığı olumlu değişimlerin benzerleri öğretmenlerde de geçerli olabilir. Bu nedenle modül ortaokul öğretmenlerine hizmet içi programı olarak uygulanabilir.

- Odak grup görüşmelerinde katılımcılar, bu dersi dördüncü sınıfta değil de ikinci sınıfta öğretim uygulamalarına yönelik bir ders olarak almanın kendilerine çok faydalı olacağını belirtmişlerdir. Bu nedenle ilköğretim Matematik Öğretmenliği Programı müfredatına uygulamaya yönelik STEM eğitim yaklaşımı ilgili dersler konulabilir.
- MTS temelli geliştirilen STEM eğitimi modülünde yer alan diğer matematik konularına dair alan yazında öğrencilerin güçlük yaşadıkları tespit edilmiştir. Modül bu kavram yanlışlarını gidermeyi amaçlayarak tasarlanmıştır. Bu nedenle sadece oran dersinde değil aynı zamanda fen bilgisi dersinde aynalar ve mercekler ve elektrik devreleri konularında uygulanarak öğrenci yanlışları giderilebilir ve başarı artırılabilir.
- MTS temelli geliştirilen STEM eğitimi modülünde yer alan fen konularına dair alan yazında öğrencilerin güçlük yaşadıkları tespit edilmiştir. Modül bu kavram yanlışlarını gidermeyi amaçlayarak tasarlanmıştır. Bu nedenle sadece matematik dersinde değil aynı zamanda fen bilgisi dersinde aynalar ve mercekler ve elektrik devreleri konularında uygulanarak öğrenci yanlışları giderilebilir ve başarı artırılabilir.
- MTS temelli geliştirilen STEM eğitimi modülünün ilişkilendirme becerisini artırdığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte modülde grup çalışması önemli bir yer teşkil etmektedir. Bu nedenle matematik öğretmenleri ve fen bilgisi öğretmenlerine MTS temelli geliştirilen STEM eğitimi modülünü uygulayarak, grup çalışmaları ile ilişkilendirme becerileri artırılabilir.
- Matematik, fen bilgisi ve teknoloji tasarım öğretmenleri bir araya gelerek öğrencilerin eksiklik yaşadığı diğer konularda farklı MTS temelli geliştirilen STEM eğitimi modülleri geliştirebilirler.

5.2.2. Araştırmacılara Öneriler

- MTS temelli geliştirilen STEM eğitimi modülü öğretmen adaylarının oran-orantı konusunda yanlışlarını gidererek başarılarını artırmıştır. Benzer etki yedinci sınıf öğrencilerinde de görülebilir. Bu nedenle modül yedinci sınıf öğrencilerine uygulanarak oran-orantı konusundaki başarıları incelenebilir.
- MTS temelli geliştirilen STEM eğitimi modülü öğretmen adaylarının oran-orantı konusunda yanlışlarını gidermiştir. Benzer etki yedinci sınıf öğrencilerinde de

görülebilmektedir. Bu nedenle modül yedinci sınıf öğrencilerine uygulanarak oran-orantı konusundaki kavram yanlışlarının giderilme durumları incelenebilir.

- MTS temelli geliştirilen STEM eğitimi modülü öğretmen adaylarının oran-orantı konusunda yanlışlarını gidermiştir. Benzer etki matematik öğretmenlerinde de görülebilir. Bu nedenle modül matematik öğretmenlerine uygulanarak oran-orantı konusundaki kavram yanlışlarının giderilme durumları incelenebilir.
- MTS temelli geliştirilen STEM eğitimi modülü öğretmen adaylarının oran-orantı strateji kullanımlarını değiştirmiştir. Modül ile öğretim öncesinde öğretmen adayları ezbere dayalı stratejiler ile çözüme ulaşmış ve çözüm yaparken en fazla iki strateji kullanabilmişlerdir. Modül ile öğretim sonrasında çözüm yaparken orantısız akıl yürütmeye dayalı stratejileri kullanmış ve en az iki en fazla altı farklı strateji ile çözüme ulaşmışlardır. Alan yazında öğretmenlerin de çözüm yaparken sınırlı sayıda ve ezbere dayalı stratejileri kullandıkları tespit edilmiştir (Bahar, 2016). Modülün uygulanmasının öğretmen adaylarının strateji kullanımında oluşturduğu farka benzer bir fark, matematik öğretmenlerinde de görülebilir. Bu nedenle modül matematik öğretmenlerine uygulanarak oran-orantı konusundaki çözüm stratejilerinin değişim durumları incelenebilir.
- Çalışmada MTS temelli geliştirilen STEM eğitimi modülünün öğretmen adaylarının oran-orantı konusunda mesleki gelişimlerinde olumlu yönde fark oluşturduğu tespit edilmiştir. Benzer fark matematik öğretmenlerinde de görülebilir. Bu modül öğretmenlere uygulanarak oran-orantı konusunda mesleki gelişimleri incelenebilir.
- Bu çalışma için geliştirilen modül yedinci sınıf öğrencilerine uygulanarak açılar, çizgi grafiği, elektrik devreleri ve aynalar-mercekler konularındaki başarıları ve kavram yanlışlarının giderilme durumları incelenebilir.
- Bu çalışma için geliştirilen modül matematik ve fen bilgisi öğretmenlerine uygulanarak açılar, çizgi grafiği, elektrik devreleri ve aynalar-mercekler konularındaki başarıları ve kavram yanlışlarının giderilme durumları incelenebilir.

KAYNAKÇA

- Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET). 2008. *Criteria for accreditation of engineering programs*. [Online], Baltimore: Engineering Accreditation Commission.
- 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
- Akar, N. (2018). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının grafiklere ilişkin alan bilgilerinin antropoloji açısından incelenmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Akarsu, M., Akçay, N. O., & Elmas, R. (2020). STEM eğitimi yaklaşımının özellikleri ve değerlendirilmesi. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 37, 155-175.
- Akarsu, Murat & Guzey, Sıddıka Selcen (2022). Mühendislik Tasarım Süreci Temelli STEM Eğitimi Yaklaşımı. M. Akarsu, N. Okur-Akçay ve R. Elmas. (Editörler). STEM Eğitimi Yaklaşımı. Birinci Baskı. Ankara. Pegem Akademi Yayıncılık, ss. 121-135.
- Akay, M. (2018). *Üstün yetenekli öğrencilerin eğitiminde kullanılabilecek matematik temelli STEM etkinliklerinin geliştirilmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Akaygün, Sevil (2022). STEM Eğitimi Yaklaşımında Öğretmen Eğitimi. M. Akarsu, N. Okur-Akçay ve R. Elmas. (Editörler). STEM Eğitimi Yaklaşımı. Birinci Baskı. Ankara. Pegem Akademi Yayıncılık, ss. 194-212.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). STEM eğitimi Türkiye raporu. *İstanbul: Scala Basım*.
- Akkuş- Çıkla, O. ve Duatepe, A. (2002). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının orantısal akıl yürütme becerileri üzerine niteliksel bir çalışma. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 32-40.
- Akuysal, N. (2007). *İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin 7. sınıf ünitelerindeki geometrik kavramlardaki yanlışları* (Master's thesis, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

- Aktürk, D. N. (2019). *Matematik öğretmenlerinin ders imecesi kapsamında geliştirdikleri STEM etkinliklerine yönelik görüşlerinin incelenmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Aldahmash, A. H., Alamri, N. M., & Aljallal, M. A. (2019). Saudi Arabian science and mathematics teachers' attitudes toward integrating STEM in teaching before and after participating in a professional development program. *Cogent Education*, 6(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2019.1580852>
- Anıl, Ö. & Küçüközer, H. (2017). Ortaöğretim öğrencilerinin aynalar konusundaki kavramsal anlamalarının analizi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 43, 78-122.
- Arıcan, M. (2015). *Exploring preservice middle and high school mathematics teachers' understanding of directly and inversely proportional relationships* (Doctoral dissertation, 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. (2019). A diagnostic assessment to middle school students' proportional reasoning. *Turkish Journal of Education*, 8(4), 237-257. DOI: 10.19128/turje.522839
- Arıcan, M. (2019). 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.
- Arıcan, M. (2020). Öğretmen Adaylarının Orantısal Olan ve Olmayan İlişkileri Belirleyebilme ve Temsil Edebilmelerinin Problem İçerikleri Açısından İncelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 14(1), 629-660. 10.17522/balikesirnef.683225
- Arıcan, M. (2021). The development and application of an interview structure on determining preservice mathematics teachers' competence in proportional reasoning. *Mathematics Education Research Journal*, 1-25. 10.1007/s13394-021-00388-5
- Artut, P. D. & Pelen, M. S. (2015). 6th grade students' solution strategies on proportional reasoning problems. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 197, 113-119. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.07.066>

- Atman, C.J., Adams, R.S., Cardella, M.E., Turns, J., Mosborg, S. and Saleem, J. (2007), Engineering Design Processes: A Comparison of Students and Expert Practitioners. *Journal of Engineering Education*, 96: 359-379. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2007.tb00945.x>
- Avcu, R. & Doğan, M. (2014). What are the strategies used by seventh grade students while solving proportional reasoning problems?. *International Journal of Educational Studies in Mathematics*, 1(2), 34-55.
- Avery, Z. K., & Reeve, E. M. (2013). Developing effective STEM professional development programs. *Journal of Technology Education*, 25(1), 55-69.
- Aydın-Günbatır, S. (2020). Making homemade indicator and strips: a STEM+ activity for acid-base chemistry with entrepreneurship applications. *Science Activities*, 57(3), 132-141. DOI: 10.1080/00368121.2020.1828794
- Aydın-Günbatır, S., & Tabar, V. (2019). Türkiye’de gerçekleştirilen STEM araştırmalarının içerik analizi. *Van Yüzcüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(1), 1054-1083.
- Baker, C. K., & Galanti, T. M. (2017). Integrating STEM in elementary classrooms using model-eliciting activities: responsive professional development for mathematics coaches and teachers. *International Journal of STEM Education*, 4(1), 1-15. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0066-3>
- Balcı, F. (2020). *FETEMM(STEM) temelli öğretim tekniklerinin ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin rasyonel sayılar konusunda kavramsal değişimlerine ve başarılarına etkisi.* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Van Yüzcüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Ball, D. L., & Cohen, D. K. (1999). Developing practice, developing practitioners: Toward a practice-based theory of professional education. In G. Sykes & L. Darling-Hammond (Eds.), *Teaching as the learning profession: Handbook of policy and practice* (pp. 3–32). San Francisco: Jossey-Bass.
- Banilower, E. R., Heck, D. J., & Weiss, I. R. (2007). Can professional development make the vision of the standards a reality? The impact of the national science foundation's local systemic change through teacher enhancement initiative. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 44(3), 375-395.

