

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
İLKÖĞRETİM MATEMATİK EĞİTİMİ DOKTORA PROGRAMI**

**ÇEVİRİMİÇİ PROBLEME DAYALI ÖĞRENME (PDÖ)
YÖNTEMİYLE İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMENİ
ADAYLARININ RUTİN OLMAYAN PROBLEM ÇÖZME
BECERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

**HAZIRLAYAN
MELİHA ATASOY**

DOKTORA TEZİ

ANKARA-2023

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
İLKÖĞRETİM MATEMATİK EĞİTİMİ DOKTORA PROGRAMI**

**ÇEVİRİMİÇİ PROBLEME DAYALI ÖĞRENME (PDÖ)
YÖNTEMİYLE İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMENİ
ADAYLARININ RUTİN OLMAYAN PROBLEM ÇÖZME
BECERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

**HAZIRLAYAN
MELİHA ATASOY**

DOKTORA TEZİ

**TEZ DANIŞMANI
PROF.DR. ŞEREF MİRASYEDİOĞLU**

ANKARA-2023

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı İlköğretim Matematik Eğitimi Doktora Programı çerçevesinde Meliha ATASOY tarafından hazırlanan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 25 / 12 / 2023

Tez Adı: Çevrimiçi Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ) Yöntemiyle İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Rutin Olmayan Problem Çözme Becerilerinin Geliştirilmesi

Tez Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı - Soyadı, Kurumu)

İmza

Prof.Dr. Şeref MİRASYEDİOĞLU (Başkent Üniversitesi)

Prof.Dr. Erdiñ ÇAKIROĞLU (TED Üniversitesi)

Prof.Dr. Giray BERBEROĞLU (Başkent Üniversitesi)

Prof.Dr. Necla TURANLI (Hacettepe Üniversitesi)

Dr.Öğr. Üyesi Özge YİĞİTCAN NAYİR (Başkent Üniversitesi)

ONAY

Prof.Dr. Servet ÖZDEMİR

Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Müdürü

Tarih:

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 15 / 11 / 2023

Öğrencinin Adı, Soyadı: Meliha ATASOY

Öğrencinin Numarası: 21710196

Anabilim Dalı: Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi

Programı: İlköğretim Matematik Eğitimi Doktora Programı

Danışmanın Unvanı/Adı,Soyadı: Prof. Dr. Şeref MİRASYEDİOĞLU

Tez Başlığı: Çevrimiçi Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ) Yöntemiyle İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Rutin Olmayan Problem Çözme Becerilerinin Geliştirilmesi

Yukarıda başlığı belirtilen Doktora tez çalışmamın; Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç Bölümünden oluşan, toplam 283 sayfalık kısmına ilişkin, 15 / 11 / 2023 tarihinde tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 9'dur. Uygulanan filtrelemeler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar hariç
3. Beş (5) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

“Başkent Üniversitesi Enstitüleri Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Usul ve Esaslarını” inceledim ve bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranlarına tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Öğrenci İmzası:

ONAY

Tarih: ... / ... /

Öğrenci Danışmanı

Prof. Dr. Şeref Mirasyedioğlu

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca kendilerinden ders alma imkânı bulduğum, akademik ve kişisel gelişimime katkıda bulunan ve desteklerini esirgemeyen Başkent Üniversitesi Eğitim Fakültesi ve Eğitim Bilimleri Enstitüsü akademisyenlerimize sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım.

Lisansüstü eğitimim boyunca beni yönlendiren, akademik bilgi ve deneyimleriyle desteklerini esirgemeyen çok kıymetli danışmanım Prof. Dr. Şeref MİRASYEDİOĞLU' na sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Doktora eğitimim süresince akademik ve kişisel gelişimime katkıda bulunan, Ölçme ve Değerlendirme alanında desteklerini esirgemeyen saygıdeğer hocam, Prof. Dr. Giray BERBEROĞLU' na teşekkürlerimi sunarım. Lisansüstü hayatım boyunca ilgisini ve desteğini esirgemeyen, fikirleriyle önümü açan kıymetli hocam Dr.Öğr.Üyesi Özge YİĞİTCAN NAYİR' e teşekkürlerimi sunarım. Doktora tez jürimde bulunan ve sundukları katkı ve önerilerle desteklerini esirgemeyen çok kıymetli hocalarım Prof.Dr. Erdiñ ÇAKIROĞLU ve Prof.Dr. Necla TURANLI' ya şükranlarımı sunarım. Tezin şekillenmesi sürecinde bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen, tezimle ilgili değerli görüşlerini paylaşarak destek olan saygıdeğer hocam Doç.Dr. Neslihan USTA' ya en derin teşekkürlerimi sunarım.

Doktora eğitimim boyunca bana yoldaşlık eden, manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili arkadaşım Dr. Nurdan KARSLI' ya teşekkür ederim.

Beni yetiştirip bugünlere gelmemi sağlayan, hayatımın her aşamasında sevgi, ilgi ve desteklerini esirgemeyen biricik annem Ayşe ATASOY ve biricik babam Hayri ATASOY' a en derin şükranlarımı sunarım.

Meliha ATASOY

Ankara, 2023

ÖZET

Meliha ATASOY

Çevrimiçi Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ) Yöntemiyle İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Rutin Olmayan Problem Çözme Becerilerinin Geliştirilmesi

Başkent Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı
İlköğretim Matematik Eğitimi Doktora Programı

2023

Bu çalışmanın amacı çevrimiçi Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ) yöntemini kullanarak ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının rutin olmayan problem çözme becerilerini geliştirmektir. Araştırmada karma yöntem kullanılmıştır. Araştırmanın nicel modelini eşitlenmemiş kontrol gruplu ön test-son test dizayn (the nonequivalent control group design) oluşturmaktadır. Araştırmanın nitel bölümünde ise durum çalışması kullanılmıştır. Araştırmanın deney grubunu İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bölümü ikinci sınıf öğrencileri oluştururken, kontrol grubunu ise aynı bölümün üçüncü sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmada veri toplama aracı olarak sekiz adet performans görevi, problem çözme becerileri testi ve görüşme soruları kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan her bir performans görevi rutin olmayan problem senaryosu, senaryoya özgü hazırlanmış çalışma kâğıdı ve haftalık değerlendirme formundan oluşmaktadır. Çalışma kâğıtlarının geliştirilmesinde Polya' nın problem çözme modeli dikkate alınmıştır. Rutin olmayan problemleri çözme yeterliliklerini belirlemek için ise klâsik formda hazırlanmış problem çözme becerileri testi kullanılmıştır. Çevrimiçi PDÖ uygulamasından önce deney ve kontrol grubuna problem çözme becerileri ön testi uygulanarak rutin olmayan problemleri çözme becerilerinin ne düzeyde olduğu ve bu problemleri çözerken sergilemekte zorlandıkları davranışlar tespit edilmiştir. Daha sonra deney grubuyla 11 haftalık çevrimiçi PDÖ sürecine başlanmış olup bu süreçte sekiz adet performans görevinden faydalanılmıştır. Uygulama sürecinin sona ermesinin ardından çevrimiçi PDÖ süreciyle ilgili deney grubunun görüşlerini almak için görüşme soruları yöneltilmiştir. Görüşme soruları beş kategori altında toplanmıştır. Bunlar; çevrimiçi PDÖ yöntemine, ders yapma sürecine, kullanılan materyallere, eğitime ve son olarak katılımcıların sergilediği davranışlara yöneliktir. Finalde ise deney ve kontrol grubuna aynı problem çözme becerileri testi son test olarak uygulanarak gelişimlerinin ne yönde olduğu incelenmiştir. Performans görevlerinin ve problem çözme becerilerinin analizinde 'sergilenmesi beklenen davranışlar tablosu' ve 'dereceli rubrik' olmak üzere iki adet araç kullanılmıştır. Nicel verilerin analizinde tekrarlı ölçümler ANOVA kullanılmıştır. Nitel veriler ise içerik

analizine tabi tutulmuştur. Araştırmadan elde edilen bulgular detaylı bir şekilde yorumlanarak çeşitli öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: rutin olmayan problem, Polya, çevrimiçi PDÖ, matematik eğitimi, öğretmen adayı



ABSTRACT

Meliha ATASOY

Development of Non-routine Problem Solving Skills of Elementary Pre-service Teachers' Using Online Problem-Based Learning (PBL) Method

**Başkent University
Institute of Educational Sciences
Department of Mathematics and Science Education
Elementary Mathematics Education Phd Program**

2023

The aim of this study is to improve the non-routine problem solving skills of elementary preservice mathematics teachers using the online Problem-Based Learning (PBL) method. Mixed method was used in the research. The quantitative model of the research consists of a pretest-posttest design with an unequal control group. In the qualitative part of the research, a case study was used. The experimental group of the research consists of second-year students of the Department of Primary Mathematics Education, while the control group consists of third-year students of the same department. Eight performance tasks, problem-solving skills tests and interview questions were used as data collection tools in the study. Each performance task used in the research consists of a non-routine problem scenario, a scenario-specific worksheet, and a weekly evaluation form. Polya's problem solving model was taken into consideration in the development of the worksheets. To determine their proficiency in solving non-routine problems, a problem-solving skills test prepared in classical form was used. Before the online PBL application, a problem-solving skills test was applied to the experimental and control groups to determine the level of their skills in solving non-routine problems and the behaviors they had difficulty in solving these problems. Then, an 11-week online PBL process was started with the experimental group, and eight performance tasks were used in this process. After the implementation process was completed, interview questions were asked to obtain the opinions of the experimental group about the online PBL process. Interview questions were grouped under five categories. These; It is aimed at the online PBL method, the course making process, the materials used, the instructor and finally the behaviors exhibited by the participants. In the final, the same problem-solving skills test was given to the experimental and control groups and the direction of the development was examined. Two tools were used in the analysis of performance tasks and problem-solving skills: 'table of expected behaviors' and 'graded rubric'. In the analysis of quantitative data, repeated measures ANOVA were used. Qualitative data were subjected to content analysis. The findings obtained from the research were interpreted in detail and various suggestions were presented.

Key Words: non-routine problem solving, Polya, online PBL, mathematics education, pre-service teachers



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
GRAFİKLER LİSTESİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
BÖLÜM I	1
GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	6
1.2. Araştırmanın Amacı.....	7
1.3. Araştırmanın Önemi	8
1.4. Araştırmanın Varsayımları	10
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları	10
1.6. Tanımlar	11
BÖLÜM II	12
KURAMSAL ÇERÇEVE	12
2.1. Matematik Eğitiminde Problem Çözme	12
2.1.1. Problem tanımı ve matematik eğitiminde kullanılan problem türleri	12
2.1.2. Matematiksel problemleri çözme becerileri	27
2.2. Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ) Yöntemi	40

2.2.1. Probleme dayalı öğrenme döngüsü	42
2.2.2. Probleme dayalı öğrenmede ders süreci.....	44
2.2.3. Probleme dayalı öğrenme sürecinde problemlerin rolü	45
2.2.4. Süreci kolaylaştıranlar olarak öğretmenlerin rolü.....	46
2.2.5. Probleme dayalı öğrenme ortamında öğrenci anlayışları	47
2.2.6. Probleme dayalı öğrenmenin karakteristiği	48
2.3. İlgili Araştırmalar	
2.3.1. Problem çözmeyle ilgili ulusal ve uluslararası çalışmalar	49
2.3.2. PDÖ ile ilgili ulusal ve uluslararası çalışmalar.....	65
2.3.2.1. PDÖ' nün uygulanmasına yönelik zorluklar ve engeller üzerine araştırmalar	65
2.3.2.2. Üniversite düzeyinde yapılan PDÖ araştırmaları	67
2.3.2.3. PDÖ' nün problem çözme becerilerine etkisi üzerine araştırmalar	70
2.3.2.4. PDÖ' nün bazı değişkenlere etkileri üzerine araştırmalar	73
2.3.2.5. Çevrimiçi PDÖ üzerine araştırmalar	78
BÖLÜM III	81
YÖNTEM	81
3.1. Araştırma Modeli.....	81
3.2. Araştırmanın Katılımcıları	82
3.3. Araştırmacının Rolü	83
3.4. Veri Toplama Araçları.....	84
3.4.1. Performans Görevleri.....	84
3.4.1.1. Rutin olmayan problem senaryolarının ve çalışma kâğıtlarının hazırlanması	84
3.4.1.2. Performans görevleriyle ilgili açıklamalar	91
3.4.2. Problem çözme becerileri testi	107

3.4.3. Görüşme Soruları	110
3.5. Veri Toplama Süreci	112
3.6. Verilerin Analizi	115
3.6.1. Problem çözme becerileri testinden elde edilen verilerin analizi ...	115
3.6.2. Performans görevlerinden elde edilen verilerin analizi	117
3.6.3. Görüşme sorularından elde edilen verilerin analizi	118
3.7. Geçerlik ve Güvenirlik.....	118
BÖLÜM IV	121
BULGULAR VE TARTIŞMA	121
4.1. Bulgular.....	121
4.1.1. Birinci alt probleme ilişkin bulgular	122
4.1.2. İkinci alt probleme ilişkin bulgular.....	126
4.1.3. Üçüncü alt probleme ilişkin bulgular.....	130
4.1.4. Dördüncü alt probleme ilişkin bulgular	170
4.1.5. Beşinci alt probleme ilişkin bulgular	172
4.1.6. Altıncı alt probleme ilişkin bulgular	192
4.1.6.1. Katılımcıların çevrimiçi PDÖ yöntemine ilişkin görüşleri	192
4.1.6.2. Katılımcıların ders işleme sürecine yönelik görüşleri	213
4.1.6.3. Katılımcıların PDÖ sürecinde kullanılan materyallere ilişkin görüşleri	216
4.1.6.4. Katılımcıların ders işleme sürecinde eğitmene ilişkin görüşleri	221
4.1.6.5. Katılımcıların ezbere başvurma ve öğrendiklerinin akıllarında kalıcılığına yönelik görüşleri	226
4.2. Tartışma.....	236

4.2.1. Çevrimiçi PDÖ sürecinin rutin olmayan problem çözme becerisine etkisinin tartışılması	236
4.2.2. Katılımcıların rutin olmayan problemleri çözmede yaşadıkları zorlukların tartışılması	241
4.2.3. Görüşme sorularından elde edilen bulguların tartışılması	252
4.2.3.1. Çevrimiçi PDÖ sürecine yönelik görüşlerin tartışılması .	252
4.2.3.2. Çevrimiçi PDÖ sürecinde kullanılan araçlara ilişkin görüşlerin tartışılması.....	255
4.2.3.3. Eğitmenin rolüne ilişkin görüşlerin tartışılması.....	256
4.2.3.4. Ezber yapma davranışlarının nedenlerine ilişkin görüşlerin tartışılması.....	257
BÖLÜM V.....	261
SONUÇ VE ÖNERİLER	261
5.1. Sonuç	261
5.2. Öneriler	265
KAYNAKLAR	269
EKLER	
EK 1: Deney ve Kontrol Grubunun Analiz 1 Puanları	
EK 2: Deney ve Kontrol Grubunun PÇBST Uygulanmadan Önce Aldıkları Lisans Dersleri	
EK 3: Rutin Olmayan Problem Senaryoları ve Çalışma Kâğıtları	
EK 4: Değerlendirme Formu	
EK 5: Ders Planı Örneği	
EK 6: Çalışma Kâğıtları Sergilenmesi Beklenen Davranışlar Tablosu	
EK 7: Problem Çözme Becerileri Testi	
EK 8: PÇBT Sergilenmesi Beklenen Davranışlar Tablosu	

EK 9: Genel Dereceli Değerlendirme Rubriği

EK 10: Görüşme Soruları

EK 11: PÇBT Uzman Değerlendirme Formu

EK 12: Performans Görevleri Uzman Değerlendirme Formu

EK 13: Etik Kurul ve Araştırma İzni

EK 14: Özgeçmiş



TABLolar LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1. Sistematik düzene sahip tipik bir algoritmik problem örneği	18
Tablo 2.2. İyi ve kötü yapılandırılmış problemlerin anatomisi.....	21
Tablo 2.3. Matematiksel problem çözme süreçleri.....	36
Tablo 3.1. Eşitlenmemiş kontrol gruplu öntest-sontest dizaynı işlem süreci.....	82
Tablo 3.2. Analiz 1 dersi türevin uygulamaları ders izlencesi.....	85
Tablo 3.3. Birinci performans görevinin çalışma kâğıdına yönelik açıklamalar.....	92
Tablo 3.4. İkinci performans görevinin çalışma kâğıdına yönelik açıklamalar.....	94
Tablo 3.5. Üçüncü performans görevinin çalışma kâğıdına yönelik açıklamalar.....	96
Tablo 3.6. Dördüncü performans görevinin çalışma kâğıdına yönelik açıklamalar.....	98
Tablo 3.7. Beşinci performans görevinin çalışma kâğıdına yönelik açıklamalar.....	100
Tablo 3.8. Altıncı performans görevinin çalışma kâğıdına yönelik açıklamalar.....	102
Tablo 3.9. Yedinci performans görevinin çalışma kâğıdına yönelik açıklamalar.....	104
Tablo 3.10. Sekizinci performans görevinin çalışma kâğıdına yönelik açıklamalar.....	106
Tablo 3.11. PÇBT’ de yer alan senaryoların performans görevi karşılıkları.....	109
Tablo 3.12. Araştırmanın veri toplama süreci.....	112
Tablo 3.13. Çevrimiçi PDÖ süreci.....	114
Tablo 3.14. Performans görevleri kodlayıcılar arası uyum yüzdesi.....	120
Tablo 4.1. Analiz 1 puanlarının normallüğünün sınanması.....	123
Tablo 4.2. Analiz 1 puanları için bağımsız gruplar t-testi sonuçları.....	124
Tablo 4.3. Deney ve kontrol grubunun problem çözme becerileri ön ve son testlerine ilişkin betimsel istatistikler	126
Tablo 4.4. Deney ve kontrol grubunun problem çözme becerilerine ilişkin çok değişkenlik istatistik sonuçları.....	127
Tablo 4.5. Tekrarlı Ölçümler ANOVA sonuçları.....	128
Tablo 4.6. Deney grubu katılımcılarının her bir problem çözme becerisinden aldıkları puanların ortalamalarının karşılaştırılması.....	129
Tablo 4.7. Katılımcıların ön-test birinci problem senaryona çözüm üretememe nedenleri....	131
Tablo 4.8. Problem çözme becerileri son test birinci problem senaryosuna çözememe nedenleri.....	136
Tablo 4.9. Ön testte yer alan ikinci problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri.....	143
Tablo 4.10. Katılımcıların son test ikinci problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri	149
Tablo 4.11. Katılımcıların ön test üçüncü problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri	153
Tablo 4.12. Katılımcıların son test üçüncü problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri	156
Tablo 4.13. Katılımcıların ön test dördüncü problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri	163
Tablo 4.14. Katılımcıların son test dördüncü problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri.....	165

Tablo 4.15. Performans görevlerine ait betimsel istatistikler.....	170
Tablo 4.16. Tekrarlı ölçümler ANOVA sonuçları.....	172
Tablo 4.17. PDÖ yönteminin derslerde kullanılmasına yönelik görüşler.....	193
Tablo 4.18. PDÖ ve geleneksel yönteme ilişkin görüşleri.....	197
Tablo 4.19. PDÖ ile geleneksel öğretim yönteminin benzerlikleri ve farklılıkları.....	203
Tablo 4.20. Geleneksel yöntemle işlenen dersin avantaj ve dezavantajları.....	207
Tablo 4.21. PDÖ yöntemiyle işlenen dersin avantaj ve dezavantajları.....	210
Tablo 4.22. PDÖ ders sürecinin daha öğretici ve problem çözme becerilerini geliştirici olmasına yönelik görüşler.....	213
Tablo 4.23. Katılımcıların geliştirdiklerini düşündükleri problem çözme becerileri.....	217
Tablo 4.24. Katılımcıların zorlandıklarını düşündükleri sorular.....	220
Tablo 4.25. Öğretmenin dersi yürütme süreciyle ilgili görüşler.....	222
Tablo 4.26. Verimliliğin artmasına yönelik görüşler.....	225
Tablo 4.27. Katılımcıların matematik dersinde ezber yapma nedenleri.....	226
Tablo 4.28. Katılımcıların ezberleme ihtiyacı duyduğu matematik konuları ve nedenleri....	230
Tablo 4.29. Derste işlenen matematik konularının kalıcılığına yönelik görüşler.....	233

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. Bir problemin sahip olması gereken üç kriter.....	17
Şekil 2.2. Ders kitaplarında sıklıkla karşılaşılan doğrusal problem çözme süreci.....	29
Şekil 2.3. Polya'nın problem çözme sürecinin dinamik gösterimi.....	30
Şekil 2.4. Probleme dayalı öğrenme döngüsü.....	43
Şekil 4.1. Ön-testte yer alan birinci problem senaryosunun D10' a ait çözüm sürecinden bir kesit.....	132
Şekil 4.2. D5'in fonksiyonu oluşturma süreci.....	133
Şekil 4.3. D8' in plan yapma ve planı uygulama süreci.....	134
Şekil 4.4. D4' e ait planlama ve planı uygulama süreci.....	137
Şekil 4.5. K13' ün plan yapma ve planını uygulama süreci.....	138
Şekil 4.6. K19' un plan yapma ve planını uygulama süreci.....	138
Şekil 4.7. K17' ye ait plan yapma ve planı uygulama süreci.....	139
Şekil 4.8. K21' e ait plan yapma ve planı uygulama süreci.....	140
Şekil 4.9. K4' ün plan yapma ve planı uygulama süreci.....	141
Şekil 4.10. K5' e ait planlama ve planın uygulanması süreci.....	141
Şekil 4.11. K6' ya ait plan yapma ve uygulama süreci.....	142
Şekil 4.12. D9' a ait çözüm süreci.....	144
Şekil 4.13. D14' e ait çözüm süreci.....	144
Şekil 4.14. D7' nin ön testteki ikinci problem senaryosuna çözüm üretme sürecinden bir kesit.....	145
Şekil 4.15. D8' e ait çözüm süreci.....	146
Şekil 4.16. K1' in problem çözme sürecinden bir kesit.....	147
Şekil 4.17. K10' a ait planın işleme dökülmesi süreci.....	148
Şekil 4.18. K13' ün problem çözme planının işleme dökülme süreci.....	148
Şekil 4.19. D4' e ait planın uygulanması ve kontrol aşamaları.....	150
Şekil 4.20. K13' ün son testte ikinci problem senaryosu planının uygulanması süreci.....	151
Şekil 4.21. D2' ye ait plan yapma ve planın uygulanması.....	157
Şekil 4.22. D7' nin problem çözme sürecinden bir kesit.....	159
Şekil 4.23. K13' ün problem çözme sürecinden bir kesit.....	161
Şekil 4.24. K21' e ait kesirli fonksiyonun türevinin alınma süreci.....	167
Şekil 4.25. K10' un plan yapma ve uygulama süreci.....	169
Şekil 4.26. K16' ya ait işlemsel süreç.....	169

GRAFİKLER LİSTESİ

	Sayfa
Grafik 4.1. Grupların ön test ve son test sonuçlarındaki değişim	128
Grafik 4.2. Deney grubunun her bir problem çözme becerisindeki gelişimi.....	129
Grafik 4.3. Uygulama sürecinde deney grubunun performans görevlerindeki ortalama puanlarının değişimi.....	171
Grafik 4.4. Deney grubunun performans görevlerinde her bir problem çözme becerisinden aldığı ortalama puanlar.....	173
Grafik 4.5. Problemi anlama becerisi puan ortalamalarının dağılımı.....	176
Grafik 4.6. Plan yapma ve uygulama becerisi puan ortalamalarının dağılımı.....	181
Grafik 4.7. Kontrol etme becerisi puan ortalamalarının dağılımı.....	187

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PÇBT	Problem Çözme Becerileri Testi
PÇBÖT	Problem Çözme Becerileri Ön Testi
PÇBST	Problem Çözme Becerileri Son Testi
PDÖ	Probleme Dayalı Öğrenme
PISA	Program for International Student Assessment
TIMSS	The Trends in International Mathematics and Science Study

BÖLÜM I

GİRİŞ

Matematik eğitiminin temel amacı farklı türlerde ve karmaşık matematik problemlerini çözme yeteneğini geliştirmektir (Wilson, Fernandez ve Hadaway, 1993).

Matematik eğitiminde problem olarak tanımlanan durumların farklı yapılarda ele alındığı görülmektedir. Bir grup araştırmacı matematiksel bir problemi, sayısal olarak cevap vermeyi gerektiren bir durumun kelimelerle ve rakamlarla tanımlanması olarak ifade etmektedir (Adam, Ellis ve Beeson, 1977; Anderson ve Pingry, 1973). Crulikshank ve Sheffield (1992) ise, bir matematik probleminin, matematikle ilgili bir soru veya bir durum olduğunu, ancak sadece rakamlarla ilgili olmadığını belirtmektedir. Chi ve Glaser' e (1983) göre problem, ulaşılmaya çalışılan bir hedefin olduğu ve bu hedefe ulaşmak için bir çözüm stratejisi geliştirmek gerektirdiğini söylemektedir.

Dewey (1910) problemi, bireyin bir sorunu analiz ederken veya bir durumla karşılaştığında zihninde oluşan belirsizlik olarak tanımlamaktadır. Dewey' in belirsizlik olarak ifade ettiği kavramı, Bransford ve Stein (1993), bir başlangıç durumu ve hedef durum arasındaki tutarsızlık olarak ifade etmekte ve problemi, bu tutarsızlığı ortadan kaldıracak kişi için hazır bir çözümün olmadığı durumlar olarak tanımlamaktadır. 'Hazır bir çözümün olmadığı' ifadesiyle 'çözüme giden yolun açıkça görülememesi' anlatılmak istenmektedir (Krulik ve Rudnick, 1988). Bir problemin varlığı için 'çözüme giden yolun açıkça görülememesi' anahtar kelimedir. Çünkü bir problemin varlığı, bireyin alıştığı çözüm yolunu uygulayamayacağı bir durumla karşı karşıya olduğu anlamına gelmektedir. Dolayısıyla bir durum, önceden öğrenilmiş algoritmalarla kolayca çözülebilir bir hâle geldiğinde artık 'bir problem' olarak kabul edilemeyecektir (Krulik ve Rudnick, 1988).

Problem çözme becerilerinin gelişimi 'Türk Eğitim Sistemi' nde önemli bir yere sahiptir. Milli Eğitim Bakanlığı 2018 İlköğretim Matematik Öğretimi Programı'nda 153 farklı yerde 'problem' terimi yer almaktadır. İlgili program incelendiğinde çoğunlukla problem çözme ile ilgili kazanımlara vurgu yapıldığı görülmektedir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Fakat

bu duruma rağmen problemin tanımı, hangi tür problemlerle çalışılması gerektiği ve ölçme değerlendirme sürecinin nasıl olması gerektiği yeterince açıklanmamaktadır. Müfredat programlarında yer alan kazanımlar ve ders kitapları incelendiğinde Türkiye’ de kullanılan problemlerin yapısal olarak literatürdeki problem tanımları ile örtüşmediği görülmektedir. Kullanılan problemler ile öğrencilere algoritmik hesap yaptırmanın ötesine geçebilmek mümkün gözükmemektedir. Bu durum ise Türk öğrencilerin problem çözme becerilerinin yeteri kadar gelişmemesi ve PISA gibi uluslararası durum belirleme değerlendirmelerinde başarısız bir tablo sergilemesi ile sonuçlanmaktadır (OECD, 2013).

Polya (1981), problem çözme sürecini dört adımda tanımlamıştır; problemi anlamak, bir plan tasarlamak, planı uygulamak ve elde edilen sonucu tekrar gözden geçirmek. Problemi anlama aşamasında, problemin anahtar kelimelerinin\bilgilerinin\öğelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Anlama aşamasının ardından problemin çözümü için bir planın tasarlanması aşamasına geçilmesi gerekmektedir. Bu aşamada eldeki probleme dayalı olarak matematiksel temsiller seçilebilir ve hangi matematiksel fikirlerin üzerinde durulacağı belirlenebilir. Ardından bu tasarlanan planın uygulanması aşamasına geçilmelidir. Son olarak ise elde edilen sonucun ve problem çözme sürecinin incelenmesi gerekmektedir. Elde edilen sonucun gerçekten probleme uygun olup olmadığının, bu sonucun başta seçilen anahtar kelimelerle uygunluğunun kontrol edilmesi gerekmektedir. Problem çözme sürecinin finalinde ise elde edilen sonucun gerçekten doğru, mantıklı ve makul olduğundan emin olunmalıdır (Nurkaeti, 2018). Schoenfeld (1985) ise problem çözmenin gerektirdiği düşünme sürecini detaylandırarak problem çözme sürecinde sergilenmesi gereken davranışları şu şekilde belirlemiştir:

- Problemi kendi cümleleri ile ifade etme,
- Verilenleri ve istenilenleri belirleme,
- Eksik, fazla bilgilerin veya çeldiricilerin farkına varma,
- Eksik bilgi varsa eksikliğin giderilmesi için araştırma yapma,
- Problem üzerinde daha önce çalışıp çalışmadığını fark etme,
- Aşına olduğu bir problemse daha önce çalıştığı problemle ilişkilendirme,
- Aşına olmadığı bir problemse yeni çözüm yolları üzerine düşünme,
- Problemin çözümü için uygun gördüğü planı uygulama,
- Planın işe yararlığını kontrol etme,

- İŖe yaramayan planın nedenlerini açıklama,
- İŖe yarayacak yeni planlar üzerinde dŖnme,
- Problemin sonucuna iliŖkin tahminlerde bulunma,
- Bir sonuca varma,
- Elde edilen sonuç ile tahmin edilen sonucun karŖılaŖtırılmasının yapılması,
- Bir czm elde etmek için gerekleŖtirilen iŖlemlerin sağlamalarının yapılması,
- Varılan sonucun doğru ve mantıklı olup olmadığını kontrol etme, nedenlerini açıklama.

Türk Eğitim Sistemi'nde kullanılan problemler yukarıda sıralanmıŖ becerilerin geliŖtirilmesi konusunda yetersiz kalmaktadır (OECD, 2013). Literatürdeki problem tanımına uygun olmayan bu örneklerin çok az bir kısmı öğrencilerin problem czme becerilerini geliŖtirmeye olanak sağlamaktadır. Çünkü bu örneklerin birçoğu ğretmen tarafından ėretilmiŖ czm yollarını kullanarak czlebilen sorulardır. Bu tarz sorular öğrencinin ėrenmiŖ olduğu matematiksel kavramları geliŖtirmek için üzerinde alıŖtıėı 'alıŖtırma' ya da 'rutin problem' olarak ele alınabilir. Dolayısıyla bu alıŖtırmaları ėretilmiŖ model veya algoritmalarla czen öğrencilerin problem czme becerilerinin geliŖtiėi dŖnlmemelidir (Krulik ve Rudnick, 1988).

Daha önce de belirtildiği gibi problem czme ilgili alan yazında pek çok süreci içeren karmaŖık bir süreçtir. Bu süreçlerin geliŖtirilebilmesi ve gözlenebilmesi ancak daha kapsamlı, sonucu algoritmik hesaplamalarla hemen bulunamayan yapıda oluŖturulmuŖ problemlerle mümkündür. Günlük yaŖamda karŖılaŖılan çoğu problem bu yapıda karŖımıza çıkmaktadır. Literatürde genel olarak rutin olmayan problemler olarak ifade edilen bu durumların rutin problemlerden olan farkı açıkça ortaya konmalıdır (Bransford ve Stein, 1993). Dört iŖlemden bir ya da bir kaçını içeren tek bir sonuca odaklı problemler rutin olarak tanımlanırken öğrencilerin verileri analiz ederken birden fazla strateji kullanmasını ve yaratıcı giriŖimde bulunmasını gerektiren problemler ise rutin olmayan problemler olarak tanımlanmaktadır (Altun, 2000; Artut ve Tarım, 2006). Rutin olmayan problemler bilinen bir yöntem veya formül ile czlemeyen, czm öğrencilerin verileri dikkatli analiz etmesini, yaratıcı giriŖimde bulunmasını, bir veya daha fazla strateji kullanmasını gerektiren problemlerdir (Artut ve Tarım, 2006; Bransford ve Stein, 1993; Zhu ve Fan, 2006). AlıŖılmıŖ rutin

problemlerle uzun süreli çalışmalar yapmak, bireylerin her tür problemi yüzeysel bir şekilde ele alıp rutin çözümler üretmelerine neden olmaktadır (Artut ve Tarım, 2006). Rutin olmayan problemleri çözmek ise daha yüksek düzeyde düşünmeyi ve mantıksal akıl yürütmeyi gerektirmektedir (Mogari ve Chirove, 2017).

Çoğunlukla rutin problemler üzerinde çalışan öğrencilerimizin bilgilerini uygulamaya dökemedikleri, problem çözme becerilerinin yeterli düzeyde olmadığı görülmektedir (OECD, 2013). Matematik öğretiminde farklı öğretim yaklaşımları olmasına rağmen genel olarak düz anlatım yöntemi kullanılmaktadır (Padmavathy ve Mareesh, 2013). Öğrencilerin zayıf öğrenme çıktılarına sahip olması, düşük başarı elde etmeleri ve problem çözme gibi becerileri geliştirememeleri bu tarz zayıf öğrenme yöntemlerinden kaynaklanmaktadır (Padmavathy ve Mareesh, 2013).

Problem çözme becerilerinin geliştirilebilmesi için farklı yöntemlerin uygulanması gerektiği ortadadır. OECD, derinlemesine anlamayı teşvik etmek ve öğrenci bilgilerini yeni durumlara uygulamaya hazırlamak için kullanılacak yöntemler arasında Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ) yöntemini de önermektedir (OECD, 2013, s. 121). OECD raporlarında, bu tarz yöntemlerin, özellikle problem çözme için belirli stratejilerin ne zaman ve nasıl kullanılacağı hakkında bilgileri sunduğu ve problem çözmeyi desteklediği için bilişsel eğilimleri geliştirdiğini vurgulanmaktadır. OECD raporlarının yanı sıra yöntemin problem çözme becerilerini geliştirildiğine yönelik birçok çalışma da bulunmaktadır (Ferreira ve Trudel, 2012; Kadir, Abdullah, Antony, Salleh ve Kamarulzaman, 2016; Klegeris ve Hurren, 2011).

Öğretmenler, öğrencilerin dikkatini çekmek için onlara düşünme, aktif olma, beyin fırtınası yapma gibi sınıf içi tartışmaların yapıldığı öğrenme platformlarını ön plana çıkarmalı ve motivasyonu arttıran farklı yöntemler benimsemelidirler (Padmavathy ve Mareesh, 2013). Bu bahsedilenlerin tümünü sağlayan tek ekonomik yöntem ise Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ) yöntemidir (Padmavathy ve Mareesh, 2013). PDÖ, 25 yılı aşkın bir süre önce McMaster Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde kullanılmaya başlanmıştır. O zamandan beri çeşitli lisans ve lisansüstü programlarda uygulanmakta ve başarılı sonuçlar elde edilmektedir (Padmavathy ve Mareesh, 2013).

PDÖ, anlamlı problemlerin araştırılması, açıklanması ve çözülmesine odaklanmış, deneyimlere dayanan bir öğrenme yöntemidir (Barrows, 2000; Torp ve Sage, 2002). PDÖ için problemlerin öğrenmeyi yönlendirdiği bir öğrenme ortamıdır denilebilir. Yani öğrenme, çözülmesi gereken bir problemle başlamakta ve problem, öğrencilerin çözüme başlamadan önce yeni bilgiler edinmeleri gereken bir şekilde ortaya konmaktadır. Tek bir doğru cevap aramak yerine, öğrenciler problemi yorumlamalı, gerekli bilgileri toplamalı, olası çözümleri belirlemeli, seçenekleri değerlendirmeli ve sonuçları sunmalıdır. Matematiksel problem çözenin savunucuları, öğrencilerin matematiksel bilgiyi buluşsal (*heuristic*) olarak öğrenerek iyi problem çözümleri hâline geldiklerini vurgulamaktadırlar. Öğrencilerin kendi bilgilerini yönetmedeki başarılı deneyimleri, matematik problemlerini iyi çözmelerine de yardımcı olmaktadır (Schoenfeld, 1985; Boaler, 1998; akt. Padmavathy ve Mareesh, 2013).

PDÖ modelinin basamaklarını daha detaylı bir şekilde açıklamak gerekirse (Padmavathy ve Mareesh, 2013); problem senaryosu ile çalışmaya başlayacak olan öğrencinin ilk olarak senaryoda yer alan bilmediği kelimeleri ve kavramları açıklayabilmesi gerekmektedir. Yani öğrenci, çözüm sürecine anlamını bilmediği kelimelerle ya da kavramlarla başlamamalıdır. Bilinmeyenlerin üstesinden geldikten sonra senaryodaki problem durumlarını tanımlamalıdır.

Problem durumlarının tanımlanmasıyla birlikte gerekli analizlerin yapılabilmesi için beyin fırtınasına ihtiyaç duyulmaktadır. İlk etapta bireysel olarak çalışmak, problem durumları üzerine düşünmek önem arz etmektedir. Bireysel olarak yapılan çalışmanın ardından fikirlerin paylaşılabilmesi ve yeni fikirler edinebilmek adına grup toplantısına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu aşamada birey düşüncelerini sınıf ortamında paylaşmalıdır.

Finalde ise rapor etme aşaması bulunmaktadır. Bu aşamada problemin çözülmesi ve hem bireysel hem de grup çalışması sürecinin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu basamakların her zaman sıralı bir şekilde gerçekleşmesi gerekmemektedir. Bazen düşünceler sınıf ortamında açıklandıktan sonra tekrardan bireysel çalışmaya ihtiyaç duyulabilir. Ya da bilinmeyen kelimelerin ve kavramların açıklanması aşamasında sorun olduğu düşünülüyorsa ilk basamağa tekrardan dönüş yapmak bile gerekebilir.

PDÖ modelinin basamakları gerçekleştirilirken öğretmen, kolaylaştırıcı/rehber rolünü üstlenmektedir. Kolaylaştırıcı hem öğrencilerin bireysel olarak PDÖ' nün çeşitli aşamalarını

deneyimlemelerinden hem de sınıf içi tartışmaları yönetmekten sorumludur. Bu süreçte öğretmen tüm öğrencilerin katılımını sağlanarak hem kendi düşüncelerini dışa vurmasına hem de birbirlerinin düşünceleri hakkında yorum yapmasına teşvik etmelidir (Hmelo-Silver, 2002; Koschmann, Myers, Feltovich ve Barrows, 1994).

PDÖ sürecinin kolaylaştırıcısı olarak öğretmenler, öğrencileri düşüncelerini gerekçelendirmeye teşvik ederek üst düzey düşünme becerilerinin geliştirilmesine rehberlik etmekte ve bireylere uygun soruları yönelterek bireysel olarak öğrenmelerini sağlamaktadır. Kolaylaştırıcı, öğrencilerin muhakeme yapmalarını ve süreç boyunca anlayışlarını kendi kendilerine değerlendirebilmeleri için gereken problem çözme becerilerini ve kendi kendilerine öğrenme becerini ortaya çıkarmada önemli bir rol oynamaktadır (Hmelo-Silver, 2004).

PDÖ yöntemiyle çeşitli bölüm ve programlarda üniversite düzeyinde başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Demir, 2011; Ferreira ve Trudel, 2012; Gürsul ve Keser, 2009; Kadir, Abdullah, Antony, Salleh ve Kamarulzaman, 2016; Kazemi ve Ghoraishi, 2012; Klegeris ve Hurren, 2011; Polanco, Calderón ve Delgado, 2003; Tarmizi ve Bayat, 2010).