- Baran, E., Canbazoglu Bilici, S., Mesutoglu, C. & Ocak, C. (2016). Moving STEM beyond schools: Students' perceptions about an out-of-school STEM education program. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 9-19. DOI:10.18404/ijemst.71338
- Baykul, Y. (2002). İlköğretimde Matematik Öğretimi (1-5 Sınıfları için), 6. Baskı, Pegem.
- Ben-Chaim, D., Keret, Y., & Ilany, B. S. (2007). Designing and implementing authentic investigative proportional reasoning tasks: the impact on pre-service mathematics teachers' content and pedagogical knowledge and attitudes. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 10(4), 333-340. 10.1007/s10857-007-9052-x
- Berk, G. (2020). *DMÖN destekli STEM uygulamalarının oran – orantı ve yüzdeler konusunda etkisinin incelenmesi*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi), Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Bircan, M. A. (2019). *STEM eğitimi etkinliklerinin ilkökul dördüncü sınıf öğrencilerinin STEM'e yönelik tutumlarına, 21. yüzyıl becerilerine ve matematik başarılarına etkisi*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi), Ondokuz Mayıs Üniversitesi, İzmir.
- Breiner, J.M., Harkness, S.S., Johnson, C.C. and Koehler, C.M. (2012), What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships. *School Science and Mathematics*, 112: 3-11. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>
- Bütüner, S. Ö., & Filiz, M. (2018). İlköğretim matematik öğretmenlerinin açılar konusundaki öğrenci kavram yanlışlarının farkındalıklarının belirlenmesi. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (35), 123-144.
- Bybee, R.W. (2006). Scientific Inquiry And Science Teaching. In: Flick, L.B., Lederman, N.G. (eds) *Scientific Inquiry and Nature of Science*. Science & Technology Education Library, vol 25. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5814-1_1
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Carlson, L., & Sullivan, J. (2004). Exploiting design to inspire interest in engineering across the K-16 engineering curriculum. *International Journal of Engineering Education*, 20(3), 372-380.

- Christian, K. B., Kelly, A. M., & Bugallo, M. F. (2021). NGSS-based teacher professional development to implement engineering practices in STEM instruction. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 1-18. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00284-1>
- Common Core State Standards Initiative (2010). The common core state standards for mathematics. Washington, D.C.: Author.
- Cramer, K., Post, T., & Graeber, A. O. (1993). Connecting research to teaching: Proportional reasoning. *The Mathematics Teacher*, 86(5), 404-407.
- Çolakoğlu, M., & Gökben, A. G. (2017). Türkiye’de eğitim fakültelerinde FeTeMM (STEM) çalışmaları. *İnformal Ortamlarda Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 46-69.
- Çomruk, B. (2018). *Kırsal bölge ortaokul öğrencilerinin orantısal akıl yürütme stratejilerinin materyal destekli problem çözme sürecinde incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi)
- Çorlu, M. S. (2017). STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesi [STEM: Integrated teaching framework]. STEM kuram ve uygulamaları, 1-10.
- Darling-Hammond, L. (1997). *Doing what matters most: Investing in quality teaching*. National Commission on Teaching & America's Future, Kutztown Distribution Center, 15076 Kutztown Road, PO Box 326, Kutztown, PA 19530-0326.
- Darling-Hammond, L. (2000). Teacher quality and student achievement. *Education policy analysis archives*, 8, 1-1.
- Daymaz, B. (2019). *Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin matematik başarı, motivasyon ve STEM kariyer alanlarına etkisi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.
- De Bock, D., Verschaffel, L. & Janssens, D. (1998). The predominance of the linear model in secondary school students’ solutions of word problems involving length and area of similar plane figures. *Educational Studies in Mathematics*, 35(1), 65-83
- Derin, G. (2017). *Ortaöğretim matematik öğretmen eğitimi programına STEM entegrasyonu: Bir ders örneği*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi, İstanbul.

- Desimone, L. M. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. *Educational researcher*, 38(3), 181-199. <https://doi.org/10.3102%2F0013189X08331140>
- Devichi, C., & Munier, V. (2013). About the concept of angle in elementary school: Misconceptions and teaching sequences. *The Journal of Mathematical Behavior*, 32(1), 1-19.
- Doğan, T. & Çetin, B. (2009). The Validity, Reliability and Factorial Structure of the Turkish Version of the Tromso Social Intelligence Scale. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 9(2), 709-720.
- Doğruel, A. B. (2019). *Ortaokul matematik öğretmenlerinin oran ve orantı konusuna ilişkin pedagojik alan bilgilerinin incelenmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- Drake, S. M., & Burns, R. C. (2004). *Meeting standards through integrated curriculum*. ASCD.
- 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.
- Dyehouse, M., Santone, A. L., Kisa, Z., Carr, R. L., & Razzouk, R. (2019). A Novel 3D+ MEA approach to authentic engineering education for teacher professional development: Design principles and outcomes. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 9(1), 4. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1168>
- Ekawati, R., Lin, F. L. & Yang, K. L. (2015). Developing an instrument for measuring teachers' mathematics content knowledge on ratio and proportion: a case of Indonesian primary teachers. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(1), 1-24.
- Elmas, Rıdvan & Adıgüzel-Ulutaş, Merve (2022). STEM Eğitimi Yaklaşımı. M. Akarsu, N. Okur-Akçay ve R. Elmas. (Editörler). STEM Eğitimi Yaklaşımı. Birinci Baskı. Ankara. Pegem Akademi Yayıncılık, ss. 1-14.
- Engelhardt, P. V., & Beichner, R. J. (2004). Students' understanding of direct current resistive electrical circuits. *American journal of physics*, 72(1), 98-115.

- Eryilmaz, A. (2002). Effects of conceptual assignments and conceptual change discussions on students' misconceptions and achievement regarding force and motion. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 1001e1015. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.10054>.
- Estapa, A. T., & Tank, K. M. (2017). Supporting integrated STEM in the elementary classroom: a professional development approach centered on an engineering design challenge. *International Journal of STEM education*, 4(1), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0058-3>
- Ferah, H. Ö. (2022). *Fizik Öğretmenlerinin ve Fizik Öğretmen Adaylarının Elektrik Konusudaki Orantısız Akıl Yürütmeye Dayalı Pedagojik Alan Bilgilerinin İncelenmesi*. (Doktora Tezi)
- Fisher, L. C. (1988). Strategies used by secondary mathematics teachers to solve proportion problems. *Journal for Research in Mathematics Education*, 19(2), 157-168.
- Fogarty, R. (1991). Ten ways to integrate curriculum. *Educational leadership*, 49(2), 61-65.
- Gencer, A. S., Doğan, H., Bilen, K. ve Can, B.(2019). Bütünleşik STEM eğitimi modelleri. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 45, 38-55.
- Guzey, S. S. Moore, T. J. & Harwell, M. (2016). Building Up STEM: An Analysis of Teacher-Developed Engineering Design-Based STEM Integration Curricular Materials. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1129>
- Gündoğdu, N. S., & Tunç2, M. P. (2022). Improving middle school students' proportional reasoning through STEM activities. *Journal of Pedagogical Research*, 6(2).
- Hasim, M. S., Rosli, R., Halim, L., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2022). STEM Professional Development Activities and Their Impact on Teacher Knowledge and Instructional Practices. *Mathematics*, 10(7), 1109.
- Havice, W., Havice, P., Waugaman, C., & Walker, K. (2018). Evaluating the Effectiveness of Integrative STEM Education: Teacher and Administrator Professional Development. *Journal of Technology Education*, 29(2), 73-90. 10.21061/jte.v29i2.a.5

- Heller, J. I., Daehler, K. R., Wong, N., Shinohara, M., & Miratrix, L. W. (2012). Differential effects of three professional development models on teacher knowledge and student achievement in elementary science. *Journal of research in science teaching*, 49(3), 333-362. <https://doi.org/10.1002/tea.21004>
- Hines, E., & McMahon, M. T. (2005). Interpreting middle school students' proportional reasoning strategies: Observations from preservice teachers. *School Science and Mathematics*, 105(2), 88-105. 10.1111/j.1949-8594.2005.tb18041.x
- Hotmanoğlu, Ç. (2014). *Sekizinci sınıf öğrencilerinin grafik çizme, yorumlama ve grafikleri diğer gösterimlerle ilişkilendirme becerilerinin incelenmesi* (Master's thesis, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).
- Izsák, A., & Jacobson, E. (2013). Understanding teachers' inferences of proportionality between quantities that form a constant difference or constant product. Paper presented at the National Council of Teachers of Mathematics Research Pre-session, Denver, CO.
- Jitendra, A. K., Harwell, M. R., & Im, S. H. (2022). Sustainability of a teacher professional development program on proportional reasoning skills of students with mathematics difficulties. *Exceptional Children*, 1-22 <https://doi.org/10.1177/00144029221094053>
- Jitendra, A. K., Harwell, M. R., & Im, S. H. (2022). Sustainability of a teacher professional development program on students' proportional reasoning skills. *The Journal of Experimental Education*, 1-20. <https://doi.org/10.1177/00144029221094053>
- Johnston, A. C., Akarsu, M., Moore, T. J., & Guzey, S. S. (2019). Engineering as the integrator: A case study of one middle school science teacher's talk. *Journal of Engineering Education*, 108(3), 418-440. <https://doi.org/10.1002/jee.20286>
- Kanlı, U. & Yağbasan, R. (2004). Proje 2061 in Işığında Fizik Ders Kitaplarının Eğitimsel Tasarımına Eleştirel Bir Bakış . Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24 (2), 0-0. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/gefad/issue/6759/90919>
- Kaplan, A., İşleyen, T., & Öztürk, M. (2011). 6. sınıf oran orantı konusundaki kavram yanılgıları. *Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 19(3), 953-968.