Yukarıda açıklananlar neticesinde Türk öğrencilerinin problem çözme becerilerinin zayıf olma nedenlerinin detaylı bir şekilde araştırılarak giderilmesi için bir çalışma yürütmek önemli olarak görülmektedir. Ayrıca lisans düzeyinde etkisi kanıtlanmış PDÖ yönteminin Analiz gibi her alanda temel oluşturan bir ders seçilerek problem çözme becerilerini ne ölçüde geliştireceği merak edilmektedir. Bu amaçla düzenlenecek bir çalışmada öğrencilerin bazı özellikleri dikkate alınarak planlama yapılması gerekmektedir.

1.1. Problem Durumu

Bu çalışmada; ‘Analiz 1 dersindeki türevin uygulamaları konusunda kullanılan çevrimiçi Probleme Dayalı Öğrenme yönteminin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının rutin olmayan problem çözme becerilerinin gelişimine etkisi nedir?’ sorusu cevaplanmaya çalışılmıştır. Araştırma sorusu çerçevesinde aşağıdaki alt soruların cevapları aranmıştır:

1. Araştırmanın katılımcıları denk midir?

2. Çevrimiçi PDÖ' nün rutin olmayan problem çözme becerilerinin gelişimine etkisi nedir?
3. Deney ve kontrol grubunun problem çözme becerileri testinde yer alan problem senaryolarına ait soruları çözememe nedenleri nelerdir?
4. Rutin olmayan problem çözme becerileri deney grubunda zaman içinde nasıl bir gelişim göstermiştir?
5. Deney grubunun performans görevlerini yerine getirme sürecinde sergilemekte zorlandıkları problem çözme becerileri nelerdir?
6. Deney grubunun çevrimiçi PDÖ sürecinde kullanılan yöntem, ders yapma sürecine, kullanılan materyallere, eğitmenin rolüne ve sergiledikleri bir takım davranışlara ilişkin görüşleri nelerdir?

Deney ve kontrol grubunun denkliğinin araştırılması amacıyla Analiz 1 puan ortalamaları ve son test uygulanıncaya kadar ki süreçte aldıkları lisans dersleri ve içerikleri incelenmiştir. Deneysel çalışmanın etkisi ise tekrarlı ANOVA ile grup*test etkileşimi dikkate alınarak deney grubunda herhangi bir farklı gelişimin olup olmadığı ve pratikteki önemi değerlendirilmiştir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmada, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının rutin olmayan problem çözme becerileri çevrimiçi olarak gerçekleştirilen PDÖ yöntemi kullanarak geliştirmek amaçlanmıştır.

1.3. Araştırmanın Önemi

İçinde bulunduğumuz yüzyılda yaşanan hızlı değişimler nedeniyle matematik eğitiminde de bir takım değişikliklerin yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Sürekli olarak gelişen ve değişim gösteren dünyamızda kendini geliştiren, hızlı değişimlere ayak uydurabilen, kendi kendine öğrenme becerisine, analitik ve kritik düşünme becerilerine sahip bireylere ihtiyaç duyulmaktadır. Hâlbuki gerçek dünyadan izole olmuş ve ezbere eğitimin yaygın olduğu geleneksel sınıf ortamları ihtiyaç duyulan bireylerin yetiştirilmesini zorlaştırmaktadır.

Türkiye'nin PISA sonuçları da bu durumu kanıtlar niteliktedir. Sonuç olarak, gerçek yaşamdan soyutlanmış okul ortamlarında öğrenme anlamlandırılmayacağından öğrenme ortamları gerçekliği yansıtan ve öğrencilerin bilgileri uygulayabilecekleri deneyimler sağlamalıdır (Jonassen, 1991).

Bütün bunlar dikkate alındığında PDÖ ortamları bahsi geçen becerilerin kazandırılması adına ideal olarak gözükmektedir. Zira Erickson (1999), PDÖ ortamının öğrencilerin bilgilerini, becerilerini farklı durumlara uyarlamalarını ve iletişim, sunum, modelleme ve çıkarım yapma becerilerini geliştirmelerini sağladığına dikkat çekmiştir. OECD raporları da bu durumu destekler niteliktedir. PDÖ, öğrencilerin meraklarını uyandırarak, zihinsel sorgulamayı kullanmalarını sağlayarak gerçek yaşam problemleriyle öğrenmelerine imkân sağlamaktadır (Fogarty, 1997).

Bütün bu açıklamalar çerçevesinde bu araştırmanın sahip olduğu önem şu şekilde sıralanabilir:

Bu araştırmanın katılımcılarını ilköğretim matematik öğretmenliği adayları oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarının rutin olmayan problemleri çözme becerileri yetersizdir (Altıntaş, İlgün ve Angay, 2022; Akgün, Tatar, İşleyen ve Soylu, 2012; Akyüz, 2020; Bal, 2015; Gürbüz ve Güder, 2016; Kaya ve Kablan, 2018; Özdemir, Çelik ve Çelik, 2023; Yılmaz ve Kanbolat, 2022). Öğretmen adaylarının rutin olmayan problemleri çözme sürecinde zorlanma nedenlerinin tespit edilerek becerilerinin geliştirilmesi için detaylı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu araştırmada derinlemesine araştırma yapabilmek için karma desen kullanılmıştır. Problem çözme süreçlerinin daha ayrıntılı bir şekilde incelenebilmesi için karma çalışmalara ağırlık verilmesi problem çözme becerileri üzerine yapılan meta-analiz çalışmalarında vurgulanmaktadır (Can ve Özdemir, 2023; Coşkun ve Soylu, 2021). Böylelikle nicel ve nitel araştırmaların zayıf yönlerini telafi etmek mümkün olacaktır (Coşkun ve Soylu, 2021). Dolayısıyla yöntem olarak karma desen kullanan bu çalışmadan elde edilen bulgular önem arz etmektedir.

Çeşitli öğretim yöntem, yaklaşım ve tekniklerin rutin olmayan problem çözme becerilerine etkisini belirlemeyi hedefleyen çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Kaya ve Kablan, 2018). Bu çalışmada PDÖ yöntemi çevrimiçi olarak kullanılmıştır. PDÖ yöntemiyle

çeşitli bölüm ve programlarda üniversite düzeyinde başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Demir, 2011; Ferreira ve Trudel, 2012; Gürsul ve Keser, 2009; Kadir vd. 2016; Kazemi ve Ghoraishi, 2012; Klegeris ve Hurren, 2011; Polanco vd. 2003; Tarmizi ve Bayat, 2010). Etkinliği kanıtlanmış bir yöntemin öğretmen adaylarının zayıf olduğu rutin olmayan problem çözme becerilerinin gelişimine etkisinin incelenerek sonuçların yayımlanması önemli olarak görülmektedir.

Özellikle son dönemde yaşanan ve tüm dünyayı etkisi altına alan Covid-19 salgını ve ülkemizde yaşanan on ili şiddetli bir şekilde etkilemiş olan deprem neticesinde uzaktan eğitimin rolü önem kazanmıştır. Bu araştırma ülkemizde gerçekleşmiş deprem nedeniyle çevrimiçi olarak gerçekleştirilmiştir. Çevrimiçi gerçekleştirilen çalışmaların bulguları uzaktan eğitimin iyileştirilmesi ve en yüksek verimin alınabilmesi adına önem arz etmektedir.

Bu araştırmanın katılımcılarını İlköğretim Matematik Öğretmenliği öğrencileri oluşturmaktadır. Bilindiği üzere, Milli Eğitim Bakanlığı tasarladığı Matematik Öğretim Programlarında belirlediği özel amaçlarla problem çözebilen ve öğrendiklerini günlük hayatta uygulayabilen öğrenciler yetiştirilmesini hedeflemektedir. Bu niteliklere sahip öğrencilerin yetiştirilmesi ancak bahsi geçen niteliklere sahip öğretmenlerin yetiştirilebilmesi ile mümkün olacaktır. Bu durum araştırmaların eğitim fakültelerinin ilgili bölümleri üzerinde yoğunlaştırılmasını gerektirmektedir. Dolayısıyla eğitim fakültelerinde bahsi geçen niteliklerin kazandırılması amacıyla düzenlenen PDÖ ortamlarında yaşanan zorlukların neler olduğu ve nasıl giderileceği üzerine bir araştırma yapmak ve sonuçlarını yayımlamak önemli olarak görülmektedir.

1.4. Varsayımlar

Microsoft Teams üzerinden gerçekleştirilen çevrimiçi çalışmalara senkron olarak katılamayan katılımcıların sisteme yüklenen video ve dokümanları asenkron olarak takip ettikleri,

Uygulama sürecinde katılımcılar arasında araştırmanın sonucunu etkileyen herhangi bir etkileşim olmadığı,

Katılımcıların uygulama araçlarında yer alan soruları içten ve anlayarak yanıtladıkları,

Uygulama aşamasında kontrol edilemeyen değişkenlerin çalışma grubunda yer alan tüm katılımcıları eşit düzeyde etkilediği varsayılmıştır.

1.5. Sınırlılıklar

Bu araştırmanın verileri, 2022-2023 eğitim-öğretim yılında Ankara ilindeki bir üniversitenin Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bölümünde öğrenimine devam eden ikinci ve üçüncü sınıf öğrencilerinden elde edilmiştir. Araştırma, belirtilen katılımcılarla sınırlıdır.

6 Şubat 2023 günü Kahramanmaraş merkezli olarak meydana gelen ve on ilimizi doğrudan etkileyen deprem nedeniyle çalışmanın yapıldığı üniversite rektörlüğünün aldığı karar neticesinde 2022-2023 akademik yılı bahar yarıyılı eğitim-öğretim faaliyetlerinde ‘uzaktan-asen-kron-hibrit’ eğitim model ve yöntemi kullanılması kararlaştırılmıştır. Dolayısıyla bu çalışma çevrimiçi ortamda gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle yüzyüze yapılması planlanan araştırma çevrimiçi ortam imkanlarına göre sınırlandırılmıştır. Bu çerçevede, Probleme Dayalı Öğrenme yönteminde yeri olan grup çalışmaları yapılmayarak katılımcıların bireysel olarak çalışmaları sağlanmıştır.

Araştırmanın veri toplama araçları ‘Türevin Uygulamaları’ konusu çerçevesinde sınırlandırılmıştır.

1.6. Tanımlar

Problem, bireyin veya bir grup bireyin karşı karşıya kaldığı, bir çözüm gerektiren ve ‘bu çözüme giden yolun açıkça görülemediği’ durumdur (Krulik ve Rudnick, 1988). Bir problemin varlığı, bireyin alıştığı çözüm yolunu uygulayamayacağı bir durumla karşı karşıya olduğu anlamına gelmektedir. Bir durum önceden öğrenilmiş algoritmalarla kolayca çözülebildiğinde artık ‘bir problem’ olarak kabul edilmeyecektir (Krulik ve Rudnick, 1988).

Rutin problem, dört işlem den bir ya da bir kaçını içeren tek bir sonuca odaklı problemlerdir (Altun, 2000).

Rutin olmayan problem, bilinen bir yöntem veya formül ile çözülemeyen, çözümünü öğrencilerin verileri dikkatli analiz etmesini, yaratıcı girişimde bulunmasını, bir veya daha fazla strateji kullanmasını gerektiren problemlerdir (Artut ve Tarım, 2006; Bransford ve Stein, 1993; Zhu ve Fan, 2006).

Problem çözme becerisi, bireyin, çözüm yönteminin net bir şekilde belirgin olmadığı problem durumlarını anlamak ve çözmek için bilişsel işlemeye girme kapasitesidir (OECD, 2013).

Probleme Dayalı Öğrenme, anlamlı problemlerin araştırılması, açıklanması ve çözümlmesine odaklanmış, deneyimlere dayanan bir öğrenme yöntemidir (Barrows, 2000; Torp ve Sage, 2002).

Çevrimiçi eğitim, bilgisayar, akıllı telefon veya başka bir cihaz aracılığıyla bireylere internet üzerinden bilgi ve beceri öğretilmesidir.

Çevrimiçi Probleme Dayalı Öğrenme, sınıf ortamında yüzyüze gerçekleştirilen PDÖ ortamının bilgisayar, akıllı telefon veya başka cihazlarla uzaktan eğitim yoluyla yapılmasıdır.

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE

Bu başlıkta ilk olarak matematik eğitiminde kullanılan problem tanımları ve problem türleri ile problem çözme becerileri açıklanmıştır. Ardından PDÖ' nün kuramsal temelleri üzerine bilgilendirme yapılmıştır. Son olarak ise ulusal ve uluslararası literatürde matematik eğitiminde problem çözme ve PDÖ yöntemine ilişkin yapılmış çalışmalara yer verilmiştir.

2.1. Matematik Eğitiminde Problem Çözme

Bu başlık altında problem tanımı ve matematik eğitiminde kullanılan problem türleri ile problem çözme becerileri üzerine bilgiler sunulmuştur.

2.1.1. Problem tanımı ve matematik eğitiminde kullanılan problem türleri

Problem çözme, matematik çalışmalarında çok büyük bir öneme sahiptir. Matematik öğretmenin ve öğrenmenin ilk amacı, farklı türlerde ve karmaşık matematik problemlerini çözme yeteneğini geliştirmektir (Wilson, Fernandez ve Hadaway, 1993).

Problem çözme üzerine yapılan tartışmaların en kaotik kısmı, neyin 'problem' olduğuna dair ortak bir anlayışa varılamamış olmasıdır. Krulik ve Rudnick' e (1988) göre problem, bireyin veya bir grup bireyin karşı karşıya kaldığı, bir çözüm gerektiren ve 'bu çözüme giden yolun açıkça görülemediği' bir durumdur. Bu tanımdaki anahtar kelime 'yolun açıkça görülememesi' ifadesidir. Bir problemin varlığı, bireyin alıştığı çözüm yolunu uygulayamayacağı bir durumla karşı karşıya olduğu anlamına gelmektedir. Bir durum, önceden öğrenilmiş algoritmalarla kolayca çözülebildiğinde artık 'bir problem' olarak kabul edilemeyecektir (Krulik ve Rudnick, 1988).

Krulik ve Rudnick (1988), çoğu matematik ders kitabında 'kelime problemi (word problem)' olarak etiketlenmiş bölümler olmasına rağmen, bu 'problemlerin' çoğunun gerçek problemler olarak düşünülmemesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bu sözde problemlerin çok az bir kısmı öğrencilerin daha yüksek düzeyde düşünmesini gerektirmektedir. Çünkü bu

problemlerin birçoğu öğretmen tarafından öğretilmiş çözüm yolları kullanılarak çözülebilen problemlerdir. Bu tarz kelime problemleri öğrencinin öğrenmiş olduğu matematiksel kavramları pekiştirmek için üzerinde çalıştığı ‘alıştırma’ ya da ‘rutin problem’ olarak ele alınabilir. Dolayısıyla öğretmen, bu alıştırmaları özenle geliştirilmiş bir model veya algoritma kullanarak çözen öğrencilerin problem çözmeye maruz kaldığını düşünmemelidir (Krulik ve Rudnick, 1988).

Anderson ve Pingry (1973), matematiksel bir problemi, nicel veya sayısal olarak cevap vermeyi gerektiren bir durum veya soru olarak tanımlamaktadırlar. Verilen problemi çözmek için, bilgi ve tecrübeyi kullanarak duruma uygun yöntemi bulmak gerekmektedir (Phonapichat, Wongwanich ve Sujiva, 2014).

Adam, Ellis ve Beeson (1977), bir matematik probleminin bir kelime problemi, bir hikâye problemi veya bir sözel problem olarak tanımlanabileceğini öne sürmektedir. Araştırmacılara göre bir matematik problemi, nicel veya sayısal bir cevap gerektiren bir durumun kelimelerle veya rakamlarla tanımlanmasıdır (Phonapichat, Wongwanich ve Sujiva, 2014).

Chi ve Glaser’ e (1983) göre problem, ulaşılmaya çalışılan bir hedefin olduğu ve bu hedefe ulaşmak için bir yol bulunması gereken bir durumdur. Bulmaca çözmek, cebir problemlerini çözmek, sınırlı bir bütçenin nasıl yönetileceğine karar vermek, enflasyonu kontrol etmeye çalışmak ve işsizliği azaltmaya çalışmak gibi örneklerin hepsi bir birey ya da toplum olarak her zaman karşılaşılan problemler arasında sayılabilir (Chi ve Glaser, 1983). Bu problemler birbirinden farklı zorluk ve karmaşıklıklara sahip olmalarına rağmen bazı ortak noktalara sahiptirler. İster bir denklemini çözmek olsun isterse ekonominin durumu olsun, hepsinin bir başlangıç durumu ve bir amacı vardır. Problemleri çözmek yani amaca ulaşmak için ilk durumda bazı işlemler yapmak gerekir. Genellikle amaca ulaşmak için gerekli olan işlemleri belirten bazı kuralları vardır. Bu kurallara ise kısıtlamalar denmektedir (Chi ve Glaser, 1983).

Dewey (1991) problemi, bireyin bir problemi analiz ederken veya bir durumla karşılaştığında zihninde oluşan belirsizlik olarak tanımlamıştır. Problem, bireylerin yaşamları boyunca her an karşılaşılabilecekleri bir durumdur. Karşılaşılan problemlerin üstesinden

gelebilmek için problem çözme becerisini öğrenmek önemlidir (akt.:Bal-İncebacak ve Ersoy, 2016).

Crulikshank ve Sheffield (1992), bir matematik probleminin matematikle ilgili bir soru veya bir durum olduğunu, ancak sadece rakamlarla ilgili olmadığını öne sürmektedir. Araştırmacılar, bazı matematiksel problemlerin, sayılarla hiç ilgili olmayan, fiziksel özellikler veya mantıksal akıl yürütme içermesinin mümkün olduğunu ifade etmektedirler (Phonapichat, Wongwanich ve Sujiva, 2014).

Bransford ve Stein (1993), problemi, bir başlangıç durumu ile bir hedef durum arasında tutarsızlık olduğunda var olan ve bu tutarsızlığı ortadan kaldıracak kişi için hazır bir çözümün olmadığı durumlar olarak tanımlamıştır. Tanımda geçen başlangıç durumu probleme başlandığında bulunulan yerken hedef durum ise problem çözüldüğünde varılmak istenen yer olarak ifade edilmektedir.

Phonapichat, Wongwanich ve Sujiva (2014) ise matematiksel problemi çok geniş bir yelpazeye sahip matematikle ilgili bir soru veya durum olarak tanımlamaktadır. Araştırmacılara göre matematiksel problemler gerçek hayatta görülen, çözebilmek için uygun bir yöntem ve matematiksel bilgi gerektiren gerçek durumlardır.

Gerçek problemlerin en önemli özelliklerinden ikisi anlamlı ve ilginç olmaları gerektiğidir. Gerçek bir problem hem bilişsel becerileri içermeli hem de öğrencilerin bireysel olarak ilgilerini çekecek nitelikte olmalıdır (Saari, 1977; akt. Lesh, 1981). Gerçek problemlerin karakteristik özellikleri şu şekildedir:

Gerçek problemler nadiren iyi formüle edilmiş sorular olarak ortaya çıkmaktadır. Gerçek problemler, net bir şekilde belirlenmiş hedefleri olan (problemin ‘verilenlerden’ ‘cevaba’ ulaşmak için bir dizi hamle bulmak olduğu) iyi tanımlanmış sorulardan ziyade genellikle karmaşıklığın olduğu durumlar olarak ortaya çıkmaktadırlar. Birçok gerçek problem durumunda problemi açıklamak kritik bir öneme sahiptir. Gerçek problemlerle uğraşırken amaç bir problemi çözmekten ziyade anlamaktır (Lesh, 1981).

Gerçek problemler kaynağını gerçek dünyadan almalıdır. Çoğu matematik ders kitabındaki problemler incelendiğinde, öğrencilere önce konu ile ilgili bir fikir verilir ve

ardından bu fikri gerçek nesnelere atıfta bulunan çeşitli kelime problemlerinde kullanması istendiği görülmektedir. Muhtemelen bu problemler, öğrencileri matematiksel fikirleri gerçek dünya durumlarıyla ilişkilendirmeye teşvik ederek, matematiksel fikirlerin anlamlılığını ve kullanılabilirliğini arttırmaktadır. Ancak, çoğu gerçek problem, öğrencinin gerçek bir dünya durumuyla başlamasını ve çözüm için gerekli olan ilgili matematiksel fikirleri aramasını gerektirmektedir (Lesh, 1981).

Gerçek problemler kullanılan işlemler açısından nadiren kategorize edilebilir. Gerçek problemler çözüm sürecinde kullanılacak operasyonel işlemler bakımından kategorize edilemez. Farklı matematiksel konularla ilgili fikirler arasında ilişki kurma süreci, gerçek problem çözme etkinliklerinin en önemli çıktılarının bir tanesidir (Lesh, 1981).

Gerçek problemler genellikle yetersiz bilgiye dayalı bir çözüm gerektirmektedir. Yani gerçek bir problemi çözme sürecinde çözüm için gereken tüm bilgilere sahip olunmayabilir. Gerçekçi problem çözme durumları genellikle ‘yetersiz bilgi ile yeterli kararlar verme süreci’ olarak nitelendirilebilir. Problemin çözümü için mevcut olan her türlü bilgiyi kullanarak ‘en iyi’ çözüm bulunmalıdır veya bazı durumlarda, problemin çözümü sırasında ek bilgiler toplanmalıdır (Lesh, 1981).

Gerçek problem durumları bazen çokça organize edilmemiş bilgi içerebilir. Gerçek problemlerde, bilgileri organize edilmiş bir şekilde bulmak zordur. Eksik veya fazla bilgiler mevcut olabilir. İnsanlar problemleri çözmek için nadiren yalnızca kendi zihinlerinin gücünü kullanarak bireysel olarak çalışırlar. Bunun yerine, problem çözme becerisi gelişmiş kişiler, teknolojik araçlar, diğer insanlar ve kitap, gazete v.s. gibi dış kaynakları etkili bir şekilde kullanarak kendi güçlerini arttırmayı öğrenmektedirler.

İyi problem çözücüler, tüm problem çözme süresince dikkatlerini hızla ‘kritik’ noktalara vererek problem çözme sürecinin diğer aşamalarını tamamlamak için sıklıkla dış kaynaklara başvururlar. Bu problem senaryosundaki organize edilmemiş bilgilerin düzenlenmesi için önem arz etmektedir. Örneğin, gerçek problemleri çözerken bireyler tarafından en sık kullanılan stratejilerden bir tanesi ‘ihtiyaç duyulan bilgiyi sunacak birine sormaktır’. Bu durum elbette kendi işini başkasına yaptırarak kolayca kaçmak şeklinde yorumlanmamalıdır. Unutulmamalıdır ki problem durumlarını matematiksel olarak modelleyebilmek ve ihtiyaç

duyulan bilgileri dış kaynaklardan talep edebilmek başarılı problem çözücülerin ayırt edici özellikleri arasında yer almaktadır (Lesh, 1981).

Matematiksel problem ve alıştıırma arasındaki farkı anlamak da önem arz etmektedir (Topbaş-Tat, 2020). Alıştırma, ‘bir öğrencinin yeni tanıtılan bir terimi veya matematiksel sembolleri doğru kullanıp kullanmayacağını kontrol etmek için tasarlanmıştır’ (Polya, 1953, s.126; akt. Topbaş-Tat, 2020). Bununla birlikte problem çözme, ‘olguların basit bir şekilde hatırlanmasından veya iyi öğrenilmiş prosedürlerin uygulanmasından çok daha fazlasını’ gerektirmektedir (Lester, 1994, s.668; akt. Topbaş-Tat, 2020).

Çocukların matematik eğitimlerinde, erken yaş gruplarında problemler alıştıırma halinde sunulmaktayken yaş grubu ilerledikçe alıştıırmalar sorulara indirgenmektedir. Bu yaygın olarak kullanılan üç terim aşağıdaki gibi tanımlanabilir (Krulik ve Rudnick, 1988):

- **Soru:** Hafızadan geri çağırarak çözülebilecek bir durumdur.
- **Alıştırma:** Önceden öğrenilmiş becerileri veya algoritmayı pekiştirmek için yapılan egzersizlerdir.
- **Problem:** Çözmek için önceden öğrenilmiş bilgilerin bir sentezini ve düşünmeyi gerektiren durumlardır.

Krulik ve Rudnick’e (1988) göre, bir problemin varlığı, bireyin alıştıığı bir modeli uygulayamayacağı, tanımadığı bir durumla karşı karşıya olduğu anlamına gelmektedir. Bir durum, önceden öğrenilmiş algoritmalarla kolayca çözülebildiğinde artık bir problem olarak kabul edilmemektedir.

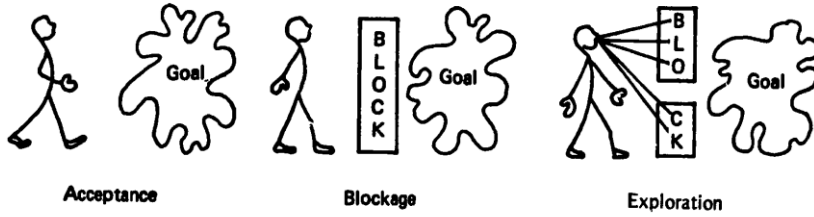
Ayrıca bir durumun öğrenci tarafından problem olarak kabul edilebilmesi için nedeni ne olursa olsun öğrenci tarafından o durumun bir problem, sorun olarak algılanması gerekmektedir. Öğrenci kendisine sunulan problem durumuna meydan okumayı kabul etmezse, o zaman o durum öğrenci için bir problem değildir. O nedenle, bir problem şekil 2.1’ de gösterilen aşağıdaki üç kıstası içermelidir (Krulik ve Rudnick, 1988);

- **Kabul (Acceptance):** Öğrenci problemi kabul eder. İç motivasyon, dış motivasyon (akran, ebeveyn ve/veya öğretmen baskısı) veya sadece bir problemi

özme zevkini yaşama arzusu gibi çeşitli nedenlerden kaynaklanan kişisel bir katılımın olması gerekmektedir.

- **Blokaj (Blockage):** Bireyin ilk çözüm denemeleri sonuçsuz kalır. Blokajın olması için önceki problem çözme süreçlerinde edindiğı becerilerin ve model kalıplarının çalışmaması gerekmektedir.
- **Keşif (Exploration):** Şekil 2.1’ de tanımlanan kişisel katılım, bireyi yeni yöntemler keşfetmeye zorlamaktadır.

Şekil 2.1 Bir problemin sahip olması gereken üç kriter (Krulik ve Rudnick, 1988)



Şekil 2.1’ e göre, bir durumun problem olabilmesi için öğrenci tarafından kabul görmesi, içsel ya da dışsal motivasyon farketmeksizin kişisel bir katılımın sağlanması gerekmektedir. Bu kişisel katılım bireyin problemi çözmeye yönelik teşebbüste bulunması anlamına gelmektedir. Gerçek bir problemde bireyin ilk çözme teşebbüslerinin sonuçsuz kalması ve bunun için de olası çözüm yolları ile problem durumu arasında blokajın (engelin) bulunması gerekmektedir. Birey birbirinden farklı ve işe yarar çözüm yolları üzerinde düşündükçe engeller ortadan kalkarak hedefe yani çözüme ulaşılacaktır.

Krulik ve Rudnick’ e (1988) göre, matematik ders kitaplarının çoğunda ‘kelime problemleri’ adı altında verilen problemler gerçek problemler olarak düşünülmemelidir. Çünkü bu problemlerin çoğı öğretmenin sınıf ortamında öğrencilere sunduğı modeller aracılığıyla çözülebilecek niteliktedirler. Bu tarz problemlerle çalışan öğrenciler esasen tek bir ‘problem’ sınıfına uygulanan ve mekanik hatalardan kaçınıldığı takdirde doğru cevaba ulaştıran algoritmaları uygulamaktan öteye gidememektedirler (Krulik ve Rudnick, 1988). Bu tarz problemlerde sistematik bir düzen vardır. Öğrencilerin hangi işlem satırlarını uygulaması gerektiğı sıralı bir şekilde sunulmuştur. Bu tarz sorular üzerinde çalışmak öğrencilerin gerçek

problemler ile çalışmasını engellemektedir. Tablo 2.1’ de, bu tipteki sorulara bir örnek verilmiştir.

Tablo 2.1 Sistematik düzene sahip tipik bir algoritmik problem örneği

‘Bir annenin yaşı oğlunun yaşının 3 katından 5 fazladır. Anne ile oğlunun yaşları toplamı 49 olduğuna göre oğlu kaç yaşındadır?’	
Oğlunun yaşı	x
Annenin yaşı	$3x + 5$
Anne ile oğlunun yaşları toplamı	$4x + 5 = 49$
Oğlunun yaşı	$x=11$

Tablo 2.1’deki gibi bir soru ile ilk kez karşılaşan bir öğrenci için eğer ki öğretmen tarafından çözüm algoritması paylaşılmamış ise gerçek bir problem olarak değerlendirilebilir. Fakat öğrenciler bu tarz kelime problemlerine oldukça aşina oldularsa sıklıkla benzer sorular üzerinde çalışıyorlarsa artık bu sorular ‘alıştırma’ ya da ‘rutin problem’ olarak değerlendirilmelidir. Bu tarz problemler öğrenilen algortimanın kullanımında pratik yapma ve ilgili matematiksel süreçler üzerine detaylandırma yapma gibi amaçlara hizmet etmektedir. Öğretmen, öğrencilerin aşina oldukları model ve algoritmaları kullanarak çözebildikleri sorularla uğraşırken gerçekten bir problem durumu üzerinde çalışıldığı izlenimine kapılmamalıdır (Kruklik ve Rudnick, 1988).

Matematik eğitimi literatüründe problem tanımının nasıl yapılması gerektiği dışında kaos yaşanan bir diğer mesele ise problem türleridir. Literatüre bakıldığında farklı problem türlerinden bahsedildiği görülmektedir. Bunlar; iyi tanımlanmış (well-defined)\ kötü tanımlanmış (ill-defined) problemler, iyi yapılandırılmış (well-structured)\ kötü yapılandırılmış problemler (ill-structured), yapılandırılmış (structured)\ yapılandırılmamış (unstructured) problemler ya da rutin (routine)\ rutin olmayan (non-routine) problemler olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.1.2.1. Rutin ve rutin olmayan problemler

Problem çözme becerileri hakkında düşünürken; rutin ve rutin olmayan problemler arasındaki ayrımı net bir şekilde yapmak önemlidir. Rutin bir problem, bir kişinin daha önce çözdüğü bir probleme benzediği için aşina olduğu problemidir. Buna karşılık, rutin olmayan bir problem yenidir ve yeni şeyler denemeyi gerektirmektedir. Önemli olan nokta, herhangi bir problemin bir kişi için nispeten rutin olacağı gibi bir başkası için rutin olmayan bir problem durumu olabileceğidir. Genel olarak, rutin olan problemleri çözmek, rutin olmayan problemleri çözmekten çok daha kolaydır (Bransford ve Stein, 1993).

Rutin olmayan problem, genellikle problemi çözen bireylerin kolayca erişebileceği standart bir algoritma, formül veya prosedür uygulayarak çözülemeyecek nitelikte olan durumlardır. Buna karşılık, rutin bir problem, problem çözümlerinin çözümü elde etmek için bilinen belirli bir algoritmayı, formülü veya prosedürü izleyebildiği ve genellikle çözüme giden yolun hemen belli olduğu durumlardır. Daha spesifik olarak ifade etmek gerekirse, bir problem, problemi çözmek için belirli yöntemleri (örneğin, algoritma, formül veya prosedür) gösteren bir metin açıklamasından sonra sunulursa, o zaman rutin bir problem olarak kabul edilmektedir (Zhu ve Fan, 2006).

TIMSS 2011 çerçevesinde “rutin olmayan problemler, öğrencilerin aşina olmadığı problemlerdir” şeklinde tanımlanmaktadır. Rutin problemlerin çözümü için gerekli bilgi ve beceriler öğrenilmiş olsa bile, rutin problemlerin çözümü için ihtiyaç duyulandan çok daha fazla bilişsel talepte bulunurlar.” (Mullis ve diğerleri, 2009, s. 45). Dolayısıyla öğrenci bir görevi çözmek için hangi yöntemi, algoritmayı, tekniği veya formülü kullanacağını biliyorsa, o görev bir problem değil, rutin bir alıştırmadır (Schoenfeld, 1985). Bu nedenle, aynı görevin bir öğrenci için problem olması ve bir başka öğrenci için alıştırma olması mümkündür (Zhu ve Fan, 2006). Ayrıca, bir problem, onu çözmüş olan öğrenci için artık bir problem olarak görülmemektedir (Marchis, 2012).

Öğretmenler sınıflarında rutin olmayan problemler üzerinde nadiren çalışmaktadırlar (Marchis, 2012). Gerek ulusal sınavların etkisi gerekse müfredat programlarının yoğun yapısı nedeniyle rutin olmayan problemler üzerinde çalışacak zamanın olmaması gibi nedenler öğretmenleri rutin problemler üzerinde çalışmaya itmektedir (Marchis, 2012). Ancak ulusal

testleri başarılı bir şekilde tamamlayan öğrencilerin çoğunluğu problem çözme yeterliliğine sahip olmamakla birlikte sadece bazı teknikleri, yöntemleri veya formülleri öğrenmiş olup belirli problem kalıpları için hangisini kullanmaları gerektiğini bilmektedirler (Marchis, 2012). Öğretmenlerin sınıfta rutin olmayan problemleri çözmemelerinin bir başka nedeni olarak, problem çözme yeterliliklerine güvenmemeleri ve bu tür problem çözme aktiviteleri için gerekli pedagojik bilgiye sahip olmamaları gösterilebilmektedir (Silver vd., 2000; akt. Marchis, 2012).

2.1.2.2. İyi yapılandırılmış ve kötü yapılandırılmış problemler

Rutin ve rutin olmayan problemler dışında literatürde iyi yapılandırılmış (well-structured) ve kötü yapılandırılmış (ill-structured) problem kavramları da yer almaktadır. Eğitimciler iyi yapılandırılmamış problem çözme becerilerinin önemli olduğu konusunda hemfikir olsalar da (Helgeson, 1992; akt. Namsoo, 1998), iyi yapılandırılmış ve iyi yapılandırılmamış problemler arasındaki ilişkinin tanımlanmasının yanı sıra iyi yapılandırılmamış bir problemin nasıl tanımlanması gerektiği konusunda da kafa karışıklığına sahip olmaktadır (Namsoo, 1998).

Öğrencilerin okulda karşılaştıkları problem türlerinin, günlük ortamlarda çözmeleri gereken problemlerle pek ilgisi bulunmamaktadır (Lave, 1988; Roth ve McGinn, 1997; akt. Chin ve Chia, 2005). Ders kitapları ve öğretmenler tarafından ortaya konan okul problemleri tipik olarak iyi yapılandırılmış olsa da, öğrencilerin gerçek dünya durumlarında karşılaştığı problem türleri çoğunlukla açık ve kötü yapılandırılmıştır (Chin ve Chia, 2005). İyi yapılandırılmış ve kötü yapılandırılmış problemler karşımıza yapılandırılmış (structured) ve yapılandırılmamış (unstructured) olarak da çıkabilmektedir.

İyi yapılandırılmış problemler, başlangıç durumu, hedef durumu ve kısıtlamaların açıkça tanımlandığı problemlerdir. İyi yapılandırılmış problemleri çözmek, tamamen tanımlanmış ve adım adım veya ezberci bir prosedürü takip eden prosedürel bilgi gerektirmektedir. İyi yapılandırılmış bir problemin amacı her zaman aynıdır, her zaman aynı şekilde çözülür (aynı araçlar ve bilgilerle) ve bağlama göre değişmez. Başka bir deyişle, iyi yapılandırılmış bir problemin çözümü, prosedürlerin geri çağırılması ve tam olarak öğretildiği gibi uygulanmasıyla gerçekleştirilmektedir. Günlük hayatta karşılaşılan iyi yapılandırılmış

problemlere örnekler vermek gerekirse; bir kahve makinesini kullanmak, bilgisayarı açmak, e-postaya erişmek sayılabilir. Bu tarz prosedürü belli olan görevleri yerine getirmek, daha karmaşık, kötü yapılandırılmış problemleri çözmenin önemli bir parçası olsa da, problem çözme için adım adım uygulanması gereken ve hedefe ulaşmak için sınırlamaların aşılmamasının gerektiği bir yaklaşım içermektedirler. Örneğin, bir bilgisayarı açmanın birden fazla yolu yoktur ve bu davranış rutin olarak gerçekleştikçe otomatikleşir. Sonuç olarak üzerinde düşünmeyi gerektirmeyen bir eylem halini alır. Tablo 2.2’ de iyi ve kötü yapılandırılmış problemlerin anatomisi açıklanmaktadır.

Tablo 2.2 İyi ve kötü yapılandırılmış problemlerin anatomisi (Kaynak: findanyanswer.com)

	İyi Yapılandırılmış	Orta Dereceli Yapılandırılmış	Kötü Yapılandırılmış
Hedefler (Goals)	İyi tanımlanmış	Genellikle iyi tanımlanmış	Tanımlanmamış
Başlangıç Durumu (Beginning State)	İyi tanımlanmış	İyi tanımlanmış	İyi tanımlanmış
Eylemler (Actions)	İyi tanımlanmış	Birçok olası eylem	Tanımlanmamış
Son Durum (End State)	İyi tanımlanmış	İyi tanımlanmış	Tanımlanmamış
Kısıtlamalar (Constraints)	İyi tanımlanmış	Genellikle iyi tanımlanmış	Genellikle iyi tanımlanmamış
Örnek (Example)	Bir arabayı çalıştırmak	Bir arabayı tamir etmek	Bir araba dizayn etmek

En anlamlı ve faydalı öğrenme, yapılandırılmamış düzeyde gerçekleşmekte ve çoğu yetişkin için öğrenmenin çoğu bu türden bileşenlere sahip olmaktadır. İyi yapılandırılmış

problemlerin aksine, kötü yapılandırılmış problemlerin başlangıçta net veya ayrıntılı hedefleri, çözüm süreçleri, son durumları veya kısıtlamaları yoktur. Aslında, kötü yapılandırılmış problemlerin çoğu zaman problemi çözenler tarafından belirlenmesi gereken ifade edilmemiş hedefleri ve kısıtlamaları bulunmaktadır. Kötü yapılandırılmış problemler, çözüm için hangi kavramların, kuralların ve ilkelerin gerekli olduğu ve bunların nasıl organize edilmesi gerektiği konusunda belirsizlik sunmaktadır. Öğrencilerin problem hakkında yargıda bulunmalarını ve yargılarını kişisel görüş veya inançlarını ifade ederek savunmalarını gerektirmektedir. Kötü yapılandırılmış problemler birden fazla çözüme ve çözüm yoluna sahip olabilir veya hiç çözümü olmayabilir. Çoğu durumun sonucunu tanımlamak veya tahmin etmek için genel kurallar veya ilkeler sunmamakla birlikte çözümleri değerlendirmek için birden fazla kıstas gerektirmektedirler. Gerçek hayattan kötü yapılandırılmış örnekler olarak; bir iş sürecini yeniden tasarlamak, yeni bir ürün tasarlamak veya bir pazarlama stratejisi geliştirmek verilebilir.

Çoğu problem iyi yapılandırılmış ve kötü yapılandırılmış problemler arasında bir yerdedir. Orta düzeyde yapılandırılmış problemler, hem iyi hem de kötü tanımlanmış yönleri paylaşmaktadır. Her kötü yapılandırılmış problem farklıdır ve bazılarının diğerlerinden daha fazla tanımlanmış bileşenleri olabilmektedir.

İyi tanımlanmış parametreler içinde sınırlı sayıda kural ve ilkenin uygulanmasını içeren iyi yapılandırılmış problemlerin aksine, kötü yapılandırılmış problemler birden fazla çözüme, çözüm yoluna ve daha az manipüle edilebilir daha az parametreye sahiptir. Ayrıca çözüm için hangi kavram, kural ve ilkelerin gerekli olduğu, bunların nasıl organize edilmesi gerektiği ve hangi çözümün en iyi olduğu konusunda belirsizlik içermektedirler (Jonassen, 1997). Problem durumunun bir veya daha fazla yönü (örneğin, başlangıç durumu, hedef durumu ve başlangıç durumundan hedef durumuna geçiş için operatörler seti) iyi tanımlanmamıştır ve problemi çözmek için gerekli bilgiler problem ifadesinde yer almamaktadır (Chi ve Glaser, 1985) veya kısıtlamalar belirtilmemiştir (Voss, 1988; Voss ve Post, 1988; akt. Chin ve Chia, 2005).