- Karagöz Akar, G. (2009). Oran konusunun kavramsal öğreniminde karşılaşılan zorluklar ve çözüm önerileri. E., Bingölbali ve M. F., Özmantar, (Ed.), *İlköğretimde karşılaşılan matematiksel zorluklar ve çözüm önerileri* (1. Baskı, s.263-285). Ankara: Pegem Akademi.
- Karplus, R., Pulos, S., & Stage, E. K. (1983). Early adolescents' proportional reasoning on 'rate' problems. *Educational studies in Mathematics*, 14(3), 219-233.
- Kasim, N. H., & Ahmad, C. N. C. (2018). PRO-STEM module: The development and validation. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 8(1), 728-739.
- Kastberg, S. E., D'Ambrosio, B., & Lynch-Davis, K. (2012). Understanding proportional reasoning for teaching. *Australian Mathematics Teacher*, The, 68(3), 32-40.
- Kırkıç, K. A., & Aydın, E. (2018). Merhaba STEM yenilikçi bir öğretim yaklaşımı. Eğitim Yayınevi.
- Kurdal, C. (2016). *Dinamik ve etkileşimli matematik öğrenme ortamlarında öğrencilerin kesirler ve oran orantı konusunda yaptığı hatalar ve çözüm önerileri* (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Lamon, S. J. (1993). Ratio and proportion: Connecting content and children's thinking. *Journal for Research in Mathematics Education*, 24(1), 41-61.
- Lamon, S. (2007). Rational numbers and proportional reasoning: Toward a theoretical framework for research. In F. K. Lester, Jr. (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (Vol 1, pp. 629-667). Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Lee, O., Deaktor, R., Enders, C., & Lambert, J. (2008). Impact of a multiyear professional development intervention on science achievement of culturally and linguistically diverse elementary students. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 45(6), 726-747. <https://doi.org/10.1002/tea.20231>
- Li, Q., Richman, L., Haines, S., & McNary, S. (2019). Computational Thinking in Classrooms: A Study of a Professional Development for STEM Teachers in High Needs Schools. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 45(3). 10.21432/cjlt27857

- Lim, K. (2009). Burning the candle at just one end: Using nonproportional examples helps students determine when proportional strategies apply. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 14(8), 492-500.
- Livy, S., & Vale, C. (2011). First year pre-service teachers' mathematical content knowledge: methods of solution for a ratio question. *Mathematics teacher education and development*, 13(2), 22-43.
- Lobato, J., Ellis, A., & Zbiek, R. M. (2010). *Developing Essential Understanding of Ratios, Proportions, and Proportional Reasoning for Teaching Mathematics: Grades 6-8*. National Council of Teachers of Mathematics. 1906 Association Drive, Reston, VA 20191-1502.
- Mangiante, E. S., & Gabriele-Black, K. A. (2020). Supporting elementary teachers' collective inquiry into the “E” in STEM. *Science & Education*, 29(4), 1007-1034.
- Marks R., Pedagogical Content Knowledge: From a mathematical case to a modified conception, *Journal of Teacher Education*, 1990, 41(3), 3-11. <https://doi.org/10.1177/002248719004100302>
- Mazlum, E., & Yiğit, N. (2017). Işık konusundaki kavram bilgisi göstergelerinin ve öğretim kanallarının akran öğretimi uygulamalarıyla incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(2), 295-311.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). “Öğretim Programlarını İzleme ve Değerlendirme Sistemi—Öğretim Programları”. <http://mufredat.meb.gov.tr/Programlar.aspx>
- Modestou, M., & Gagatsis, A. (2007). Students' improper proportional reasoning: A result of the epistemological obstacle of “linearity”. *Educational Psychology*, 27(1), 75-92.
- Moore, T. J., Miller, R. L., Lesh, R. A., Stohlmann, M. S., & Kim, Y. R. (2013). Modeling in engineering: The role of representational fluency in students' conceptual understanding. *Journal of Engineering Education*, 102(1), 141-178. <https://doi.org/10.1002/jee.20004>
- Moore, T. J., Mathis, C. A., Guzey, S. S., Glancy, A. W., & Siverling, E. A. (2014, October). STEM integration in the middle grades: A case study of teacher implementation. In 2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings (pp. 1-8). IEEE.

- Morrison, J. (2006). *TIES STEM education monograph series, attributes of STEM education*. Baltimore, MD: TIES.
- National Academy of Engineering and National Research Council [NAE & NRC]. (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. Washington: National Academies Press.
- Ong, E. T. Luo, X., Yuan, J., & Yingprayoon, J. (2020). The Effectiveness of a Professional Development Program on the Use of STEM-Based 5E Inquiry Learning Model for Science Teachers in China. *Science Education International*, 31(2), 179-184. 10.33828/sei.v31.i2.7
- Orrill, C. H., & Brown, R. E. (2012). Making sense of double number lines in professional development: Exploring teachers' understandings of proportional relationships. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 15(5), 381-403.
- Osborne, R. (1983). Towards modifying children's ideas about electric current. *Research in Science & Technological Education*, 1(1), 73-82.
- Özbellek Gülsen, S. (2003). *İlköğretim 6. ve 7. Sınıf Düzeyindeki Açık Konusunda Karşılaşılan Kavram Yanılgıları. Eksik Algulamaların Tespiti ve Giderilme Yöntemleri*, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, 82.
- Özdemir, H. (2018). *Meslek lisesi öğrencilerinin alanlarıyla ilgili mesleki matematik başarısını geliştirmeye yönelik STEM uygulamaları* [Yayınlanmamış doktora tezi]. Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Özkan, H. H., Albayrak, M., & Berber, K. (2005). Öğretmen adaylarının ilköğretim okullarında yaptıkları öğretmenlik uygulamasının yetişmelerindeki rolü. *Milli Eğitim Dergisi*, 33, 168.
- Pekmez, E., Yılmaz, H., Akşit, A.C.A., & Güler, F. (2018). İlköğretim öğrencilerinin fen- teknoloji-tasarım süreci ile ilgili becerilerinin geliştirilmesi üzerine bir eğitim modülü uygulaması. *Ege Eğitim Dergisi*, 19(1), 135-160. Doi: 10.12984/egeefd.343374.
- Pişkin-Tunç, M. (2016). *Pre-service middle school mathematics teachers' proportional reasoning before and after a practice based instructional module*. (Doktora Tezi. ODTÜ)

- Peters-Burton, E. E., Moore, T. J., & Johnson, C. C. (Eds.). (2016). *STEM Road Map: A Framework for Integrated STEM Education*. Routledge.
- Rathouz, M., Cengiz, N., Krebs, A., & Rubenstein, R. N. (2014). Tasks to develop language for ratio relationships. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 20(1), 38-44.
- Rich, P. J., Jones, B., Belikov, O., Yoshikawa, E., & Perkins, M. (2017). Computing and engineering in elementary school: The effect of year-long training on elementary teacher self-efficacy and beliefs about teaching computing and engineering. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 1(1), 1-20. 10.21585/ijcses.v1i1.6
- Riley, K. R. (2010). Teachers' understanding of proportional reasoning. In P. Brosnan, D. B. Erchick, & L. Flevaris (Eds.), *Proceedings of the 32nd annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 1055-1061). Columbus, OH: The Ohio State University.
- Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H. H., & Park, M. S. (2012). Is adding the E enough? Investigating the impact of K-12 engineering standards on the implementation of STEM integration. *School science and mathematics*, 112(1), 31-44. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00112.x>
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education. *STEMmania. The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Schifter, D., & Fosnot, C. T. (1993). *Reconstructing mathematics education: Stories of teachers meeting the challenge of reform*. Teachers College Press, 1234 Amsterdam Ave., New York, NY 10027
- Shaughnessy, J. M. (2013). Mathematics in a STEM context. *Mathematics Teaching in the Middle school*, 18(6), 324-324. <https://doi.org/10.5951/mathteachmidscho.18.6.0324>
- Shernoff, D. J., Sinha, S., Bressler, D. M., & Schultz, D. (2017). Teacher perceptions of their curricular and pedagogical shifts: Outcomes of a project-based model of teacher professional development in the next generation science standards. *Frontiers in Psychology*, 8, 989. 10.3389/fpsyg.2017.00989
- Shipstone, D. (1985). Electricity in Simple. *EBOOK: CHILDREN'S IDEAS IN SCIENCE*, 33.

- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman L. S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform, *Harvard Educational Review*, 1987, 57(1), 1-23.
- Silk, E. M., Higashi, R., Shoop, R., & Schunn, C. D. (2010). Designing technology activities that teach mathematics. *The Technology Teacher*, 69(4), 21-27.
- Simon, M. A. & Blume, G. W. (1994). Mathematical modeling as a component of understanding ratio-as-measure: A study of prospective elementary teachers. *The Journal of Mathematical Behavior*, 13(2), 183-197. [https://doi.org/10.1016/0732-3123\(94\)90022-1](https://doi.org/10.1016/0732-3123(94)90022-1)
- Siemon, D. (2005). Multiplicative thinking. *Retrieved*, 22, 2013.
- Smith, J. P., DiSessa, AA & J. Roschelle (1993). Misconceptions reconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition. *J. Learn. Sci*, 3(2), 115-163. https://doi.org/10.1207/s15327809jls0302_1
- Smyrniou, Z., Petropoulou, E., & Sotiriou, M. (2015). Applying argumentation approach in STEM education: A case study of the European student parliaments project in Greece. *American Journal of Educational Research*, 3(12), 1618-1628. [10.12691/education-3-12-20](https://doi.org/10.12691/education-3-12-20)
- Stafylidou, S. & Vosniadou, S. (2004). The development of students' understanding of the numerical value of fractions. *Learning and Instruction*, 14, 503-518. <http://dx.doi.org/10.1016/j.learninstruc.2004.06.015>.
- Suryadi, A., Yuliati, L., & Wisodo, H. (2020). Could STEM-based Phenomenon Learning Improve Students' Proportional Reasoning. *ILHSS-20, TILEIS-20 & EABID-20 March*, 2(4).
- Tamir, P. (1988). Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education. *Teaching and teacher education*, 4(2), 99-110.
- Taşlıdere, E., & Eryılmaz, A. (2015). Öğretmen Adaylarının Geometrik Optik Konusundaki Kavram Yanılgılarının Üç-Aşamalı Kavram Yanılgısı Testi ile Değerlendirilmesi. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 269.

- Thompson, P. W. (1994). The development of the concept of speed and its relationship to concepts of rate. In G. Harel & J. Confrey (Eds.), *The development of multiplicative reasoning in the learning of mathematics* (pp. 181-234). Albany, NY: SUNY Press.
- Torralba, J. (2019). A mixed-methods approach to investigating proportional reasoning understanding in maker-based integrative STEAM projects. *In Proceedings of FabLearn 2019* (pp. 81-88).
- Tortop, T. (2011). *7th-Grade students' typical errors and possible misconceptions in graphs concept before and after the regular mathematics instruction* (Master's thesis, Middle East Technical University).
- Tourniaire, F. (1986). Proportions in elementary school. *Educational Studies in Mathematics*, 17(4), 401-412.
- Türkdoğan, A., Güler, M., Bülbül, B., & Danişman, Ş. (2015). Türkiye’de matematik eğitiminde kavram yanlışlarıyla ilgili çalışmalar: Tematik bir inceleme. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(2).
- Ünal, E. (2019). *STEM eğitimi almış ortaokul matematik öğretmenlerinin STEM odaklı etkinliklerin kullanılabilirliğine ilişkin görüşlerinin değerlendirilmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Van de Walle, K. & Karp, K. S. Bay-Williams (2021). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally*. Pearson Education.
- Van Dooren, W., De Bock, D., Evers, M., & Verschaffel, L. (2007). *The role of number structures in pupils' over-reliance on proportional methods* (No. 2007/13).
- Vamvakoussi, X. & Vosniadou, S. (2004). Understanding the structure of the set of rational numbers: a conceptual change approach. *Learning and Instruction*, 14(5), 453-467. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2004.06.013>
- Vergnaud, G. (1983). Multiplicative structures. In R. Lesh & M. Landau (Eds.), *Acquisition of mathematics concepts and processes* (pp. 127-174). New York: Academic Press.
- Wang, F. & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5-23

- Wang, H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM Integration: Teacher Perceptions and Practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2), Article 2. <https://doi.org/10.5703/1288284314636>
- Williams, T., Krikorian, J., Singer, J., Rakes, C., & Ross, J. (2019). A high quality educative curriculum in engineering fosters pedagogical growth. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 5(2), 657-680.
- Wilson, S. M. (2013). Professional development for science teachers. *Science*, 340(6130), 310-313.
- Yıldırım, H. İ., Yalçın, N., Şensoy, Ö. & Akçay, S. (2008). İlköğretim 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin elektrik akımı konusunda sahip oldukları kavram yanılgıları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16(1), 67-82.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. (9. Genişletilmiş Baskı) Ankara: Seçkin Yayınevi.
- Yılmaz- Bilir, E. (2021). *Matematik ağırlıklı bir STEM modülünün geliştirilmesi ve modüle yönelik görüşlerin değerlendirilmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi.
- Yükselen, A., Biber, A. Ç., & Kepceoğlu, İ. (2021). STEM Alanında Matematik Eğitimi Üzerine Yapılan Lisansüstü Tezlerin İncelenmesi. *Online Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(1).
- Zollman, A. (2012), Learning for STEM Literacy: STEM Literacy for Learning. *School Science and Mathematics*, 112: 12-19. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2012.00101.x>

EKLER

Ek 1. Etik Kurul Onayı

Etik Kurul Otomasyonu

20.12.2021 15:12

T.C. İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURULU Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulu			
Oturum Tarihi : 09-12-2021	Oturum Sayısı : 24	Karar Sayısı : 9	
Etik Açısından Uygun			
Çalışma Adı	Mühendislik Tasarım Süreci Temelli Geliştirilen STEM Eğitim Modülünün Öğretmen Adaylarının Orantısal Akıl Yürütme Stratejileri, Orantı Konusundaki Kavram Yanılgıları ve Pedagojik Alan Bilgilerine Etkisinin İncelenmesi		
Araştırmacılar	Araştırma Görevlisi Sema Nacar (Yürütücü) Prof.Dr. Bilal Altay (Danışman) Dr.Öğretim Üyesi Murat Akarsu (Danışman)		
Başkan	Prof.Dr. Hüseyin Suphi ERDEM		
Kurul Üyeleri			
Sekreter Hatice CİHAN		Prof.Dr. Mustafa ARSLAN	
Prof.Dr. Mehmet GÜNGÖR		Prof.Dr. Süleyman ÇALDAK	
Prof.Dr. Nesrin SİS		Prof.Dr. Mehmet ÜSTÜNER	
Prof.Dr. Lütfiye ÖZDEMİR			

Ek 2. Eğitim Bilimleri Enstitüsü İzin Yazısı

Evrak Tarih ve Sayısı: 11/02/2022-144697



T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı

Sayı :E-50235129-730.08.03--144697
Konu : Öğr. Sema NACAR (Araştırma İzni)

11/02/2022

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 10/02/2022 tarihli ve 144511 sayılı yazınız,

Enstitünüz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalı doktora öğrencisi Sema NACAR'ın, Prof. Dr. Bilal ALTAY danışmanlığında yürütmekte olduğu "Mühendislik Tasarım Süreci Temelli Geliştirilen STEM Eğitim Modülünün Öğretmen Adaylarının Orantısal Akıl Yürütme Stratejileri Orantı Konusundaki kavram Yanılguları ve Pedagojik Alan Bilgilerine Etkisinin İncelenmesi" konulu tez çalışmasını Üniversitemiz Eğitim Fakültesinde uygulama talebi uygun görülmüştür.

Gereğini bilgilerinize rica ederim.

Prof.Dr. Nusret AKPOLAT
Rektör Yardımcısı

Ek:Yazı.

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu :BS4LUKAKHK Pin Kodu :31692

Belge Takip Adresi :

<https://tarkiye.gov.tr/ebd?eK=3837&eD=BS4LUKAKHK&eS=144697>

Adres:İnönü Üniversitesi Rektörlüğü Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı, Öğrenci Merkezi

Bilgi için: Aysel Gökdemir

Telefon:04223773090 Faks:04223410053

Unvanı: Memur

e-Posta:ogrenci@inonu.edu.tr Web:http://www.inonu.edu.tr/ogrencidb

Kep Adresi:inonuuniversitesi@hs03.kep.tr



Evrak Tarih ve Sayısı: 10/02/2022-144511



T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Eğitim Fakültesi Dekanlığı

Sayı :E-92512750-730.08.03--144511
Konu :Öğr. Sema NACAR (Araştırma İzni)

10/02/2022

REKTÖRLÜK MAKAMINA

İlgi : Öğrenci İşleri Daire Başkanlığının 09/02/2022 tarihli ve E.143451 sayılı yazısı.

İlgi yazı gereği, Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalı doktora öğrencisi Sema NACAR'ın, Prof. Dr. Bilal ALTAY danışmanlığında yürütmekte olduğu "Mühendislik Tasarım Süreci Temelli Geliştirilen STEM Eğitim Modülünün Öğretmen Adaylarının Orantısal Akıl Yürütme Stratejileri Orantı Konusundaki kavram Yanılgıları ve Pedagojik Alan Bilgilerine Etkisinin İncelenmesi" konulu tez çalışmasını Fakültemizde uygulama isteği Dekanlığımızca uygun görülmüştür.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

Doç.Dr. Ali KIŞ
Dekan V.

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu :BSVLUBBMBK Pin Kodu :12782

Belge Takip Adresi :

<https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=3837&eD=BSVLUBBMBK&eS=144511>

Adres:İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi A Blok Merkez Kampüsü/44280 Malatya
Telefon:0 422 3774188- 0 422 3774242 Faks:0 422 3410042
e-Posta:egitim_dekanlik@inonu.edu.tr Web:http://www.inonu.edu.tr/egitim
Kop Adresi:inonuniversitesi@hs03.kop.tr

Bilgi için: Bünye Cesrol
Unvanı: Memur



Ek 3. Oran-Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formu

- 1) İki sayının oranı $\frac{3}{5}$ 'tir. Sayılardan küçük olanı 45 ise büyük olan kaçtır?" Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.
- 2) Bir kapta kırmızı ve mavi toplar vardır. Kırmızı topların mavi toplara oranı $\frac{3}{4}$ 'tür. Toplam 42 top varsa, mavi topların sayısı kaçtır? Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.
- 3) Bir üçgenin dış açıları 9,12,15 sayılarıyla doğru orantılıdır. Bu üçgenin iç açılarının en büyüğünün ölçüsü nedir? Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.
- 4) Bir araba saatte 60 km sabit hızla iki şehir arasını 6 saatte gidiyor. Eğer araba hızını saatte 90 km'ye çıkarırsa iki şehir arasını kaç saatte gider? Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.
- 5) 12 işçi günde 7 saat çalışarak belli bir işi 15 günde bitiriyor. 14 işçi aynı işi günde 5 saat çalışarak kaç günde bitirebilir? Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.
- 6) Bir fırında çalışan aynı kapasiteli 3 işçi 4 saatte 12 pasta pişirebilmektedir. Bu fırında 4 kişinin 8 pasta pişirebilmesi için kaç saate ihtiyaç vardır? Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.
- 7) $\frac{2}{5} = \frac{14}{?}$ Yanda verilen orantıyı ifade eden bir soru yazınız ve çözümünü bir öğrenciye anlatır gibi ayrıntılı (sözel ifadeler kullanarak) yazınız

Soru:

Çözüm:

8) $3 \times 12 = 4 \times ?$ Yanda verilen orantıyı ifade eden bir soru yazınız ve çözümünü bir öğrenciye anlatır gibi (sözel ifadeler kullanarak) ayrıntılı yazınız.