Goel (1992), iyi yapılandırılmış ve kötü yapılandırılmış problemlerin görev ortamlarını ve problem alanlarını bilişsel bilim perspektifinden karşılaştırmıştır. Bu iki farklı türün görev ortamlarında bir takım önemli farklılıklar bulunmaktadır. Birincisi, iyi yapılandırılmış problemlerdeki kısıtlamalar mantıksal veya görevin kurucu unsurları iken, kötü

yapılandırılmış problemlerdeki kısıtlamalar esas olarak nomolojiktir; çoğu sosyal, ekonomik ve kültürelidir. Nomolojik, bilimsel yöntem kullanmadan tesadüfi olarak tecrübeyle edinilen bilgiler anlamına gelmektedir. İkincisi, kötü yapılandırılmış problemler daha karmaşıktır ve çözülmesi genellikle daha uzun sürmektedir (Chin ve Chia, 2005).

Özetle; iyi yapılandırılmış ve kötü yapılandırılmış problemler arasında bir takım farklılıklar vardır. İyi yapılandırılmış problemlerde problemi çözen bireyin hareket alanı problem senaryosu içinde kesin olarak belirlenmiştir. Nihai çözüme gidebilmek için birey bu hareket alanı içerisinde çıkmamalıdır. Birey çözüme giden yolda kararlarını problem cümlesinde verilen şartlar ve mantıksal kısıtlamalar çerçevesinde verebilir. Ancak, kötü yapılandırılmış problemler için bu kararlar kişisel tercihlere, deneyime, kişinin bilgisine ve beklentilerine dayanmaktadır. Çünkü kötü yapılandırılmış problemleri doğru ya da yanlış sonlandırma durumu yoktur.

İlaveten, iyi yapılandırılmış problemlerde problemin başlangıç durumu belirlenen hedef durum için özellikle ayarlanmıştır. Problemin kısıtlamaları da yine bireyi özellikle hedef duruma ulaştırmak için özellikle ayarlanmıştır. Fakat kötü yapılandırılmış problemlerde kısıtlamalar manipüle edilebilir. Çünkü ortada tam olarak tanımlanan bir durum yoktur. Böylece problem üzerinde çalışan kişilerin başlangıç durumunu bilgi, deneyim ve uzmanlıklarına daha uygun olacak şekilde problem parametrelerini değiştirmeleri mümkündür. Böylece alternatif çözüm yollarının ortaya çıkması mümkün hâle gelmektedir.

Öğrenciler kötü yapılandırılmış problem üzerinde çalışırken, problemi tanımları, problemin farklı bakış açılarını ve çoklu temsillerini tanımları, problemi çözmek için hangi bilgi ve becerilerin gerekli olduğunu bilmeleri ve problemle ilgili anlayışlarını sentezlemeleri gerekmektedir. Bunu yaparken (Chin ve Chia, 2005);

- Problem alanını ve bağlamsal kısıtlamaları dile getirmek,
- Diğer bireylerin alternatif görüşlerini, pozisyonlarını ve bakış açılarını belirlemek ve netleştirmek,
- Olası çözümleri üretmek,
- Alternatiflerin uygulanabilirliğini değerlendirmek,
- Argümanlar inşa ederek ve kişisel inançlarını ifade ederek çözümlemek,

- Problem alanını ve çözüm stratejileri belirlemek,
- Çözüm stratejilerini uygulamak ve incelemek,
- Çözüm stratejilerini farklı şekillerde uyarlamak gerekmektedir.

Kötü yapılandırılmış problemleri çözmek, büyük ölçüde yinelemeli ve döngüsel bir süreçtir (Jonassen, 1997). Shin, Jonassen ve McGee (2003) iyi yapılandırılmış ve kötü yapılandırılmış problemleri çözmenin farklı beceriler gerektirdiğini ifade etmektedirler. Her iki tür problemi de çözmek için alan bilgisi ve gerekçelendirme becerileri gerekmektedir. Bununla birlikte, kötü yapılandırılmış problemleri çözmek, öğrencilerin planlama, izleme ve hedeflerin yeniden değerlendirilmesi dâhil olmak üzere bilişin düzenlenmesi ile ilgili becerilere sahip olmalarını gerektirmektedir. Bunun nedeni, doğası gereği belirsiz olan kötü yapılandırılmış problemlerin, alternatif hedeflerin ve çözümlerin dikkate alınmasını gerektirmekte ve öğrencilerin çözümlerinin etkinliğini takip etmeleri, sınırlamalarını ve çabalarının etkilerini gözlemlemeleri gerekmektedir. Kötü yapılandırılmış problemleri çözmek için problem temsili, gerekçelendirme, izleme ve değerlendirme becerileri birincil gereksinimlerdir (Voss ve Post, 1988). Özellikle, gerekçelendirme becerileri çok önemlidir. Çünkü çözenler problem çözümünü desteklemek için geçerli, savunulabilir ve inandırıcı bir argüman üretmelidir (Chin ve Chia, 2005).

İyi yapılandırılmış problemler (well-structured problems), matematik ve matematikle ilgili problemlerin çoğunu kapsamaktadır. Bu problemlerin tek bir doğru, yakınsak cevapları vardır (Simon, 1978; akt. Namsoo, 1998). Bu nedenle ders kitaplarında bol bol bulunan bu tarz problemleri çözmek için kısıtlı ve az miktarda bilgi yeterlidir (Namsoo, 1998).

Greeno' ya (1978) göre, iyi yapılandırılmış bir problem, iyi tanımlanmış bir başlangıç durumu, bilinen bir hedef durumu, sınırlı mantıksal durum kümesi ve kısıtlama parametreleri de dahil olmak üzere problemin tüm öğelerini içermektedir (akt.: Namsoo, 1998). Bu problem türleri sınırlı sayıda kavram, kural, çözüm ve ilkenin sınırlı bir problem durumuna uygulanmasını gerektirmektedir (Luszc, 1984; akt.: Namsoo, 1998). Bu nedenle iyi yapılandırılmış problemlerden kazanılan problem çözme becerileri ancak benzer problem türlerine aktarılabilir. İyi yapılandırılmış problemlerin çözüm süreci genel olarak bellidir. Problemi çözen kişilerin çözüm yolları çok az farklılık göstermektedir (Luszc, 1984; akt.

Namsoo, 1998). Kötü yapılandırılmış problemlerin ise bilinen çözümleri yoktur. Bu problemlerin çeşitlilik gösteren cevapları ve çözüm yolları bulunmaktadır (Namsoo, 1998).

Neisser (1976), gündelik ya da gerçek hayat problemlerini kötü yapılandırılmış problemler olarak ele almaktadır. Neisser gibi bazı eğitimciler de tüm günlük problemlerin kötü yapılandırılmış problemler olduğuna inanmaktadırlar (Namsoo, 1998). Kötü yapılandırılmış (ill-structured) problemler, sonraki başlıkta açıklanacak olan ‘kötü tanımlanmış (ill-defined)’ olarak bilinen problemlerden farklıdır. Çünkü kötü tanımlanmış problemler net bir çözüm stratejisinin kullanımına izin vermeyebilir fakat tek bir doğru cevaplara izin verebilir (Hayes, 1981; Holyoak, 1990; akt. Namsoo, 1998).

Bir problem durumu aşağıdaki kriterlerin bir kısmına ya da tamamına sahipse iyi yapılandırılmış problem kategorisinde değerlendirilebilir (Simon, 1973):

- Belirgin bir çözümü olmakla birlikte bireyi bu çözüme ulaştıracak kesin kriterler ve kriterlerin uygulandığı mekanikleştirilebilir bir süreç vardır.
- İlk problem durumu, hedef durum ve probleme bir çözüm girişimi sırasında ulaşılabilecek veya düşünülebilecek tüm diğer durumları temsil edebilen en az bir problem alanı vardır.

İyi yapılandırılmış problemlerin aksine, kötü yapılandırılmış problemler genellikle aşağıdaki özelliklere sahiptir (Voss, 2005);

- Hedef belirsiz bir şekilde belirtilmiştir ve belirli bir konuyu izlenebilir kılmak için analiz ve iyileştirme gerektirir.
- Problemin kısıtlamaları tipik bir şekilde problem senaryosunun içinde yer almaz. Bu yüzden problemi çözecek olan bireyin, çözüm süresinde uygun gördüğü kısıtlamaları kendisinin belirlemesi ve buna göre incelemesi gerekmektedir.
- İyi yapılandırılmış problemlerin aksine kötü yapılandırılmış problem çözme süreci bireyin bilgisine, inançlarına ve tutumuna göre farklı şekilde gerçekleşebilir. Bu tarz problemleri çözme süreci her bir aşamanın doğası ve içeriği bakımından bireyden bireye farklılıklar gösterebilir.
- İyi yapılandırılmış problemlerin aksine kötü yapılandırılmış problemlere yönelik çözümler genellikle doğru, yanlış veya geçersiz olarak değil; bunun yerine çözümler

genellikle akla yatkınlık ve kabul edilebilirlik açısından değerlendirilmektedir. Ayrıca, çözümün değerlendirilmesi açısından bireyin konuyla ilgili bilgisi ve inançları büyük bir önem arz etmektedir.

- Kötü-yapılandırılmış problemler için sunulan çözümün neden işe yarayacağını belirten sözlü bir kanıtla açıklamak gerekmektedir. Ayrıca çözüme yönelik belirli bir kısıtlamayı, engeli veya elde edilen çözüme yönelik karşıt bir düşünceyi çürütmeye çalışarak gerekçelendirme gerçekleştirilir. Çözücünün temsil aşamasında problemi tanımlaması ve çözümünün sunulması ve gerekçelendirilmesi, bu çözüm sürecinin doğası gereği retorik olduğunu göstermektedir. Retorik bilindiği üzere, sözlü, yazılı veya görsel olarak belirli yöntemlerle insanları etkileme, yönlendirme ve ikna etme tekniğidir.

Özetle; kötü yapılandırılmış problemler, öğrencilerin günlük hayatta her zaman karşılaştıkları problemlerdir. Bunlar önemli sosyal, politik, ekonomik ve bilimsel sorunları içermektedirler (Simon, 1973). Nasıl ki gerçek dünyadaki problemlerin çözülmesi için eksik bilgilere sahipsek ya da bu problemlerin belirsiz hedefleri varsa kötü yapılandırılmış problemlerde de belirsiz hedefler ve eksik bilgiler vardır. Basit ve iyi tanımlanmış bazı problemlere iyi yapılandırılmış problemler denir ve bu problemler bir dizi olası çözüm içermektedirler ki bu çözümler %100 doğru veya %100 yanlıştır. $2 + 2 = 4$ olması tipik bir iyi yapılandırılmış problem örneği olarak verilebilir (findanyanswer.com).

2.1.2.3. İyi tanımlanmış ve kötü tanımlanmış problemler

İyi tanımlanmış ve kötü tanımlanmış problemler birbirinden farklı bilişsel süreçlere sahiptirler. Problemleri çözme becerisi alana özgü bilgiye sahip olmaktan çok daha fazlasını gerektirmektedir. Kitchener'e (1983, s. 223, akt.: Schraw, Dunkle ve Bendixen, 1995) göre, iyi tanımlanmış problemler 'mutlaka doğru ve bilinebilir çözümleri olan' problemlerdir. Kötü tanımlanmış problemler ise, 'farklı çözümlere yol açabilecek çelişkili varsayımlar, kanıtlar ve görüşlerin bulunduğu' problemlerdir. İyi tanımlanmış problemler iki şekilde sınırlandırılmaktadır (Schraw, Dunkle ve Bendixen, 1995):

- Tam bir kesinlikle belirlenebilecek tek bir doğru çözüm vardır ve

- Bu kesin çözüme ulaşmak için garantili bir prosedür mevcuttur.

Buna karşılık, kötü tanımlanmış problemlerin birden fazla çözümü olabilir veya hiç çözümü olmayabilir veya bu çözüme ulaşmak için garantili bir prosedür yoktur.

Özetle, kötü tanımlanmış (ill-defined) problemler, net bir hedefi, çözüm yolu veya beklenen bir çözümü olmayan problemlerdir. İyi tanımlanmış (well-defined) problemler ise belirli hedefleri, açıkça tanımlanmış çözüm yolları ve net bir şekilde belli cevapları olan problemlerdir (findanyanswer.com).

Yukarıda açıklananların tamamından yola çıkılarak ‘rutin’, ‘iyi yapılandırılmış’ ve ‘iyi tanımlanmış’ problem türleri aynı özellikleri taşımakla birlikte birbirlerinin yerine kullanılabilir. Aynı durum ‘rutin olmayan’, ‘kötü yapılandırılmış’ ve ‘kötü tanımlanmış’ problemler için de geçerlidir.

2.1.2. Matematiksel problemleri çözme becerileri

Matematik, bireylerin düşüncelerini geliştirmede, problemleri analiz etmelerinde ve çözmelerinde kullandıkları, stratejik ve sistematik akıl yürütme süreçlerinin geliştirilmesinde büyük rol oynamaktadır. Bununla birlikte insanların günlük yaşamdaki her problemi tahmin etmelerine, planlamalarına, karar vermelerine ve uygun şekilde çözmelerine de yardımcı olmaktadır (Phonapichat, Wongwanich ve Sujiva, 2014).

Problem çözme becerisi, bireyin, çözüm yönteminin net bir şekilde belirgin olmadığı problem durumlarını anlamak ve çözmek için bilişsel işlemeye girme kapasitesidir (OECD, 2013). Öğretmenler, matematik öğrenimini öğrenciler açısından anlamlı kılmak için onların anlamalarını, matematiksel düşüncelerini ve özgüvenlerini geliştirmelerine fırsat sağlayacak aktif katılım gerektirecek görevleri seçmekle ve oluşturmakla sorumludurlar (Kulm, 1994; akt. Rosli, Goldsby ve Capraro, 2013).

Resnick’ e (1987) göre, sınıf içi ve sınıf dışı öğrenme ortamları birbirinden oldukça farklıdır. Resnick, tipik Amerikan sınıflarından verdiği örnekte, sınıf içi öğrenme ortamlarında öğrenciler farklı öğrenme araçlarını kullanarak arkadaşlarıyla çalışmaktansa, bireysel olarak neler yapabileceğine odaklandıklarını vurgulamaktadır. Fakat buna karşılık, sınıf dışı

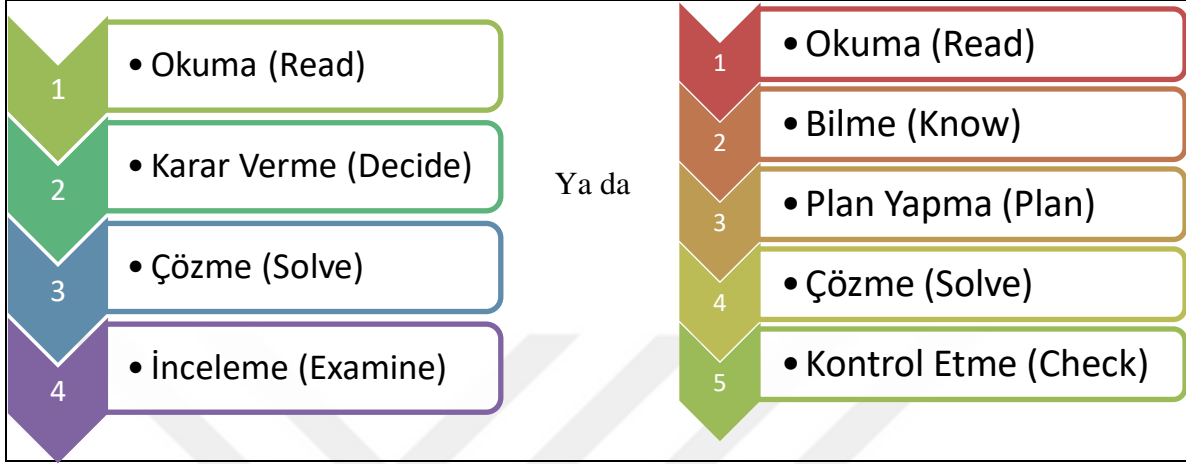
ortamları, genellikle bilginin paylaşılmasını gerektiren ve bilginin geliştirilmesi için farklı araçları kullanmanın gerekli olduğu ortamlar olarak tanımlamaktadır. Sınıf ortamında öğrencilere semboller ve soyut ilkeleri kullanmaları öğretilirken sınıf dışı öğrenmenin genellikle somut olduğu ifade edilmektedir (akt. Lajoie, 1995). Sınıf içi ve sınıf dışı ortamlardaki farklılıklar göz önüne alındığında bazı sınıf içi etkinliklerin gerçeklikten yoksun olduğunu belirtmek gerekmektedir (Lajoie, 1995). Bu yoksunluğun giderilebilmesi için problem çözme etkinliklerinin kaynağını, matematiğin gerçek dünya uygulamalarından ve matematiksel fikirlerin araştırılmasından alması gerekmektedir.

Gerçek dünya durumlarının kullanılması, bilgiler ile yaşam arasında bağlantı kurulmasını, bağlamların ve hedeflerin anlaşılmasını sağlamakta ve matematik öğrenmedeki kafa karışıklıklarını en aza indirmektedir (Lajoie, 1995). Problem çözme etkinlikleri geliştirilirken dikkat edilmesi gereken bir diğer husus ise uygulamalı ve saf matematiksel problem türlerini içermenin yanı sıra, bireysel farklılıkları göz önünde bulundurarak sözel, sayısal, grafiksel, geometrik veya sembolik farklı temsillerin kullanımına olanak sağlayan ve farklı çözüm yolları bulunan problem çözme etkinliklerinin kullanılması gerekmektedir (Lajoie, 1995).

Polya (1981), problem çözme, bir zorluktan çıkış yolu bulmak, bir engelin etrafından dolaşmak, ulaşılması kolay olmayan bir amaca ulaşmak şeklinde tanımlamıştır. Polya'ya göre problem çözme, matematik yapmanın ana temasıdır ve öğrencilere 'düşünmeyi öğretmek' birincil öneme sahiptir. 'Nasıl düşünülür?', matematikte, gerçek sorgulama ve problem çözmenin altında yatan unsurdur. Ancak, öğrencilere matematiksel problem çözme sürecinde 'nasıl düşüneceklerini' öğretme çabaları, 'ne düşüneceklerini' ve 'ne yapacaklarını' öğretmeye dönüşmemesi konusunda özen gösterilmesi gerekmektedir (Wilson, Fernandez ve Hadaway, 1993).

Wilson, Fernandez ve Hadaway' e (1993) göre yukarıda bahsi geçen ne düşüneceklerini ve nasıl düşüneceklerini öğretme mevzuu, ders kitaplarındaki problem ve alıştırmalarda sıklıkla görülen, problem çözme hakkında prosedürel bilgiye yapılan vurgunun bir yan ürünüdür. Bilindiği üzere prosedürel (işlemsel) bilgi, bir işin nasıl yapılacağını ifade eden bilgidir. Bireyin 'nasıl yapılır' sorusuna verdiği cevaptır. Şekil 2, gerçek problem çözme sürecine uygun olmayan doğrusal (lineer) problem çözme sürecini göstermektedir.

Şekil 2.2 Ders kitaplarında sıklıkla karşılaşılan doğrusal problem çözme süreci (Wilson, Fernandez ve Hadaway, 1993)



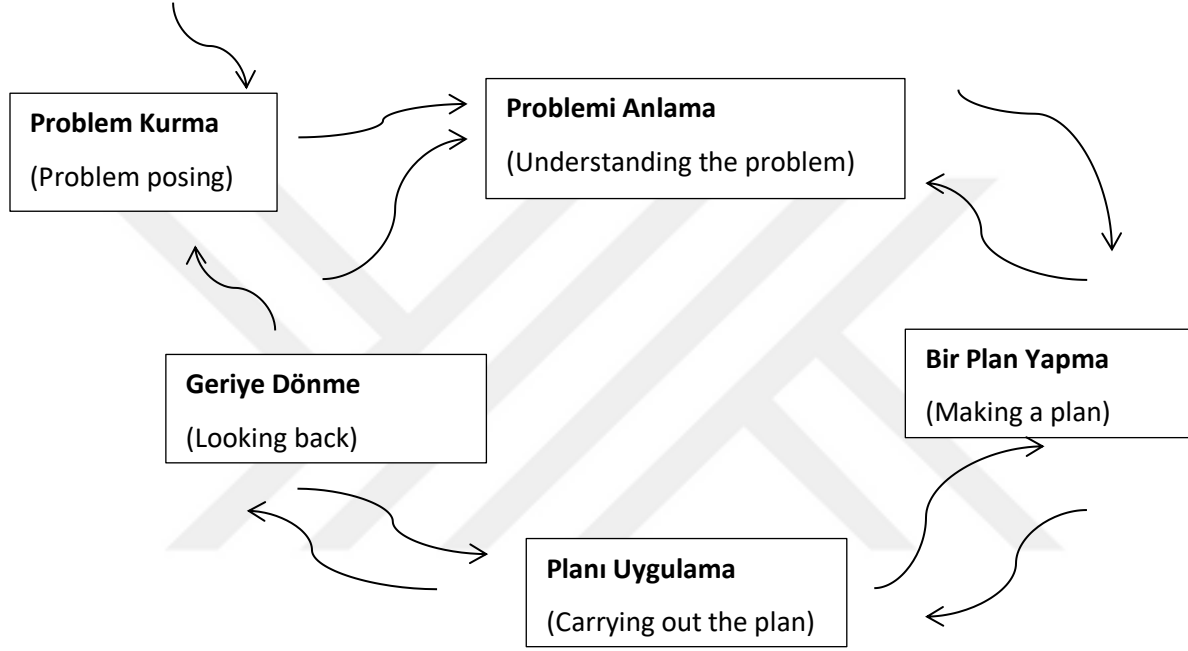
Şekil 2.2’de de görüldüğü üzere, birçok ders kitabında kullanılan problem çözme sürecinin doğrusal yapısı, Polya’nın problem çözme aşamalarının ruhunu taşımamakla birlikte öğrencilere düşünmeyi öğretme hedefini de desteklememektedir. Bu doğrusal yapıya sahip geleneksel modeller bir takım kusurlara sahiptirler. Bunlar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Wilson, Fernandez ve Hadaway, 1993):

1. Problem çözmeyi doğrusal bir süreç olarak tasvir ederler.
2. Problem çözmeyi bir dizi adım olarak sunarlar.
3. Matematik problemlerini çözmenin ezberlenmesi, uygulanması ve alışılması gereken bir prosedür olduğunu ima ederler.
4. Cevap almaya yönelik bir baskıya yol açarlar.

Şekil 2.2 ’dekilere benzer doğrusal olarak formüle edilen problem çözme süreçleri gerçek problemlerin çözümünde etkili olmamaktadır. Şekil 2.2’dekinin aksine gerçek problem çözmenin dinamik ve döngüsel doğasını vurgulayan bir modele ihtiyaç duyulmaktadır. Öğrenci bir problem üzerinde çalışırken onu anlamak için faaliyetlerde bulunabilir. Öğrenci problemi çözebilmek adına planlar yapmaya çalışır ve bu süreçte problemi daha iyi anlama ihtiyacı hissedebilir. Ya da problemin çözümü için seçtiği plan işe yaramayabilir. Dolayısıyla yeni bir plan yapmak veya problem hakkında yeni anlayışlar geliştirmek için başa dönmesi

gerekebilir. Ya da problemi çözebilmek için problemle ilgili yeni problemler ortaya koyması gerekebilir.

Şekil 2.3 Polya'nın problem çözme sürecinin dinamik gösterimi (Wilson, Fernandez, Hadaway, 1993)



Şekil 2.3'te sunulmuş olan çerçeve, Polya'nın problem çözme aşamalarının dinamik ve döngüsel yorumunu göstermek için kullanışlıdır. Bu çerçeve uzun yıllardır Georgia Üniversitesi'nde matematiksel problem çözme sürecinde kullanılmaktadır (Wilson, Fernandez, Hadaway, 1993). Şekildeki her bir ok, matematiksel problem çözme sürecinde öğrencilerin düşünsel aktivitelerini tanımlamaktadır. Zaten matematiksel problem çözme sürecini Şekil 2.2'deki gibi tek yönlü oklarla açıklayabilmek mümkün değildir (Wilson, Fernandez, Hadaway, 1993).

Polya, problem çözmenin taklit ve deney yoluyla öğrenilebileceğinin altını çizmektedir. Taklit ve deney faaliyetleri rutin ve rutin olmayan problemler yardımıyla kolaylaştırılabilir. Bu nedenle, matematiksel problem çözme becerisi, bir kişinin hem rutin hem de rutin olmayan matematiksel problemleri çözmedeki becerisi olduğu söylenebilir. Rutin ve rutin olmayan problemleri çözme süreci birbirinden farklılıklar göstermektedir. Rutin olmayan problemler

rutin problemlerde olduğu gibi, sadece formüllerin, teoremlerin, önermelerin ya da hesaplamaların yapılmasından ziyade bilgilerin organizasyonunu gerektirmektedir (Nurkaeti, 2018).

Matematik eğitiminde problem çözme modellerinden en çok tercih edilen modellerden biri Polya (1973) tarafından geliştirilmiş modeldir. Polya (1981), problem çözme sürecini dört aşama olarak değerlendirmiştir; problemi anlama (understanding the problem), problemin çözümü için uygun bir plan yapma (devising a plan), planın uygulanması (carrying out the plan) ve cevabın doğrulanması (looking back). Problem çözme sürecinin nasıl işlediğini daha iyi anlamlandırabilmek için Polya'nın modelini detaylandırmak yerinde olacaktır.

Polya'nın modeline göre önce problem durumunu okuyup anlamak gerekmektedir. Polya bu adımı problemle tanışma ve problemi en iyi biçimde anlama şeklinde tanımlamaktadır. Öğrencinin bir problemi gerçekten anlayıp anlamadığının tespit etmenin yolları vardır. Örneğin, bir öğrencinin problemi olduğu gibi metinde yer alan kelimelerle açıklaması, kendi ifadelerine yer vermemesi problemi anladığı anlamına gelmemektedir. Polya, öğrencinin problemi gerçekten anlayıp anlamadığını tespit etmek için bir takım soruların cevaplanmasının iyi olacağını ifade etmektedir. Bu sorular (Polya, 1973);

- Problemden bilinmeyen nedir?
- Problemden verilenler nelerdir?
- Problemden istenenler nelerdir?
- Problemden verilenler yeterli midir?
- Verilenler, problemin çözülmesi için gerekenden fazla mıdır?, şeklindedir.

Problemin anlaşılmasının ardından çözüm üretmek için bir plan yapılması gerekmektedir. Polya'ya göre problemde verilenlerle bilinmeyenler arasında bir ilişki kurulması gerekmektedir (Polya, 1973). Bu ilişkinin kurulabilmesi için öğrencinin kendine bir takım sorular sorması gerekmektedir. Bu sorular, 'ben daha önce buna benzer bir problem üzerinde çalıştım mı?', 'bu problemi çözmek için ne yapmam gerekiyor?' şeklinde olmalıdır. Eğer ki birey problemi çözmek için bu tarz soruları kendine sorabiliyorsa, bilinmeyeni bulmak için ne yapması gerektiğini ve hangi sırada yapması gerektiğini biliyorsa öğrencinin bir çözüm planına sahip olduğundan söz edilebilir. Polya'ya göre bir problemi çözebilmenin birçok yolu

mevcuttur. Fakat asıl önemli olan nokta problem çözme konusunda deneyim kazanarak en uygun çözüm yolunun seçilmesidir (Polya, 1973). Tersine senaryoyu düşünecek olursak, eğer ki birey verilenler ile bilinmeyenler arasında ilişki kuramıyor, daha önce çalıştığı benzer problemleri referans alamıyor ise problemin çözümü için bir plan yapması mümkün olmayabilir. Bu durumda problem basite indirgenerek farklı şekillerde ifade edilebilir. Bütün bunların nihayetinde bir çözüm planının yapılması ve problemin çözümüne uygun bir strateji belirlenmesi gerekmektedir. Bir problemin çözümü için bazen tek bir strateji kullanmak gerekirken bazen ise birden fazla stratejinin kullanılması gerekebilir. Problem çözme sürecinde kullanılan stratejilerden bir kaçına değinmek gerekirse (Altun, 2016, s.105-125);

- **Sistemantik Liste Yapma:** Bazı problemlerin çözümü bir işle ilgili mümkün olan bütün hallerin bilinmesini gerektirir. Böyle durumlarda dikkatli seçilmiş bir sırayla liste yapmak çözümü kolaylaştırır. Bu strateji çoğu kez model inceleme stratejisiyle birlikte kullanılır.
- **Tahmin ve Kontrol Stratejisi:** Daha çok problemde verilen bilgilerin cevabı kesin olarak ortaya koymadığı durumlarda başvurulmuş bir stratejidir. Problemin cevabı ile ilgili bir tahmin yürütülür ve yapılan tahminin cevap olup olmadığına (şartları sağlayıp sağlamadığına) bakılır. Eğer tahmin cevap ise problem çözülmüş olur, değilse ikinci bir tahmine geçilir ve cevap bulununcaya kadar bu süreç devam ettirilir. Burada önemli olan ikinci, üçüncü ve daha sonraki tahminlerin ilk tahminlerden yararlanılarak daha isabetli yapılması ve böylece her adımda yapılan işin boşa gitmemesine dikkat edilmesidir.
- **Diyagram Çizme:** Geometri problemlerinde konuya ilişkin şeklin çizimi çözümü kolaylaştırır. Geometrik olmayan problemlerde de temsili şemalar aynı yararı sağlar. Veriler arasındaki ilişkileri görmek için çizilen bu şemalara diyagram adı verilmektedir. Bu strateji bazen tek başına, bazen ise diğer stratejilerle birlikte kullanılır.
- **Bağıntı Bulma (İlişki Arama):** Bazı problemlerin özel çözümleri sıralandığında, bunların aritmetik, geometrik veya türeyiş kuralı daha değişik olan bir dizi oluşturduğu görülür. Bu tür problemlerin çözümüne ulaşmak için dizinin terimlerinin hangi kurala göre türediğinin farkına varmak gerekir.

- **Değişken Kullanma (Eşitlik veya Eşitsizlik Yazma):** Aritmetik ve cebir problemlerinin birçoğu, bilinmeyen bir sayının bulunmasını ister. Böyle durumlarda bilinmeyeni x gibi bir harfle gösterip matematik eşitliği yazmak ve bu eşitliği sağlayan değeri bulmak problemi çözüme ulaştırır. Bilinmeyen yerine değerler konarak çözüm bulunabilir. Ancak bazen denenmesi gereken değer o kadar çok olur ki denemeye başa çıkılamayabilir. Bazen de problem bir genellemeyle ilgili olur ve örneklerin denenmesi çözüm için yeterli olmaz. Bunlardan ötürü bilinmeyen kullanmak zorunlu olur.
- **Tahmin Etme:** Bazen bir problemin tam çözümü yerine tahmini çözüm de yeterli olur. Böyle durumlarda problemle ilgili veriler bazen en yakın yuvarlak sayıya, bazen de alt ya da üstteki sayılara yuvarlanarak işlem yapılır. Yuvarlak sayılarla işlemler çoğu kez zihinden yapılır. Bu şekliyle tahmin, problemi çözmek için yeterlidir.
- **Benzer Basit Problemlerin Çözümünden Yararlanma:** Bazı problemlerde sayısal verilerin büyük olması problemdeki ilişkilerin görülmesini engeller. Bu durum ondalık basamakların çok olması durumunda da söz konusudur. Böyle durumlarda orijinal probleme benzer ve sayısal verileri küçük olan problemlerin çözülmesi orijinal problemin nasıl çözüleceği hakkında bir fikir verir.
- **Geriye Doğru Çalışma:** Bazı problemlerde giriş (başlangıç) bilgileri bilinmemekte, sonuç bilgileri bilinmektedir. Böyle durumlarda bulunması istenen giriş bilgileridir. Bu tür problemleri çözebilmek için sonuçtan başlayarak hem eylemleri hem işlemleri tersine çevirerek adım adım ilk bilgilere ulaşmak gerekir.
- **Eleme:** Bazı problemlerin çözümleri birçok seçeneği deneyip, işe yaramayanları elemekle mümkün olur. Denemeler rastgele olmayıp çözüme yaklaşma ümidi taşımalıdır. İşe yaramayan denemeler bir kenarda listelenmeli ve tekrar edilmemelidir.
- **Tablo Yapma:** Bazı problemlerin çözümü sırasında verileri ve çözüm sırasında elde edilen bilgileri bir tablo halinde düzenlemek, veriler ya da elde edilenler arasındaki ilişkilerin görülebilmesini kolaylaştırır. Böylece sonuçların elde edilmesinde kullanılan kural bulunur ve problem çözülür. Tablo yapılmadığı

takdirde, özel çözümleri inceleyerek sonuca ulaşma çabası başarısız olabilir. Bu tür problemlerde, genellikle tek değişkene bağlı bir bağıntı bulma beklentisi fazladır ve çoğu kez bu yanıltıcı olur.

- **Muhakeme Etme:** Muhakeme etme aslında tüm problem çözme stratejilerinin kullanıldığı yerde vardır. Bazı problemlerin çözümünde ise muhakeme etme dışında bir strateji kullanmak mümkün değildir. Bu stratejinin kullanımında, çözüme ulaşmak için doğru olan p durumundan yola çıkılarak q elde edilir, q 'nın çözüm olup olmadığı ya da çözüme yaklaştırmakta olup olmadığına bakılır. Cebirsel teoremlerin ispatı da bu stratejiye uymaktadır. Örneğin, “çarpanlarından en az biri çift olan bir ikili çarpım çifttir.” Teoremi bu strateji ile ispatlanabilir.

Polya'ya göre, problemin çözümü için uygun bir plan yapan ve uygun bir strateji geliştiren birey, bu basamağı başarıyla tamamlamış olup sonraki basamağa geçiş yapabilir. Aksine problemin çözümü için uygun bir strateji bulamaması ya da stratejisini uygulayamaması durumunda ise ilk basamak olan problemi anlama aşamasına dönmesi ve biraz daha araştırma yapması gerekmektedir.

Polya'nın problem çözme modelinde problemin çözümü için uygun bir plan yapan ve uygun bir strateji geliştiren bireyin uygulamaya geçmesi, aklındaki fikirleri işleme dökmesi ve çözüme ulaşması gerekmektedir. Polya bu aşamadaki bir bireyin sabır ve dikkatle ilerlemesi gerektiğine vurgu yapmaktadır. Eğer problem birey tarafından tam olarak anlaşılmadıysa ya da seçtiği stratejinin problemim çözümü için uygunluğunu kontrol etmemesi planın uygulanmasında sıkıntılar yaşanmasına sebebiyet verebilir. Burada ilaveten önemli bir noktaya da vurgu yapılması gerekmektedir. Birey bu basamakta herhangi bir plana uymaksızın bir takım işlemler yaparak problemi çözüyorsa ya da çözümünü anlatması istendiğinde ifade edemiyorsa problem için doğru bir cevap bulmuş olsa dâhi sürecin sağlıklı bir şekilde yürütülemediğinin anlaşılması gerekmektedir. Öğrencilerin problemlere doğru cevap vermesi her defasında bilinçli ve planlı bir şekilde problemi çözdüğüne işaret etmez. Zira öğrenci cevabı rastgele doğru cevaplamış ya da yanlış yorumlamalar sonucunda doğru cevaba ulaşmış olabilir (Gooding, 2009; akt. Yılmaz, 2021). Bireyin uyguladığı planının problemi çözmede işe yaramamasının iki önemli nedeni olabilir. Bunlar; problemin doğru bir şekilde

anlaşılamaması ya da uygun bir stratejinin seçilememesi olabilir. Dolayısıyla bu adımlar tekrar gözden geçirilmesi gerekebilir.

Problem çözme sürecinin basamaklarından sonucun kontrol edilmesinden bahsetmek gerekirse, bu basamak problem çözme sürecinin en önemli basamaklarından biri olmasına rağmen çoğu zaman bireylerin istenilen sonuca ulaştığına inanması ile göz ardı edilmektedir (Polya, 1973). Oysa bu yanlış bir inanıştır. Bir problem çözüldükten sonra sonucun ve sürecin kontrol edilmesi gerekmektedir. Polya (1973), bu aşamada sonucun kontrol edilmesini, kullandığı stratejiyi başka hangi problem durumlarında kullanabileceği üzerine düşünmesini ve farklı stratejiler kullanarak da cevabın bulunup bulunamayacağı üzerine düşünmesini beklemektedir.

Polya'nın problem çözme modelini genel hatları ile özetlemek gerekirse; problemi anlama aşamasında, problemin anahtar kelimelerinin\bilgilerinin\öğelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Anlama aşamasının ardından problemin çözümü için bir planın tasarlanması aşamasına geçilmesi gerekmektedir. Bu aşamada eldeki probleme dayalı olarak matematiksel temsiller seçilebilir, hangi matematiksel fikirlerin üzerinde durulacağı belirlenebilir. Ardından bu tasarlanan planın uygulanması aşamasına geçilmelidir. Son olarak ise elde edilen sonucun ve problem çözme sürecinin incelenmesi gerekmektedir. Elde edilen sonucun gerçekten probleme uygun olup olmadığının, bu sonucun başta seçilen anahtar kelimelerle uygunluğunun kontrol edilmesi gerekmektedir. Problem çözme sürecinin finalinde elde edilen sonucun gerçekten doğru, mantıklı ve makul olduğundan emin olunmalıdır (Nurkaeti, 2018).

Yıllar boyunca, Polya'nın problem çözme modelinin yanı sıra, öğrencilere problem çözme sürecinde yardımcı olacak çeşitli buluşsal planlar geliştirilmiştir. Bu buluşsal planlar incelendiğinde bunların oldukça benzer planlar olduğu ve kaynağını Polya'nın problem çözme anlayışından aldıkları görülmektedir (Krulik ve Rudnick, 1988). Aşağıdaki tabloda literatürde sıklıkla karşılaşılan problem çözme modelleri yer almaktadır (Thambychik ve Meerah, 2010; Schoenfeld, 1985).

Tablo 2.3 Matematiksel problem çözme süreçleri

Krulik ve Rudnick (1988)	Bransford ve Stein (1993)*	Schoenfeld (1985)	Leblance (1977) Akt.: Phonapichat vd.
Oku	I (Identify)	Anlama	Problemi Anlama
Keşfetme (İnceleme ve Araştırma)	D (Define)	Analiz	Çözümü Bulmak İçin Bir Yol
Bir Strateji Seçme	E (Explore)	Keşfetme	Arama
Çözme	A (Anticipate)	Planlama	Problemi Çözme
Sürecin Gözden Geçirilmesi ve Geliştirilmesi	L(Look Back)	Uygulama	Süreci Gözden Geçirme
		Doğrulama ve Değerlendirme	

*Modelin Türkçe açıklaması ilerleyen paragraflarda yapılmıştır.

Tablo 2.3'ten anlaşılacağı üzere problem çözme için tek bir buluşsal model yoktur. Birçok araştırmacı uygulanabilir modeller ortaya koymuştur. Pek çoğu Polya'nın ortaya koymuş olduğu modeli takip etmektedir (Krulik ve Rudnick, 1988). Öğrencilerin bu problem çözme modellerini öğrenmeleri ve problem durumlarına uygulamaları önemli olarak görülmektedir (Krulik ve Rudnick, 1988).