Soru:

Çözüm:

9) Mehmet ve Ahmet marketten 90 cm uzunluğunda aynı bitkiden alıyorlar. Mehmet 1 adet Ahmet 2 adet bitki alıyor. Bu bitki her yıl 30 cm uzuyor. Mehmet'in aldığı bitkiler 3 yıl sonra 180 cm olmuşsa, Ahmet'in aldığı bitki aynı boya kaç yılda ulaşır? Açıklayınız

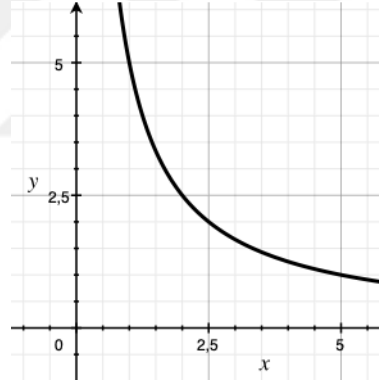
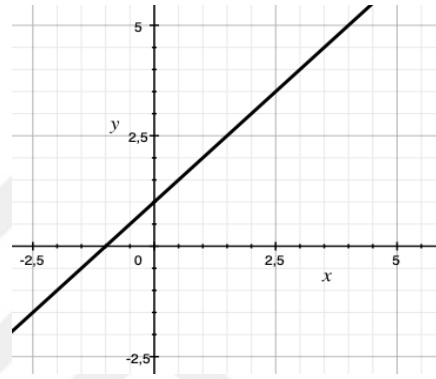
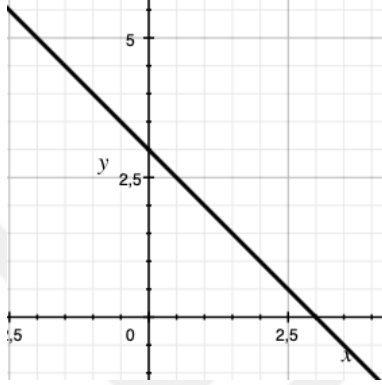
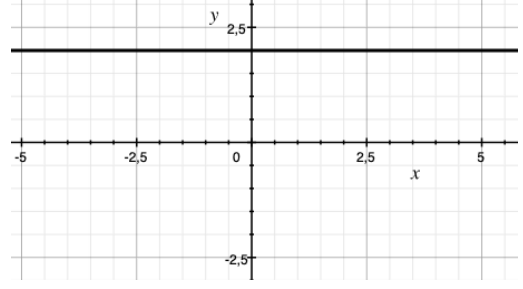
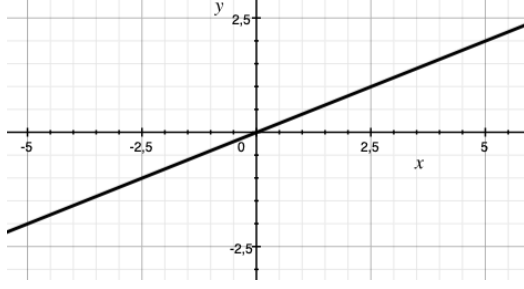
10) Aynı hızda koşan Ayşe ve Esra 800 m'lik dairesel bir parkuru farklı zamanlarda (önce Ayşe sonra Esra olacak şekilde) koşmaya başladılar. Ayşe 300 m koştuğunda Esra 200 m koşmuşsa, Esra 400 m koştuğunda Ayşe kaç m koşmuş olur? Açıklayınız

11) Uzunluğu 12 m olan bir binanın gölgesinin uzunluğu saat 13:00'te 6 m iken, saat 16:00'da 60 m olmaktadır. Aynı yerde bulunan 5 m uzunluğundaki bir ağacın saat 13:00 ve saat 16:00'daki gölge boyu değişimlerini eğer mümkünse farklı çizgi grafikleri ile gösteriniz.

Grafik1:

Grafik2:

- 12) Aşağıdaki grafiklerin orantı temsil edip etmediğini, eğer orantı temsil ediyorsa ne tür orantı temsil ettiğini, eğer orantı temsil etmiyorsa nicelikler arasında nasıl bir ilişki olduğunu grafiklerin altındaki boşluklara yazınız.



Ek 4. Oran-Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Soruları Uzman Görüşü Rubriği

Aşağıdaki sorular Arıcan (2019)'ın geliştirdiği “Orantısal Akıl Yürütme Testi”nden uyarlanmıştır.

Sorular Arıcan (2019)'ın bu test için belirlediği orantısal akıl yürütme becerilerini, araştırmacı tarafından literatürden tespit edilen kavram yanılgılarını ve öğretmen adaylarının farklı orantı problemlerinin çözümünde hangi stratejileri kullanabildiklerini belirlemeyi amaçlamaktadır.

Ölçmek için hedeflenen beceriler (Arıcan, 2019);

Beceri1: Oran kavramını anlama ve verilen bir orandaki bir niceliğin değerini belirleme

Beceri2: Doğru orantılı ilişkileri tanıma ve bu tür ilişkileri içeren günlük yaşam problemlerini çözme

Beceri3: Ters orantılı ilişkileri tanıma ve bu tür ilişkileri içeren günlük yaşam problemlerini çözme

Beceri4: Orantısal olmayan ilişkileri tanıma ve bu tür ilişkileri içeren günlük yaşam problemlerini çözme

Belirlenmesi Hedeflenen Kavram Yanılgıları

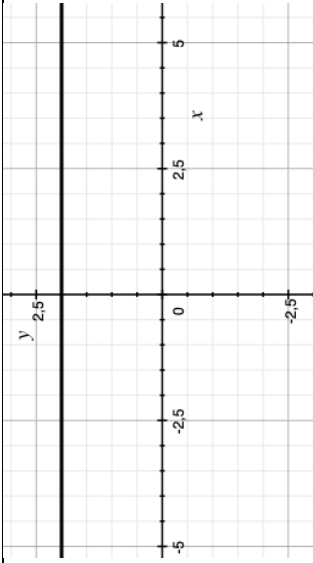
KY1: Çarpımsal akıl yürütmeyi gerektiren durumlarda toplamsal akıl yürütmeyi kullanma (Van De Walle, vd., 2021)

KY2: Toplamsal ve çarpımsal akıl yürütme arasındaki karışıklığa neden olacak ifadeler kullanma (Rathouz, vd., 2014). Örneğin; çarpımsal bir karşılaştırmayı anlatmak için “dört kat uzunluğunda” yerine “dört kat daha fazla” gibi bir ifade kullanmak.

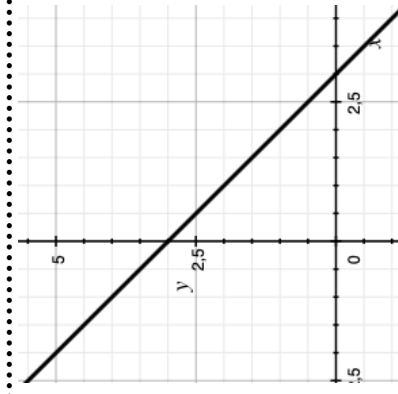
KY3: Oranların grafiklerinin nasıl çizileceği konusunda zorluk yaşama (Katsberg, vd., 2013).

Oran-Orantı Alan Bilgisi Değerlendirme Formu Sorular	Ölçmeyi Hedeflediği Beceri ve Belirlemeyi Hedeflediği Kavram Yanıtı	Madde Uygun	Madde Kısmen Uygun	Madde Uygun Değil	Açıklama
1) “İki sayının oranı $\frac{3}{5}$ ’tir. Sayılardan küçük olanı 45 ise büyük olan kaçtır?” Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.	Beceri1, Beceri2, Farklı Çözüm Stratejileri				
2) Bir kaptaki kırmızı ve mavi toplar vardır. Kırmızı topların mavi toplara oranı $\frac{3}{4}$ ’tür. Toplam 42 top varsa, mavi topların sayısı kaçtır? Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.	Beceri1, Beceri2, Farklı Çözüm Stratejileri				
3) Bir üçgenin dış açıları 9, 12, 15 sayılarıyla doğru orantılıdır. Bu üçgenin iç açıların en büyüğünün ölçüsü nedir? Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.	Beceri1, Beceri2, Farklı Çözüm Stratejileri				
4) Bir araba saatte 60 km sabit hızla iki şehir arasında 6 saatte gidiyor. Eğer araba hızını saatte 90 km’ye çıkarırsa iki şehir arasında kaç saatte gider? Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.	Beceri1, Beceri2, Farklı Çözüm Stratejileri				
5) 12 işçi günde 7 saat çalışarak belli bir işi 15 günde bitiriyor. 14 işçi aynı işi günde 5 saat çalışarak kaç günde bitirebilir? Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.	Beceri1, Beceri2, Beceri3, Farklı Çözüm Stratejileri				
6) Bir fırında çalışan aynı kapasiteli 3 işçi 4 saatte 12 pasta pişirebilmektedir. Bu fırında 4 kişinin 8 pasta pişirebilmesi için kaç saate ihtiyaç vardır? Soruyu olabildiğince farklı yöntemler kullanarak çözünüz.	Beceri1, Beceri2, Beceri3, Farklı Çözüm Stratejileri				
7) $\frac{2}{5} = \frac{14}{?}$ Yanda verilen orantıyı ifade eden bir soru yazınız ve çözümünü bir öğrenciye anlatır gibi ayrıntılı (sözel ifadeler kullanarak) yazınız	Beceri1, Beceri2, KY2				

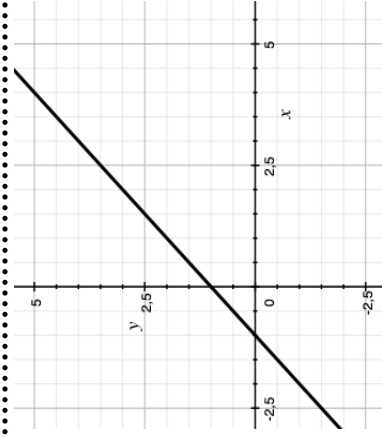
<p>8) $3 \times 12 = 4x$? Yanda verilen orantıyı ifade eden bir soru yazınız ve çözümünü bir öğrenciye anlatır gibi (sözel ifadeler kullanarak) ayrıntılı yazınız.</p>	Beceri1, Beceri3, KY2			
<p>9) Mehmet ve Ahmet marketten 90 cm uzunluğunda aynı bitkiden alıyorlar. Mehmet 1 adet Ahmet 2 adet bitki alıyor. Bu bitki her yıl 30 cm uzuyor. Mehmet'in aldığı bitkiler 3 yıl sonra 180 cm olmuşa, Ahmet'in aldığı bitki aynı boyda kaç yılda ulaşır? Açıklayınız</p>	Beceri4, KY1			
<p>10) Aynı hızda koşan Ayşe ve Esra 800 m'lik dairesel bir parkuru farklı zamanlarda (önce Ayşe sonra Esra olacak şekilde) koşmaya başladılar. Ayşe 300 m koştuğunda Esra 200 m koşmuşsa, Esra 400 m koştuğunda Ayşe kaç m koşmuş olur? Açıklayınız</p>	Beceri4, KY1			
<p>11) Uzunluğu 12 m olan bir binanın gölgesinin uzunluğu saat 13:00'te 6 m iken, saat 16:00'da 60 m olmaktadır. Aynı yerde bulunan 5 m uzunluğundaki bir ağacın saat 13:00 ve saat 16:00'daki gölge boyu değişimlerini eğer mümkünse farklı çizgi grafikleri ile gösteriniz.</p>	Beceri1, Beceri2, KY3			
<p>12) Aşağıdaki grafiklerin orantı temsil edip etmediğini, eğer orantı temsil ediyorsa ne tür orantı temsil ettiğini, eğer orantı temsil etmiyorsa nicelikler arasında nasıl bir ilişki olduğunu grafiklerin altındaki boşluklara yazınız.</p> <div data-bbox="1005 1411 1292 1926" style="text-align: center;"> </div> <p>A)</p>	Beceri1, Beceri2, Beceri3, Beceri4, KY3			



B)

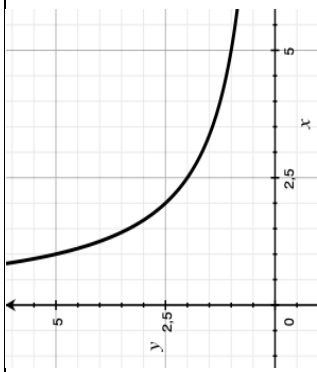


C)



D)





E)

KAYNAKÇA

- 1) Arıcan, M., (2019). A diagnostic assessment to middle school students' proportional reasoning. *Turkish Journal of Education*, 8(4), 237-257.
- 2) Kastberg, S. E., D'Ambrosio, B. S., Lynch-Davis, K., Mintos, A., & Krawczyk, K. (2013). CCSSM challenge: Graphing ratio and proportion. *Mathematics teaching in the Middle school*, 19(5), 294-300.
- 3) Rathouz, M., Cengiz, N., Krebs, A., & Rubenstein, R. N. (2014). Tasks to develop language for ratio relationships. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 20(1), 38-44.
- 4) Van de Walle, J. A., Karp, K. S., & Bay-Williams, J. M. (2016). *Elementary and middle school mathematics*. Pearson Education UK

Ek 5. Oran-Orantı Pedagojik Alan Bilgisi Değerlendirme Formu

1) Ayşe Öğretmen öğrencilerine doğru orantının tanımını sormuş ve bir öğrenciden şöyle bir cevap almıştır:

“İki çokluktan biri artarken diğeri de artıyorsa, çokluklar arasında doğru orantı vardır”

Soru 1) Sizce öğrencinin verdiği bu cevap doğru mudur? Neden?

Soru 2) Eğer cevap doğruysa öğretmen nasıl bir açıklama yaparak cevabı pekiştirmelidir?

Eğer cevap yanlışsa öğretmen nasıl bir açıklama yaparak (veya soru sorarak) öğrencileri doğru cevaba yönlendirebilir?

2) Aşağıda Ortaöğretim Matematik Müfredatında yer alan oran-orantı konusu ile ilgili kazanım örnekleri verilmiştir. Siz de hatırladığınız kadarıyla Ortaöğretim Matematik Müfredatında diğer kazanımları yazınız.

Örnek:

- Oranda çokluklardan birinin 1 olması durumunda diğerrinin alacağı değeri belirler.
- Birbirine oranı verilen iki çokluktan biri verildiğinde diğerrini bulur.

Diğerr Kazanımlar:

3) Oran-orantı konusunun öğretiminde hangi disiplinleri ilişkilendirerek öğretim yapabiliriz? Açıklayınız.

4) Aşağıda verilen kazanıma uygun ilişkilendirme örneği yazınız.

“Gerçek hayat durumlarını inceleyerek iki çokluğun ters orantılı olup olmadığına karar verir.”

5) Yapılandırmacılığa uygun öğretim yapmak isteyen Ali Öğretmen, “Birbirine oranı verilen iki çokluktan biri verildiğinde diğerini bulur” kazanımını öğretmek için hangi öğretim yöntem ve tekniklerini kullanabilir?

6) “Bir sınıftaki kızların sayısının erkeklerin sayısına oranı $\frac{3}{5}$ 'tir. Sınıftaki erkek öğrencilerin sayısı 40 ise kız öğrencilerin sayısı kaçtır?” Aşağıda bu probleme Emre isimli öğrencinin cevabı verilmiştir. Emre'nin verdiği cevap doğru mudur? Orantı türü, tanımı ve çözüm şekli açısından Emre'nin çözümünü irdeleyiniz. Eğer cevapta hata varsa, Emre'ye nasıl bir soru sorarak hatasını farketirirsiniz veya nasıl bir açıklama yaparsınız?

Emre'nin Cevabı: $\frac{3}{5}$ kızların erkeklere oranı ise; $3k+5k= 8k$ olur. $8k=40$ ise $k=5$ olur. Bu durumda kızların sayısı $3k= 3.5= 15$ 'tir.

7) Aşağıda verilen sorular Nihal isimli öğrenciye sorulmuş ve Nihal'in verdiği cevaplar soruların altında verilmiştir. Nihal'in verdiği cevapları inceleyin. Eğer cevaplarda hata veya eksiklik varsa, gidermek için Nihal'e nasıl bir soru sorarak hatasını farketirirsiniz veya nasıl bir açıklama yaparsınız? Yazınız.

Soru: “Ayşe ve Meryem aynı okula giden ve aynı hızda yürüyen iki kuzenlerdir. Bir sabah Meryem, Ayşe'nin okula geç kalacağını düşünerek önceden yola çıkmış, Ayşe de bir süre sonra peşinden çıkmıştır. Meryem 6 sokak yürüdüğünde Ayşe 2 sokak yürümüştür. Meryem 12 sokak yürüdüğünde Ayşe kaç sokak yürümüş olur? (Sokak uzunlukları eşittir)”

Cevap: Meryem 6 sokak yürüdüğünde, Ayşe 2 sokak yürümüşse; Meryem Ayşe'nin 3 katı yürümüştür. O zaman Meryem 12 sokak yürüdüğünde, Ayşe'nin 3 katı olacaktır. $\frac{12}{3} = 4$ sokak yürümüş olur.

Cevap İnceleme, Yönlendirme ve Açıklama:

Soru: Ali ve Hüseyin aynı tarlaya buğday ekıyorlar. Hüseyin 4 sıra buğday, Ali 6 sıra buğday ekmiştir. Hüseyin'in buğdayları 8 hafta içinde toplanmaya hazır hale geldiyse, Ali'nin buğdayları kaç hafta içinde toplanmaya hazır hale gelir? (Buğdayların gelişimleri soruda verilenler dışındaki diğer faktörlerden (toprak verimliliği, tohum cinsi vb.) etkilenmemiştir.)

Cevap: Hüseyin ile Ali'nin ektiği buğdayların oranı $\frac{4}{6}$ olur. Bu durumda Hüseyin'in ektiği buğdaylar 8 haftada olmuşsa, $\frac{4}{6} = \frac{8 \text{ hafta}}{? \text{ hafta}}$ şeklinde orantı kurulur ve $6 \cdot 8 = 4 \cdot ?$ Denklemi kurulur ve $? = 12$ hafta bulunur.

Cevap İnceleme, Yönlendirme ve Açıklama:

Soru: Vedat ve Eren okulda düzenlenecek kermes için aynı tarifi kullanarak kurabiye pişireceklerdir. Vedat 72 tane ve Eren 36 tane kurabiye yapıyorlar. Vedat kurabiyeyi yaparken 6 parça çikolata kullanmışsa, Eren kaç parça çikolata kullanmıştır?

Cevap: Vedat ile Eren'in yaptıkları kurabiyeler ile kullanacakları parça çikolata sayısı orantılıdır. Bunun için $\frac{6 \text{ parça çikolata}}{72 \text{ kurabiye}} = \frac{? \text{ parça çikolata}}{36 \text{ kurabiye}}$ olacak şekilde orantı kurulur. $? = 3$ olarak bulunur.