Krulik ve Rudnick (1988), tüm sınıf seviyelerinde öğrenciler ve öğretmenler açısından başarılı sonuçlar elde edildiği kanıtlanmış bir problem çözme modeli ortaya koymuştur. Model; 'Oku', 'Keşfet (incele, araştır)', 'Bir Strateji Seç', 'Çöz ve Süreci Gözden Geçir' ve 'Genişlet' olmak üzere beş problem çözme davranışını kapsamaktadır. Bu problem çözme davranışları herhangi bir problem durumuyla karşılaşıldığında kullanılması gereken bilişsel süreçleri temsil etmektedir. Tablo 2.4'te bu maddeler her ne kadar alt alta sıralanmış olsalar da doğrusal olarak bir ilerlemeden söz etmek mümkün değildir. Yani problem durumunu okuma esnasında bir keşfetme durumu ya da stratejinin belirlenmesi durumu gerçekleşebilir. Krulik ve Rudnick' in (1988) problem çözme sürecinde yer alan bileşenlerin ne anlama geldiğini daha iyi anlamak için detaylara inmek gerekmektedir.

Krulik ve Rudnick' in (1988) problem çözme modelinin ilk adımını elbetteki 'okumak' oluşturmaktadır. Okumak, sadece kelimeleri okumaktan çok daha fazlasını ifade etmektedir. Krulik ve Rudnick'e (1988) göre, her problemin bir anatomisi bulunmakta ve dört bölümden

oluşmaktadır: ‘ortam (a setting)’, ‘soru (a question)’, ‘gerçek durumlar (some facts)’ ve ‘çeldiriciler (some distractors)’. Problem çözme sürecinin okuma aşamasında öğrenci bu dört bölümün tamamını tanımlamalıdır. Bahsi geçen bölümlerin tanımlanmasını kolaylaştırmak için Krulik ve Rudnick (1988) aşağıdaki maddelerin yanıt bulması gerektiğine vurgu yapmaktadır:

- Nasıl bir ortam var? Ortamı tanımlayın ve eylemi görselleştirin.
- Problem nedir? Problemi kendi kelimelerinizle yeniden ifade edin.
- Ne soruluyor?
- Hangi bilgiler verilmiş?
- Temel unsurlar nelerdir?
- Ekstra bilgi var mı?

Bu modelde sergilenmesi gerekli olan bir diğer bilişsel davranış ise ‘Keşfetmek’, dolayısıyla problemi incelemek ve araştırmaktır. Krulik ve Resnick’e (1988) göre, keşfetmek, çoğu deneyimli problem çözücünün bilinçli olarak düşünmeden yaptığı bir aktivitedir. Okuma aşamasında ortaya çıkan, problemin içerdiği bilgilerin bir analizi ve sentezidir. Sürecin bu aşamasında olası yollar zihinsel olarak incelenmektedir. Bu yüzden ikinci aşamanın adı ‘Keşfet’ olarak ifade edilmiştir. Bu aşamada verilen bilgilerin yeterli olup olmadığının irdelenmesi yani bilgilerin organize edilmesi gerekmektedir. Problemin durumuna göre bir diyagramın çizilmesi, bir modelin oluşturulması, bir çizelge ya da tablo yapılması beklenmektedir.

‘Keşif’ aşamasının bir sonucu olarak, bireyin problemi çözüme götürecek en iyi yolu seçmesi gerekmektedir. Problemin durumuna göre desen tanımlama, geriye doğru çalışma, problemi parçalara ayırarak basitleştirme, tahmin etme ve test etme, bölerek parça parça sonuca ulaşma gibi birbirinden bağımsız olarak veya birleştirilerek kullanılan ve en çok tercih edilen stratejiler kullanılabilir. Krulik ve Resnick’e (1988) göre, tek bir problem muhtemelen bu stratejilerin birkaçının kombinasyonu uygulanarak çözülebilir. Bahsi geçen bu stratejilerin hiçbirisi bir diğerinden üstün değildir. Fakat bazı stratejiler çözüm için diğerlerinden daha etkili bir yol sunabilmektedir.

Problem anlaşıldıktan ve bir strateji belirlendikten sonra, öğrenci bir cevaba ulaşmak için gerekli matematiksel süreci gerçekleştirmelidir. Bu aşamada hesaplama becerileri, geometrik beceriler ya da temel mantık kullanılabilir.

Bir cevaba ulaşıldıktan sonra sürecin gözden geçirilmesi ve başka alternatiflerin olup olmayacağı kontrol edilmelidir. Unutulmamalıdır ki cevap, çözüm değildir. Çözüm, cevabın elde edildiği sürecin adıdır. Bu nedenle, cevaba ulaştıktan sonra yapılacak daha bir sürü şey vardır. Sürecin bu aşamasında cevabın doğrulanması, problemde farklı ve ilginç varyasyonların aranması, ‘Eğer ... olsaydı, ne olurdu?’ gibi soruların sorulması ve çözümün tartışılması gerekmektedir (Krulik ve Resnick, 1988).

Birçok ders kitabında yer alan kelime problemlerindeki genel uygulama, cevabı bulmak, kontrol etmek ve ardından bir sonraki probleme geçmektir. Ancak, aynı problem üzerinde çok daha fazla zaman harcamak gerekmektedir. Üzerinde çalışılan problemin koşullarının değişmesi neticesinde farklı çözüm yolları arayışına girilmesi problem çözme becerilerinin gelişmesine etki eden bir faktördür. Bu durum, öğrencinin problem çözme konusunda derinleşmesini sağlayacaktır (Krulik ve Resnick, 1988).

Bir başka problem çözme modelinden bahsetmek gerekirse, Bransford ve Stein (1993), George Polya, Alan Newell ve Herbert Simon gibi araştırmacıların problem çözme alanındaki modellerine dayanarak yeni bir model geliştirmiştir. Bransford ve Stein’ ın (1993) geliştirmiş olduğu problem çözme süreci Krulick ve Rudnick’in (1988) problem çözme modeli ile benzerlik taşımaktadır ki her ikisi de kaynağını George Polya’nın problem çözme modelinden aldığı için bu durum doğaldır. Leblance (1977) problem çözme modeli için de aynı durum söz konusudur. Bransford ve Stein’ ın (1993) problem çözme modelinin bileşenleri IDEAL kısaltması ile temsil etmiştir. IDEAL kısaltmasındaki her bir harf, problem çözme için önemli olan düşünmenin bir yönünü temsil etmektedir.

- I (Identify); Problemin Tanımlanması
- D (Define); Hedeflerin Belirlenmesi
- E (Explore); Olası Stratejilerin Keşfedilmesi
- A (Anticipate); Olası Sonuçların Tahmin Edilmesi
- L (Look Back); Geriye Dönmek ve Öğrenmek

Yinelemek gerekirse, literatürde en çok kullanılan problem çözme yaklaşımı, Polya' nın tanımladığı problemi anlama, plan hazırlama, planı uygulama ve değerlendirme aşamalarından oluşan yaklaşımdır (Baki, 2015). Polya' nın problem çözme basamaklarının geliştirilmesi üzerine çalışan Schoenfeld (1985), bilgiyi işleme kuramından da yararlanarak bu süreci tekrar yapılandırmıştır (Şengül ve Işık, 2014). Schoenfeld (1985), problem çözme sürecini ve bu süreçte gösterilmesi beklenen ideal bilişsel ve üstbilişsel davranışları beş bölüme ayırmıştır: Okuma\Anlama, Analiz, Keşfetme, Planlama\Uygulama, Doğrulama ve Değerlendirme.

Schoenfeld 'in (1985) problem çözme sürecini daha detaylı bir şekilde ele almak gerekirse, sürecin ilk adımını 'Okuma ve Okuduğunu Anlama' davranışı oluşturmaktadır. Schoenfeld'in (1985) bu adımda bireyden sergilenmesi beklediği davranışlar:

- Problemi yüksek sesle veya sessiz bir şekilde okuma,
- Problemde verilenleri ve istenilenleri tanımlama,
- Problemi kendi anladığı haliyle yeniden ifade etme,
- Problemi şekil veya şema vb. çizerek ifade etme,
- Problem ile ilgili önemli bilgileri not etme,
- Daha önce çözdüğü ya da üzerinde çalıştığı benzer problemler üzerinde düşünme,
- Verilen ve verilmeyen önemli bilgileri belirleme şeklindedir.

Schoenfeld'in (1985) problem çözme sürecinin ikinci aşamasını ise 'Analiz' oluşturmaktadır. Bu aşamada;

- Uygun bir bakış açısı seçme,
- Problemi matematiksel olarak yeniden formüle etme,
- Verilenler ve istenenler arasındaki ilişkileri belirleme davranışlarının sergilenmesi beklenmektedir.

Üçüncü aşama 'Keşfetme' aşamasıdır. Bu aşamada;

- Çözüm sürecine götürmeye yardım edecek bilgileri seçip çıkarma,
- Eğer yardım edecek bilgiler yoksa bu tür bilgileri arama ve bulma,
- Problemi çözebileceğine karar verme,

- Aksi durumda başa dönme veya vazgeçme davranışlarının sergilenmesi gerekmektedir.

Dördüncü aşama ‘Planlama’ aşaması olup bu aşamada problemin çözümü için gerekli olan stratejinin belirlenmesi gerekmektedir. Beşinci aşama ‘Uygulama’ aşamasıdır. Bu aşamada;

- Seçilen planı doğru bir şekilde uygulama,
- Gerekli işlemleri hatasız bir şekilde yapma davranışları sergilenmelidir.

Schoenfeld’ in (1985) problem çözme sürecinin son aşamasını ise ‘Doğrulama ve Değerlendirme’ oluşturmaktadır. Bu aşamada;

- Matematiksel işlemlerin kontrol edilmesi,
- Problemde istenen sonucun elde edilip edilmediğini kontrol etme,
- Sonucun mantıklı olup olmadığını düşünme,
- Çözüm için yapılan işlemleri değerlendirme ve güvenilir bir sonuca ulaşma şeklindedir.

2.2. Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ) Yöntemi

Dünyada matematik öğretmek için birçok yöntem var olmasına rağmen matematik öğretmenlerinin kullandığı en yaygın yöntem düz anlatım yöntemidir. Öğrencilerin yetersiz öğrenme çıktısına sahip olması, bu tarz zayıf öğrenme stratejilerinden kaynaklanmaktadır. Bu durum, matematik öğretiminde önemli bir sorun olmakla birlikte öğrencilerin bir takım zorluklarla karşılaşmasına, düşük başarı elde etmelerine ve matematiğe karşı tutumlarının zayıflamasına sebebiyet vermektedir (Patmavath ve Mareesh, 2013).

Öğretmenler, öğrencilerin dikkatini çekmek için onlara düşünme, aktif olma, beyin fırtınası yapma gibi sınıf içi tartışmaların yapıldığı öğrenme platformlarını ön plana çıkarmalı ve motivasyonu arttıran farklı yöntemler benimsemelilerdir (Padmavathy ve Mareesh, 2013). Bu bahsedilenlerin tümünü sağlayan tek ekonomik yöntem ise Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ) yöntemidir.

PDÖ, 25 yılı aşkın bir süre önce McMaster Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde kullanılmaya başlanmıştır. O zamandan beri dünya çapında çeşitli lisans ve lisansüstü programlarda uygulanmaktadır. PDÖ, problemlerin öğrenmeyi yönlendirdiği bir öğrenme ortamıdır. Yani öğrenme, çözülmesi gereken bir problemle başlamakta ve problem, öğrencilerin çözüme başlamadan önce yeni bilgiler edinmeleri gereken bir şekilde ortaya konmalıdır. Tek bir doğru cevap aramak yerine, öğrenciler problemi yorumlamalı, gerekli bilgileri toplamalı, olası çözümleri belirlemeli, seçenekleri değerlendirmeli ve sonuçları sunmalıdırlar. Matematiksel problem çözmenin savunucuları, öğrencilerin matematiksel bilgiyi buluşsal olarak öğrenerek iyi birer problem çözücü haline geldiklerini vurgulamaktadırlar. Öğrencilerin kendi bilgilerini yönetmedeki başarılı deneyimleri, matematik problemlerini iyi çözmelerine de yardımcı olmaktadır (Shoenfeld, 1985; Boaler, 1998; akt.: Patmavathy ve Mareesh, 2013).

PDÖ ortamında çalışan öğrenciler öğrenmeye çözülmesi gereken bir problemle başladığından, öğrencilerin problem çözme, yaratıcı düşünme ve eleştirel düşünme konusunda beceri kazanmaları gerekmektedir. Matematik derslerinde PDÖ, genç öğrencilere eleştirel düşünme, kendi yaratıcı fikirlerini temsil etme ve akranlarıyla matematiksel olarak iletişim kurma konusunda daha fazla fırsat sağlayacak olan bir modeldir (Kyeong, 2003).

Patmavathy ve Mareesh' e (2013) göre, PDÖ modelinin basamakları şu şekilde sıralanmaktadır:

1. Bilinmeyen kelimeleri, ifadeleri ve kavramları açıklama
2. Problem(ler)i tanımlama
3. Beyin fırtınası yapma – problem(ler)i analiz etme/açıklamaya çalışma
4. Öğrenme ile ilgili sorunları formüle etme ve izlenecek yolu tanımlama
5. Kendi kendine öğrenmenin gerçekleşmesi
6. Bireysel Öğrenmeyi Takip Eden Grup Toplantıları: Kendi kendine öğrenmeyi rapor etme ve değerlendirme.
7. Rapor Etme Aşaması: Problemin çözülmesi ve sürecin değerlendirilmesi.

Yukarıda sıralanan PDÖ modelinin basamaklarını daha detaylı bir şekilde açıklamak gerekirse; problem senaryosu ile çalışmaya başlayacak olan öğrencinin ilk olarak senaryoda yer alan bilmediği kelimeleri ve kavramları açıklayabilmesi gerekmektedir. Yani öğrenci,

özüm sürecine anlamını bilmediği kelimelerle ya da kavramlarla başlamamalıdır. Bilinmeyenlerin üstesinden geldikten sonra senaryodaki problem durumlarını tanımlamalıdır.

Problem durumlarının tanımlanmasıyla birlikte gerekli analizlerin yapılabilmesi için beyin fırtınasına ihtiyaç duyulmaktadır. İlk etapta bireysel olarak çalışmak, problem durumları üzerine düşünmek önem arz etmektedir. Bireysel olarak yapılan çalışmanın ardından fikirlerin paylaşılabilmesi ve yeni fikirler edinebilmek adına grup toplantısına ihtiyaç duyulmaktadır.

Finalde ise rapor etme aşaması bulunmaktadır. Bu aşamada problemin özölmesi ve hem bireysel hem de grup çalışması sürecinin değeriendirilmesi gerekmektedir. Bu basamakların her zaman sıralı bir şekilde gerçekleşmesi gerekmez. Bazen grup çalışması aşamasında tekrardan bireysel çalışmaya ihtiyaç duyulabilir. Ya da bilinmeyen kelimelerin ve kavramların açıklanması aşamasında sorun olduğu düşünölüyorsa ilk basamağa tekrardan dönüş yapmak bile mümkündür.

Probleme dayalı müfredat, öğrencilere karmaşık, gerçek dünya problemlerini çözerek rehberli öğrenme deneyimi sağlamaktadır. PDÖ, aşağıdaki birkaç önemli hedefle öğrencilere yardımcı olmak için tasarlanmıştır;

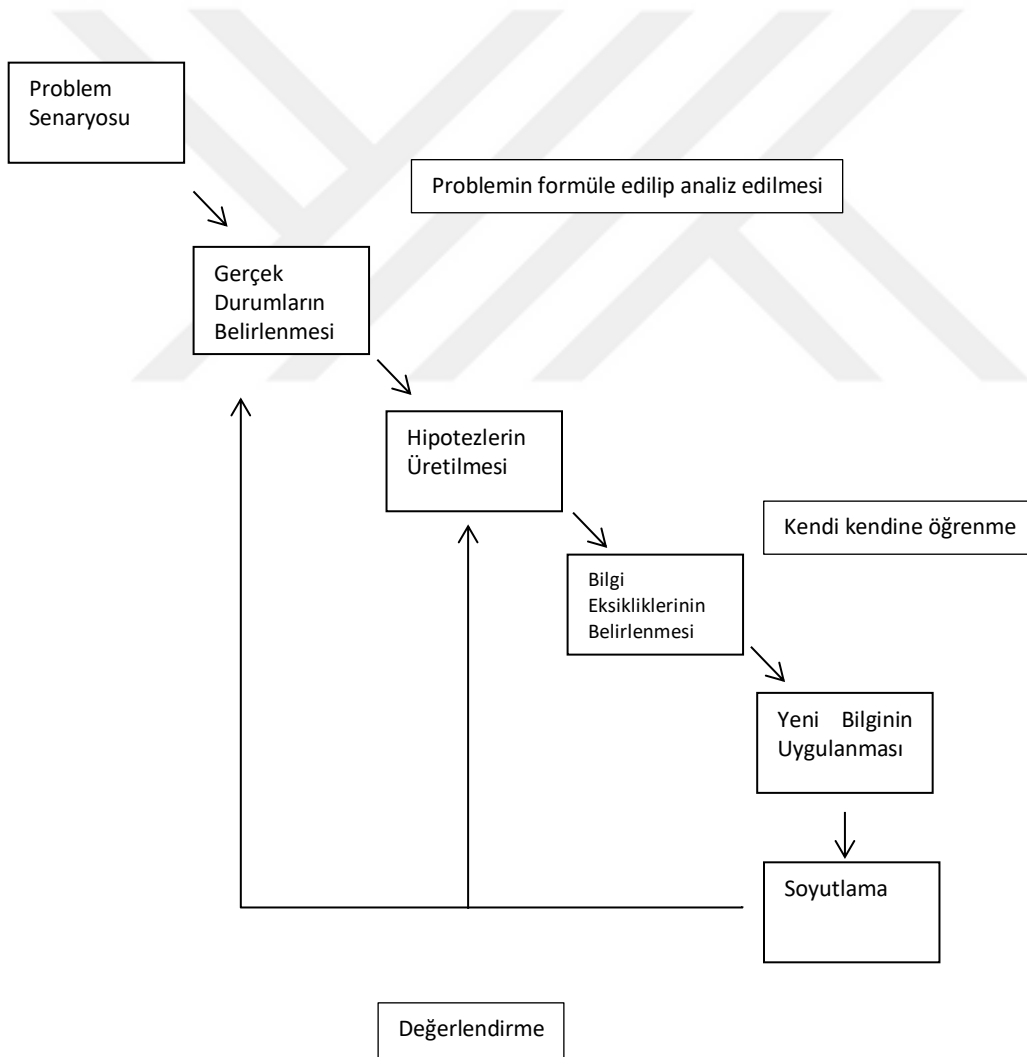
1. Kapsamlı ve esnek bir bilgi tabanı oluşturmak,
2. Etkili problem çözme becerileri geliştirmek,
3. Kendi kendini yöneten, yaşam boyu öğrenme becerilerini geliştirmek
4. Etkili iş birliği becerileri geliştirmek ve
5. Öğrenmek için içsel motivasyonu sağlamak. (Hmelo-Silver,2004; akt.: Patmavathy ve Mareesh, 2013).

2.2.1. Probleme dayalı öğrenme döngüsü

PDÖ, anlamlı problemlerin araştırılması, açıklanması ve özölmesine odaklanmış, deneyimlere dayanan öğrenmedir (Barrows, 2000; Torp ve Sage, 2002). PDÖ' de öğrenciler küçük işbirliği gruplar halinde çalışmakta ve bir problemi çözmek için bilmeleri gerekenleri öğrenmektedirler. Öğretmen, Şekil 2.4' te gösterilen öğrenme döngüsü boyunca öğrencinin öğrenmesine rehberlik eden bir süreci kolaylaştırma görevi görmektedir. PDÖ öğrenme süreci

olarak da bilinen bu döngüde, öğrencilere bir problem senaryosu sunulur. Öğrenciler senaryodan çözüme ulaştıracak ilgili gerçekleri belirleyerek problemi formüle edip analizini yaparlar. Bu çözüme ulaştıracak gerçekleri tanımlama adımı, öğrencilerin problemi temsil etmelerine yardımcı olmaktadır. Öğrenciler problemi daha iyi anladıkça, olası çözümler hakkında hipotezler üretmektedirler. Bu döngünün önemli bir parçası, problemle ilgili bilgi eksikliklerini belirlemektir. Bu bilgi eksiklikleri, öğrencilerin kendi kendilerine öğrenmeleri sırasında araştırdıkları öğrenme sorunları olarak bilinen hâle gelir (Hmelo-Silver, 2004).

Şekil 2.4 Probleme dayalı öğrenme döngüsü (Kaynak: Hmelo-Silver, 2004)



Kendi kendine öğrenmenin gerçekleşmesinin ardından öğrenciler yeni edindikleri bilgilerini problem durumuna uygulayarak bu bilgiler ışığında kurdukları hipotezleri değerlendirmektedirler. Öğrenciler üzerine çalıştıkları her bir problem senaryosundan sonra kazandıkları soyut bilgiler üzerinde düşünmektedirler. Bu sırada öğretmen, öğrencilerin problem çözme ve iş birliği gereken bilişsel becerilerin edinilmesine yardımcı olmaktadır. PDÖ' ye göre dizayn edilmiş bir öğrenme ortamında öğrenciler kendi kendilerini yönettiklerinden, PDÖ' nün yapılandırılmamış (ill-structured) problemlerini (tek bir doğru çözümü olmayan problemler) çözmek için öğrenme hedeflerini ve stratejilerini yönetme görevi üstlendiklerinden dolayı yaşam boyu öğrenme için gerekli olan becerileri de edinmektedirler (Hmelo-Silver, 2004).

2.2.2. Probleme dayalı öğrenmede ders süreci

Bir PDÖ oturumu, bir grup öğrenciye karmaşık bir problem hakkında minimum bilgi sunarak başlamalıdır (Barrows, 2000). Öğretmen öğrenme sürecinin en başından itibaren, öğrencileri çözüme ulaştıracak ek bilgiler elde edebilmeleri için süreci kolaylaştırıcı sorular sormalıdır (Torp ve Sage, 2002). Problem çözme sürecinde, öğrenciler elde ettikleri veriler üzerinde derinlemesine düşünmek için dururlar, bu veriler hakkında sorular üretirler ve verileri açıklamaya yardımcı olacak hipotezler kurarlar. Bu süreci, 'öğrenme sorunları' olarak etiketleyerek problemi çözmeye çalışırlar. Öğrenciler, temel bilgileriyle problem üzerine düşündükten sonra bağımsız bir şekilde araştırma yaparlar. Bu süreçte öğrendiklerini paylaşmak için grup arkadaşlarıyla bir araya gelirler, hipotezlerini yeniden gözden geçirirler ve/veya öğrendikleri bilgiler ışığında yeni hipotezler üretirler. Görev tamamlanırken, öğrenciler, bireysel öğrenme süreçleri ve işbirlikçi öğrenme süreçlerini de gözden geçirerek problem çözme süreçlerini ve edindikleri bilgileri soyutlarlar.

PDÖ süreci, öğrencilere öğrenme ve problem çözme süreçleri boyunca rehberlik edildiğinden bilgi oluşumunu desteklemeye yardımcı olmaktadır. Öğrenciler bir problemi tartışmaya başladıklarında, ön bilgilerini harekete geçirirler ve bu da onları öğrenmeye hazırlamaya yardımcı olmaktadır (Schmidt, DeVolder, De Grave, Moust ve Patel, 1989). Aynı zamanda, öğrenciler gerçek dünya problemlerini çözmek için sorgulama becerilerini kullanarak küçük gruplar halinde çalıştıkları için bilginin sosyal inşasını da

kolaylaştırmaktadır (Greeno, Collins ve Resnick, 1996). PDÖ sürecinde, bilişsel bir bakış açısıyla, problem çözme etkinlikleri yoluyla öğrencilerin kavramları anlamalarını teşvik etmek amacıyla öğrenme deneyimleri düzenlenmektedir (Greeno ve diğerleri, 1996). Sosyokültürel bir perspektiften bakıldığında ise bilginin sosyal etkileşimler yoluyla inşa edildiği bilinmektedir. Bu bakış açısına göre, sosyal sorgulama ve öğrenme uygulamalarının, öğrencilerin yetenekli öğrenenler olarak gelişimlerini desteklediği kabul edilmektedir (Lampert, 2001).

2.2.3. Probleme dayalı öğrenme sürecinde problemlerin rolü

PDÖ sürecinde problemlerin seçimi önemli bir yer tutmaktadır. Üzerinde çalışılacak problemler içsel motivasyonu desteklemek için yapılandırılmamış (ill-structured), açık uçlu, gerçekçi, öğrencilerin deneyimleriyle uyumlu olacak şekilde seçilmelidir (Hmelo-Silver, 2004).

İyi bir problem, öğrencilerin bilgilerinin, akıl yürütmelerinin ve öğrenme stratejilerinin etkililiğini değerlendirebilmeleri için geri bildirim sağlamalıdır. Problemler ayrıca varsayımlarda bulunmaya ve tartışmaya da teşvik edici nitelikte olmalıdır. Problemin çözümü birbiriyle ilişkili birçok parçayı gerektirecek kadar karmaşık olmalı ve öğrencilerin bilme ve öğrenme ihtiyaçlarını da motive etmelidir. Problem çözme sürecinde öğrenciler hipotezler üretmekte ve bunları gruptaki diğer kişilere karşı savunur, mevcut anlayış durumlarını net ve açık bir şekilde ifade eder, bilgi inşasını geliştirir ve gelecekteki öğrenmeler için de zemin hazırlamaktadırlar (Koschmann, Myers, Feltovich, Barrows, 1994). Bu tür problemler, öğrencilerin ilk anlayışlarına dayalı olarak öğrenme sürecine dâhil olmalarına yardımcı olmalıdır. Bir PDÖ müfredatındaki problemler, tüm müfredat boyunca matematiksel kavramlar arası ilişki kurulacak şekilde seçilmelidir (Hmelo-Silver, 2000; Koschmann ve diğerleri, 1994).

İyi problemler genellikle multidisipliner çözümler gerektirmektedir. Çeşitli kaynaklardan bilgi toplamanın gerekliliği, öğrencilerin bilginin problem çözme için nasıl yararlı bir araç olduğunu görmelerini sağlamaktadır. İyi problemler sayesinde öğrenciler planlarını sınıflarının geri kalanına sunarken iletişim becerilerini de geliştirmektedirler. Bilgi

tek başına öğrenilmediği için multidisipliner problemler kapsamlı ve esnek bilgi oluşturmaya yardımcı olmaktadır (Hmelo-Silver, 2004).

2.2.4. Süreci kolaylaştıranlar olarak öğretmenlerin rolü

İyi problemlere sahip olmak, etkili PDÖ için gerekli ancak yeterli olmayan bir koşuldur. Kolaylaştırıcı rolü (yani öğretmenin nasıl bir rol üstlendiği), PDÖ yönteminin işlevini yerine getirmesi için kritik öneme sahiptir. PDÖ, problem yoluyla öğrenmeye vurgu yapmaktadır. PDÖ' de öğretmenin/kolaylaştırıcının, kendisini içeriğin uzmanı olarak görmekten ziyade, öğrenme ve düşünme için iyi stratejiler modelleyebilen uzman bir öğrenici olarak görmesi gerekmektedir. Kolaylaştırıcı, öncelikle sorgulama stratejilerinin kullanılması aracılığıyla modelleme ve koçluk yoluyla öğrencilerin öğrenmesini sağlamalıdır (Hmelo-Silver ve Barrows, 2003). Kolaylaştırıcı hem öğrencilerin bireysel olarak PDÖ'nün çeşitli aşamalarını deneyimlemelerinden hem de grup içindeki sürecini izlemekten sorumludurlar. Bu izleme, tüm öğrencilerin katılımını sağlamakta ve onları hem kendi düşüncelerini dışa vurmaya hem de birbirlerinin düşünceleri hakkında yorum yapmaya teşvik etmektedir (Hmelo-Silver, 2002; Koschmann ve diğerleri, 1994). PDÖ sürecinin kolaylaştırıcısı olarak öğretmenler, öğrencileri, düşüncelerini gerekçelendirmeye teşvik ederek üst düzey düşünme becerilerinin geliştirilmesine rehberlik etmekte ve bireylere uygun soruları yönelterek kendi kendilerine öğrenmelerini sağlamaktadır. Kolaylaştırıcı, öğrencilerin muhakeme yapmalarını ve süreç boyunca anlayışlarını kendi kendilerine değerlendirebilmeleri için gereken problem çözme ve kendi kendilerine öğrenme becerilerini ortaya çıkarmada önemli bir rol oynamaktadır. Öğrenciler PDÖ süreciyle ilgili olarak deneyim kazandıkça kolaylaştırıcının rolü azalmaya başlarsa da PDÖ sürecini en iyi nasıl kolaylaştıracağına dair kararlar vererek grubu izlemeye devam etmesi gerekmektedir. Özetle kolaylaştırıcı olarak öğretmenlerin iki önemli hedefi bulunmaktadır. Bunların ilki problem çözme ve kendi kendine öğrenme sürecinin modellenmesi, ikinci olarak ise öğrencilerin işbirliği yapmayı öğrenmelerine yardımcı olmaktır. Bu sayede, öğrenciler esnek bilgiyi daha iyi yapılandırabilme imkânına sahip olacaktır (Hmelo-Silver, 2004).

Hmelo-Silver' a (2002) göre, kolaylaştırma ince bir beceridir. Kolaylaştırıcı uygun olan soruyu ne zaman soracağını, öğrencilerin hedefinin ne zaman şaştığını ve PDÖ sürecinin ne

zaman sekteye uğradığını bilmelidir. Kolaylaştırıcının rolü, büyük ölçüde öğrencilerin nedensel açıklamalarını ortaya çıkaran üstbilişsel sorgulamalar aracılığıyla başarıyla sonuçlanabilmektedir (Hmelo-Silver, 2002). Kolaylaştırıcı, öğrencilerin problemi çözmek için bilgilerinin sınırlı olduğunu ve yeni şeyler öğrenmeleri gerektiği düşüncesine ulaştırana kadar onlardan akıl yürütmelerini istemelidir (Hmelo-Silver, 2004).

Düşünme becerilerinin modellenmesinde ve üst bilişsel becerilerin temelinin atılmasında kolaylaştırıcının rolü son derece önemlidir. Kolaylaştırıcı PDÖ sürecinde gruplar arasında dolaşarak birden fazla grup ile ilgilenebilir. Böylelikle grupların her biri için harcanacak zamanı onların ihtiyaçları doğrultusunda ayarlayabilme imkânı olacaktır. Ayrıca, her bir grup tarafından oluşturulan ve sınıf duvarlarına asılan büyük poster sayfalarına bakarak, her bir grubun ilerlemesini dinamik olarak değerlendirebilir ve kolaylaştırma çabalarını buna göre ayarlayabilir. Buna ek olarak, öğrenciler PDÖ sürecinin farklı aşamalarında kullanılabilecek farklı tekniklerden örnekler veren bilgi kartlarının yardımıyla kolaylaştırıcı rolünde dönüşümlü olarak da yer alabilirler. Bazı kolaylaştırma işlevlerini yerine getirmek için PDÖ'nün bazı uyarlamalarına ihtiyaç vardır. Örneğin, bir kolaylaştırıcının olmadığı gruplarda yansıtma nadiren olur ve bu nedenle yansıtmayı sağlamak için yapılandırılmış günlükler gibi alternatif mekanizmalara ihtiyaç duyulabilmektedir (Hmelo-Silver, 2000).

2.2.5. Probleme dayalı öğrenme ortamında öğrenci anlayışları

PDÖ ortamı, öğretmen merkezli ve öğrencilerin standart testlerden yüksek puanlar aldığı tipik sınıf ortamlarından farklı olarak görünmektedir. Geleneksel sınıf ortamlarındaki öğrenciler, matematiksel bilgi ve matematiğin doğası hakkında derin bir anlayış kazanmak yerine matematiğin doğasına uygun olmayan ve verimsiz kavramsallaştırmaları öğrenme eğilimindedirler. Bu geleneksel sınıflarda öğrenciler sadece öğretmenin rehberliğindeki yönergeleri takip ederek tek bir doğru yanıt bulmak için uğraşmaktadırlar. Bu durum ise matematiksel düşünme becerilerine ve matematiksel anlama gelişimlerine zarar vermektedir. Bu tarz öğrenme ortamları yalnızca performans testlerinden iyi puanlar almaya odaklanmaktadır. İronik olarak, araştırmalar geleneksel öğrenme ortamlarında eğitim gören öğrencilerin hem standartlaştırılmış testlerde hem de gerçekçi durumların yer aldığı proje testlerinde proje tabanlı bir yaklaşımla öğrenen öğrencilere göre daha düşük başarı

sergilediklerini göstermektedir (Boaler, 1998; akt.: Kyeong, 2003). Geleneksel sınıf ortamlarının aksine, bir PDÖ ortamı, öğrencilere yeni durumlara uyum sağlamak için stratejileri uyarlama ve değiştirme yeteneklerini geliştirme fırsatları sunmaktadır. Bu arada, geleneksel matematik eğitimi ortamlarında öğrenim gören öğrenciler, sınırlı kullanımı olan alıştırmalar, kurallar ve denklemlerle meşgul olmaktadır. Fakat PDÖ ortamlarındaki öğrenciler iletişim, temsil, modelleme ve akıl yürütme ile ilgili matematiksel süreçleri öğrenmek için daha fazla fırsata sahip olmaktadır (Smith, 1998; Erickson, 1999; Lubienski, 1999; akt.: Kyeong, 2003).

2.2.6. Probleme dayalı öğrenmenin karakteristiği

Hmelo-Silver (2004), PDÖ' yü, öğrencilerin tek bir doğru cevabı olmayan karmaşık bir probleme odaklanan, kolaylaştırılmış problem çözme yoluyla öğrendikleri bir öğretim yöntemi olarak tanımlamıştır. İlaveten, öğrencilerin bir problemi çözmek için ne öğrenmeleri gerektiğini belirlemek için işbirlikçi gruplar halinde çalıştıklarını, kendi kendine öğrenmeye dâhil olduklarını, yeni bilgilerini probleme uyguladıklarını ve öğrendiklerini ve kullanılan stratejilerin etkililiğini yansıttıklarından da bahsetmektedir (Nunes, Oliveira ve Oliveira, 2016).

Savery (2006) ise PDÖ' yü, öğrencilere araştırma yapma, teori ve pratiği entegre etme ve bir probleme uygulanabilir bir çözüm geliştirmek için bilgi ve becerileri uygulama konusunda fırsat tanıyan, öğrenen merkezli bir öğretim yaklaşımı şeklinde tanımlamıştır. Savery (2006), PDÖ' nün karakteristik yapısındaki üç özelliğe vurgu yapmaktadır. Birincisi; öğretmenin problem çözme sürecini kolaylaştırıcı rolünü üstlenmesi; ikincisi, öğrenen bireylerin kendi öğrenme süreçlerinin sorumluluğunu almaları ve kendi kendilerini düzenleme sorumluluğuna sahip olması; üçüncüsü ise, sorgulama yapmanın gerçekleştirilebilmesi için itici güç görevi üstlenen yapılandırılmamış (ill-structured) problemlerin kullanılmasıdır. Yapılan tüm açıklamalar çerçevesinde PDÖ' nün karakteristik yapısı şu şekilde sıralanabilir (Barrows, 1988; Newman, 2005):

- Öğrenciler kendi öğrenmelerinden sorumlu olmalıdır.

- PDÖ'de kullanılan problem simülasyonları yapılandırılmamış (ill-structured) olmalı ve sorgulamaya izin vermelidir.
- Öğrenme, farklı disiplinlerle veya konularla bütünleştirilmelidir.
- İşbirliği esas olmalıdır.
- Öğrencilerin kendi kendilerine öğrenmeleri sırasında öğrendikleri bilgiler, yeniden analiz ve çözümleme yoluyla ile probleme tekrar uygulanmalıdır.
- Problemle ilgili çalışmadan öğrenilenlerin bir kapanış analizi ve hangi kavramların ve ilkelerin öğrenildiğinin tartışılması esas olmalıdır.
- Her problemin sonunda öz değerlendirme ve akran değerlendirmesi yapılmalıdır.
- PDÖ'de yürütülen etkinlikler, kaynağını gerçek dünyadan alan üzerinde düşünölmeye değör konular olmalıdır.
- Sınavlar, öğrencinin PDÖ hedeflerine yönelik ilerlemesini ölçmelidir.

2.3. İlgili Araştırmalar

Bu başlık altında ilk olarak problem çözme üzerine daha sonra ise PDÖ yöntemi üzerine gerçekleştirilmiş ulusal ve uluslararası çalışmalara yer verilmiştir. Sunulan çalışmalarda lisans seviyesinde yapılanlara ve meta-analiz çalışmalarına odaklanılmış olup özellikle öğretmen adaylarıyla yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

2.3.1. Problem çözmeyle ilgili ulusal ve uluslararası çalışmalar

Bu başlık altında matematik eğitimi alanında problem çözmeye yönelik ulusal ve uluslararası çalışmalara yer verilmiştir. Bu çalışmalardan özellikle lisans seviyesinde ve rutin olmayan problem çözme becerilerine yer veren çalışmalara odaklanılmıştır. Ayrıca veri toplama araçlarında rutin olmayan problem kapsamında ele aldıkları problemlerden de örnekler sunulmuştur.

İlk olarak lisansüstü tezlerde problem çözmeyle ilgili yapılan çalışmalar hakkında genel bilgi sahibi olmak amacıyla güncel bir meta-analiz çalışmasıyla başlamak uygun görölmüştür. Can ve Özdemir' in (2023) meta-analiz çalışmalarının amacı Türkiye' de 2005-2022 yılları

arasında matematik eğitimi alanında problem çözmeye yönelik Ulusal Tez Merkezi'nde yayımlanmış ve erişimleri açık 134 lisansüstü tezi belli ölçütler çerçevesinde incelemektir. Nitel araştırma yöntemlerinden sistematik inceleme yönteminin kullanıldığı araştırmada, referans, yazarlar, yıl, çalışma grubu, veri toplama aracı, analiz yöntemi, çalışma alanları vb başlıkların yer aldığı bir değerlendirme formu da veri toplama aracı olarak kullanılmıştır.

Çalışmanın bulguları incelenecek olursa 134 tezin 25'ini doktora tezleri, 109'unu ise yüksek lisans tezleri oluşturmaktadır. Tezler çalışma grubu açısından incelendiğinde en çok ortaokul seviyesinde özellikle de 7.sınıflar ile çalışıldığı tespit edilmiştir. Kullanılan yöntem açısından incelendiğinde ise en çok nicel yöntemlerin tercih edildiği gözlemlenmiştir. %21 oranında nitel, %24,6 oranında karma yöntem, %2,2 oranında ise diğer yöntemlerin kullanıldığı tespit edilmiştir. En fazla nicel yöntemlerin kullanılması veri toplama aracı olarak da en fazla test ve ölçeklerin kullanılmasını gerektirmiştir. Bu veri toplama araçlarına anketler de eklendiğinde nicel veri toplama aracı kullanım oranı %56,3 olmaktadır. Nitel veri araçlarının kullanım oranı ise %43,7'dir. Bunlar ise, yapılandırılmış görüşme, öğrenci ve araştırmacı günlükleri, çalışma kâğıtları, değerlendirme formları vs şeklinde sıralanabilir.

134 tezde 368 veri toplama aracının kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu araçların %30'u ile en yüksek oranın testler olduğu ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda tezlerde başarı testi, problem çözme süreç testi, problem çözme testi, rutin problem çözme testi, yaratıcılık testi, Van Hiele geometri testi, cebirsel problem çözme testi, matematik problemi çözme testi, cebirsel problem çözme testi gibi testlerin kullanıldığı tespit edilmiştir. Son olarak, problem çözmenin daha çok bilişsel açıdan (strateji kullanımı, beceri, başarı ve süreç) incelendiği ve bu tür çalışmaların oldukça yüksek bir oranda olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

Can ve Özdemir (2023), araştırmalarından elde ettikleri bulgular doğrultusunda bir takım önerilerde bulunmuştur. Bunlardan ilki problem çözme sürecinin daha ayrıntılı bir şekilde incelenebilmesi için karma araştırmalara ağırlık verilmesi ve öğrencilerin problem çözme süreçlerinin detaylı incelenebilmesi için nitel veri toplama araçlarının kullanımının artırılmasıdır. Bir diğer öneri ise çalışma alanları bakımından problem çözme sürecinde yapılan hataların ve karşılaşılan güçlüklerin tespit edilerek giderilmesi yönünde çalışmaların artırılmasıdır.