Cevap İnceleme, Yönlendirme ve Açıklama:

Soru: Cevdet ve Eymen iki koşuculardır. Cevdet saniyede 8 metre koşabilirken, Eymen saniyede 2 metre koşabiliyor. Eymen ve Cevdet aynı anda aynı parkuru koşmaya başlıyorlar. Eymen ve Cevdet'in koştuğu mesafe ile ilgili ne söyleyebiliriz?

Cevap: "Cevdet, Eymen'den dört kat fazla koşmuştur."

Cevap İnceleme, Yönlendirme ve Açıklama:

Soru: Zeynep ve Ahmet iki kardeşlerdir. Bir gün anneleri evde yokken Ahmet'in canı annesinin yaptığı tatlıdan istemiştir. Zeynep kardeşi için bu tatlıyı yapacaktır ama Ahmet şerbetinin daha tatlı olmasını istemiştir. Annesi bu şerbeti yapmak için 1 bardak şeker, 2 bardak su kullanmaktadır. Zeynep tatlının şerbeti için 2 bardak şeker ve 4 bardak su kullanmaya karar vermiştir. Sizce Zeynep daha tatlı bir şerbet için doğru miktarda su ve şeker kullanmış mıdır?

Cevap: Evet, Zeynep 1 yerine 2 bardak şeker kullandığı için daha tatlı bir şerbet elde edecektir.

Cevap İnceleme, Yönlendirme ve Açıklama:

8) Öğrencilerde orantısal akıl yürütmeyi geliştirebilmek için neler yapılabilir?

Ek 6. Gönüllü Katılımcı Formu

İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER BİLİMSEL ARAŞTIRMA ETİK KURULU

BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU

Bu formun amacı katılmanız rica edilen araştırma ile ilgili olarak sizi bilgilendirmek ve katılmanız ile ilgili izin almaktır.

Bu kapsamda “Mühendislik Tasarım Süreci Temelli Geliştirilen STEM Eğitim Modülünün Öğretmen Adaylarının Orantısal Akıl Yürütme Stratejileri, Orantı Konusundaki Kavram Yanılgıları ve Pedagojik Alan Bilgilerine Etkisinin İncelenmesi” başlıklı araştırma “Arş. Grv. Sema Nacar” tarafından **gönüllü katılımcılarla** yürütülmektedir. Araştırma sırasında sizden alınacak bilgiler gizli tutulacak ve sadece araştırma amaçlı kullanılacaktır. Araştırma sürecinde konu ile ilgili her türlü soru ve görüşleriniz için aşağıda iletişim bilgisi bulunan araştırmacıyla görüşebilirsiniz. Bu araştırmaya **katılmama** hakkınız bulunmaktadır. Aynı zamanda çalışmaya katıldıktan sonra çalışmadan **çıkabilirsiniz**. Bu formu onaylamanız, **araştırmaya katılım için onam verdiğiniz** anlamına gelecektir.

Araştırmayla İlgili Bilgiler:

Araştırmanın Amacı: Bu araştırmanın amacı, Mühendislik Tasarım Süreci temelli geliştirilen STEM Eğitim modülünün öğretmen adaylarının orantısal durumları çözme stratejilerine, orantı konusundaki kavram yanılgılarının giderilmesine ve orantı konusundaki pedagojik alan bilgilerinin gelişimine etkisini incelemektir.

Araştırmanın Nedeni: Doktora tezi kapsamında yapılan çalışma.

Süresi: 7 Ay

Araştırmanın Yürütüleceği Yer: İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi

Çalışmaya Katılım Onayı:

Katılmam beklenen çalışmanın amacını, nedenini, katılmam gereken süreyi ve yeri ile ilgili bilgileri okudum ve gönüllü olarak çalışma süresince üzerime düşen sorumlulukları anladım. Çalışma ile ilgili ayrıntılı açıklamalar sözlü olarak araştırmacı tarafından yapıldı. Bu çalışma ile ilgili faydalar ve riskler ile ilgili bilgilendirildim.

Bu araştırmaya kendi isteğimle, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Katılımcının (Islak imzası ile)

Adı-Soyadı:

İmzası:

Araştırmacının

Adı-Soyadı: Sema NACAR

e-posta:

İmzası:

Ek7. MTS Temelli Geliştirilen STEM Eğitim Modülü Ders Gözlem Formu

- 1) Ders MTS'nin hangi basamağında gerçekleştiriliyor?
- 2) Ders MTS'nin ilgili basamağındaki görevlere uygun gerçekleştiriliyor mu?
- 3) Ders içinde günlük hayat problemi öğrenciye hatırlatıldı mı?
- 4) Ders içinde STEM eğitim anlayışına uygun disiplinler arası öğrenme için etkinlikler gerçekleştirildi mi?
- 5) Ders içinde yapılandırmacı paradigmaya uygun hangi öğretim ilke ve yöntemleri kullanıldı?
- 6) Derste öğrenci grupları içinde iletişim ve akran öğrenmesi sağlayacak şekilde etkinlikler uygulandı mı?
- 7) Ders içinde öğretmen adaylarına konu ile ilgili pedagojik alan bilgilendirmeleri yapıldı mı?
- 8) Ders ile ilgili diğer gözlemlerinizi nelerdir?

Ek 8. Odak Grup Görüşmesi Soruları

Yönerge: *Merhaba arkadaşlar sizinle geçirdiğimiz MTS temelli geliştirilen STEM Eğitimi süreci hakkında bir odak grup görüşmesi yapmak istiyorum. Odak grup görüşmesi; bir konu hakkında bir grup insanın algılarını öğrenmek amacıyla yapılır. Görüşme sırasında diğer arkadaşların cevaplarını duyarak etkileşim halinde kendi cevaplarınızı güncelleyebilir ve eklemeler yapabilirsiniz. Bunun dışında diğer katılımcılarla aynı veya farklı fikirlerde olmak zorunda değilsiniz. Bu görüşmede amacımız MTS temelli geliştirilen STEM Eğitimi süreci ile ilgili görüşlerinizi diğer katılımcıların görüşlerini dikkate alarak özgürce ifade etmenizdir.*

Soru 1: Geçtiğimiz eğitim sürecinin, orantısal durumlar içeren problemlerin çözümünde, sizin kullandığımız çözüm stratejilerinin zenginleşmesine katkısı olduğunu düşünüyor musunuz? Olduysa nasıl bir katkı sağladı? Örneğin; modelleme, çift sayı doğrusu gibi stratejilerin orantısal akıl yürütme becerinizin geliştirdiğini düşünüyor musunuz?

Sonda 1.a: Sizce öğretim sürecinde orantı problemlerini farklı stratejileri kullanarak çözüm yapmak neden önemlidir?

Sonda 1.b: Siz orantı konusunda öğretim yaparken orantısal durumları çözme stratejilerini kullanır mısınız? Neden ve nasıl kullanırsınız? Açıklar mısınız?

Sonda1.c: Öğretim yaparken en çok tercih edeceğiniz strateji hangisi olur? Neden bu stratejiyi tercih edersiniz?

Soru 2: Geçtiğimiz eğitim sürecinin, orantı konusunda sahip olduğunuz kavram yanlışlarınızın giderilmesine nasıl bir etkisi oldu? Örnek vererek açıklar mısınız?

Sonda 2.a: Siz bu süreçte orantı konusunda hangi kavram yanlışlarınızın farkına vardınız?

Sonda 2. b: Bu eğitim sürecinin orantısal olmayan durumları fark etmenize nasıl bir katkısı oldu?

Soru 3: Geçtiğimiz eğitim sürecinin, orantı konusundaki pedagojik alan bilgilerinizin gelişimine nasıl bir etkisi oldu? Orantı konusunda yaptığımız ders planı ve ders anlatımlarını göz önünde bulundurarak bu soruyu değerlendirir misiniz? Örneğin ders

anlatırken kullandığınız öğretim teknikleri veya orantı çözüm stratejilerinde nasıl değişiklikler oldu? Açıklar mısınız?

Sonda 3.a: Sizce MTS temelli geliştirilen Lazer Güvenlik Sistemi eğitim modülünün, öğrencilerin kavram yanılgılarının giderilmesine nasıl bir etkisi olur?

Ek.9 Odak Grup Görüşmesi Soruları Devamı

Sonda 3.b: Bu eğitimden sonra bir öğrencinin kavram yanılgısını fark ederek, doğru bir şekilde yönlendirebileceğinizi düşünüyor musunuz?

Sonda 3.c: Bu eğitimden sonra bir öğrencinin orantısal akıl yürütme becerisini nasıl geliştirebileceğinizi biliyor muydunuz?

Sonda 3.d: Bu eğitim sürecinde yer alan etkinliklerin, etkinlik geliştirme konusunda size nasıl bir etkisi oldu? Bu konuda kendinizi geliştirdiğinizi düşünüyor musunuz?

Sonda 3.e: Bu eğitimden sonra yapılandırmacılığa bakış açınız değişti mi? Yapılandırmacılığın okullarda uygulanabileceğini düşünüyor musunuz? Nasıl, açıklar mısınız?

Sonda 3.f: Bu eğitimde kullanılan MND'nin, matematik öğretimi yaparken ölçme-değerlendirme süreçlerine nasıl bir katkısı olur? Siz öğretim yaparken ölçme aracı olarak bu teknikleri kullanmayı düşünür müsünüz?

Sonda 3.g: Biz bu öğretim sürecinde orantı, açılar ve çizgi grafiği konularını içeren bir modül geliştirdik. Farklı konularda geliştirilmiş MTS temelli modüllerin geliştirilmesi ve uygulanması matematik öğretiminde öğrencilere ve öğretmenlere nasıl bir katkı sağlar?