Benzer önerilerile bir başka meta-analiz çalışmasında da rastlanmıştır. Coşkun ve Soylu' da (2021), 2000-2020 yılları arasında matematik eğitimi alanında problem çözmeye yönelik çalışmaların içerik analizini yapmıştır. Can ve Özdemir' in (2023) çalışmaları en güncel çalışma olması yönüyle öne çıkarken araştırmalarına sadece lisansüstü tezleri dâhil etmeleri yönüyle Coşkun ve Soylu' dan (2021) ayrılmaktadır. Coşkun ve Soylu (2021), 2000-2020 yılları arasında yayımlanmış tezlerin yanı sıra makaleleri de içerik analizine dâhil etmiştir. Amaçlı örnekleme yöntemi kullandıkları çalışmalarında Ulusal Tez Merkezi, Ulusal Toplu Katalog, Tr-Dizin, Ulakbim Keşif ve Dergipark'ta yayımlanan çalışmaları 'problem çözme ve matematik' anahtar kelimesiyle taramışlardır. Toplamda 1774 makale ve 79 teze ulaşılmış olup kitap bölümü şeklindeki yayınları, bildiri olarak sunulan yayınları ve internetten tam metin olarak ulaşılamayan yayınları eleyerek 183 makale ve 72 tezi çalışmaya dâhil etmişlerdir.

Çalışmadan elde edilen veriler incelendiğinde, Can ve Özdemir'den (2023) farklı olarak, öğrencilerin problem çözme becerileri bakımından yetersiz olduğu, problem türlerinden özellikle rutin olmayan problemlerde yeterli düzeyde problem çözme becerisine sahip olunmadığına ulaşılmıştır. İlaveten, katılımcıların problemi anlama, plan yapma ve değerlendirme aşamalarında problem çözme becerilerinin yeterli düzeyde olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğrenciler, özgün çözüm yolları üretme ve strateji kullanımında da yetersizdirler.

Coşkun ve Soylu (2021), incelenen çalışmalarda matematik eğitimi alanında problem çözmeye yönelik daha çok nicel çalışmaların yapıldığını ve bu durumda problem çözme konusunun yüzeysel olarak işlenmesine neden olduğunu belirtmektedir. Buna karşılık karma çalışmaların az sayıda olduğu görülmekle birlikte hem nicel hem de nitel araştırmaların zayıf yönlerinin telafi edilebilmesi bakımından karma araştırmaların yapılması önerilmektedir.

Son olarak son dönemlerde yapılan başka bir meta-analiz çalışmasından söz etmek gerekirse, Ertane-Baş ve Özturan-Sağırlı (2021) araştırmalarında Türkiye' de 112 dergiye ait toplam 3160 sayı inceleyerek belirledikleri 213 makalede, matematik eğitimi alanında yapılan problem temalı makaleleri, yapıları, konularının eğilimleri ve sonuçları bağlamında değerlendirmişlerdir. Bu çalışma yukarıda sunulan diğer iki araştırmayla ortak bulgulara sahip olup, katılımcıların en çok problemi anlayamamaktan kaynaklı olmakla birlikte, bilgi

eksikliğine sahip olmaları, bildiklerini ise probleme transfer edememeleri, problemde verilen bazı bilgileri gözden kaçırmaları gibi sebeplerden dolayı problemleri çözerken hata yapabildikleri de tespit edilmiştir. İlaveten, yürütülen deneysel çalışmaların problem çözme başarısını artırdığı fakat yine de katılımcıların rutin olmayan problem çözme becerilerinin düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Son olarak katılımcılar problem kurma becerisinde yeterli düzeyde olmadığı tespit edilmiştir.

Katılımcıların bildiklerini problem çözme sürecine transfer etme özelliği önemli olarak görülmektedir. Zira katılımcıların bu yöndeki yetersizlikleri bu alanda yapılmış başka bir meta-analiz çalışmasının bulguları arasında yer almaktadır. Kaya ve Kablan (2018) çalışmalarında, 1994-2016 ulusal ve uluslararası alanda rutin olmayan problemlerle ilgili çalışmaları, kullanılan araştırma deseni, yöntem ve bulguları açısından incelemeyi amaçlamıştır. Yukarıda açıklanan çalışmalar ulusal araştırmaları odak noktasına alırken, Kaya ve Kablan' ın (2018) çalışması özellikle rutin olmayan problem çözme konusunda uluslararası çalışmaları dâhil etmesiyle önemli olarak görülmüştür. Çalışmanın örneklemini belirlerken çalışmaların 1994-2016 yıllarında yayımlanmış olmasına, rutin olmayan problem çözmenin bağımlı değişken olmasına, deneysel araştırmalar seçilirken karşılaştırmalı ve tek gruplu deneysel çalışma olmasına ve Türkçe veya İngilizce ulusal/ uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makale, tez ve bildiri olmasına dikkat etmişlerdir. Rutin olmayan problem çözme üzerine çalışan ulusal ve uluslararası yayınlardan elde edilen en önemli bulgular şu şekilde sıralanabilir;

- Öğrenciler birden fazla strateji kullanarak problem çözme konusunda yetersizdir. Ayrıca öğrenciler alternatif yaklaşımlar ve özgün çözüm yolları üretme konusunda da yetersiz kalmaktadırlar.
- Rutin sorular, rutin olmayanlara göre daha kolay bir şekilde çözülebilmektedir.
- Çalışmaya dâhil edilen araştırmaların sadece %15,9'u yetişkinlerle çalışılmış olup bunların %9,5' öğretmen adaylarıyla, %4,8' i öğretmenlerle, %1,6' sı ise ebeveynlerle çalışılmıştır.
- Öğrenciler rutin olmayan problemleri rutinmiş gibi çözme eğilimindedirler.
- Öğretmen adayları ve öğrenciler rutin soruları çözmede daha başarılıdır.

- Öğretmen adayları ya da öğrenciler gerçek yaşam bilgisini rutin olmayan problemlerin çözümüne aktarmada zorlanmaktadır.
- Öğretmenler düşünme becerisini geliştirdiği için rutin olmayan problemleri faydalı bulmakta ancak sınavlarda sormak istemediklerini belirtmektedirler.
- Matematik ders kitaplarında ya da derslerde daha çok rutin sorulara yer verilmektedir.
- Öğrenciler genelde sınırlı sayıda ve rutin çözüm yolları kullanmalarından dolayı rutin olmayan soruları çözmede başarısız olmaktadır.

Yukarıda sıralanmış olan bulgular neticesinde, çeşitli öğretim yaklaşım, yöntem ve tekniklerin rutin olmayan problem çözmeye etkisini belirlemeyi hedefleyen çalışmalar yapılması gerektiği şeklinde öneride bulunmaktadır (Kaya ve Kablan, 2018).

Meta-analiz çalışmaları matematik eğitimi alanında yapılan problem çözme çalışmaları hakkında fikir sahibi olmak amacıyla önemli bilgiler sunmuştur. İlerleyen paragraflarda lisans düzeyinde özellikle matematik öğretmenleriyle ve öğretmen adaylarıyla yapılmış olan problem çözme çalışmaları detaylandırılmıştır.

Akyüz (2020) çalışmasında elli ilköğretim matematik öğretmenliği 3.sınıf öğrencisinin rutin olmayan problem çözme performanslarını belirlemeyi amaçlamıştır. Örneklemde yer alan öğrenciler, Polya'nın problem çöze süreci hakkında bilgi sahibidir. Betimsel tarama modeline göre dizayn edilmiş araştırmada veri toplama aracı olarak farklı zorluk derecelerine sahip iki adet rutin olmayan problem kullanmıştır. Çalışmada kullandıkları problemler şu şekildedir:

Problem 1: *“Lakers'ta forma giyen ünlü basketbolcu Kobe, son maçında 63 sayı kaydetmiştir. Bu skor, her biri iki veya üç puanlık 29 şuttan elde edilmiştir. Buna göre Kobe kaç tane iki sayılık ve kaç tane üç sayılık basket atmıştır?”*

Problem 2: *“Robi, Jane ve Dan iskambil kağıtları ile oyun oynuyorlar. Her turun sonunda kaybeden oyuncu parasını diğer iki oyuncu arasında eşit olarak paylaşır. Üç oyun oynandıktan sonra her oyuncu bir kez kaybeder. Bu üç oyunun sonunda Robi'nin*

400 doları, Jane'in 1000 doları ve Dan'in parası kalmıyor. Buna göre ilk oyunu kim kaybetti ve Robi, Jane ve Dan oyunun başında ne kadar parayla başladılar?"

Araştırmacılar, yukarıda yer alan problemleri rutin olmayan problem olarak tanımlamıştır. Çalışmanın katılımcıları bu problemleri çözerken bir takım zorluklarla karşılaşmışlardır. Öğretmen adaylarından bazıları problemleri çözmek için doğru stratejiyi seçmiş ancak yanlış bir şekilde uygulamıştır. Bazı katılımcılar ise her ne kadar doğru bir sonuca ulaşmış olsa da çözüm için belirlediği stratejiye uyumlu bir şekilde hareket etmemiştir. Yani öğretmen adaylarının çözüm için belirledikleri stratejilerle uyguladıkları stratejiler örtüşmemektedir. Ayrıca öğretmen adayları çözüm değerlendirme aşamasında da oldukça yetersizdirler.

Öğretmen adayları stratejilere ilişkin teorik bilgilere hâkimdirler ve en çok kullandıkları stratejilerin başında denklem kurma ve tahmin-kontrol gelmekte olup bunlar dışındaki stratejileri kullanma konusunda yetersizdirler. Sonuç olarak öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Bu durum ise katılımcıların alan bilgisi yetersizliğine bağlanmıştır. Araştırmacılar, öğretmen adaylarının problem çözme bilgilerinin ve pedagojik alan bilgilerinin incelenerek çalışma sonuçlarının farklı soru türleri ile yeniden değerlendirilmesini önermektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının problem çözme performanslarının artması için daha etkili öğrenim süreçlerine yer verilmesi ve matematik öğretmeni yetiştirme programlarındaki tüm derslerde uygulamalı çalışmalara yer verilmesi gerektiği de öneriler arasında yer almaktadır.

Meta-analiz çalışmalarından elde edilen en önemli bulgular arasında öğrencilerin bilgileri problem çözme sürecine dâhil edememesi yer almaktaydı. Akgün, Tatar, İşleyen ve Soylu' nun (2012) çalışması bu sonucu destekler niteliktedir. Araştırmacıların amacı üçüncü sınıf öğretmen adaylarının sahip oldukları bilgileri karşılaştıkları problemlerin çözüm sürecine aktarabilme becerilerini incelemektir. İncelemeyi 'Seriler' konusu özelinde gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada veri toplama aracı olarak dört sorudan oluşan Problem Çözme Testi ve Seri Karakter Tanımlama Testi kullanılmıştır. Problem Çözme Testinde yer alan ilk iki soru, problem durumunun serilere aktarılmasını, serinin karakterinin belirlenmesini ve elde edilen sonucun yorumlanmasını gerektirmektedir. Son iki soru ise sadece problem

durumunun serilere aktarılmasını ve karakterinin belirlenmesini gerektirmektedir. Aşağıda veri toplama araçlarından örnekler sunulmuştur.

Problem Çözme Testinden bir örnek: *“1000 litrelik bir su deposu, birinci gün 1 litre, ikinci gün ½ litre, üçüncü gün 1/3 litre, dördüncü gün ¼ litre su almak şartıyla devam edilirse depodaki su boşaltılabilir mi?”*

Seri Karakteri Tanımlama Testinden bir örnek: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} = ?$

Öğretmen adaylarının işlem bilgisi gerektiren Seri Karakteri Tanımlama Testinde doğru cevap verme oranlarının daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Yani öğretmen adayları serilere ilişkin işlem bilgilerini kullanma konusunda herhangi bir zorluk yaşamamaktadırlar. Buna karşıt bu yüksek başarı problem çözme ve yorumlamayı gerektiren kavramsal bilgi boyutunda gözlemlenmemiştir. Öğretmen adayları gerçek hayat problemlerini seriye dönüştürmede ve bu problemleri yorumlamada zorluk yaşamaktadırlar. Bu çerçevede araştırmacılar bir takım önerilerde bulunmuştur. İlk olarak, Seriler konusunun işlemsel boyutunun sıklıkla çalışılmasının kavramsal boyutunun ihmâl edilmesine neden olduğunu, öğrencilerin kavramsal bilgi oluşturmamasının nedenleri arasında formüllerin sıklıkla dikkatsiz bir şekilde uygulanmasını, diğer kavramlarla ilişki kurulamamasını ve sonsuzluk kavramına ilişkin kavram yanılgılarına sahip olmaları gösterilmektedir. Bu nedenle de öğrencilere yorumlama, akıl yürütme ve ilişkilendirme gibi becerilerinin kazandırılması önerilmektedir. Dolayısıyla da örneğin Seriler konusunda sadece karakterlerin belirlenmesi yerine Seri konusunun öğretilmesi sürecinde gerçek hayattaki problemlerin de sürece dâhil edilmesi önerilmektedir. Akgün vd (2012) tarafından gerçekleştirilen çalışmanın bir benzeri de Dünder (2014) tarafından gerçekleştirilmiştir. Altmış dört ilköğretim matematik öğretmen adayı ile çalışan ve Akgün vd (2012) benzer yöntem ve veri toplama araçları kullanan Dünder’ ın (2014) bulguları da paraleldir.

Dünder’ ın (2014) çalışma bulgularında önemli noktalar göze çarpmaktadır. Öncelikle öğretmen adaylarının rutin olmayan problemler üzerinde başarılı olamama nedenleri arasında bu tarz problemlere aşinalıklarının olmaması yer almaktadır. Dünder (2014), öğretmen adaylarının problem çözümlerinde ezberleme eğiliminde olduklarını ifade etmektedir. Bu

çerçevede öğretmen adaylarının Seriler ile ilgili bilgilerini problemlere transfer edemediklerini, verilen problem durumunu matematiksel dile dönüştürürken gerekli olan kavramsal bilgiye hâkim olmadıklarını, problemleri anlamada zorluk çektiklerini, verilenlerle istenenler arasında ilişkilendirme yapamadıklarını ve işlem hataları yaptıklarını gözlemlemiştir. Araştırmada son olarak, öğretmen adaylarının rutin olmayan problemleri anlamada yetersiz oldukları görülmesine rağmen herhangi bir aritmetik işlem kullanmaya çalışarak çözüme gitme eğiliminde oldukları ortaya çıkmıştır. İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının rutin olmayan problemleri çözmedeki yetersizlikleri sadece Seriler konusu özelinde değildir. Hemen hemen bütün konu alanlarında söz konusu rutin olmayan problemler olduğunda yüksek bir performans sergilenememektedir. Örneğin benzer bulgulara Trigonometri özelinde problem çözme becerilerinin gelişimi üzerine çalışmalarda da rastlanmaktadır (Dündar ve Yaman, 2015).

Rutin olmayan problemleri çözme konusundaki yetersizlik sadece ilköğretim matematik öğretmeni adaylarında değil sınıf öğretmeni adaylarında da kendini göstermektedir.

Bal (2015) araştırmasında, sınıf öğretmeni adaylarının rutin problemlerin ve gerçek yaşam problemlerinin çözümü sürecindeki başarılarını incelemek ve süreç hakkındaki görüşlerini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmayı 106 sınıf öğretmni adayı ile yürütmüş olup, veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından literatürden seçilmiş 10 sorudan oluşan Problem Testi kullanılmıştır. Testin yarısını gerçek yaşam problemleri oluştururken diğer yarısını birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemleri, oran orantı ve dört işlemler çözülebilecek konuları kapsayan rutin problemler oluşturmaktadır. Testte yer alan problem türleri şu şekildedir:

Rutin Problem Örneği: “Öğretmen çocuklara 50 soruluk bir test uygulayacaktır. Çocuklara her doğru yaptıkları soru başına 20 puan kazanacaklarını her yanlış cevaba karşılık ise 25 puan kaybedecekleri söyleniyor. Bu testten 280 puan alan bir çocuk kaç soruyu doğru cevaplamıştır?”

Gerçek Yaşam Problem Örneği: “1128 öğrenci otobüslerle okul pikniğine gidecektir. Her bir otobüs 36 öğrenci aldığına göre bu öğrencileri taşımak için toplam kaç tane otobüse gereksinim vardır?”

Sınıf öğretmeni adayları yukarıdaki örneklerde yer alan rutin problemlerin çözümünde yüksek bir başarı sergilerken gerçek yaşam problemlerinin çözümünde yeteri başarıyı gösterememişlerdir. Problem Testi uygulandıktan sonra katılımcılarla yapılan görüşmelerde ise gerçek yaşam problemlerinin öğretmen adaylarının yorumlama becerilerini geliştirdiği, düşünmeye sevk ettiği, öğrenmelerini kolaylaştırdığı ve günlük yaşamla matematiği ilişkilendirme süreçlerinde önemli bir unsur olduğu ortaya çıkmıştır. Sınıf öğretmeni adaylarıyla yapılan bir diğer çalışma ise Yılmaz 'ın (2018) çalışmasıdır.

Yılmaz (2018) araştırmasını 62 sınıf öğretmenliği üçüncü sınıf öğrencisi ile yürütmüştür. Çalışmada nitel araştırma desenlerinden durum çalışması uygulanmış olup verilerin analizinde betimsel analiz kullanılmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak bir adet problem den oluşan test kullanılmıştır. Testte yer alan problem şu şekildedir:

Problem Örneği: *“Zeynep ve Ali oyun oynamaktadır. Yanlarında da bir kavanoz dolusu bilye vardır. Zeynep kazanırsa kavanozdan 5 bilye, Ali kazanırsa kavanozdan 7 bilye almaktadır. Kazanamayan ise bilye almamaktadır. 24 oyun sonunda ikisinin de eşit sayıda bilyeleri bulunduğuna göre, Zeynep ve Ali kaçar oyun kazanmışlardır?”*

Problemin anlaşılması, plan yapma, planı uygulama ve çözümün değerlendirilmesi aşamalarının derinlemesine yorumlanması amaçlandığından öğretmen adaylarının verilen problemi, problem çözme aşamaları dikkate alarak çözmeleri beklenmiştir. Ayrıca değerlendirme aşamasında farklı çözüm önerileri istenmesinin yanı sıra testte yer alan problem üzerinden yeni problemler oluşturmaları da beklenmiştir. Bu aşamada belirtmek gerekir ki, araştırmacı katılımcılarla Matematik Öğretimi 1 dersi kapsamında problem, problem çeşitleri, problem çözme süreci, aşamaları ve kullanılan stratejiler üzerine beş haftalık çalışma gerçekleştirmiştir.

Araştırma katılımcılarının çoğunda problemi anlama, plan yapma ve planı uygulama aşamalarının doğru bir şekilde uygulandığı, çözümü değerlendirme aşamasının ise bazı katılımcılar tarafından göz ardı edildiği ya da eksik uygulandığı tespit edilmiştir. Katılımcılar problemi çözmek için sistematik liste yapma, tahmin-kontrol, muhakeme etme gibi stratejileri belirleyip uyguladıkları bazılarının ise belirlediklerinden farklı bir strateji uyguladıkları belirlenmiştir. Bunun yanı sıra katılımcıların çoğu sonuçlarının sağlamasını yaparak

öz mlerini kontrol etmemişlerdir. Ayrıca çalışmada katılımcıların bir kısmının problemi doğru bir şekilde anlamalarına rağmen sonucu yanlış buldukları gözlemlenmiştir. Son olarak problem oluşturma aşamasında problemlerin bazılarını çözdükleri problemin verisini değiştirerek, bazılarını hikâyesini değiştirerek ve bazılarını ise her ikisini de değiştirerek yaptıkları gözlemlenmiştir.

Yılmaz ve Kanbolat (2022), araştırmasını Doğu Anadolu’ da orta ölçekli bir ilde bulunan Eğitim Fakültesinde 2018-2019 eğitim-öğretim yılının bahar döneminde eğitim görmekte olan 19 okul öncesi, 20 sınıf ve 20 ilköğretim matematik öğretmeni adayının problem çözme süreçlerinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Veri toplama aracı olarak ‘Problem özme Süreci Formu’ kullanılan ve nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması kullanılan araştırmanın verileri analizinde betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır.

Araştırmanın bulgularına göre, Polya’nın problem çözme basamaklarından ilki olan problemi anlama basamağında sınıf öğretmen adaylarının; problemin çözümü basamağında okul öncesi öğretmen adayları ile sınıf öğretmen adaylarının; son olarak çözümün değerlendirilmesi basamağında ise genel olarak okul öncesi öğretmen adaylarının, sınıf öğretmen adaylarının ve ilköğretim matematik öğretmen adaylarının çoğunun sorun yaşadığı gör lmüştür.

Yılmaz ve Kanbolat (2022), araştırma bulguları neticesinde bir takım önerilerde bulunmuştur. Öğretmen adaylarının rutin olmayan problem çözümünde gelişimlerinin sağlanması için seçilecek problemlerin gerçek hayatla matematiği birleştirerek merak uyandırıcı nitelikte olması önerilmektedir. Bu nitelikte problemlerle çalışmanın problemin sonucundan ziyade problem çözmenin bütün basamaklarına odaklanılacağı düşünülmektedir. Öğrencilere sonucu belli olmayan problemler ya da birden fazla çözümü olan problemlerin kullanılması önerilmektedir. İlaveten, Polya’nın problem çözme sürecine dair tüm basamakların daha fazla üzerinde durulması gerektiği önerilmektedir.

Öğretmen adaylarıyla problem çözme üzerine yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar ülkemizde eğitimine devam eden yabancı uyruklu öğretmen adaylarıyla yapılan çalışmada da kendini göstermektedir. Özdemir, elik ve elik (2023) alışmalarında yabancı uyruklu öğretmen adaylarının problem çözme süreçlerini Polya’nın problem çözme modeline göre

incelemişlerdir. Çalışmanın katılımcılarını Siirt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik Eğitimi Anabilim Dalında öğrenim gören sekiz yabancı uyruklu öğretmen adayı oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak MEB ders kitaplarından seçilen üç adet problem kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan problemlerden örnek vermek gerekirse;

Problem Örneği: “Bir matematik öğretmeni, yaşını soran iki öğrencisine: “Benim yaşımla sizin yaşlarınızın toplamının 15 fazlası, farkının 18 katıdır. 8 yıl sonra benim yaşımla sizin yaşlarınızın farkının 22 katı olacaktır.” demiştir. Buna göre öğretmenin şimdiki yaşının öğrencilerin şimdiki yaşları toplamına oranını bulunuz.”

Yabancı uyruklu öğretmen adayları yukarıdaki tarzda problemleri çözme sürecinde en yüksek performansı ‘problemi anlama’ kategorisinde, en düşük performansı ise ‘değerlendirme’ ve ‘problem kurma’ kategorisinde sergilemişlerdir. ‘Problemi anlama’, ‘plan hazırlama’ ve ‘planı uygulama’ kategorilerinde orta düzeyin üzerinde başarı sergilenirken, ‘değerlendirme’ ve ‘problem kurma’ kategorilerinde başarısız oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Bazı katılımcıların, problemi anlamadan doğru çözüm yaptığı da bulgular arasında yer almaktadır.

Çalışmada dil ve matematiksel işlemler bakımından daha komplike olan problemlerde başarının düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yabancı uyruklu katılımcıların Türkçe yeterliliklerinin düşük olmasından dolayı matematik konularını öğrenmekte zorlandıkları ifade edilmiştir. Bu durum ise problem çözme sürecinde kendilerini ifade etmekte zorlanmalarına sebebiyet vermiştir.

Çalışmalardan elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının özellikle rutin olmayan problem çözme konusunda yetersiz oldukları anlaşılmaktadır. Benzer sonuçlar eğitim fakültesinden mezun olup görevine devam eden matematik öğretmenlerinde de görülmektedir.

Gürbüz ve Güder (2016), altı ortaokul matematik öğretmeni ile yürüttüğü çalışmalarında öğretmenlerin rutin olmayan problemleri çözmede kullandıkları farklı stratejileri belirleyerek bu farklılığın nedenlerini ortaya koymayı amaçlamışlardır. Literatürden alınan üç adet matematik problemi revize edilerek öğretmenlere sunulmuş ve öğretmenlerin bu problemlerin çözümü üzerinden hazırladıkları raporlar veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Testte yer

alan sorular olasılık (1 adet) ve cebir öğrenme alanı (2 adet) ile ilgili sorulardır. Problemler uygulandıktan sonra öğretmenlerin geliştirdikleri farklı çözümlerin irdelenebilmesi için öğretmenlerle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Aşağıda testte kullanılan problemlerden bir örnek yer almaktadır:

Problem Örneği: “*Dursun, Temel ve Faadime kayıkla denizde gezerlerken kayık su almaya başlıyor. Dursun, Temel ve Fadime 4 dakikada 20 litre su alan kayığın 50 litre su aldığındabatacağını biliyorlar. Temel kayığı kıyıya doğru sürmeye, Dursun ile Fadime de suyu boşaltmaya başlıyor. 1 dakikada Fadime 2 litre, Dursun 4 litre su boşaltıyor. Karaya vardıklarında kayıkta hiç su kalmıyor. Buna göre;*

- a) *Fadime kaç litre su boşaltır?*
- b) *Dursun kaç litre su boşaltır?*
- c) *Karaya kaç dakikada ulaşırlar?”*

Çalışmada farklı stratejiler kullanılmış olsa da sıra dışı bir strateji ile problemleri çözen öğretmenlere rastlanmamıştır. Öğretmenler problemleri çözerken genellikle sonuç odaklı düşünmüşlerdir. Ayrıca, öğretmenlerin problemlere doğru sonuç bulmada kısmen yeterli oldukları fakat farklı stratejilerin kullanılması konusunda yetersiz oldukları tespit edilmiştir. Örnek vermek gerekirse, yukarıda sunulmuş olan problemde beş öğretmen ‘problemi basitleştirme’, bir öğretmen ise ‘bağıntı arama’ stratejisini kullanmıştır. Gürbüz ve Güder (2016) problemi daha önce aşına oldukları bir problem senaryosuna benzetmeleri gerektiğini vurgulamaktadırlar. Örneğin senaryoda yer alan kayık, havuz gibi düşünülerek havuz problemleri deneyimlerinden faydalanabileceklerini vurgulamaktadırlar. Problem çözümünde farklı stratejiler kullanarak doğru sonuca ulaşmak mümkünken öğretmenlerin sadece bir stratejiye odaklanmalarının nedeni olarak geçmişte bu tür problemlerle karşılaştıklarında göstermiş oldukları tutumdan kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Altıntaş, İlgün ve Angay (2022), Bitlis’te görev yapan on beş ilköğretim matematik öğretmenin rutin ve rutin olmayan problemler, derslerde kullandıkları stratejiler ve öğrencilerinin problem çözme becerileri hakkındaki görüşlerini incelemişlerdir. Öğretmenlerin problem çözmeyle ilgili görüşlerinin öğrencilerin problem çözme konusundaki başarısızlıklarını anlamada ve eksikliklerin belirlenmesinde önemli olduğu düşünülmektedir.

Araştırmada veri toplama aracı olarak yedi adet açık uçlu sorunun bulunduğu yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Sonuçlara bakıldığında öğretmenlerin derslerde daha çok rutin problemleri kullandığını, problem çözme stratejilerini kullanmada yetersiz kaldığını, derslerde çoğunlukla kendi ürettikleri problemi kullandıklarını, rutin olmayan problemlerin öğrencilerin üst bilişsel becerilerini geliştirdiği ancak her öğrenciye hitap etmediğini, başarısı düşük olan öğrencilerde motivasyon düşüklüğüne sebep olduğunu bu yüzden rutin olmayan problemleri derslerinde pek kullanmadıklarını, öğrencilerin problem çözerken genellikle problemi anlama basamağında zorlandıklarını, ders kitaplarında problem çeşitliliğinin yetersiz olduğunu, öğrencilerde problem çözme becerilerini geliştirmek için okuma-anlama etkinlikleri yapmanın ve problem durumuyla öğrencileri çok fazla karşılaştırmanın etkili olduğunu belirttikleri görülmüştür.

Araştırmacılar, öğretmenlerin problem çözme stratejilerini kullanmamaları ya da haberdar olmamaları durumunda öğrencilerin de problem çözme stratejilerinden habersiz bir şekilde öğretim gerçekleştirdiğine dolayısıyla bu durumun problem çözmede başarısızlığa neden olduğunu düşünmektedirler. Ayrıca öğretmenlerin, öğrencilerin ezberci sisteme alıştığını dolayısıyla problem çözmede bu yüzden zorlandıklarını belirtmelerine de dikkat çekmişlerdir.

Araştırmadan elde edilen bulgular neticesinde öğretmenlerin problem çözme stratejilerinden yeterli düzeyde bilgi sahibi olmadığı görüldüğünden öğretmenlere problem çözme stratejilerini de içeren hizmetiçi eğitim planlanmasını ve öğretmen adaylarına lisans eğitimlerinde problem çözme stratejilerinin öğretime yer verilmesi gerektiği önerilmektedir.

Çeker ve Ev-Çimen (2017) çalışmalarının amacı, ‘problem çözme stratejilerinin ortaokul matematik öğretmenleri tarafından kullanılıp kullanılmadığı, kullanılıyorsa hangilerinin kullanıldığı ve öğretmenlerin bu stratejilerle ilgili farkındalığının ne düzeyde olduğu’ sorularına cevap aramaktır. Nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışmasının kullanıldığı araştırmanın katılımcılarını Ankara’nın Altındağ ve Çankaya ilçelerinden okullardan on öğretmen oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Görüşmede, katılımcıların özelliklerini ortaya koymak amaçlı kişisel bilgiler bölümüne, problem çözme stratejileriyle ilgili genel görüşleri belirleyen sorulara ve dokuz

problem çözme stratejisinin her biriyle ilgili beşer tane soru olmak üzere üç ayrı bölüm halinde toplam elli adet soruya yer verilmiştir.

Araştırmanın sonucunda öğretmenlerin, derslerinde problem çözme stratejilerini genellikle plansız ve farkında olmadan kullandıkları ve çoğu öğretmenin stratejilerin kuramsal altyapısına sahip olmadığı tespit edilmiştir. Öğretmenler bazı stratejileri daha sık kullandıklarını, bazılarını ise ders konularının özelliklerinden dolayı daha az kullandıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca, genç öğretmenlerin lisans eğitiminden elde ettikleri bilgileri hatırlayarak stratejilerin bir kısmını kullandıkları; kıdemli öğretmenlerin ise stratejileri sahada edindikleri tecrübelerine dayanarak kullandıkları açıklanmıştır.

Öğrencilerin rutin olmayan problemleri çözmede yetersizlik sebepleri arasında merkezi sınavlara hazırlanma sürecinde bu tarz problemlere yeteri kadar vakit ayrılamaması dolayısıyla da tecrübe edilememesi yer almaktadır. Kablan ve Bozkuş (2021) araştırmalarında kamuoyunda ‘yeni nesil’ soru olarak ifade edilen LGS (Liselere Giriş Sınavı) matematik problemlerinin öğretmen ve öğrenci görüşlerine göre analiz edilmesini amaçlamaktadır. Örneklem olarak farklı devlet okullarında görev yapan 12 matematik öğretmeni ve 2019-2020 eğitim-öğretim yılında sekizinci sınıfa devam eden 12 öğrenci seçilmiştir. Öğretmenlerin seçilmesinde LGS sınav sistemine ilişkin deneyimlerinin olmasına dikkat edilmiştir.

Çalışmanın bulguları incelendiğinde öğretmenler, LGS’ de yer alan matematik problemlerini, anlama, muhakeme yapma, uygulama, yorumlama, analiz etme gibi bilişsel becerilerin kullanılmasını gerektiren günlük hayatla ilişkilendirilmiş uzun metinler içeren problemler olarak tanımlamışlardır. Sınavdaki problemlerin bu özelliklerden dolayı öğretmenler öğretim yaklaşımında değişikliğe gittiklerini belirtmişlerdir. Dolayısıyla yeni öğretim yaklaşımlarıyla öğrencilerde okuma, anlama, düşünme, sorgulama, muhakeme yapma ve problem çözme davranışlarını geliştirmeyi amaçladıklarını belirtmişlerdir. Bununla birlikte Kablan ve Bozkuş (2021), öğretmenlerin dikkat çeken söylemleri olduğunu da belirtmişlerdir. Buna göre, bazı öğretmenler problem çözümü sürecinde işlem adımlarını kendilerinin gösterdiklerini ya da takip edilmesi gereken adımlar konusunda yönlendirici olduklarını ifade etmişlerdir. Araştırmacılar böyle bir yaklaşım neticesinde öğrencilerin ezber yapmaya teşvik edildiğini ve öğretmenlerin her ne kadar üst düzey düşünme becerilerinin geliştirilmesi

gerekliliğinin farkında olsalar da bilgiyi aktaran rolünden uzaklaşmadıklarını belirtmektedirler.

Araştırma bulguları öğrenciler perspektifinden incelenecek olursa, öğrenciler sınavda yer alan problemlerin uzun paragraflardan, hikâyelerden, görsel, tablo, grafik gibi farklı temsillerden oluşması nedeniyle bu problemleri zor ve karmaşık bulmaktadırlar.

Kablan ve Bozkuş' un (2021) bu çalışma neticesinde bir takım önerileri bulunmaktadır. Öneriler arasında, problem çözüm sürecinin adımlarını gösterme, problemlerin çözümünü öğretmek için denklem kurma ya da sadece doğru cevaba ulaşmanın ön planda olduğu geleneksel öğretim yaklaşımlarının terk edilerek öğrenci düşüncesinin geliştirilmesinin amaçlandığı yaklaşımların tercih edilmesi bulunmaktadır.

Matematik eğitiminde problem çözme konusunu ders kitapları çerçevesinden inceleyen çalışmalar da mevcuttur. Hatay ve Cihangir (2021) çalışmalarında, 2019-2020 öğretim yılında ülkemizde okutulması önerilen iki farklı yedinci sınıf ders kitabında yer alan çözümlü problemlerin öğrencilerin problem çözme becerilerinin gelişimi ve kullanılan stratejiler bakımından incelenmesini amaçlamışlardır. Bu kapsamda önerilen kitaplarda yer alan 674 çözümlü problem incelenmiştir. Özellikle yedinci sınıf seviyesinde incelemelerinin nedeni ise, Fan ve Zhu' nun (2000) yedinci sınıf düzeyinin problem çözme becerilerini geliştirmek için en uygun sınıf seviyesi olduğu şeklindeki bulgusudur. Veri toplama aracı olarak Problem Kontrol Listesi ve Problem Çözme Stratejilerini Belirleme Formu kullanılan araştırma nitel veri analiz türlerinden betimsel analiz yöntemiyle incelenmiştir.

Araştırmanın bulgularına göre önerilen ders kitaplarında yer alan problemlerin çözüm sürecinde çoğunlukla 'planı uygulama' ve 'plan yapma' basamakları yer almaktadır. 'Problemi anlama' ve 'çözümü değerlendirme' basamaklarının kullanımına az yer verildiği tespit edilmekle birlikte bu durum çözümlü problemlerinin çoğunun rutin formatta olmasına bağlanmıştır. Önemli bulgulardan bir diğeri ise, 'problemi anlama' basamağının, bilinmeyen kelimeleri açıklama, verilenleri ve istenenleri açıklama, matematiksel materyal kullanma ve öğrenilmiş kavramları açıklama alt davranışlarını kullanma düzeyinin oldukça düşük olmasıdır. İlaveten, 'çözümü değerlendirme' basamağında ise farklı çözüm yolları gösterme, problemi farklı şekillerde ifade etme alt davranışlarının kullanım düzeyi de oldukça düşüktür.

Son olarak her iki ders kitabında da problem çözme stratejileri kullanma düzeyi yüksek olmakla birlikte, çoğunlukla ‘Şekil veya diyagram çizme’ ve ‘denklem ve eşitsizlik kurma’ stratejilerine yer verildiği görülmüştür.

Hatay ve Cihangir’ in (2021) bulgularını destekleyici daha kapsamlı çalışmalar da mevcuttur. Kırıl-Demir ve Katrancı (2023) araştırmalarında, 2020-2021 eğitim-öğretim yılında ortaokul düzeyinde Milli Eğitim Bakanlığı tarafından basılmış olan dört kitapta yer alan çözümlü problemleri, problem çözme aşamalarına göre incelemişlerdir.

İncelemeler sonucunda, tüm sınıf düzeylerindeki matematik ders kitaplarında ‘problemi anlama’ aşamasında ilişkin açıklamalar çoğunlukla yer almamaktadır. ‘Çözümü planlama’ aşamasına ilişkin açıklamalar, beşinci ve altıncı sınıf matematik ders kitaplarında çoğunlukla yer almasına karşılık yedinci ve sekizinci sınıf matematik ders kitaplarında ise çoğunlukla yer verilmemiştir. ‘Planı uygulama’ aşaması tüm sınıf düzeylerinde uygun şekilde açıklanmakla birlikte ‘çözümün doğruluğunu ve geçerliğini kontrol etme’ aşamasına ilişkin tüm sınıf seviyelerinde çoğunlukla herhangi bir açıklamaya yer verilmemiştir. Son olarak, problem oluşturma aşamasında ise beşinci sınıf haricinde diğer seviye kitaplarında herhangi açıklamaya yer verilmediği sonucuna varılmıştır.

Ülkemizde ortaokul seviyesinde problem çözme bağlamında yapılan çalışmaların bir benzeri Amerika’ da Mkhathwa (2023) tarafından lisans düzeyinde yapılmıştır. Mkhathwa (2023) çalışmasında, Amerika Birleşik Devletleri’ nde matematik öğretiminde sıklıkla kullanılan iki kalkulusun (Stewart Kalkulus ve Hughes-Hallett Kalkulus) optimizasyon problemlerini öğretme süreçlerini incelemiştir. Araştırmacı, bu kapsamda kalkuluslerde optimizasyonla ilgili örnekleri ve uygulama problemlerini incelemiştir.

Araştırma bulgularına göre, her iki ders kitabındaki problemler gerçekçi olmamakla birlikte çözüm sürecinde üst düzey bilişsel becerilerin kullanımını gerektirmemektedir. Problemler komplike olmayıp öğrencilerin optimizasyon problemlerini çözmede yaşadıkları zorlukların aşılması bakımından yeterli görülmemiştir. Araştırmacı bir takım önerilerde bulunmuştur. İlk olarak, bu çalışma sadece optimizasyon problemleri çerçevesinde alıştırma ve uygulamalı problemleri ele aldığı için diğer konu alanlarında da yapılması gerektiğini önermektedir. Bunun yanı sıra sadece örnek ve problemlere odaklanmaktansa konu

anlatımının yapıldığı bölümlerin de incelenmesi gerektiği önerilmiştir. İlâveten araştırmacı Amerika’ da kullanılan ders kitaplarının yanı sıra diğer ülkelerde de kullanılan kitapların karşılaştırmalı analizlerinin yapılması gerektiğini önermektedir.

Son olarak araştırmacı bu çalışmayı yaparken, Amerikalı öğrencilerin optimizasyon problemlerinde zorluk yaşamasından yola çıkarak ülkede en çok kullanılan matematik ders kitaplarının bu zorlukların aşılması açısından ne tür fırsatlar sunduğunu ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Dolayısıyla ders kitaplarının yanı sıra sınıf ortamlarında optimizasyon problemlerinin nasıl öğretildiğinin de incelenerek güçlü ve zayıf yanların ortaya çıkarılması gerektiği vurgulanmaktadır. İlâveten, başka ülkelerdeki öğretim sürecinin de incelenmesinin optimizasyon problemlerinin öğretilmesi konusunda fırsatlar sağlayabileyeceğinden bu konunun araştırılmasını önermektedir.