Soru 4: Öğretmen eğitiminde (lisans düzeyinde ve hizmet içi) STEM Eğitim yaklaşımını kullanmanın öğretmen gelişimine nasıl bir etkisi olur? Açıklar mısınız?

Sonda 4.a: Sizce bu eğitim süreci ders olarak eğitim fakültesi müfredatına eklenirse faydalı olur mu? (Cevap olumlu ise) Hangi sınıfa ders olarak eklenmeli, neden?

Soru 5: Bu eğitimin iskeletini oluşturan MTS ve mühendislik kavramlarının öğrenciye nasıl bir katkısı olduğunu düşünüyorsunuz?

Sonda 5.a: Bu eğitim sürecinin, öğrencinin düşünme süreçlerine nasıl bir etkisi olur?

Sonda 5.b: Eğitim boyunca üzerinde sıkça durduğumuz farklı düşünme beceri stillerine nasıl bir katkısı olur? (**Gerekirse:** Problem çözme becerileri, kanıta dayalı akıl yürütme becerileri ve orantısal akıl yürütme becerileri gibi becerileri göz önünde bulundurarak bu soruyu cevaplar mısınız?)

Ek 9. Modül Ders Özellikleri

<p>DERS 1 HAZIRLIK BASAMAĞI</p>	<p>Bu ders kapsamında ilk olarak öğrencilerden gruplar oluşturulur. Grup kuralları söylenir. Öğrencilere Mühendislik Tasarım Süreci (MTS), Mühendislik Not Defteri (MND) tanıtılır. Bu süreç boyunca bir mühendis gibi çalışacakları söylenir ve öğrenciler bu yönde motive edilir. Kriter ve kısıtlama gibi kavramlar üzerinde durular. Bu basamak tam anlamıyla öğrencileri tüm sürece hazırlayan bir giriş mahiyetindedir.</p>
<p>DERS 2 PROBLEM TANIMLAMA</p>	<p>Bu derste öğrencilere günlük hayat problemi iki aşamada verilir. İlk aşamada problemin genel hali öğrencilere verilir. Öğrencilere çözüm düşünceleri ve problem hakkında soru sormaları söylenir. Öğrencilere bir senaryo dahilinde çözümleri ve sorularının problem sahibi kuruma iletildiği söylenir. Daha sonra yine senaryo dahilinde öğrencilere problem sahibi kurumdan bir cevap e-postası aldıkları söylenir ve problemin ikinci aşaması öğrencilere verilir. Problemin ikinci aşamasında kriter ve kısıtlamalar problem içinde verilir. Öğrencinin bu aşamadaki en önemli görevi kriter ve kısıtlamaları doğru şekilde anlamaktır. Bunun için öğretmen gerekli yönlendirmeleri yapacaktır. Öğrenciler, kriter ve kısıtlamalar dışında problemin kimden geldiğini ve problem hakkındaki tüm bilgileri edinirler.</p>
<p>DERS 3 ÖĞRENME (BASİT ELEKTRİK DEVRELERİ)</p>	<p>Bu derste öğrencilere basit elektrik devresi elemanları ve kurulumu konusu hatırlatılacaktır. Bu ders kapsamında öğrenciler, basit elektrik devresi elemanlarını ve devre kurulumunu hatırlamak için “Elektrikten Işığa” etkinliğini, direncin devredeki görevini hatırlatmak için “Kapı Zili” etkinliğini yapacaklardır.</p>
<p>DERS 4 ÖĞRENME (ORAN VE ORANTI)</p>	<p>Bu ders kapsamında ilk olarak öğrencilere oran, birimli oran, birimsiz oran kavramları hatırlatılır. Daha sonra “Güvenli Giriş” isimli gerçek hayat problemine çözüm bulmaları istenir. Bu problem kapsamında orantı kavramı keşfettirilir ve ışığın yansımaları ile ilgili düzgün yansıma ve dağınık yansıma kavramları hatırlatılır. “Değişik Orantı Problemleri” etkinliği ile farklı çözüm stratejileri keşfettirilir. “Hangisi Orantıdır” etkinliği ile öğrenci, çarpımsal, toplamsal ve sabit durumlar ile ilgili farklı örnekler üzerinde durarak hangi durumların orantısal olduğuna karar verecektir.</p>
<p>DERS 5 ÖĞRENME (DOĞRU</p>	<p>Bu derste öğrencilere “Direncin Bağlı Olduğu Faktörler1” etkinliği ile doğru orantı kavramı, “Direncin Bağlı Olduğu Faktörler2” etkinliği ile</p>

ORANTI-TERS ORANTI)	ters orantı kavramı keşfettirilir. Ayrıca bu iki etkinlikte öğrencilere, Fen Bilimleri dersinden hatırladıkları, direnç kavramının bağlı olduğu faktörler hatırlatılır. “MiniaMalatya Müzesi” etkinliği ile orantısal durumlar için farklı çözüm stratejilerinden, orantı tablosu ve çift sayı doğrusu yöntemleri keşfettirilir.
DERS 6 ÖĞRENME (AÇILAR)	Bu derste, “Işığın Yansıma Kanunları” etkinliği ile açı kavramı, açı çizimi hatırlatılır, eş açı ve açıortay kavramları keşfettirilir. Aynı zamanda Fen Bilimleri dersinden hatırladıkları ışığın yansıma kanunları ile gelen açı, yansıyan açı ve normal kavramları da hatırlatılır.
DERS 7 ÖĞRENME (AYNALAR VE MERCEKLER)	Bu derste öğrenciler, “Aynadaki Görüntü” etkinliği ile düz aynada, çukur aynada ve tümsek aynada oluşan görüntünün özellikleri keşfedeceklerdir. Daha sonra “Işığın Kırılması ve Mercekler” etkinliği ile ışığın kırılma kanunları, gelen açı, kırılma açısı, ince kenarlı merceklerin özellikleri, kalın kenarlı merceklerin özellikleri, asal eksen ve odak noktası gibi kavramları keşfedeceklerdir.
DERS 8 ÖĞRENME (ÇİZGİ GRAFİĞİ)	Bu derste öğrenciler, ilk olarak bir araştırma sorusunun nasıl yazılması gerektiği, veri ve değişken kavramlarını hatırlayacaklardır. Daha sonra “Çizgi Grafiği” etkinliği ile çizgi grafiğinin nasıl çizilmesi gerektiğini keşfedeceklerdir. Bu etkinlikte aynı zamanda orantısal durumların grafiklerini çizme, değişkenlerin eksenlerini değiştirmemiz durumunda oran grafiğinin değişimini direnç kavramı ile ilgili verilen örnekler üzerinden inceleyeceklerdir. Bu etkinlik sonrası “Çizgi Grafiği Yorumlama” etkinliğine geçilecektir. Çizgi grafiği yorumlama etkinliğinde yanlış yorumlamalara neden olabilecek grafik örnekleri üzerinde durularak aradaki farklar incelenecek ve grafik okuma alıştırmaları yapılacaktır.
DERS 9 ÖĞRENME (ELEKTRİK DERELERİ)	Bu derste öğrencilere, ilk olarak öğrenme basamağının ilk dersinde öğrendikleri kavramlar “Basit Elektrik Devresi” etkinliği ile hatırlatılır. Daha sonra “Seri Bağlama-Paralel Bağlama” etkinliği ile seri bağlama ve paralel bağlama kavramları keşfettirilecek. Bu etkinlikten sonra bu modülün gerçek yaşam probleminin bir parçası olan “Ev Güvenlik Sistemi” etkinliğine geçilecek. Bu etkinlik ile “Lazer Güvenlik Sistemi” için istenen kriterlerden biri olan alarm çalacak bir devre kurulumu yapılacak. Bu etkinlik sırasında öğrenciler elektrik akımı ve gerilim kavramlarını keşfedecekler. Aynı zamanda elektrik akımı, gerilim ve direnç arasındaki ilişkiyi inceleyerek, Ohm Kanununu keşfedecek, bu

	kavramlar arasındaki doğru orantı ve ters orantıları fark edecek, bu oranları çizgi grafiğinde göstereceklerdir. Akım ve gerilim arasındaki ilişkiyi incelerken orantısal durumları çözme stratejilerinden çapraz çarpım, içine oranlar ve arasında oranlar kavramlarını keşfedeceklerdir.
DERS 10 PLANLAMA	Bu derste öğrencilere gerçek yaşam probleminin kriter ve kısıtlamaları hatırlatılacak. Bu kriter ve kısıtlamalara uygun iki bireysel plan yapmaları istenecektir. Öğrencilerden bu planları kanıta dayalı olarak açıklamaları beklenir. Daha sonra her grup kendi içinde tartışarak, üyelerinin hazırladığı planlardan birini seçecek ve Öğrenme basamağındaki bilgileri planlarında nerede kullandıklarını açıklayacaklardır.
DERS 11 DENEME	Bu derste öğrenciler grup planlarını gözden geçirerek eksiklik varsa tamamlayacak ve bu plana göre prototip hazırlayacaklardır.
DERS 12 TEST ETME VE KARAR VERME	Bu derste öğrenciler, hazırladıkları prototipleri test etmek için kriter ve kısıtlamalara uygun sorular hazırlayacaklardır. Bu sorulara cevap vermek için prototiplerini deneyeceklerdir. Daha sonra karar verme aşamasına geçerek, prototipin çözüm için yeterli olup olmadığına karar vereceklerdir. Eğer prototip kriter ve kısıtlamaları sağlamıyorsa nerede hata yaptıkları tespit ederek o basamağa dönecek ve hatayı düzelterek prototiplerini yeniden yapılandıracaklardır. Eğer prototipleri başarılı olduysa, çözümleri problem sahibi kuruma sunmaları istenecektir. Bu sunumda çözümlerini kanıtlara dayalı olarak anlatacaklardır. Ders sonunda kriter ve kısıtlamalara en uygun grup seçilecek ve tüm öğrenciler MTS boyunca çalışmalarını nedeniyle tebrik edilerek MTS sonlandırılacaktır.