2.3.2. PDÖ ile ilgili ulusal ve uluslararası araştırmalar

Ulusal ve uluslararası literatür incelendiğinde PDÖ çalışmalarının ilköğretimden üniversiteye seviyesine kadar derslerde uygulanabilirliği ve birçok değişken üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu değişkenler problem çözme becerileri, akademik başarı, eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, kalıcılık vb. şeklinde sıralanılır. PDÖ çalışmalarının bir kısmı sınıf ortamında yüzyüze gerçekleşirken bir kısmı ise çevrimiçi olarak gerçekleştirilmiştir. Bu bölümde PDÖ çalışmalarından örnekler sunulmuştur.

2.3.2.1. PDÖ’ nün uygulanmasına yönelik zorluklar ve engeller üzerine araştırmalar

Nurlaily, Soegiyanto ve Usodo (2019) çalışmalarında, 3 üçüncü sınıf matematik öğretmenin derslerinde PDÖ yöntemini uygularken karşılaştıkları zorlukları ve engelleri tanımlamayı amaçlamıştır. Araştırmada nitel araştırma yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, ilk zorluk PDÖ’ ye yönelik ders planlarının hazırlanmasında ortaya çıkmaktadır. Planlama aşamasında, öğretmenlerin dersi nasıl yönetecekleri, öğrenme planlarının nasıl olması gerektiği ve dersin girişinde ne tarz bir problem durumunun kullanılması gerektiği ile ilgili sıkıntılar yaşamaktadırlar. Uygulama aşamasında ise

hazırlanan etkinliklerin sınıf ortamında uygulanmasında zaman yönetimi ile ilgili sıkıntılar yaşamaktadırlar. Zamanlama ile ilgili bir diğer problem ise grup etkinliklerinde grupları organize etmek için yeterli zamana sahip olmayışlarıdır. Geleneksel yönteme daha üçüncü sınıftayken alışmış olan ilkokul öğrencileri öğretmenin baskın rehberliğini benimsediklerinden öğretmen kendilerine her bir adımda açıklama yapmadan harekete geçmemektedirler. Bu durum da yine zamanın ekonomik kullanımı konusunda problemlere neden olmaktadır. Her bir öğrencinin, öğretmenden bağımsız bir şekilde çalışma yürütecek beceriye sahip olmaması öğretmenin gruplara rehberlik ederken zaman ayırmakta güçlük çekmesine sebebiyet vermektedir. Karşılaşılan bir diğer zorluk ise, öğrencilerin aktif olarak soru sormalarını ve öğrenme etkinliklerine yanıt vermelerini sağlayamamaktır. Karşılaşılan tüm bu problemler bir arada düşünüldüğünde problem çözme sürecinde öğrencilerden verimli bir sonuç elde etmek mümkün olmamıştır.

Nurlaily, Soegiyanto ve Usodo' nun (2019) araştırmasındaki gibi başarılı sayılmayacak sonuçlar elde edilmesini normal karşılanabilir. Bu durumla ilgili olarak, De Simone' un (2014), öğretmen eğitiminde PDÖ sürecini incelediği araştırması önem arz etmektedir. De Simone (2014), başarısızlık durumunu, 'çoğu zaman insanlar yeni şeyler denediklerinde mevcut durum düzelmektense daha da kötü bir duruma dönüşebilir' şeklinde açıklamaktadır. Araştırmacının Fullan' dan (1992; 2001) aktardığına göre bu durum 'uygulama düşüşü (implementation dip)' şeklinde açıklanmakta olup başarıya ulaşmadan önce başarısızlık yaşamak hatta dibi görmek doğal karşılanmıştır. De Simone (2014), bu durumla ilgili olarak Edward ve Hammer' in (2006), çocuk gelişimi dersinde öğretmen adaylarıyla yaptıkları PDÖ çalışmalarını göstermiştir. Öğretmen adayları yöntemle ilgili olumsuz görüşler bildirmişlerdir. Bunlar arasında; bir göreve nasıl yaklaşılabileceği konusunda daha fazla ihtiyaç duymak, grup üyeleriyle çalışırken yaşanan zorluklar, PDÖ ekibindeki diğer üyelerin rollerini anlamada yaşanan zorluklar ve beklentileri anlamada yaşanan zorluklar yer almaktadır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, bireyler yeni beceriler ve yeni anlayışlar gerektiren bir yenilikle karşılaştıkça performanslarında ve özgüvenlerinde düşüş olabilir. Eğitimde yöntem değişikliğine gidildiğinde her ne kadar önceleri başarısız sonuçlar elde edilse de uygulamaya devam edildikçe hedeflenen başarıya ulaşmak mümkündür. Ancak, bir kez uygulandıklarında yeniliklerin kalıcı etkiler yaratması için uzun ömürlü olmaları gerekmektedir.

Budakoğlu, Coşkun ve Özeke (2018) çalışmalarında tıp fakültelerinde sıklıkla uygulanan PDÖ sürecinde yaşanan sorunları ele alarak teknoloji destekli çözüm önerileri sunmuşlardır. Sorunları belirleyebilmek için PDÖ yönlendiricileri ve idari personel ile görüşmüşlerdir. Mevcut sorunları beş başlık altında toplamışlardır. Bunlar; fiziksel mekânların ve PDÖ yönlendiricilerin organizasyonu, senaryoların kâğıda basılı formda sunulması, öğrenci performanslarının objektif bir şekilde değerlendirilmesine yönelik sıkıntılar, PDÖ yönlendiricilerinin iş yükü, istekli olma durumları ve yönlendiricilik yaparken dikkat etmeleri gereken durumları bazen unutmaları ve son olarak günümüz öğrenenlerinin kaynak ve kütüphaneye erişirken çoğunlukla web temelli kaynaklara yönelmeleri şeklinde sıralanabilir. Bu sorunlar çerçevesinde bir takım öneriler sunulmuştur.

2.3.2.2. Üniversite düzeyinde yapılan PDÖ araştırmaları

Yurtseven ve Oğuz (2016), Türkiye’ de öğretmen eğitiminde PDÖ yöntemine ilişkin yapılan çalışmaları değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Bu kapsamda 2002-2013 yılları arasındaki 23 makale, 11 yüksek lisans ve 16 doktora tezini incelemişlerdir. Araştırmanın bulgularına göre, PDÖ çalışmalarının en çok Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı’nda yapıldığı, araştırmalarda çoğunlukla ‘akademik başarı, tutum, bilimsel işlem süreci, problem çözme becerisi’ değişkenleriyle çalışıldığı ve PDÖ’ nün bu değişkenler üzerinde genellikle olumlu etkiler bıraktığı sonucuna ulaşılmıştır. Son olarak, araştırmacılar bir takım önerilerde bulunmuşlardır. Bunlar arasında, Türkiye’ de gerçekleştirilen yüksek lisans ve doktora tezlerinde PDÖ’ ye ilişkin daha fazla çalışma yapılması gerektiği ve araştırmalarda deneysel modellerin yanı sıra, nitel ve nicel veri toplama tekniklerinin bir arada kullanıldığı çalışmalara yer verilmesi gerektiği önerilmektedir.

Biber ve Başer (2012), matematik derslerinde PDÖ yönteminin uygulandığı fakültelerde bulunan eğitim yönlendiricilerinin ve öğrencilerin, sürece yönelik görüşlerinin karşılaştırmalı olarak belirlenmesi amaçlamışlardır. Araştırmanın örneklemini Dokuz Eylül Üniversitesinin çeşitli bölümlerinde PDÖ sürecini gerçekleştiren 24 öğretim üyesi ile 27 öğrenci oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak, araştırmacı tarafından geliştirilmiş iki görüşme formu kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda, eğitim yönlendiricilerinin ve öğrencilerin görüşlerinin paralellik gösterdiği, her iki grubun da PDÖ’ nün, bireyleri kazanımlara

ulaştırmada etkili bir yöntem olduğunu belirttikleri; fakat yöntemin sistemden ve uygulamadan kaynaklanan bazı olumsuzluklarının bulunduğunu da ekledikleri görölmüştür. Ayrıca hem eğitim yönlendiricileri hem de öğrencilerin PDÖ' nün, öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediğini ve matematik öğretiminde verimli bir şekilde uygulanabileceğini düşündükleri, yöntemin geleneksel eğitim ile harmanlanarak uygulanmasının ise bu verimi artıracadıına inandıkları görölmüştür.

Ersoy ve Başer (2011), ilköğretim bölümü matematik öğretmenliği üçüncü sınıf “İstatistik ve Olasılık I” dersinde PDÖ yönteminin uygulanabilirliğini ve kalıcılığa etkisini incelemişlerdir. Çalışma, 2009-2010 eğitim öğretim yılının ilk yarısında, Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Faköltesi İlköğretim Bölümü Matematik Öğretmenliği 3.sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, 50 kişilik deney grubunda dersler senaryo uygulaması ile işlenmiştir. 49 kişilik kontrol gurubunda ise geleneksel yöntem ile öğrenim yapılmıştır. PDÖ sürecinde “Permütasyon-Kombinasyon” konusu ile ilgili olarak hazırlanan senaryo uygulanmıştır. Senaryo ile verilen eğitimin sonunda, her iki gruba da “İstatistik ve Olasılık I- Ara sınav” soruları uygulanmıştır. Aynı sınav yaklaşık iki ay sonra tekrarlanmıştır. Araştırmanın sonunda, senaryo kullanılarak verilen öğretimin kalıcılığı olumlu yönde etkilediği ortaya çıkmıştır.

Demir'in (2011), çalışmasının amacı PDÖ modelinin Nümerik Analiz dersinde öğrenci başarısına etkisini, sürece ilişkin öğrenci görüşlerini ve öğrenci davranışlarını incelemektir. Araştırma 2010-2011 eğitim öğretim yılında Balıkesir Üniversitesi Matematik Eğitimi Anabilim Dalında öğrenim gören 23 öğrenci ile yürütölmüştür. Araştırmada nitel-nicel karma araştırma deseni benimsenmiştir. PDÖ modelinin öğrenci başarısına etkisi ön-son test kontrol grupsuz deney deseni ile belirlenmiştir. Araştırmanın nitel kısmında ise eylem araştırması deseni benimsenmiştir. Nitel veriler görüşme ve gözlem tekniği ile elde edilmiştir. Araştırmanın sonunda PDÖ modelinin Newton Enterpolasyonu konusunda öğrenci başarısını artırdığı bulunmuştur. Ayrıca öğrencilerin PDÖ modelinin uygulandığı ders ortamında grup arkadaşlarıyla birlikte aktif olarak derse katıldığı gözlenmekle birlikte öğrencilerin PDÖ modeli ile daha kalıcı öğrenme sağlayabilecekleri yönünde görüş bildirilmiştir.

Gürlen (2011), öğretmen adaylarının problem çözme becerisi ve öz-yeterlik inanç düzeyleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara

göre PDÖ' nün öğrenen başarısında daha etkili olduğu başarı testi puanlarından anlaşılmaktadır. PDÖ ile geleneksel yaklaşımın uygulandığı gruplar arasında öz-yeterlik son test puanları bakımından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Buradan yola çıkılarak deney ve kontrol gruplarının öz-yeterliklerinin PDÖ yaklaşımından etkilenmediği sonucu çıkarılmıştır. Deney grubunun ön test-son test problem çözme envanteri puanlarına göre, öğrenenler PDÖ' den en az düzeyde etkilenmişlerdir.

Sezgin-Selçuk ve Şahin (2008) çalışmalarında öğretmen adaylarının eğitiminde PDÖ modelini ele almışlardır. Araştırmalarında PDÖ modeli ve süreci tanıtarak öğretmen eğitimindeki uygulamalara yer verilerek öneriler getirilmiştir. Örneğin, Mississippi Eyalet Üniversitesi Özel Eğitim Öğretmenliği Programı'nda öğretmen adaylarının alan deneyimleri geliştirmeleri amacıyla uygulanan PDÖ süreci üzerine bilgilendirme yapmışlardır. Araştırmacılar öğretmenlerin nasıl bir öğrenme süreci gerçekleştirdiyse o şekilde öğretmeye yatkın olacaklarını vurgulamışlardır. Bu nedenle öğretmen eğitiminde yapılan PDÖ çalışmalarının diğer alanlara kıyasla az olduğunu bu nedenle farklı öğretmenlik dallarında daha fazla çalışma yapılması gerektiğini ve yurt dışı uygulamalarının incelenmesi gerektiğini önermektedirler.

Polanco, Calderon ve Delgado' nun (2004) çalışmasının amacı, PDÖ programının akademik başarı üzerindeki etkilerini incelemektir. Çalışma ikinci sınıfa devam eden mühendislik öğrencileriyle gerçekleştirilmiştir. Çalışmada deney ve kontrol grubu olmak üzere iki grup kullanılmıştır. Üç yıllık PDÖ müfredat ile fizik, matematik ve bilgisayar derslerinin içerikleri tek bir derste toplanarak öğrencilerin bu derse kayıt yaptırmaları istenmiştir. Derste gerçek yaşamdan mühendislik problemleri çözerek öğrenim yapılmıştır. PDÖ programının akademik başarı üzerindeki etkilerini gözlemlemek için fizik derslerindeki ön ve son test puanları, öğrencilerin not ortalaması ve mühendislik derslerindeki notları değerlendirme aracı olarak kullanılmıştır. Genel olarak PDÖ müfredatıyla ders yapılan deney grubunun performansları kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde kontrol grubundan yüksek çıkmıştır.

2.3.2.3. PDÖ' nün problem çözme becerilerine etkisi üzerine araştırmalar

Rahmi, Arnawa ve Yerizon'un (2019) çalışmalarının çıkış noktası, öğretmenlerin tasarladığı öğrenme araçlarının problem çözme becerilerini destekleyici olmamasından dolayı öğrencilerin matematiksel problem çözme becerilerinin düşük olması sorunudur. Araştırma Plomp modeli kullanarak öğrenme aracının gerçekleştirildiği bir deneysel çalışmadır. Araştırmada ilk olarak geçerliliği yüksek olan bir öğrenme aracı geliştirilmiştir. Geliştirilen bu araç hem öğretmen hem de öğrenciler tarafından kullanılmıştır. PDÖ' ye dayalı olarak geliştirilen öğrenme aracı, sekizinci sınıf öğrencilerinin matematiksel problemleri çözme becerisi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Anantasuk (2019) araştırmasının birkaç amacı bulunmaktadır. Bunlar; PDÖ yönteminin problem çözme becerisi, işbirlikli çalışma becerileri üzerindeki etkilerini incelemek ve öğrencilerin problem çözme becerilerini %70 seviyesine çıkarmaktır. Çalışmanın örneklemini 36 sekizinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışmada ölçme aracı olarak öğretim planları, problem çözme beceri testi ve işbirlikli çalışma değerlendirme formu kullanılmıştır. Uygulama süresi 4 hafta sürmüştür. Araştırma deseni olarak tek grup ön-son test desen kullanılmıştır. Veriler ise t-testi kullanılarak test edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre PDÖ kullanılması öğrencilerin problem çözme becerilerini anlamlı düzeyde artırmıştır. Ayrıca yöntem öğrencilerin işbirlikli çalışma becerilerini de anlamlı düzeyde yükseltmiştir. Araştırmacının belirlediği %70' lik baraj aşarak öğrencilerin problem çözme becerileri %86,11' e ulaşmıştır.

Siagian, Saragih ve Sinaga (2019), PDÖ' ye yönelik öğrenme materyallerinin etkililiğini, matematiksel problem çözme becerisini ve öğrencilerin üst biliş becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Geliştirilen öğrenme materyalleri ders planı, öğrenci kitabı, öğrenci çalışma yaprağı, matematiksel problem çözme beceri testi ve üst biliş beceri testidir. Bu araştırma, Thiagarajan, Semmel ve Semmel'in (1974) geliştirme modeli kullanılarak yapılan bir geliştirme araştırmasıdır. Çalışmanın örneklemini yedinci sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Sonuçlar, PDÖ' ye yönelik öğrenme materyallerinin etkili olduğunu ve matematiksel problem çözmeyi ve üstbilişsel becerileri geliştirdiğini göstermiştir.

Khoiriyah ve Husamah (2018) çalışmalarında, PDÖ ile yedinci sınıf öğrencilerinin yaratıcı düşünme becerilerini, problem çözme becerilerini ve öğrenme çıktılarını geliştirmeyi

amaçlamaktadır. Problem çözme becerileri verileri, öğrenci çalışma yapraklarının değerlendirmesinden; yaratıcı düşünme becerileri verileri, performans değerlendirme dereceli puanlama anahtarından ve öğrenme çıktıları verileri, dönem sonu kompozisyon testinden elde edilmiştir. Çalışmadan elde edilen verilere göre öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini, problem çözme becerilerini ve öğrenme çıktılarını geliştirmek için PDÖ yönteminin uygulanabileceği sonucuna varılmıştır. Yaratıcı düşünme becerilerinin ve problem çözme becerilerinin, 21. yüzyılda öğrencilerin sahip olması gereken, öğrenme süreci boyunca geliştirilmesi gereken ve öğretmenlerin gelişimi için çaba göstermesi gereken beceriler arasında olduğu vurgulanmıştır.

Hendriana, Johanto ve Sumarmo (2018) çalışmalarında, probleme dayalı öğrenmenin 66 onuncu sınıf öğrencisinin matematiksel problem çözme becerileri ve öz-güvenleri (self-convidence) üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışma ön test-son test kontrol gruplu deneysel olarak yürütülmüştür. Veri toplama aracı olarak ise problem çözme testi, matematiksel özgüven ölçeği ve PDÖ' ye yönelik algıyı ölçmek amacıyla ölçek kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, PDÖ yaklaşımı ile eğitim gören öğrencilerin geleneksel yöntem ile devam eden öğrencilere göre problem çözme testinden ve matematiksel özgüven testinden daha yüksek puanlar aldıkları gözlemlenmiştir. İlaveten, problem çözme becerileri ile özgüven arasında yüksek bir korelasyon olduğu ve öğrencilerin PDÖ yaklaşımına ilişkin pozitif yönde görüş bildirdikleri görülmüştür.

Amalia, Surya ve Syahputra (2017) araştırmalarında, matematiksel problem çözme becerisini ölçmede PDÖ kullanımının etkinliğini gözlemlemeyi amaçlamaktadır. Bu araştırma ortaokul yedinci sınıfta gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın değişkenleri PDÖ ve matematik problem çözme becerisidir. Çalışmada 5 adet sorudan oluşan problem çözme becerisini ölçmeye yönelik test kullanılmıştır. Hipotezler t-testi ile analiz edilmiştir. Çalışmadan elde edilen verilere göre PDÖ kullanarak ders verilen öğrencilerin ortalama değerinin geleneksel modellerle ders verilen öğrencilere göre daha yüksek olduğunu görülmüştür. Bu da PDÖ kullanarak öğrenmenin öğrencilerin matematik problem çözme becerilerini geliştirmede etkili olduğu anlamına gelmektedir. Bu sonuç aynı eğitim seviyesinde yapılan benzer çalışma bulgularıyla desteklenmektedir (Astiani, Surya ve Syahputra, 2017; Eviyanti, Surya, Syahputra ve Simbolon, 2017; Simamora, Sidabutar ve Surya, 2017).

Căprioară (2015), araştırmasını ortaokul öğrencileri ile yürütmüştür. Çalışmada öğrencilerin problem çözmeye verdikleri önemi, tercih ettikleri problem türünü ve öğrencilerin matematik problemlerini çözme sürecindeki performans düzeyini tespit etmek amaçlanmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre, öğrenciler matematik öğrenmek için matematik problemlerini çözmenin öneminin farkındadırlar ancak algoritmik yöntemlerle çözülen problemleri tercih etmektedirler. Bu tarz problemlerle çalışma sürecinde öğrencinin çaba gösterdiği tek davranışın çözüme götüren algoritmanın doğru uygulanmasından ibaretken buluşsal yöntemlerle çözülebilen problemlerde zorluk yaşamaktadırlar. Öğrencilerin bu tarz problemleri çözme yeterliklerinin düşük olduğu sonucu elde edilmiştir.

Funkhouser ve Dennis (2015), problem çözme stratejilerinin kullanılacağı bilgisayar yazılımının ortaokul matematik öğrencilerinin problem çözme yeteneği üzerindeki etkilerine ilişkin bir çalışma rapor etmişlerdir. Deney grubunun üyeleri bilgisayar destekli matematik öğretimine katılırken, kontrol grubunun üyeleri ise daha geleneksel matematik öğretimine katılmıştır. Çalışmadan elde edilen verilere göre deney grubundaki öğrencilerin problem çözme performans puanları kontrol grubundakilere göre anlamlı düzeyde daha yüksek çıkmıştır.

Saragih ve Habeahan (2014) , PDÖ modelinin problem çözme becerisi ve matematiksel yaratıcılık becerileri üzerine etkisini incelemişlerdir. İkinci bir amaç ise öğrencilerin PDÖ ve geleneksel öğrenme yoluyla verdikleri cevapların niteliğini incelemektir. Çalışma 30 kişilik yedinci sınıf öğrencileri ile yarı deneysel olarak yürütülmüştür. Deney grubunda PDÖ yöntemi kullanılırken kontrol grubunda geleneksel matematik öğretimi kullanılmıştır. Ölçme aracı olarak problem çözme becerileri testi ve matematiksel yaratıcılık beceri testi kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; PDÖ ile eğitim gören öğrencilerin matematiksel problem çözme becerilerinin ve yaratıcılıklarının geleneksel öğrenmeye göre daha yüksek olduğu ve PDÖ ile öğretim gören öğrencilerin verdikleri cevapların geleneksel öğretim yoluyla öğretim gören öğrencilerin verdikleri cevaplara göre daha çeşitli ve daha nitelikli olduğu gözlemlenmiştir.

2.3.2.4. PDÖ' nün bazı değişkenlere etkileri üzerine araştırmalar

Kıraç ve Elaldı (2023), çalışmalarında 2000-2022 yılları arasında yapılan PDÖ yönteminin üst düzey düşünme becerilerine etkisini meta-tematik analiz yöntemi kullanarak incelemeyi amaçlamışlardır. PDÖ' nün bilişsel, sosyal ve duyuşsal boyutlara etkileri detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Yöntemin bilişsel boyutta farklı çözüm yolları için düşündürmesi, araştırma yapmaya yönlendirmesi, özgün düşünceyi geliştirmesi, daha iyi öğrenmeyi sağlaması, problem çözme becerisi kazandırması ve problemin kaynağının belirlenmesi üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sosyal ve duyuşsal boyutlarda da olumlu etkileri gözlemlendiğinden derslerde PDÖ yönteminin kullanımının artırılması önerilmektedir.

Tan, Zou, Wijaya ve Dewi' nin (2020) çalışmalarının başlangıç noktası Endonezya'nın Cimahi kentindeki ilkokul öğrencilerinin matematiksel yaratıcı düşünme becerileri açısından eksikliklere sahip olmasıdır. Araştırmacılar matematiksel yaratıcı düşünme becerilerindeki bu yetersizliğin, yanlış yönetilen öğrenme sürecinden kaynaklandığını düşünmektedirler. Araştırmacılara göre, öğretmenler, öğrencileri yaratıcı düşünmeye yönlendirmemekte ve öğrenciler sınıfta öğretmen tarafından anlatılanlara çok bağlı kalmaktadırlar. Hawgent dinamik matematik yazılımı ile desteklenen PDÖ ile öğrenme süreci, öğrencileri yaratıcı düşünmeye yönlendirebileceği düşünülmektedir. Bu çalışmanın örneklemini ilkokul öğrencileri oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak yaratıcı düşünme becerileri testi kullanılmıştır. Veriler t testi kullanılarak analiz edilmiştir. Hawgent dinamik matematik yazılımı kullanarak PDÖ yaklaşımının yaratıcı düşünme becerilerinin kazandırdığı ve geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Meke, Wutsqa ve Alfi (2018), PDÖ modeline göre tasarlanmış manipülatif materyallerin ortaokul öğrencilerinin bilişsel yetenekleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Yarı deneysel olarak gerçekleştirilen çalışmada deney grubunda manipülatif etkinliklerin yer aldığı PDÖ modeli kullanılırken kontrol grubunda sadece PDÖ modeli kullanılmıştır. Veriler t-testi aracılığıyla test edilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre her iki grupta kullanılan model de öğrencilerin matematik öğrenmede bilişsel yetenekleri gelişimi üzerinde etkilidir. Fakat manipülatif materyallerin öğrencilerin matematiksel bilişsel yetenekleri üzerinde daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Masitoh ve Fitriyani (2018), çalışmalarında PDÖ modelinin öğrencilerin öz-yeterlik becerileri üzerine etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Öz-yeterlik becerisinin öğrenme sürecinin başarısını etkilediği ifade edilmekle birlikte bu beceri seviyesinin yüksek olması gerektiği belirtilmiştir. Araştırma, öğrencilerin matematik özyeterliklerini geliştirmek için PDÖ yaklaşımının uygulandığı bir eylem araştırması olup iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Her döngü planlama, eylem, gözlem ve yansıtma aşamalarından oluşmaktadır. Elde edilen bulgulara göre, PDÖ yaklaşımının öğrencilerin matematik öz-yeterliğini arttırabileceği ortaya konmuştur. Öğrencilerin matematik öz-yeterlikleri birinci aşama sonunda orta kategoride iken, ikinci aşama sonunda yüksek kategorisine geçmiştir.

Mulyanto, Gunarhadi ve Indriayu (2018), PDÖ modelinin farklı eleştirel düşünme düzeylerine sahip öğrencilerin matematik öğrenme çıktılarına etkisini belirlemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, 153 kişilik deney sınıfı ve 156 kişilik kontrol sınıfından oluşan toplamda 309 öğrencinin katıldığı bir deneysel araştırmadır. İki Yönlü Anova kullanarak veriler analiz edilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, geleneksel model ile PDÖ modelini takip eden öğrenciler arasında matematik öğrenme kazanımlarında PDÖ modeli lehine anlamlı farklılıklar vardır. Ayrıca, matematik öğrenme kazanımlarında yüksek ve düşük eleştirel düşünme becerisine sahip öğrenciler arasında anlamlı bir farklılık vardır. Son olarak, matematik öğrenme çıktıları üzerinde öğrenme modeli ile eleştirel düşünme becerileri arasında etkileşimin bir etkisi yoktur.

Firdaus, Wahyudin ve Herman (2017), araştırmalarını matematiksel kavramları anlayabilen ancak bunları gerçek yaşam problemlerinin çözümünde uygulayamayan ilköğrencileriyle yapmıştır. Bu nedenle, bu çalışma, PDÖ ve geleneksel öğretim yoluyla ilköğrencilerinin matematik okuryazarlığını geliştirmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca kent ve köylerde bulunan ilköğretim okullarında PDÖ ve geleneksel eğitim alan öğrenciler arasında matematik okuryazarlıklarında farklılık olup olmadığını belirlemek de amaçlanmıştır. Çalışma 2015-2016 akademik yılında Bandung'daki üç devlet okulu kategorisinde (kırsal, şehir ve ilçe geçişi) eğitimine devam eden beşinci sınıf öğrencileri ile yürütülmüştür. Kullanılan araştırma yaklaşımı, eşdeğer olmayan grup tasarımı ön test-son testler yarı deneysel yöntem ile nicel bir yaklaşımdır. Elde edilen sonuçlara göre, PDÖ modeli, öğrencilerin matematik okuryazarlığını geliştirmede geleneksel modele göre daha etkilidir. Okulun

bulunduğu kategoriye göre öğrencilerin matematik okuryazarlığındaki artış açısından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Hatirasu (2015), çalışmasında PDÖ yönteminin uygulandığı matematik derslerinde öğrencilerin öğrenme için çaba gösterme, araştırma yapma ve grup çalışması becerilerindeki gelişimi incelemiştir. Çalışmaya 27 endüstri meslek lisesi dokuzuncu sınıf öğrencisi katılmıştır. Öğrenci gelişimi hakkında bilgi toplamak için ‘doğal sayılar ve tamsayılar’ konusu kazanımlarını içeren problem senaryoları sonunda öğrencilerden öz değerlendirme formu aracılığıyla dört defa öz değerlendirme alınmıştır. Veriler yüzde hesaplaması yöntemiyle analiz edilmiştir. Bulgular PDÖ yönteminin uygulandığı matematik derslerinde öğrencilerin öğrenme için çaba gösterme, araştırma yapma ve grup çalışması becerisine yönelik öz değerlendirmelerinde olumlu değişimler olduğunu göstermiştir. Bulgular ilgili literatür ışığında tartışılmış ve bazı öneriler sunulmuştur.

Ajai ve Imoko (2015), PDÖ yöntemini kullanarak matematik başarıları ve kalıcılıktaki cinsiyet farklılıklarını değerlendirmişlerdir. Araştırmanın tasarımı ön-son test yarı deneyseldir. Araştırmaya 428 ortaokul birinci sınıf öğrencisi katılmıştır. 261 erkek öğrenci ve 167 kız öğrenciye PDÖ öğretim yöntemi kullanılarak cebir öğretilmiştir. Araştırmacılar tarafından oluşturulan Cebir Başarı Testi, veri toplamada kullanılan temel araç olmuştur. Çalışma, PDÖ kullanarak cebir öğrenen erkek ve kız öğrencilerin başarı ve kalıcılık puanlarında önemli bir farklılık olmadığını, dolayısıyla erkek ve kız öğrencilerin matematikte rekabet etme ve işbirliği yapma yeteneğine sahip olduklarını ortaya koymuştur. Ayrıca bu bulgu, performansın cinsiyetin değil, yönelimin bir işlevi olduğunu göstermiştir. Araştırmacılar PDÖ kullanımını, matematikte erkeklerin başarılı olduğu imajını ortadan kaldırmak ve öğrencilerin matematik başarısının ve öğrendiklerinin kalıcılığının artırılması amacıyla önerilmektedir.

Patmavathy ve Mareesh (2013), ortaokul düzeyinde matematiksel kavramların öğretiminde PDÖ’ nün etkililiğini test etmişlerdir. Araştırma için rastgele seçilmiş kontrol gruplu ön-son test deneysel desen kullanılmıştır. Her iki grupta da eşit sayıda (30 kişi) öğrenci bulunmaktadır. Veriler uygun araçlar kullanılarak toplanmıştır ve ortalama, standart sapma ve 't' testi kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırmanın bulguları, PDÖ’ nün matematik öğretiminde etkili olduğunu ve öğrencilerin anlamalarını, kavramları gerçek hayatta kullanma becerilerini geliştirdiğini ortaya koymuştur. Araştırmanın en önemli bulgusu, matematik

öğretiminde PDÖ yöntemini benimseyen öğretmenlerin, rekabetçi dünya için ihtiyaç duyulan yaratıcı düşünürler, eleştirel karar vericiler, problem çözücüler yaratabilmesidir. Ayrıca PDÖ öğretim stratejisi, öğrencilerin aktif katılımı, motivasyonu ve içerikleri sayesinde öğrencilerin ilgisinin artması üzerinde bir etkiye sahiptir. Bu durum ise öğrenenlerin matematiğe karşı olumlu bir tutuma sahip olmalarını sağlayarak başarılarını büyük ölçüde artırmalarına yardımcı olmakta ve bilgilerin uzun süreli bellekte depolanmasını sağlamaktadır.

Ali, Hukamdad ve Akhter (2010), ilköğretim düzeyinde matematik öğretiminde problem çözme yöntemini kullanmanın öğrenci başarısına etkisini araştırmışlardır. Araştırmada ön test son test kontrol gruplu desen kullanılmıştır. Sonuçlar ortalama, standart sapma ve t-testi kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulardan problem çözme yönteminin kullanılmasının öğrencilerin matematikteki başarılarını arttırdığı görülmüştür. Sonuç, ilköğretim matematik öğretiminde geleneksel öğretim yöntemi ile problem çözme yönteminin etkililiği arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermiştir. Çalışma, öğretmenlerin küme (set), bilgi işleme (information handling) ve geometri (geometry) vb. matematiksel kavramların öğretiminde problem çözme yöntemini kullanmaya teşvik edilmesi gerektiğini önermektedir. Öğretmenlere PDÖ hakkında bilgi ve anlayış kazandırmak için düzenli eğitimler, çalıştaylar ve seminerler düzenlenmesi önerisinde bulunulmuştur.

Cantürk-Günhan (2006), ilköğretim ikinci kademe matematik dersinde PDÖ modelinin uygulanabilirliğini araştırmıştır. Bu nedenle, PDÖ yönteminin öğrencilerin Van Hiele Geometrik Düşünme düzeyleri, öz-yeterlik inançları, eleştirel düşünme becerileri, matematiğe yönelik tutumları ve akademik erişileri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmanın modeli, ön test-son test kontrol gruplu deneme modelidir. Araştırma, 2005-2006 öğretim yılında bir özel okulda yedinci sınıf seviyesinde deney grubunda 24, kontrol grubunda ise 22 öğrenci olmak üzere toplam 46 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda “Probleme Dayalı Öğrenme” yöntemi, kontrol grubunda ise “Geleneksel Öğretim Yöntemleri” kullanılmıştır.

Araştırmada, nicel ve nitel araştırma yaklaşımları benimsenmiştir. Veriler, Van Hiele Geometri Testi, Geometriye Yönelik Öz-yeterlik Ölçeği, Açılar ve Çokgenler Ünitesiyle İlgili Eleştirel Düşünme Becerileri Ölçme Aracı, Matematik Tutum Ölçeği ve Geometri Başarı Testi kullanılarak toplanmıştır. Ayrıca deney grubu öğrencilerinin kendilerini ve eğitim yönlendiricilerini, eğitim yönlendiricilerinin de öğrencileri değerlendirmeleri de incelenmiştir.

Bunların yanı sıra PDÖ yöntemine ilişkin öğretim üyelerinin, matematik öğretmenlerinin ve öğrencilerin görüşleri de belirlenmiştir. Araştırma sonunda, PDÖ yönteminin öğrencilerin geometrik düşünme düzeylerini geliştirdiği, geometriye yönelik öz-yeterlik inançlarını olumlu yönde etkilediği, eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiği, matematiğe yönelik olumlu tutum oluşturduğu ve erişim düzeylerini arttırdığı bulunmuştur. Bununla beraber öğretim üyelerinin, öğretmenlerin ve öğrencilerin yöntemle ilgili görüşlerinin olumlu olduğu ve değerlendirme sürecinde öğrencilerin pek çok beceri kazandıkları görülmüştür. PDÖ' nün matematiğe yönelik tutumları üzerindeki etkisi dokuzuncu sınıf seviyesinde 'bağlantı-fonksiyon-işlem' konusunda da yapılmış olup PDÖ yaklaşımının öğrencilerin matematik dersine yönelik tutum düzeylerini yükselttiği sonucuna ulaşılmıştır (Özgen ve Pesen, 2008).

PDÖ' nün matematiğe yönelik tutum üzerinde etkisinin olmadığı çalışmalar da mevcuttur. Uygun ve Tertemiz (2014), ilköğretim beşinci sınıf matematik dersinde PDÖ' nün öğrencilerin derse ilişkin tutumlarına, akademik başarılarına ve kalıcılık düzeylerine etkisi incelemiştir. Araştırmada, öntest-sontest kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Deney grubunda PDÖ uygulanmış, kontrol grubuna ise bir müdahalede bulunulmamıştır. Çalışmada 'Matematik Dersi Tutum Ölçeği' ve 'Matematik Başarı Testi' kullanılmıştır. Uygulama altı hafta sürmüştür. Öğretim; deney grubunda PDÖ materyalleriyle, kontrol grubunda aynı kazanımlar sınıf öğretmeninin tasarladığı şekilde yürütülmüştür. Çalışma sonrası matematik dersinde, deney grubu ile kontrol grubu öğrencilerinin derse ilişkin tutum puan ortalamaları arasında manidar bir fark bulunmamıştır. Deney ve kontrol gruplarının akademik başarıları ve kalıcılık düzeyleri arasında deney grubu lehine anlamlı farklar bulunmuştur.

Koçakoğlu' nun (2010) çalışmasının amacı yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı yöntemlerinden olan PDÖ yöntemini irdelemek, ülkemizde uygulanma düzeylerini tartışmaktır. Gerçeğe oldukça yakın veya gerçek dünyada karşılaşılabilecek bir problem senaryosu etrafında şekillendirilen PDÖ yönteminde öğrenciler grup çalışması içerisinde problemin tespiti ve çözüm yollarının önerilmesi basamaklarında aktif olarak öğrenme sürecine katılmaktadır. Bu çalışmada problem çözme basamaklarına ve özellikle, araştırmaya dayalı bir yöntem olan PDÖ yönteminin öğrenme kuramları çerçevesinde tanıtılıp, ülkemizdeki uygulama düzeyi açıklanmıştır.

2.3.2.5. Çevrimiçi PDÖ üzerine araştırmalar

Hiğde ve Aktamış (2023) Covid-19 salgını nedeniyle harmanlanmış PDÖ yöntemini fen bilgisi öğretilenliği üçüncü sınıf öğrencilerinin fen laboratuvar uygulamaları dersinde uygulamışlardır. 2019-2020 öğretim yılının bahar döneminin ilk sekiz haftasını yüz yüze son sekiz haftasını ise uzaktan PDÖ yöntemiyle işlemişlerdir. Süreç sonunda öğrencilerin görüşlerini almışlardır. Yüz yüze işlenen derslerle ilgili canlı katılım olması, sosyalleşmenin olması ve grup çalışmalarının yapılabilmesini olumlu görürken iş bölümü eksikliğinin olmasını olumsuz olarak değerlendirmişlerdir. Uzaktan işlenen derslerde ise derslerin tekrar izlenebilmesi, aktif-verimli olması, bireysel sorumluluk almayı gerektirmesi gibi nedenlerden dolayı olumlu görürken, internet sorununun olması, iletişim eksikliklerinin yaşanması ve konsantrasyon eksikliklerinin olması gibi durumları olumsuzluk olarak değerlendirmişlerdir.

Hiğde ve Aktamış' a (2023) göre, uzaktan PDÖ ortamında kendi öğrenmelerinin sorumluluğunu aldıklarını ve bilinç kazandıklarını belirlemişlerdir. Bu nedenle uzaktan PDÖ öğretimini öğrencilerin sorumluluk bilincini geliştirmelerine imkan sağlayarak kendi öğrenme süreçlerini yapılandırabilmeleri adına kullanılmasını önermektedirler. Ayrıca öğrenciler günlük hayat temelli senaryoların aldıkları dersleri daha verimli hale getirdiğini de belirtmektedirler. Dolayısıyla uzaktan PDÖ uygulamalarında günlük hayattan seçilen konulara yer verilmesi ve sürecin proje temelli yönetilmesi önerilmektedir.

Rahman ve Gidener (2021), Covid-19 pandemisinde tıp fakültesi öğrencileriyle uzaktan eğitim yoluyla gerçekleştirdikleri PDÖ oturumlarına ilişkin öğrencilerin ve eğitim yönlendiricilerinin görüşlerini inceleyerek önceki dönemlerde yapılan yüz yüze PDÖ ile ilgili görüşlerini karşılaştırmayı hedeflemişlerdir. Öncelikle e-PDÖ oturumları öğrenciler ve eğitim yönlendiricileri tarafından olumlu karşılanmıştır. Özellikle öğrenciler e-PDÖ oturumlarının düşünmeye ve araştırmaya yönlendirdiğini bu durumun bilinçli öğrenmeyi sağladığını ve teorik olarak işlenen derslere göre daha öğretici olduğunu belirtmişlerdir. Fakat bu yönde düşülmelerine rağmen uzaktan eğitimin yüz yüze eğitimin yerini tam olarak dolduramadığını da vurgulamaktadırlar. Çalışmada e-PDÖ' nün olumlu yanları arasında öğrencilerin gerçekleştirdikleri araştırma sürecinin faydalı olması ve böylece oturumlara hazırlıklı gelmeleri gösterilmektedir. Bunun yanı sıra aktif katılımın sağlanmaması da olumsuzluk olarak değerlendirilmiştir.

Çetinkaya (2019), çalışmasında mobil tabanlı uygulamaların yardımcı teknoloji olarak kullanıldığı probleme dayalı öğrenme sürecinin matematik başarısına etkisini ve öğrenci görüşlerinin belirlenmesini amaçlamıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda mobil tabanlı uygulamaların yardımcı teknoloji olarak kullanıldığı probleme dayalı öğrenme sürecinin öğrencilerin matematik başarılarını arttırmada ve olumlu tutum geliştirmelerinde etkili olduğu söylenmektedir.

Günbatar ve Çavuş (2011) öğretmen adaylarıyla web tabanlı gerçekleştirdikleri çalışmalar üzerine görüşlerini aldıkları araştırmalarında öğretmen adaylarının PDÖ yöntemine ve web tabanlı ortama alışkın olmadıklarından dolayı sürecin başlarında zorlandıklarını ve zamanla duruma alışarak derslerin kendileri için zevkli ve verimli bir hale dönüştüğünü belirtmişlerdir. Bazı katılımcılar sanal ortamda kurulan iletişimin yüzyüze iletişimin yerini tutmadığını belirtmişlerdir.

Gürsul ve Keser (2009), çalışmalarının amacı matematik eğitiminde çevrimiçi ve yüzyüze PDÖ ortamlarının öğretmen adaylarının akademik başarısı üzerindeki etkilerini ortaya çıkarmayı hedeflemişlerdir. Çalışma Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü'nde eğitimine devam eden 42 birinci sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Bu öğrenciler Matematik 1 dersinde 'Türev' konusu işlenirken çevrimiçi PDÖ ve yüzyüze PDÖ olarak iki gruba ayrılmışlardır. Probleme dayalı becerileri değerlendirmek için performans görevleri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre çevrimiçi PDÖ grubundaki öğrencilerin puanları, yüzyüze PDÖ grubundaki öğrencilerden daha yüksek çıkmıştır.

Valaitis, Sword, Jones ve Hodges (2005), sağlık bilimleri öğrencileriyle gerçekleştirdikleri çalışmalarında öğrencilerin çevrimiçi PDÖ deneyimlerini ilişkin görüşlerini araştırmışlardır. Katılımcıların yüz yüze PDÖ sürecine aşina olmaları buradaki deneyimlerini çevrimiçi sürece aktarabildiklerini belirtmişlerdir. Fakat çevrimiçi süreç hakkında herhangi bir deneyimleri bulunmamaktadır. Çalışmanın sonuçları incelendiğinde PDÖ' nün çevrimiçi olarak gerçekleştirilebileceği, öğrencilerin çevrimiçi PDÖ' nün öğrenme esnekliğini artırdığını, içeriği derinlemesine öğrenme yeteneklerini geliştirdiğini ve kendileri için değerli olan öğrenme kaynaklarına erişim açısından kolaylık sağladığını belirtmişlerdir. Çevrimiçi sürecin başlangıcında çevrimiçi ortama uyum sağlama ve grup çalışması konusunda

zorlandıkları rapor edilmiştir. Süreç ilerledikçe uyum problemlerinin ortadan kalktığı ve öğrencilerin kendi hızlarında öğrenme süreçlerini yapılandırabilme fırsatı yakaladıkları da eklenmiştir.



BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde araştırma deseni, araştırmanın katılımcıları, veri toplama araçları, verilerin toplanma süreci, elde edilen verilerin analizi ve araştırmanın geçerlik ve güvenilirliğini artırmak için yapılanlar açıklanmıştır.

3.1. Araştırma Modeli

Bu araştırmada karma yöntem kullanılmıştır. Karma yöntem araştırması, felsefi varsayımları ve kuramsal çerçeveleri içeren farklı araştırma desenlerinin kullanılmasını, nitel ve nicel verilerin toplanmasını ve bu iki veri türünün bütünleştirilmesini kapsayan bir araştırma yaklaşımı olarak tanımlanabilir (Creswell, 2016, s.4). Bu yaklaşımda temel olarak, nicel ve nitel yaklaşımlar birlikte kullanılarak araştırma problemiyle ilgili daha kapsamlı bir anlayışın oluşturulmasına imkân sağlanmaktadır (Creswell, 2016, s.4).

Araştırmanın nicel modelini eşitlenmemiş kontrol gruplu ön test-son test dizayn (the nonequivalent control group design) oluşturmaktadır. Deney ve kontrol gruplarını rastgele atamak mümkün olmadığında, bir eşleştirme prosedürü ile eşdeğer olmayan deney ve kontrol grupları arasındaki farkları gidermeye çalışan bir dizayndır (Campbell ve Stanley, 1959). Her ne kadar hâli hazırdaki gruplar kullanılsa da belli özellikler bakımından –ön test puanları- benzer olmalarına özen gösterilmektedir. Bu dizayn sosyal bilimler alanında en çok kullanılan ve sonuçları en yorumlanabilir dizaynlar arasında yer almaktadır (Cook ve Campbell, 1979). Bu nedenle geçerlik güvenirlik açısından daha üstün desenleri kullanmak mümkün olmadığı durumlarda tercih edilebilir (Cook ve Campbell, 1979). Aşağıdaki tabloda kullanılan dizayna ilişkin olarak işlem süreci verilmiştir.

Tablo 3.1 Eşitlenmemiş kontrol gruplu öntest-sontest dizaynı işlem süreci

Gruplar	İşlem Öncesi	İşlem	İşlem Sonrası
Deney	O1	X	O2
Kontrol	O1	-	O2

O1: Deneysel işlem öncesi deney ve kontrol grubuna uygulanan ön test
X: Çevrimiçi Probleme Dayalı Öğrenme Yönteminin uygulanması
O2: Deneysel işlem sonrası deney ve kontrol grubuna uygulanan son test

Uygulama süreci başlamadan önce deney ve kontrol grubuna PÇBÖT uygulanmış ve grupların denkliği kontrol edilmiştir. İlaveten grupların denkliğine ilişkin Analiz 1 dersi puan ortalamaları kıyaslanmış ve lisans seviyesinde aldıkları derslerin içerikleri incelenmiştir. Sonrasında deney grubunda rutin olmayan problem çözme becerilerinin geliştirilmesi amacıyla çevrimiçi PDÖ süreci gerçekleştirilmiştir. Uygulama sürecinin sonrasında ise her iki gruba PÇBST uygulanmıştır. Ayrıca deney grubunun çevrimiçi PDÖ sürecine ilişkin görüşleri alınmıştır.

Araştırmanın nitel bölümünde ise durum çalışması kullanılmıştır. Durum çalışması araştırması, bir durum ya da belli zaman içerisindeki çoklu sınırlandırılmış durumlar hakkında çoklu bilgi kaynakları (mülakatlar, dokümanlar, raporlar vb.) aracılığıyla detaylı ve derinlemesine bilgi topladığı bir durum betimlemesi ya da durum temaları ortaya koyduğu nitel bir yaklaşımdır (Creswell, 2016, s.97). Durum çalışması kapsamında katılımcıların çevrimiçi PDÖ öncesinde, esnasında ve sonrasında, rutin olmayan problemleri çözememe nedenleri ve sergilemekte zorlandıkları davranışlar derinlemesine incelenmiştir.

3.2. Araştırmanın Katılımcıları

Araştırmanın katılımcıları uygun örnekleme yöntemiyle seçilmiştir. Uygun örnekleme yöntemi zaman, para ve işgücü kaybını önlemeyi temel amaç edinen bir yöntemdir (Büyüköztürk vd., 2016, s.92). Bu sayede araştırmacı çevrimiçi eğitimin zorunlu olduğu 2022-2023 eğitim-öğretim yılının bahar döneminde hızlı ve pratik bir şekilde uygulamasını gerçekleştirerek verilerini toplayabilmiştir.

Araştırmanın deney grubunu Ankara’ daki bir üniversitenin Eğitim Fakültesi’ ne devam eden 14 kişiden oluşan İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bölümü ikinci sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Probleme dayalı geliştirilen performans görevlerinin ne derece etkili olduğunun en doğru şekilde gözlemlenebilmesi için bir de kontrol grubuna ihtiyaç duyulmaktadır. Araştırmanın kontrol grubunu aynı bölümün üçüncü sınıfına devam eden 22 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Kontrol grubunun İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bölümü ikinci sınıf grubundan seçebilmek mümkün olamamıştır. Çünkü deneysel çalışmanın yapıldığı üniversitenin Eğitim Fakültesinde ilgili bölümde eğitim gören başka bir ikinci sınıf şubesi bulunmamaktadır. Ayrıca deney grubundaki öğrencilerin ders programlarının yoğunluğu ve kaynak eksikliği gibi nedenlerden dolayı ikinci sınıfları iki ayrı gruba ayırarak kontrol grubu elde edebilmek de mümkün olmamıştır. Bütün bu sebeplerden dolayı aynı bölümün üçüncü sınıf öğrencileri kontrol grubu olarak tercih edilmiştir. Böyle bir kontrol grubunun seçilmesi, deneysel bir çalışma için ideal olarak gözükmemekle birlikte gerekli kontrollerin yapılması neticesinde geçerli ve güvenilir sonuçların elde edilmesi mümkündür. Nitekim literatürde bu araştırmanın çalışma grubuna benzer örneklere rastlamak mümkündür (Sanford ve Hemphill, 1952).

Araştırmada deney grubundaki katılımcılar D1, D2, D3,... şeklinde, kontrol grubundaki katılımcılar ise K1, K2, K3, ... şeklinde kodlanmış olup kodlamada kullanılan numaralar aday numarasını göstermektedir. Başarı sıralamasıyla ilgisi yoktur.

3.3. Araştırmacının Rolü

Bu çalışmada araştırmacı; katılımcıların rutin olmayan problem çözme becerilerinin geliştirilmesi amacıyla kullanılan materyalleri geliştiren, uygulayan ve puanlayan rolündedir.

Araştırmada kullanılan veri toplama araçlarının tamamı özgündür ve araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. İlk olarak araştırmacı rutin olmayan problemlerin yapısı, Polya’nın problem çözme modeli ve PDÖ’nün karakteristiği üzerine literatürü tarayarak çalışmada ‘performans görevi’ adı verilen rutin olmayan problem senaryolarını, çalışma kâğıtlarını ve değerlendirme formlarını kapsayan görevleri ortaya koymuştur. Sonrasında uzman görüşleri ve pilot uygulamalar gerçekleştirerek performans görevlerini uygulamaya hazır hâle getirmiştir. Araştırmacı bu yönüyle geliştirici rolündedir.

Çevrimiçi PDÖ uygulama süreci araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı bu rolüyle eğitim yönlendiricisi rolündedir. Araştırmacı eğitim yönlendiricisi rolünü üçe ayırmıştır; çevrimiçi PDÖ dersi öncesi, esnası ve sonrası şeklindedir. Eğitimcinin bu süreçteki görevleri Tablo 3.13’ te detaylandırılmıştır. Çevrimiçi PDÖ esnasında tez danışmanı ise gözlemci rolündedir. Gözlemci dersi takip eder, notlar alır ve dönütler verir.

Son olarak araştırmacı diğer matematik eğitimi uzmanları ile (bir profesör, bir matematik eğitimi doktora mezunu) birlikte puanlayıcı rolündedir. Araştırmacı, ekte yer alan dereceli puanlama rubriklerini kullanarak puanlama sürecinde de aktif olarak rol almıştır.

3.4. Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak performans görevleri, problem çözme becerileri testi ve görüşme soruları kullanılmıştır. Aşağıda, kullanılan veri toplama araçlarının geliştirilmesi süreci detaylandırılmıştır.

3.4.1. Performans görevleri

Araştırmada kullanılan performans görevleri rutin olmayan problem senaryosu, çalışma kâğıtları ve değerlendirme formu olmak üzere üç adet materyalden oluşmaktadır. Bu materyallerin ilki ‘Türevin Uygulamaları’ konusuna yönelik kaynağını günlük hayattan alan sekiz adet problem senaryosudur. İlaveten her bir problem senaryosuna ait çalışma kâğıtları Polya’ nın problem çözme modeli dikkate alınarak dizayn edilmiştir. Son olarak ise her bir problem senaryosu ile çalışmanın tamamlanmasının ardından deney grubunun kendilerini ve süreci değerlendirdikleri değerlendirme formları geliştirilmiştir.

3.4.1.1. Rutin olmayan problem senaryolarının ve çalışma kâğıtlarının hazırlanması

Rutin olmayan problem senaryolarının ve çalışma kâğıtlarının geliştirilme süreci aşağıda aşamalı bir şekilde açıklanmıştır.

Aşama 1 - Senaryoların Geliştirileceği Matematik Konusunun Belirlenmesi:- Pilot uygulamanın yapılacağı tarih aralığı ve sınıf seviyesi (1.sınıf) ile asıl uygulamanın yapılacağı

sınıf seviyesi (2.sınıf) göz önünde bulundurularak senaryoların ‘Türevin Uygulamaları’ konusu üzerine dizayn edilmesine karar verilmiştir.

Türevin Uygulamaları konusu lisans 1.sınıf seviyesinde Analiz 1 dersi kapsamında öğretilen bir konudur. Bu nedenle, ilk etapta 2022-2023 öğretim yılı Analiz 1 dersine ait ders izlencesi edinilmiştir. 14 haftalık zaman dilimini kapsayan güz döneminde 10. Hafta itibariyle Türevin Uygulamaları konusuna geçiş yapılmaktadır. 10. Haftadan itibaren takip edilen ders izlencesi aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 3.2 Analiz 1 dersi türevin uygulamaları ders izlencesi

HAFTA	KONULAR
10.Hafta	Türev Uygulamaları, Ekstremler
11.Hafta	1.ve 2. Türev Testleri, Ortalama Değer Teoremi
12.Hafta	Eğri Çizimleri
13.Hafta	Eğri Çizimleri, Optimizasyon Problemleri
14.Hafta	Optimizasyon Problemleri

Ders izlencesine göre her hafta hangi konunun işlenmesi gerektiği tespit edildikten sonra konuların kazanımları detaylandırılmıştır. Hangi kazanımlar üzerinde durulacağı belirlendikten sonra ise ikinci aşamaya geçilmiştir.

Aşama 2 - Konuya Uygun Gerçek Hayat Olaylarının Belirlenmesi:- Hangi konular üzerinde durulacağı belirlendikten sonra senaryolaştırma kısmı için detaylı bir araştırma yapılmıştır. Araştırma kapsamında makaleler, aktüel dergiler, belgeseller, gazete haberleri, tv programları vs. taranmıştır. Araştırmacı tarafından ilgi çekici olduğu düşünülen tüm konu başlıkları arşivlenmiştir.

Aşama 3 - İlgi Çekici Gerçek Hayat Olayları ile Türevin Uygulamaları Konularının Eşleştirilmesi:- Bu aşamada gündem başlıklarından seçilen olayların matematik konusunun doğasına uygun olmasına özen gösterilmiştir. Eşleştirilmesi yapılan olay ile matematiksel konu birbirine entegre edilerek senaryolaştırma yapılmıştır.

Aşama 4 – Çalışma Kâğıtlarının Geliştirilmesi - : Çalışma kâğıdındaki araştırma soruları oluşturulurken Polya’ nın problem çözme modeli dikkate alınmıştır. Bunlar; problemi anlama, plan yapma, planı uygulama ve kontrol etme süreçleridir.

Aşama 5 - Ders Planlarının Yapılması:- Her bir performans görevi için ayrı ayrı ders planı oluşturulmuştur. Bu durumun sebebi her bir senaryonun özelliğinin birbirinden farklı oluşundan ve sorulması gereken özel ve genel soruların farklı olmasından kaynaklanmaktadır. EK 5’ te kullanılan ders planlarından bir örnek sunulmuştur.

Aşama 6 – Performans Görevlerinin ve Ders Planlarının Uygunluğunun Değerlendirilmesi:- Hazırlanan performans görevlerinin ve ders planlarının PDÖ’ nün karakteristiğine uygunluğunun belirlenmesi amacıyla PDÖ yöntemi ve problem çözme üzerine çalışmaları olan dört matematik eğitimi uzmanının görüşüne başvurulmuştur. Her bir uzmana ekte sunulan ‘Uzman Değerlendirme ve Öneri’ formuyla birlikte rutin olmayan problem senaryoları, senaryolara ait çalışma kâğıtları ve ders planları gönderilmiştir.

Aşama 7 - Uzmanlardan Gelen Dönütlerin Değerlendirilmesi: Rutin olmayan problem senaryolarının, PDÖ’ nün karakteristiğine uygunluğunun değerlendirilmesi amacıyla matematik eğitimi alanında uzman iki doktor öğretim üyesi, bir doçent bir de profesörün görüşleri alınmıştır. Dönütler incelendiğinde uzmanlar senaryoların günlük yaşamdan örneklerle öğrencilerin ilgisini çekecek durumlar içerdiği ve problem çözmeye dayalı bir ortamın oluşturulması için uygun olduğu kanısında oldukları görülmüştür. Bununla birlikte çalışmadan daha verimli ve doğru sonuçlar elde edilebilmesi için uzmanlar tarafından aşağıdaki öneriler sunulmuştur:

- Senaryoların çalışma kâğıtlarında Polya’nın problem çözme aşamalarından ‘problemin çözülmesi için plan yapma’ aşamasına istinaden sorulan soruların öğrencilere kolaylık sağlayacak şekilde değiştirilmesi, ‘plan yapınız’ cümlesinden ziyade strateji geliştirmeleri, tablolardan yararlanmaları, soruyu alt basamaklara ayırmaları gibi daha yönlendirici sorulara yer verilmesi gerektiği,
- Çalışma kâğıtlarında ‘sonucunuzun doğru olduğundan nasıl emin olabilirsiniz?’ gibi üstbilişsel öğelere yer verilmesi gerektiği, önerilmiştir.

Ders planlarına yönelik olarak gelen öneriler ise:

- Eğitim yönlendiricisinin rolünün daha net olarak vurgulanması gerektiği,
- Sürecin değerlendirilmesi ile ilgili olarak; öğrencinin kendini, grup arkadaşlarını, problemi\senaryoyu, süreci ve eğitim yönlendiricisini\öğretim üyesini her bir etkinlik bağlamında değerlendirilmesinin uygun olacağı,
- Uygulama esnasında gözlem notları alarak öğretim üyesinin kendini, problem durumunu ve süreci değerlendirmesinin önem arz ettiği,
- Kaynaklara erişim adımının detaylandırılarak soruların içeriğine dâhil edilmesi gerektiği,
- Sürecin sonuna gelindiğinde öğrencilerin sunum yapabilme ve çözümlerini, çıkarımlarını ve sonuçlarını paylaşabilme imkânının verilmesinin ardından sınıf tartışmasına geçilmesi şeklinde önerilerde bulunulmuştur.

Araştırma yüzyüze sınıf ortamında gerçekleştirilecek şekilde kurgulanmasına rağmen, zorunlu çevrimiçi ders sürecinden dolayı çevrimiçi ortama entegre edilmiştir. Dolayısıyla sürece yönelik önerilerden çevrimiçi ortama uygun olanlar dikkate alınmıştır. Örneğin grup çalışmaları ve sınıf içi tartışma ortamına ilişkin öneriler gerçekleştirilememiştir. Bu duruma karşılık, katılımcıların kendilerini ve süreci değerlendirdikleri formlar sürece dâhil edilmiştir.

Aşama 7-Pilot Uygulamanın Yapılması:- Uzman görüşlerine göre son hâli verilen rutin olmayan problem senaryolarının, çalışma kâğıtlarının ve ders planlarının pilot uygulaması 2022-2023 öğretim yılının güz döneminde 34 kişilik mevcuda sahip olan İlköğretim Matematik Öğretmenliği birinci sınıf öğrencileri ile yapılmıştır. Pilot uygulamanın yapıldığı altı haftalık süreç boyunca öğrencilerin belirli sebeplerden derse katılmaması nedeniyle her bir hafta için ortalama 25 öğrenciyle pilot uygulama yürütülmüştür.

Öğrencinin kendi öğrenme sorumluluğunu üstlendiği ve eğitmenin sürecin yöneticisi rolünü üstlendiği öğrenci merkezli yöntem ve tekniklerin geleneksel müfredata entegre edilmesinde bir takım problemlerle karşılaşıldığı bilinmektedir. Bunlardan en önemlisi ve kritik olanı elbette zamanlamanın nasıl yapılması gerektiği konusudur. Öncelikle dersin esas eğitmeni tarafından yetiştirilmesi gerekli olan bir müfredat söz konusudur. Dolayısıyla dersin eğitmeni kendi dersinde öğrenci merkezli bir yöntemin uygulaması konusunda çekinceler taşıyabilmektedir. İlköğretim Matematik Öğretmenliği birinci sınıf müfredatında Analiz 1 dersi için haftada iki ders saatinin ayrıldığı görülmektedir. Bu süre Analiz gibi önemli bir

dersin öğretilmesi için hiç kuşkusuz yeterli değildir. Dolayısıyla çalışmanın pilot uygulaması Matematiğin Temelleri dersinde gerçekleştirilmiştir. Bu ders müfredatta haftada iki ders saati olacak şekilde planlanmıştır. Yukarıda bahsi geçen nedenlerden dolayı dersin ancak bir ders saatlik bölümünde çalışmanın pilot uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Pilot uygulamaya güz döneminin 9. haftası itibarıyla başlanmış olup toplamda 6 hafta (7 ders saat\350 dakika) sürmüştür. Pilot uygulama sürecinde dersin öğretim elemanı ve araştırma görevlisi araştırmacıya dönütler vermek üzere gözlemci olarak bulunmuştur. Ek olarak süreç PDÖ'nün karakteristiğine uygunluğunun değerlendirilmesi amacıyla video kayıt altına alınmıştır. Pilot Uygulama süreci aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Pilot Uygulama

Pilot uygulamanın ilk haftası olan 9.haftada (15\11\2022), PDÖ yöntemine ve uygulama sürecine ilişkin bilgilendirme yapmadan önce genel bir giriş yapılmıştır. Burada amaç öğrencilerin halihazırda verilmekte olan matematik eğitimine ilişkin görüşlerini geçmişteki deneyimlerini de göz önüne almalarını sağlayarak öğrenmektir. Bu kapsamda aşağıdaki sorular sınıfa yöneltilerek görüşleri alınmıştır. Sorular şu şekildedir:

- Matematik öğretiminde yaşanan problemler nelerdir?
- Neden bu problemleri yaşıyoruz?
- Matematik konuları neden çabuk unutuluyor ya da öğrenilemiyor?
- Daha kalıcı hale getirmek için matematik nasıl öğretilmelidir?
- Matematik öğretirken en çok karşılaştığımız soru 'bu öğrendiklerimiz nerede işimize yarayacak?' sorusudur. Öğrencileriniz bir gün size böyle bir soruyla gelirse onlara cevabınız ne olacak?'

Yukarıda yer alan sorulara verdikleri cevaplar analiz edildiğinde genel olarak yaşadıkları problemler şu şekildedir:

- Temelimiz sağlam olmadığı için sınıf ilerledikçe matematik konularını anlamakta sıkıntılar yaşıyoruz.
- Müfredatın ve matematik konularının her sene değişmesi bize sıkıntı yaratıyor.
- Matematik dersleri çok teorik işleniyor.

- Matematik derslerini hep dört duvar arasında görüyoruz. Dersi sınıfın dışına taşıyabilsek daha iyi olabilirdi.
- Hep test kitaplarından çalışmak zorunda kalıyoruz. Derste basit sorular çözülüyor. Daha zorlarını bizim çözmemiz isteniyor.
- İleride öğrencilerimiz bize ‘bu matematik konuları nerede işimize yarayacak’ sorusunu soracak olsalar açıklamasını yapamayız.
- Konuları arkadaşım bana anlattığında ben daha iyi anlıyorum, aklımda daha çok kalıyor.
- Matematik teorik olarak değil de günlük hayatla ilişkilendirerek anlatılırsa daha iyi öğrenebiliriz ve aklımızda daha iyi kalır.

Matematik derslerinde yaşadıkları problemler PDÖ yönteminin uygulanması adına umut verici olarak görülmektedir. Çünkü derslerin soyut ve teorik olarak işlenmesinden, hayattan kopuk olarak sunulmasından duyulan bir rahatsızlık olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca akran öğrenmesinin kendilerinde daha çok işe yaradığını söyleyen öğrencilerin olması PDÖ sürecindeki grup çalışmalarının işe yarayabileceğine işaret ediyor olabilir. Ortalama 15-20 dakika süren bu mülakatın ardından PDÖ yönteminin tanıtımına ve süreç içerisindeki öğrenci ve öğretmen rollerine geçilmiştir. Anlatılanların daha iyi anlaşılması için ‘Eklem Ağırlarına Çare’ senaryosu ile çalışmalara başlanmıştır.

İlk olarak öğrencilere sadece problem senaryosu ve senaryoya yönelik soruların bulunduğu çalışma kâğıdı dağıtılmıştır. İlk etapta öğrencilerden bireysel olarak çalışmaları senaryoyu dikkatli bir şekilde okuyup anlamaları ve ilgili sorular üzerinde düşünceleri istenmiştir.

İlk oturumun çalışma kâğıdında yer alan sorular problem senaryosunun analiz edilmesini gerektiren sorulardır. Bu kapsamda,

- Senaryoya göre ilaç firmasının amacı nedir?
- Senaryoda ilaç firmasının amacına ulaşp ulaşmadığını tespit etmeye yönelik hangi bilgilere yer verilmiştir?
- Senaryoda verilen bilgiler yeterli midir? Açıklayınız.

- Senaryoda verilen bilgiler dışında başka hangi bilgilere ihtiyacınız var? Bu bilgilere nasıl ulaşabilirsiniz?, soruları yöneltilmiştir.

Öğrencilerin bir kısmının bu sorular üzerinde yoğunlaşmaktan ziyade bu aşamayı hızlı bir şekilde geçerek sorunun çözümüne odaklandıkları görülmüştür.

İlk hafta yöntemin tanıtımından arta kalan zaman kısıtlı olduğu için problem senaryosunun anlaşılması üzerine odaklanılmış olup bu çerçevede çalışma kâğıdında yer alan sorulara yanıt aranmaya çalışılmıştır.

Pilot uygulamanın ikinci haftasında (20\11\2022) ‘Eklem Ağrılarına Çare’ senaryosuna ait ikinci ve üçüncü oturumlar gerçekleştirilmiştir. İkinci oturum probleme çözüm üretmek için bir plan yapılmasıyla ilgiliyken üçüncü oturum sürecin ve sonucun değerlendirilmesiyle ilgilidir. PDÖ sürecinde öğrencilerin derinlemesine araştırma yürütebilmeleri için bütün çalışma kâğıtlarının bir arada verilmesi önerilmemektedir. Pilot uygulamada kullanılan çalışma kâğıtları ekte sunulmuştur.

İkinci oturum çalışma kâğıdında öğrencilerin problemin çözümü için uygun bir strateji belirlemeleri gerekmektedir. Öğrencilerin bu konuda problemlerinin olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle eğitim yönlendiricisinden bağımsız bir çalışma yürütme konusunda isteksiz davranmışlardır. Bazı öğrenciler cevabı doğru olarak bulsalar da problem çözme sürecini sağlıklı bir şekilde yürütememişlerdir. Grup içi araştırmalarda bireysel çalışmalar neticesinde elde ettikleri verileri tartışıp grup arkadaşlarını ikna etmektense grup içinde başarılı gördükleri arkadaşlarının cevabını birebir kopyaladıkları gözlemlenmiştir. Üçüncü oturumda yer alan sorularla ilgili olarak ise yazılı olarak herhangi bir açıklama yapmamışlardır. Sözlü olarak ifade etmeleri istendiğinde ise cevaplarına gerekçe bulmakta zorluk çekmişlerdir.

‘Eklem Ağrılarına Çare’ senaryosuna ek olarak benzer süreç ‘Doğa Dostu Aloha Maoliler’ ve ‘Sıcaklık Korumalı Seramik Kupa’ senaryolarında da yürütülmüştür. Pilot uygulama süreci neticesinde alınan kararlar şu şekildedir;

- Pilot uygulama sürecinde her bir oturumun çalışma kâğıdı ayrı ayrı dağıtılmıştı. Öğrencilerden gelen dönütler çerçevesinde bu durumun kendileri için verimli olmadığını, problem senaryosuna bir bütün olarak bakabilmek için tek bir çalışma

kâğıdı üzerinden hareket etmenin daha verimli olacağı ve zamanın ekonomik kullanımını arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu bakış açısı öğrencilerin bireysel çalışma esnasında toplayacağı verilere de daha bütünsel bir açıdan bakmalarını sağlayarak grup içi ve gruplar arası tartışmaların daha verimli olacağını da düşündürmektedir. Pilot uygulamadan elde edilen bu sonuçtan çevrimiçi PDÖ sürecinde de yararlanılmıştır. Sorular tek bir çalışma kâğıdında toplanmıştır.

- Öğrencilerin çalışma kâğıdında yer alan sorulara odaklanmaktansa doğrudan problemi çözmelerini engellemek için problem senaryolarının sonunda yer alan soru köklerinin çıkarılmasına karar verilmiştir. Önce öğrencilerin problemlemin neyle ilgili olabileceğini tahmin etmelerine olanak sağlayan sorulara yer verilmiştir. Fakat araştırmanın çevrimiçi ortama entegre edilmesiyle birlikte bu karardan vazgeçilmiştir. Senaryolar problem cümleleriyle birlikte sunulmuştur.
- Her bir performans görevi için toplamda 50’şer dakikadan 2 ders saatinin yeterli olduğu tespit edilmiştir. İlaveten değerlendirme formunun doldurulması için de 15-20 dakikaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sürelerde çevrimiçi eğitim sürecinde değişikliğe gidilmiştir. Katılımcıların performans görevleri üzerine detaylı araştırma yapabilmeleri için ortalama dört gün verilmiştir. Bu durumla ilgili detaylar ilerleyen bölümlerde açıklanmıştır.
- Problem senaryolarının ve çalışma kâğıtlarında yer alan soruların öğrenciler tarafından doğru bir şekilde anlaşıldığı tespit edilmiştir.
- Senaryoların öğrencilerin seviyelerine uygun olduğu tespit edilmiştir.

3.4.1.2. Performans görevleriyle ilgili açıklamalar

Aşağıdaki bölümlerde her bir rutin olmayan problem senaryosu ve çalışma kâğıtlarında yer alan sorularla ilgili detaylı açıklamalar yapılmıştır.

Doğa Dostu Aloha Maoliler

İlk rutin olmayan problem senaryosu olan ‘Doğa Dostu Aloha Maoliler’ bir dönem Marmara Denizinde meydana gelen müsilağ sorununun çözüme kavuşması için bir grup

biyoloğun keşfettiği ‘Aloha Maoliler’ adı verilen tek hücreli bir canlının faydalı olup olamayacağı üzerine bir senaryodur.

Senaryoda müsilaajla ilgili genel bilgiler verilir Aloha Maolilerin tanıtılmasının ardından biyologların gerçekleştikleri deneysel süreç anlatılmaktadır. Bu deneysel süreç boyunca biyologlar gözlem sonuçlarını kayıt altına almakta ve müsilaaj miktarındaki değişimi modellemektedirler. Fakat bu modelin deney sürecinde gözlemlenenleri gerçekten yansıtır yansıtmadığı konusunda ve matematiksel bilgilerin doğru ve mantıklı bir şekilde ifade edilmesi konusunda bir matematik uzmanına ihtiyaç duyulmaktadır. Katılımcılardan beklenen, senaryoda verilen bilgileri uygun matematiksel bilgilerle ilişkilendirerek elde ettiklerini doğru bir şekilde rapor etmeleridir.

Aşağıdaki tabloda bu performans görevine ait çalışma kâğıdında her bir sorunun hangi problem çözme becerisine karşılık geldiği ve problem durumuna çözüm üretebilmek için hangi matematiksel bilgilere ihtiyaç duyulabileceği özetlenmiştir.

Tablo 3.3 Birinci performans görevinin çalışma kâğıdına yönelik açıklamalar

Beceriler	Becerilere Karşılık Gelen Sorular	İhtiyaç Duyulabilecek Matematiksel Bilgiler
Problem Anlama	1.Senaryoya göre biyologların çözmeye çalıştığı problem nedir? 2.Söz konusu problemi çözebilmek için Aloha Maolilerin hangi özelliklerinden yararlanmak istemektedirler? 3.Çözüm üretebilmek için senaryoda verilen bilgiler nelerdir? 4.Çözüm üretebilmek için sizden istenen bilgiler nelerdir?	Temel matematik bilgilerinin yanı sıra pratik çözümler üretebilmek için aşağıdaki türev bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır: - Verilen bir $f(x)$ fonksiyonunun tanım kümesini bulur. $f(x)$ fonksiyonunun bölüntü sayılarını bulur. - Bölüntü sayılarının $f(x)$'in tanım kümesinde bulunup bulunmadığını kontrol eder ve kritik noktalara karar verir. - Yerel min. ve yerel max. noktaları ve bu noktalarda aldığı değerleri bulur. - Grafığı verilen bir fonksiyonun artan ve azalan olduğu aralıkları gösterir. - Yerel min. ve max. noktaları gösterir ve yorumunu yapar.
Plan Yapma	Verilen bilgileri kullanarak istenen bilgilere nasıl ulaşacağına yönelik bir plan yap\bir strateji belirle:	
Planı Uygulama	Planını İşleme Dök\ Stratejini Uygula:	
Kontrol	Biyolog, Aloha Maolilerin müsilaaj sorununun çözümünde etkili olabileceği konusunda bir sunum yaparak dinleyicileri ikna etmek istiyor. Sizin sayenizde elde ettiği matematiksel verileri nasıl açıklarsa dinleyiciler ikna olur? Sizce, sizin hazırladığınız rapordaki hangi bilgilere vurgu yapılmalıdır?	

Çalışma kâğıdında yer alan ilk dört soru ‘problemi anlama’ adımına yönelik olarak sorulmuştur. Bu sorulardan birinci ve ikinci soru matematiksel olarak analiz yapmayı gerektirmeyen, senaryo metnindeki yeri doğrudan tespit edilebilecek sorulardır. Bu sorular esasen probleme matematiksel anlamda çözüm üretme sürecine doğrudan katkı sağlamamaktadırlar. Katılımcıların sadece senaryoda verilen sayısal verilere odaklanmalarını engelleyerek problem durumunu bütüncül bir yaklaşımla ele almalarını sağlamak amacıyla oluşturulmuştur. Özellikle problemi anlama aşamasındaki üçüncü ve dördüncü soru önem arz etmektedir. Üçüncü soruda çözüm üretmeye yarayacak bilgilerin seçilerek diğer verilerin elenmesi beklenmektedir. İhtiyaç duyulan verilerin seçilmesinin ardından katılımcının kendisinden beklenen görevleri açık ve net bir şekilde belirlemesi beklenmektedir.

Katılımcıların senaryoyu anlama çalışmalarının tamamlanmasının ardından senaryodaki verilerle matematik bilgilerini ilişkilendirerek problem durumuna çözüm üretmeye yarayacak bir plan belirleyip planını uygulaması gerekmektedir.

Son soru kontrol etme\ gözden geçirme aşaması ile ilgilidir. Katılımcılardan bu aşamada elde ettikleri sonuca ve çözüm sürecine ilişkin matematiksel olarak doğru ve mantıklı kanıtlar kullanarak açıklama yapmaları beklenmektedir. Bu nedenle açıklamalarının ikna edici olması için elde ettikleri veriler üzerinden neden ve nasıl sorularına cevaplar vermeleri gerekmektedir.

‘Doğa Dostu Aloha Maoliler’ senaryosundan alınabilecek en yüksek puan problemi anlama için 8 puan, plan yapma için 2 puan, planını uygulama için 2 puan, kontrol için 2 puan olup toplamda 14 puandır. ‘Doğa Dostu Aloha Maoliler’ performans görevine yönelik olarak katılımcılardan sergilenmesi beklenen problem çözme davranışları detaylı bir şekilde EK 6’ da sunulmuştur.

Eklem Ağrılarına Çare

İkinci performans görevi olan ‘Eklem Ağrılarına Çare’, ‘Doğa Dostu Aloha Maoliler’ görevinin çözüm için kullanılması gereken matematiksel bilgiler anlamında dengidir.

‘Eklem Ağrılarına Çare’ isimli senaryo, eklem ağrıları bulunan hastaların bütün gününü ağrısız bir şekilde geçirmelerini sağlayacak bir ilaç üretmeyi hedefleyen bir ilaç şirketinin

deneysel çalışmasını konu edinen bir senaryodur. Senaryonun içeriği incelenirse, ilk etapta eklem kireçlenmesinin nedenleri açıklanarak bu kireçlenmeleri ortadan kaldıracak ilaçların etken maddesi üzerine açıklamalar yapılmıştır. Daha sonra ise bir ilaç şirketinin eklem rahatsızlıkları üzerine amacı ve bu amaç doğrultusunda gerçekleştirdiği deneyden söz edilmiştir.

Senaryonun problem cümlesi kısmı boş bırakılmıştır. Amaç katılımcıların senaryoda sunulan bilgilerden yola çıkarak mantıklı ve mâkul bir problem cümlesi kurmalarını sağlamaktır. Çalışma kâğıdındaki her bir soru Polya'nın problem çözme modelindeki bir adıma karşılık gelmektedir.

Tablo 3.4 İkinci performans görevinin çalışma kâğıdına yönelik açıklamalar

Beceriler	Becerilere Karşılık Gelen Sorular	İhtiyaç Duyulabilecek Matematiksel Bilgiler
Problem Anlama	1.Senaryoya göre ilaç firmasının amacı nedir? 2.İlaç firmasının yaptığı deneysel çalışmayı göz önünde bulundurursak sizce ilaç şirketi hangi sorunun cevabını aramaktadır? 3.Probleminizi çözmek için senaryoda hangi bilgiler verilmiştir	Temel matematik bilgilerinin yanı sıra pratik çözümler üretebilmek için aşağıdaki türev bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır: • Verilen bir $f(x)$ fonksiyonunun tanım kümesini bulur. • $f(x)$ fonksiyonunun bölüntü sayılarını bulur.
Plan Yapma	4.Bilinenlerden yola çıkarak bilinmeyene ulaştıracak bir plan yap\Strateji belirle (Hangi matematiksel bilgileri, hangi sırada kullanacaksın? Nedenleriyle birlikte adım adım açıkla):	• Bölüntü sayılarının $f(x)$'in tanım kümesinde bulunup bulunmadığını kontrol eder ve kritik noktalara karar verir.
Planı Uygulama	5.Planını İşleme Dök\ Stratejini Uygula:	• Yerel min. ve yerel max. noktaları ve bu noktalarda aldığı değerleri bulur.
Kontrol	6. Alternatif bir çözüm yolu düşün. Farklı bir stratejiyle çözme\ denene.	• Grafiği verilen bir fonksiyonun artan ve azalan olduğu aralıkları gösterir. • Yerel min. ve max. noktaları gösterir ve yorumunu yapar.

‘Eklem Ağrılarına Çare’ senaryosunda ‘problem anlama’ davranışını ölçmeye yönelik üç adet soru sorulmuştur. Birinci soru senaryonun konusunu buldurmaya yönelik sorulmuştur. Bu senaryonun diğer senaryolardan en önemli farkı problem cümlesinin açık bırakılmasıdır.

Katılımcılardan beklenen senaryonun konusunu anlayarak ve senaryoda verilen bilgilerden yola çıkarak ne sorulabileceğini tespit etmeleridir.

Katılımcıların problem cümlesini kurabilmeleri için ilk olarak senaryoya göre ilaç firmasının amacını belirlemeleri gerekmektedir. Bu aşamada katılımcıların açıklamalarını kendi ifadeleriyle kısa ve net bir şekilde özetleyebilmeleri önemli olarak görülmektedir. İlaç firmasının amacı belirlendikten sonra senaryoda bu amaca ulaştıracak bilgilerin tam ve doğru şekilde tespit edilmesi beklenmektedir. Bu sorularının yanıtlanması senaryonun iyi bir şekilde anlaşılması için önemli olarak görülmektedir.

Problemi anlama çalışmalarının tamamlanmasının ardından plan yapma ve uygulanması sorularına geçilmesi gerekmektedir. Plan yaparken hangi bilgileri hangi sırada kullanılacağını nedenleriyle birlikte adım adım açıklanması beklenmektedir. Plan yapma aşamasında katılımcıların özellikle ihtiyaç duyabileceği matematiksel bilgilere Tablo 3.4’ te yer verilmiştir.

Kontrol aşamasına karşılık gelen soruda katılımcılardan alternatif çözüm yolları üzerinde düşünmeleri ve problem çözme süreçlerini ve elde ettikleri cevabın doğruluğunu ve mantıklılığını sorgulamaları beklenmiştir.

‘Eklem Ağrılarına Çare’ senaryosundan alınabilecek en yüksek puan, problemi anlama için 6 puan, plan yapma için 2 puan, planını uygulama için 2 puan, kontrol için 2 puan olup toplamda 12 puandır. Performans görevine ilişkin katılımcılardan beklenen problem çözme davranışlarının yer aldığı tablo EK 6’ da sunulmuştur.

Geçmişten Günümüze Bebek Arabaları

‘Geçmişten Günümüze Bebek Arabaları’ isimli performans görevi, bebek arabaları özelinde reklam kampanyaları sürecinde ‘verimliliğin yok olma noktasına’ vurgu yaparak ürüne ait satış değişikliği oranının grafiğinin çizip yorumlanmasının istendiği bir senaryodur. Senaryonun içeriği incelenecek olursa, ilk olarak bebek arabalarının tarih sahnesine çıkışı açıklandıktan sonra reklam kampanyaları sayesinde halk arasındaki popülerleşme süreci anlatılmaktadır. Katılımcılardan beklenen ise reklam kampanyaları sayesinde meydana gelen satış değişikliği oranının grafiğini çizmeleri ve bunun için ihtiyaç duyulacak tüm verileri tespit

etmeleridir. Aşağıdaki tabloda senaryoya ait çalışma kâğıdında yer alan soruların Polya'nın hangi problem çözme becerisine karşılık geldiğinin, çözüm sürecinde hangi matematiksel bilgilere ihtiyaç duyulacağının bilgisi yer almaktadır.

Tablo 3.5 Üçüncü performans görevinin çalışma kâğıdına yönelik açıklamalar

Beceriler	Becerilere Karşılık Gelen Sorular	İhtiyaç Duyulabilecek Matematiksel Bilgiler
Problemi Anlama	1.Bebek arabalarının satışında reklamların rolü nasıl açıklanmaktadır? 2.Senaryoya göre verimliliğin yok olma noktası nedir? Kendi cümlelerinizle açıklayınız. 3.Senaryoda grafiği çizmene yardımcı olacak hangi bilgiler verilmiştir?	Temel matematik bilgilerinin yanı sıra pratik çözümler üretebilmek için aşağıdaki türev bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır: • Fonksiyona ait büküm noktalarını bulur. • Bükeyliği bir grafik çizme aracı olarak kullanır. • Bir fonksiyona ait grafikte büküm noktalarını, konveks ve konkav olduğu aralıkları belirler. • Verilen bir fonksiyonun grafiğini çizebilir.
Plan Yapma	Adım adım bir grafiğin nasıl çizilmesi gerektiğini açıklayınız.	
Planı Uygulama	Yukarıda açıkladığınız adımları takip ederek grafiğinizi çizin (Geogebra vs kullanmayın bu adımda).	
Kontrol	Çizdiğiniz grafik ‘ verimliliğin yok olma noktası’ tanımında ifade edilenleri yansıtır mı? Açıklayınız.	
EK SORU	Bir fonksiyonun grafiğini çizmek için ihtiyaç duyulan bir takım bilgiler aşağıda verilmiştir. Bu bilgilerin ne işe yaradığını karşılarına yazınız	

Problemi anlama becerisine yönelik olarak üç adet soru yöneltilmiştir. İlki, problem durumunu çözüme ulaştırmaya doğrudan hizmet etmeyen bir sorudur. Ön test analizinde öğrencilerin kendilerini ifade etmede güçlük yaşadıkları, kendilerine sorulan soruları açık ve net bir şekilde açıklayamadıkları gözlemlendiği için her bir senaryoda bu tarz sorulara yer verilmiştir. Problemi anlama becerisini ölçmeye yönelik sorulan sorulardan ikincisi katılımcıların ‘verimliliğin yok olma noktası’ teriminin tanımını özgün ifadeleriyle açık ve net bir şekilde açıklamalarıdır. Bu terimi anlamaları, elde ettikleri sonucun doğruluğunu kanıtlama aşaması için de önem arz etmektedir. Son olarak ise problemi anlama kapsamında grafiği çizmek için gerekli olan bilgileri tespit etmeleri istenmiştir.

Problemin anlaşılmasıyla ilgili çalışmaların tamamlanmasının ardından verilen görevin yerine getirilebilmesi için planlamanın yapılması gerekmektedir. Burada puanlamaya dâhil edilmeyen bir ek sorunun çalışma kâğıdında yer alması uygun görülmüştür. Çünkü katılımcıların problem çözme becerileri ön testinde grafik çizme sürecinde ciddi problem yaşadıkları, hangi matematiksel bilgiyi neden kullandıklarını bilmedikleri gözlemlenmiştir. Bu durum katılımcıların söylemlerinden de anlaşılmaktadır. Bu konuyla ilgili bilgiler ‘Bulgular’ başlığı altında detaylı sunulmuştur. Planlama aşamasında katılımcılardan beklenen, senaryoda verilenlerle istenenleri ilişkilendirerek hedefe ulaşmaya yarayacak adım adım açıkladıkları bir plan yapmalarıdır. Ardından ise planladıkları süreci doğru bir şekilde işleme dökmeleri beklenmektedir.

Kontrol aşaması en kritik adımlardan bir tanesidir. Bu aşama hem senaryoda verilen bilgileri hem de plan yapma ve uygulama sürecinde elde edilen bilgileri ilişkilendirerek karar verme sürecidir. Katılımcılardan çizdikleri grafiğin kontrolünde ‘verimliliğin yok olma noktası’ teriminin tanımından yararlanmaları beklenmektedir. Bu aşamada hem tanımın doğru bir şekilde anlaşılıp anlaşılmadığı hem de doğru bir sonuç elde edilip edilmediği ortaya çıkacaktır. Elde edilen sonuç ile ‘verimliliğin yok olma noktası’ tanımında anlatılanlar uyuşmuyorsa katılımcılardan beklenen iki davranış söz konusudur. İlki, problem çözme sürecinin ilk adımı olan problemi anlama aşaması sorularına dönerek senaryoyu tekrar okumaktır. Katılımcıdan beklenen, anlamayla ilgili sorun olmadığını düşünüyorsa o hâlde plan yapma ve planı uygulama adımlarını kontrol ederek sonucunun doğruluğunu tekrar gözden geçirmesidir.

Tabloda aynı zamanda senaryoda verilen görevin yerine getirilmesi için ihtiyaç duyulabilecek belli başlı matematiksel bilgilere de yer verilmiştir. Senaryoda bahsi geçen ‘verimliliğin yok olma noktası’ ikinci türev testi yardımıyla elde edilen büyüklük ile ilgilidir. Katılımcının plan yapma sürecinde ‘verimliliğin yok olma noktası’ ile büküm noktasını ilişkilendirmesi beklenmektedir.

‘Geçmişten Günümüze Bebek Arabaları’ senaryosunda alınabilecek en yüksek puan problemi anlama için 6 puan, plan yapma için 2 puan, planını uygulama için 2 puan, kontrol için 2 puan olup toplamda 12 puandır. Performans görevine ilişkin katılımcılardan beklenen problem çözme davranışlarının yer aldığı tablo EK 6’ da sunulmuştur.

Şans Kapıyı Çalınca

Dördüncü performans görevi olan ‘Şans Kapıyı Çalınca’, ‘Geçmişten Günümüze Bebek Arabaları’ görevinin çözüm için kullanılması gereken matematiksel bilgiler anlamında dengidir. Senaryo 1997 – 2000 yılları arasında Türkiye’ de popüler olan bir yarışma programından yola çıkılarak kurgulanmıştır.

Tablo 3.6 Dördüncü performans görevinin çalışma kâğıdına yönelik açıklamalar

Beceriler	Becerilere Karşılık Gelen Sorular	İhtiyaç Duyulabilecek Matematiksel Bilgiler
Problemi Anlama	1. Eşref Bey’in yarışmadaki görevi ile üniversite öğrencisinin hangi görevi ilişkilendirilmiştir? 2. Üniversite öğrencisinin çalışması gereken sayfa sayısına bağlı olarak gereken zaman hakkında araştırma yapabilmek için hangi bilgiler verilmiştir? 3. Senaryoda size ne soruluyor?	Temel matematik bilgilerinin yanı sıra pratik çözümler üretebilmek için aşağıdaki türev bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır: • Fonksiyona ait büküm noktalarını bulur. • Bükeyliği bir grafik çizme aracı olarak kullanır. • Bir fonksiyona ait grafikte büküm noktalarını, konveks ve konkav olduğu aralıkları belirler. • Verilen bir fonksiyonun grafiğini çizebilir.
Plan Yapma	4. Soruyu çözmek için hangi matematiksel bilgileri nasıl kullanacağınıza yönelik planınızı adım adım açıklayınız.	
Planı Uygulama	5. Planınızı uygulayınız.	
Kontrol	6. Planınız sonucunda öğrencinin çalışma hızı ile ilgili elde ettiğiniz bilgilerin mantıklı olup olmadığını sorgulayınız. Kanıtlar sunarak açıklayınız. 7. Öğrencinin çalışma hızından yola çıkarak sınavına 5 saat kalmışken 15 sayfayı tamamlayabilmesi mümkün olacak mıdır? Açıklayınız.	

Çalışma kâğıdında yer alan ilk üç soru problemi anlama becerisini ölçmeye yönelik olarak sorulmuştur. Senaryoda bir yarışma karakterinin ve bir üniversite öğrencisinin görevleri açıklanmış ve ilk soruda her ikisinin görevlerinin ortak noktasının ne olduğu sorulmuştur. Katılımcılardan beklenen senaryodan elde ettikleri çıkarımlarla her iki görev arasındaki ilişkilendirmeyi yapabilmeleridir. İkinci soruda ise katılımcıların çözüm üretebilmeleri için gerekli olan bilgileri seçmeleri istenmiş olup üçüncü soruda ise bu bilgilerden yola çıkılarak senaryoda istenenin ne olduğu sorulmuştur.

Senaryoyla ilgili detayların anlaşılmasının ardından istenene ulaşmak için plan yapmaya ilişkin bir soru sorulmuştur. Katılımcıların bu soruyu yanıtlayabilmeleri için senaryodan seçtikleri çözüm için gerekli bilgileri sahip oldukları matematiksel bilgilerle ilişkilendirerek bir plan yapmaları beklenmektedir. Sonrasında ise adım adım yaptıkları planları işleme dökmeleri beklenmektedir. Katılımcıların temel matematik bilgilerinin yanı sıra özellikle ikinci türev testinin yorumuna sahip olmaları önemli olarak görülmektedir.

Son olarak kontrol becerisini ölçmeye yönelik olarak iki adet soru sorulmuştur. İlk soru ulaştıkları cevabın mantıklılığının sorgulanmasıyla ilgilidir. Katılımcıların problem çözme süreçlerini ve cevaplarını gözden geçirerek kontrol etmeleri ve doğru ve mantıklı olduğuna yönelik kanıt sunmaları beklenmektedir. İkinci kontrol sorusunda ise katılımcıların farklı durumlar üzerine yorum getirmeleri beklenmiştir.

‘Şans Kapıyı Çalınca’ performans görevinden alınabilecek en yüksek puan problemi anlama için 6 puan, plan yapma için 2 puan, planını uygulama için 2 puan, kontrol için 4 puan olup toplamda 14 puandır. Senaryoya ilişkin olarak öğretmen adaylarından beklenen problem çözme davranışlarının yer aldığı tablo EK 6’ da sunulmuştur.

Sıcaklık Kontrollü Seramik Kupa

‘Sıcaklık Kontrollü Seramik Kupa’ isimli performans görevi, piyasaya yeni bir ürün sürmek isteyen bir girişimciyi kâra geçirecek en iyi satış fiyatını ve bu fiyattan kaç adet ürün satılması gerektiğini bulmayı hedefleyen bir optimizasyon problemidir. Diğer rutin olmayan problem çözme senaryolarının aksine bu senaryoda katılımcıların üzerinde çalışabilecekleri bir fonksiyon sunulmamıştır. Katılımcıların senaryo metninde verilenlerden hareketle en iyi kâr fonksiyonunu kendilerinin oluşturmaları beklenmektedir. Fonksiyonu oluştururken piyasa talep eğrisi, kâr, maliyet, birim satış gibi kavramların tanımlarını araştırmaları gerekmele birlikte senaryoda sunulan piyasa talep eğrisi grafiğini de doğru bir şekilde yorumlayabilmeleri beklenmektedir.

Aşağıdaki tabloda senaryoya ait çalışma kâğıdında yer alan soruların Polya’nın hangi problem çözme becerisine karşılık geldiğinin, çözüm sürecinde hangi matematiksel bilgilere ihtiyaç duyulacağının bilgisi yer almaktadır.

Tablo 3.7 Beşinci performans görevinin çalışma kâğıdına yönelik açıklamalar

Beceriler	Becerilere Karşılık Gelen Sorular	İhtiyaç Duyulabilecek Matematiksel Bilgiler
Problemi Anlama	1.Senaryo neyle ilgilidir? Kısaca özetleyiniz. 2.Piyasa talep eğrisi nedir ve ne işe yarar? (1-2 cümleyle kısaca açıklayınız.) 3.Maliyet, birim satış ve kar nedir? (1-2 cümleyle kısaca açıklayınız.) 4. Senaryoda çözüm üretmeye yarayacak hangi bilgiler verilmiştir?	Temel matematik bilgilerinin yanı sıra pratik çözümler üretebilmek için aşağıdaki türev bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır: • Optimizasyon problemlerini çözmek için tüm türev bilgilerini kullanır.
Plan Yapma	Senaryoda verilen bilgileri nasıl kullanacaksınız? Planınızı adım adım açıklayınız.	• Optimize edecek fonksiyonu yazabilir.
Planı Uygulama	Planınızı uygulayın (İşlemlerinizi bu adımda yapın).	• Optimize edecek fonksiyonun mutlak ekstremumlarını bulabilir.
Kontrol	Elde ettiğiniz sonuç doğru ve mantıklı mı ? Senaryoyla ilişkilendirerek açıklayınız. (İşlemlerinizin sağlamasını yapın. Doğru ve mantıklı bir sonuç elde ettiğinizden nasıl emin olduğunuzu bu adımda açıklayın.)	

Tablo 3.7’ de görüldüğü üzere problemi anlama davranışına yönelik dört adet soru sorulmuştur. İlk soruda katılımcıların kendilerine verilen görevi tespit etmeleri beklenmektedir. Senaryodaki olay örgüsü girişimcinin piyasaya süreceği yeni üründen kâr etme amacı üzerine kurgulanmıştır. Katılımcıların kâr fonksiyonunu yazabilmeleri için yine senaryoda geçen bazı kavramları doğru anlamaları ve doğru yorum getirebilmeleri beklenmektedir. Örneğin piyasa talep eğrisi kavramının tanımı ve işlevi üzerine bir soru yer almaktadır. Katılımcılar başka kaynaklar üzerinden araştırma yapabilecekleri gibi senaryoda verilen piyasa talep eğrisini yorumlayarak da çıkarımlarda bulunabilirler. Bunun dışında maliyet, birim satış ve kâr kavramlarına aşina olsalar da bu kavramlar üzerine de araştırma yapmaları beklenmiştir. Sağlıklı bir çözüm sürecine başlanabilmesi için çözüme hizmet edecek tüm verilerin tam olarak anlaşılmasına yönelik çalışmalara yer verilmiştir.

Plan yapma aşamasına yönelik bir adet soru sorulmuştur. Katılımcılardan beklenen kendilerine verilen görevi yerine getirebilmeleri için senaryoda verilen bilgilerle sahip oldukları türev bilgilerini ilişkilendirerek bir plan yapmalarını sağlamaktır. ‘Sıcaklık Kontrollü Seramik Kupa’ senaryosu bir optimizasyon problemidir. Dolayısıyla katılımcıların bu

problemi çözüme ulaştırabilmesi için tüm türev bilgilerini kullanabilmeleri, optimize edecek fonksiyonu oluşturabilmeleri, bu fonksiyonun mutlak ekstremum noktalarını tespit ederek doğru bir şekilde yorum yapabilmeleri gerekmektedir.

Planlarını adım adım açıkladıktan sonra yapmış oldukları plana uygun olarak işleme dökme sürecine geçilmesi gerekmektedir. Bu adımda beklenen davranış, çözüme hizmet edecek doğru ve mantıklı bir şekilde yapılan plana riayet edilmesidir. Yapılan plandan bağımsız olarak gerçekleştirilen işlemler doğru sonuca ulaşırsa dâhi yeterli olarak görülmemektedir.

Son olarak ise katılımcıların problem çözme sürecini ve elde ettikleri sonucu gözden geçirerek ulaştıkları sonucun doğru ve mantıklı olup olmadığına karar vermeleri beklenmektedir. Kontrol aşamasına yönelik bir adet soru sorulmuştur. Bu adımda sonuçlarının doğruluğuna yönelik senaryodaki bilgilere referansta bulunarak ve matematiksel bilgilerini kullanarak kanıt getirmeleri beklenmektedir.

‘Sıcaklık Kontrollü Seramik Kupa’ performans görevinden alınabilecek en yüksek puan problemi anlama için 8 puan, plan yapma için 2 puan, planını uygulama için 2 puan, kontrol için 2 puan olup toplamda 14 puandır. Performans görevine ilişkin olarak katılımcılardan beklenen problem çözme davranışlarının yer aldığı tablo EK 6’ da sunulmuştur.

Ceviz Bahçesi

Altıncı performans görevi olan ‘Ceviz Bahçesi’, ‘Sıcaklık Korumalı Seramik Kupa’ görevinin çözüm için kullanılması gereken matematiksel bilgiler anlamında dengidir.

‘Ceviz Bahçesi’ isimli senaryo ceviz ticareti yapmak isteyen bir kişinin, üründen maksimum kâr elde edebilmesi için dönüm başına kaç ağaç dikmesi gerektiğini buldurmaya yarayan bir optimizasyon problemidir. ‘Sıcaklık Kontrollü Seramik Kupa’ görevinde olduğu gibi bu görevde de katılımcıların üzerinde çalışabilecekleri bir fonksiyon sunulmamıştır. Katılımcıların senaryo metninde verilenlerden hareketle en iyi kâr fonksiyonunu kendilerinin oluşturmaları beklenmektedir. Fonksiyonu oluştururken ceviz üreticisinden edinilen bilgilerin dikkate alınması gerekmektedir.

Aşağıdaki tabloda senaryoya ait çalışma kâğıdında yer alan soruların Polya'nın hangi problem çözme becerisine karşılık geldiğinin, çözüm sürecinde hangi matematiksel bilgilere ihtiyaç duyulduğunun bilgisi yer almaktadır.

Tablo 3.8 Altıncı performans görevinin çalışma kâğıdına yönelik açıklamalar

Beceriler	Becerilere Karşılık Gelen Sorular	İhtiyaç Duyulabilecek Matematiksel Bilgiler
Problemi Anlama	1.Senaryodaki problem nedir? (Bir cümleyle açıklayınız.) 2.Senaryoda <u>problemi çözmeye yarayacak</u> hangi bilgiler verilmiştir?	Temel matematik bilgilerinin yanı sıra pratik çözümler üretebilmek için aşağıdaki türev bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır: Optimizasyon problemlerini çözmek için tüm türev bilgilerini kullanır.
Plan Yapma	Problemi çözmek için <u>hangi</u> matematiksel bilgileri <u>neden</u> tercih ettiğinizi açıklayınız.	Optimize edecek fonksiyonu yazabilir.
Planı Uygulama	Problemi çözün. (İşlemlerinizi bu adımda yapın.)	Optimize edecek fonksiyonun mutlak ekstremumlarını bulabilir.
Kontrol	Elde ettiğiniz sonucun doğru olduğunu nasıl kanıtlarsınız? Açıklayınız.	

Tablo 3.8' de görüldüğü üzere problemi anlama becerisini test etmeye yönelik iki adet soru sorulmuştur. İlk soruda senaryodaki problem durumunun bir cümleyle ifade edilmesi beklenmektedir. Bir cümleyle kısıtlanmasının nedeni senaryodaki ifadelerin doğrudan kullanılmasını engelleyerek katılımcıların kendi özgün cümlelerini kullanmalarını sağlamaktır. İkinci soruda ise problem durumunun tespit edilmesinin ardından bu problemi çözmeye yarayacak bilgilerin tespit edilmesini sağlamaktır.

Problemi çözmeye yarayacak verilerin tespit edilmesinden sonra bu verilerle çözüm için gerekli matematiksel bilgilerin ilişkilendirilerek problem çözme planının yapılması beklenmektedir. 'Ceviz Bahçesi' senaryosu bir optimizasyon problemidir. Dolayısıyla katılımcıların bu problemi çözüme ulaştırabilmesi için tüm türev bilgilerini kullanabilmeleri, optimize edecek fonksiyonu oluşturabilmeleri, bu fonksiyonun mutlak ekstremum noktalarını tespit ederek doğru bir şekilde yorum yapabilmeleri gerekmektedir. Adım adım planlamanın yapılmasının ardından planı işleme dökülmesi beklenmektedir. Planın uygulanması aşamasında plana uygun hareket edilmesi önem arz etmektedir.

Son olarak ise katılımcıların elde ettikleri sonucun doğruluğunu ve mantıklı oluşunu kanıtlaması gerekmektedir. Kontrol aşamasından alternatif çözüm yolları tercih edilerek ilk çözüm yoluyla elde ettikleri sonucun aynı olup olmadığını karşılaştırmaları gerekmektedir.

‘Ceviz Bahçesi’ performans görevinden alınabilecek en yüksek puan problemi anlama için 4 puan, plan yapma için 2 puan, planını uygulama için 2 puan, kontrol için 2 puan olup toplamda 10 puandır. Göreve ilişkin katılımcılardan beklenen problem çözme davranışlarının yer aldığı tablo EK 6’ da sunulmuştur.

Independenta Faciası

‘Independenta Faciası’ isimli performans görevi, 1979 yılında İstanbul Boğazı’nda meydana gelen bir deniz kazasını konu edinmektedir. Senaryo metninde deniz kazasının nasıl gerçekleştiği ve kazanın sebebiyet verdiği olumsuzluklar sayısal verilerle açıklanmaktadır. *Independenta* olayı ve beraberinde getirdikleri üzerine detaylı açıklama yapılmasının nedeni bir su kalite kontrol ajansının, deniz taşımacılığı açısından oldukça yoğun bir trafiğe sahip olan boğazlarda meydana gelebilecek olası risklerin önlenmesine ve var olan kirliliğin ortadan kaldırılmasına dikkat çekerek denizcilikle uğraşan şirketlerin katkılarıyla bir bütçe oluşturmak istemesidir. Ajans, temizlenen atık yüzdesine göre ihtiyaç duyulacak bütçeyi modellemiştir. Bu modeli kullanarak da denizcilikle uğraşan şirketlere sunum yaparak onları ikna etmek istemektedir. Katılımcılardan beklenen, ajansının modelini dikkate alarak sunumda kullanılacak grafiği çizmeleridir.

Aşağıdaki tabloda senaryoya ait çalışma kâğıdında yer alan soruların Polya’nın hangi problem çözme becerisine karşılık geldiğinin, çözüm sürecinde hangi matematiksel bilgilere ihtiyaç duyulacağının bilgisi yer almaktadır.

Tablo 3.9 Yedinci performans görevinin çalışma kâğıdına yönelik açıklamalar

Beceriler	Becerilere Karşılık Gelen Sorular	İhtiyaç Duyulabilecek Matematiksel Bilgiler
Problemi Anlama	1.Su kalite kontrol ajansının amacı nedir? 2.Aşağıda grafik çizerken ihtiyaç duyacağınız metinden alınmış bilgiler yer almaktadır. Bu bilgilerin karşılıklarına açıklamalarını yazınız. $P(x)$: x: $0 \leq x < 1$:	Temel matematik bilgilerinin yanı sıra pratik çözümler üretebilmek için aşağıdaki türev bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır: Grafik çizme yönteminin uygulanması gerekmektedir. Fonksiyon incelenir (tanım kümesi, kesme noktaları, varsa asimptotları bulunur.)
Plan Yapma	3.Yukarıda açıklamalarını yaptığınız bilgileri kullanarak grafiği nasıl çizeceğinizi adım adım açıklayınız.	Birinci türev testi uygulanır (bölüntü sayıları ve kritik değerleri bulunur. İşaret çizelgesi oluşturulur ve fonksiyonun arttığı azaldığı aralıklar belirlenir. Yerel max ve min noktalar bulunur.)
Planı Uygulama	4.Grafiğinizi çiziniz.	İkinci türev testi uygulanır. (Bölüntü sayıları bulunur. Konveks ve konkav aralıklar belirlenir.)
Kontrol	5.Çizdiğiniz grafiğin doğru olduğundan nasıl emin olabilirsiniz? Çizdiğiniz grafiği yorumlayarak gerekçeleriyle açıklayınız.	Yukarıdaki bilgiler kullanılarak fonksiyonun grafiği çizilir.

Tablo 3.9’ da görüldüğü üzere problemi anlama becerisini test etmeye yönelik iki adet soru sorulmuştur. İlk soruda senaryoya göre su kalite kontrol ajansının amacı sorulmaktadır. Bu soru kritik öneme sahiptir. Çünkü bu senaryo diğerlerine kıyasla çok fazla sayısal veri içermektedir. Katılımcıların sadece ihtiyaç duyulan bilgileri seçerek diğer sayısal verilerden arındırmaları beklenmektedir. İkinci soruda ise grafik çizerken ihtiyaç duyacakları verilerin senaryoda nasıl tanımlandığını anlamaları beklenmektedir. Örneğin, $P(x)$ fonksiyonunun senaryodaki hangi kavramı temsil ettiğinin belirlenmesi ya da senaryoda verilen aralığın karşılığının ne olduğunun tespit edilmesi önem arz etmektedir.

Problemi çözmeye yarayacak verilerin tanımlanmasından sonra bu verilerle çözüm için gerekli matematiksel bilgilerin ilişkilendirilerek problem çözme planının yapılması beklenmektedir. ‘Independenta Faciası’ senaryosunda matematik alan bilgisi olarak bir fonksiyonun grafiğini çizebilmek ve yorumlayabilmek oldukça önemlidir. Dolayısıyla planlama yapılırken katılımcıların grafik çizme sürecine hâkim olmaları, hangi grafik çizme

adımını neden gerçekleştirdiklerini bilmeleri gerekmektedir. Adım adım planlamanın yapılmasının ardından planı işleme dökülmesi beklenmektedir. Planın uygulanması aşamasında plana uygun hareket edilmesi önem arz etmektedir.

Son olarak ise katılımcıların çizdikleri grafiğin doğruluğunu ve mantıklı oluşunu kanıtlaması gerekmektedir.

‘Independenta Faciası’ performans görevinden alınabilecek en yüksek puan problemi anlama için 4 puan, plan yapma için 2 puan, planını uygulama için 2 puan, kontrol için 2 puan olup toplamda 10 puandır. Senaryoya ilişkin katılımcılardan beklenen problem çözme davranışlarının yer aldığı tablo EK 6’ da sunulmuştur.

Hatırlama Testi

Sekizinci ve son performans görevi olan ‘Hatırlama Testi’, ‘Independenta Faciası’ görevinin çözüm için kullanılması gereken matematiksel bilgiler anlamında dengidir.

‘Hatırlama Testi’ isimli senaryo bir psikoloji sınıfında öğrenim görmekte olan öğrencilerle yapılan bir deneyi konu edinmektedir. Yapılan deneysel çalışmaya göre öğrencilere 30 kelimeden oluşan bir liste sunulmakta ve bir günlük süre boyunca ezberlemeleri istenmektedir. Ezberleme işlemi sona erdikten sonra kelime listesi öğrencilerden alınarak 30 gün boyunca her gün akıllarında kalan kelimeleri listelemeleri beklenmektedir. Bu arada 30 gün boyunca öğrencilerin hatırladıklarını yazdıkları her bir listenin ortalaması alınıyor ve bir eşitlik elde ediliyor. Katılımcılardan beklenen, öğrencilerin hatırlama ortalamalarını veren grafiği çizerek yorum getirmeleridir.

Aşağıdaki tabloda senaryoya ait çalışma kâğıdında yer alan soruların Polya’nın hangi problem çözme becerisine karşılık geldiğinin, çözüm sürecinde hangi matematiksel bilgilere ihtiyaç duyulacağının bilgisi yer almaktadır.

Tablo 3.10 Sekizinci performans görevinin çalışma kâğıdına yönelik açıklamalar

Beceriler	Becerilere Karşılık Gelen Sorular	İhtiyaç Duyulabilecek Matematiksel Bilgiler
Problemi Anlama	1. Psikoloji sınıfındaki öğrencilerle nasıl bir deney yapıldığını kendi ifadelerinizle bir cümleyle kısa ve net bir şekilde açıklayınız. 2. Senaryoda verilen eşitlik neyle ilgilidir? 3. '≥ 1' aralığı neyi ifade etmektedir? 4. Öğrencilerin hatırlama ortalamalarını veren grafiği çizmek için senaryoda verilen bilgilerden hangilerini kullanmak gereklidir? Açıklayınız.	Temel matematik bilgilerinin yanı sıra pratik çözümler üretebilmek için aşağıdaki türev bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır: Grafik çizme yönteminin uygulanması gerekmektedir. Fonksiyon incelenir (tanım kümesi, kesme noktaları, varsa asimptotları bulunur.)
Plan Yapma	5. Sizden istenen grafiği çizmek için <u>hangi</u> matematiksel bilgileri <u>neden</u> ve <u>nasıl</u> kullanacağınıza yönelik bir plan yapınız.	Birinci türev testi uygulanır (bölüntü sayıları ve kritik değerleri bulunur. İşaret çizelgesi oluşturulur ve fonksiyonun arttığı azaldığı aralıklar belirlenir. Yerel max ve min noktalar bulunur.)
Planı Uygulama	6. Planınızı işleme dökün.	
Kontrol	7. Grafiğinizin doğru ve mantıklı olduğundan nasıl emin olabilirsiniz? Senaryodaki bilgileri de kullanarak açıklayınız.	- İkinci türev testi uygulanır. (Bölüntü sayıları bulunur. Konveks ve konkav aralıklar belirlenir.) - Yukarıdaki bilgiler kullanılarak fonksiyonun grafiği çizilir.

Tablo 3.10' a göre problemi anlama becerisine yönelik dört adet soru sorulmuştur. Bu sorulardan ilkinde psikoloji öğrencilerinin yaptığı deneysel çalışmayı kendi ifadeleriyle kısa ve net bir şekilde açıklamaları beklenmektedir. Sonrasında ise senaryoda yer alan matematiksel ifadelerin karşılığının açıklanması beklenmektedir. Bu performans görevinde katılımcılardan beklenen hatırlanan kelime ortalaması grafiğinin çizilerek yorumlamalarıdır. Bunun için gerekli olan bilgilerin senaryodan tespit edilmesi de problemi anlama aşamasında sergilenmesi gereken davranışlar arasında yer almaktadır.

Plan yapma aşamasında grafiği çizmek için senaryodaki gerekli verileri hangi matematiksel bilgilerle ilişkilendireceklerini, hangi matematiksel bilgileri neden ve nasıl kullanacaklarına yönelik planlamalarını yapmaları beklenmektedir. Adım adım yapılan planlamanın ardından planın uygulanması aşamasına geçilmesi gerekmektedir.

Son olarak bütün performans görevlerinde olduğu gibi burada da elde edilen sonucun ve problem çözme sürecinin gözden geçirilmesi gerekmektedir. Burada da elde ettikleri grafiğin doğru ve mantıklı olup olmadığının, senaryoda verilenlere uygun olup olmadığının kanıtlanması gerekmektedir. Kanıtlama sürecinin senaryodaki bilgilerin de kullanılarak yapılması gerekmektedir.

‘Hatırlama Testi’ performans görevinden alınabilecek en yüksek puan problemi anlama için 8 puan, plan yapma için 2 puan, planını uygulama için 2 puan, kontrol için 2 puan olup toplamda 14 puandır. Senaryoya ilişkin katılımcılardan beklenen problem çözme davranışlarının yer aldığı tablo EK 6’ da sunulmuştur.

3.4.2. Problem çözme becerileri testi

Araştırmacı tarafından üniversite öğrencilerinin problem çözme becerilerini değerlendirmek amacıyla dört adet rutin olmayan problemten oluşan test geliştirilmiştir. Testte yer alan problemler açık uçlu olarak geliştirilmiştir. Geliştirilen problem çözme becerileri testi, hem ön test hem de son test olarak kullanılmıştır.

Açık uçlu sorularda öğrenci cevabı kendisi yapılandırmakta, cevabının gerekçelerini açıklama fırsatı bulmakta ve düşüncelerini daha özgür bir şekilde ifade edebilmektedirler (Gronlund, 1998; akt. İlhan, 2016). Açık uçlu maddeler bu yönüyle; problem çözme, problemleri organize etme, yeni ve orijinal fikirler üretme, fikirleri değerlendirme, bilgileri değişik durumlarda işe koşma, neden-sonuç ilişkileri kurma, genellemeler yapma, hipotez üretme, alternatifler arasında karşılaştırmalar yaparak bir yargıya varma gibi üst düzey becerilerin ölçülmesi için en uygun soru türüdür (Tan ve Erdoğan, 2004; akt. İlhan, 2016).

Testte yer alan senaryoların geliştirilmesinde performans görevlerindeki senaryolarda izlenen aşamalar takip edilmiştir. Tek fark, problem çözme becerileri testinde süre sıkıntısı olacağından daha kısa senaryolar tercih edilmiştir.

Testin geliştirilmesinden sonra alanında uzman iki kişiden görüş alınmıştır. Uzmanlardan birinin lisans eğitimi matematik eğitimi üzerineyken lisansüstü eğitimi ölçme ve değerlendirme üzerinedir. Diğer uzmanın ise hem lisans hem de lisansüstü eğitimi matematik eğitimi üzerinedir. Her bir uzmana problem çözme becerileri testi ve EK 11’ de sunulmuş olan

problem senaryolarını değerlendirme formu gönderilmiştir. Bu form aracılığıyla uzmanlardan alınan dönütler neticesinde şu değişiklikler yapılmıştır:

- Problemlerde kullanılan dil daha sade ve anlaşılır hâle getirilmiştir.
- Her bir problem senaryosunun altında yer alan sorular daha anlaşılır bir formata dönüştürülmekle birlikte Polya'nın problem çözme sürecine hizmet edecek şekilde düzenlenmiştir.

Toplam dört adet açık uçlu rutin olmayan problemden oluşan test İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bölümü 4.sınıfta eğitimine devam eden 26 öğrenciye uygulanmıştır. İlk etapta test için herhangi bir süre belirtilmemiştir. Süreç sonunda tüm testin yaklaşık 75 dakikada tamamlandığı görülmüştür. Testte toplamda dört adet rutin olmayan problem, her bir problemin altında ise Polya'nın problem çözme modelini yansıtan beş soru bulunmaktadır. Testteki ilk iki soru Polya'nın problemi anlama davranışına ilişkin sorulmuştur. Bunlar;

1. Yukarıda yer alan problem senaryosunda size ne soruluyor? Kendi ifadelerinizle açıklayınız.
2. Problemi çözebilmek için senaryodaki hangi bilgileri kullanmalısınız?

Problemi anlamaya yönelik sorular sorulduktan sonra problemin çözümü için bir plan yapma aşamasına geçilmiştir. Bu aşamanın sorusu, 'Problemi çözebilmek için hangi matematiksel bilgileri nasıl kullanacağınıza yönelik planınızı adım adım yazınız.' şeklindedir. Daha sonraki aşama ise seçilen planın uygulanması şeklindedir ve soru karşılığı ise, 'Planınızı işleme dökünüz.' şeklindedir. Son soru ise sürecin ve sonucun gözden geçirilmesini gerektiren 'Kontrol etme' aşaması ile ilgilidir. Bu aşamayla ilgili olarak, 'Elde ettiğiniz sonucun doğru ve mantıklı olduğunu nasıl kanıtlarsınız?' sorusu yöneltilmiştir.

Pilot uygulamadan elde edilen veriler neticesinde teste son hâli verilmiş olup ekte sunulmuştur. İlaveten pilot uygulama sürecinde problem çözme becerileri testinde ek bir soru olarak altıncı soru sorulmuş ve öğrencilere 'problemi çözemediğinizi düşünüyorsanız nedeni ne olabilir? Açıklayınız.' sorusu yöneltilmiştir. Bu sorunun sorulma nedeni bazı durumlarda çeşitli sebeplerden dolayı problem çözme süreci başlamadan sona erebilmektedir. Dolayısıyla soruların tamamen boş bırakılması olasılığına karşılık boş bırakılma nedeninin anlaşılabilmesi için bu ek sorunun yer alması uygun görülmüştür.

Performans görevleriyle Problem Çözme Becerileri Testinde yer alan sorular hem problem çözme becerileri hem de kullanılabilecek matematiksel bilgiler anlamında birbirinin dengidir. Bu özelliklerinden dolayı katılımcıların hangi beceriyi ne derecede geliştirdiğini gözlemlemek ve matematiksel bilgileri kullanmadaki gelişimlerini gözlemlemek kolay bir hâle gelmiştir. Aşağıdaki tabloda testte yer alan her bir problem senaryosunun performans görevi karşılığı yer almaktadır.

Tablo 3.11 PÇBT’ de yer alan senaryoların performans görevi karşılıkları

PÇBT Senaryolar	Performans Görevi Karşılığı
Birinci Problem Senaryosu	Sıcaklık Korumalı Seramik Kupa Ceviz Bahçesi
İkinci Problem Senaryosu	Geçmişten Günümüze Bebek Arabaları Şans Kapatı Çalınca
Üçüncü Problem Senaryosu	Independenta Faciası Hatırlama Testi
Dördüncü Problem Senaryosu	Doğa Dostu Aloha Maoliler Eklem Ağrılarına Çare

Hem Problem Çözme Becerileri Testinde yer alan senaryoların hem de performans görevlerindeki senaryoların her birinde Polya’ nın problem çözme becerilerinin tamamı bulunmaktadır. Daha önce ‘Performans görevleriyle ilgili açıklamalar’ başlığı altında senaryolara çözüm üretebilmek için gerekli olan matematiksel bilgiler de verilmişti. Dolayısıyla bir katılımcı ön teste göre son testte puanlarını anlamlı bir şekilde artırmışsa performans görevlerindeki rutin olmayan senaryoların ve çalışma kâğıtlarının işe yaradığı anlamına gelmektedir.

Bir katılımcının testte yer alan problem senaryosunda yetersiz bir performans sergilemesinin iki nedeni olabilir. İlki çözüm için ihtiyaç duyulacak matematiksel bilgilerde yetersiz olması ikincisi ise aşamalı olarak problem çözme becerilerini sergileme konusunda yetersiz olmasıdır. Örnek vermek gerekirse bir katılımcı testte yer alan birinci problem senaryosunda düşük bir performans sergiliyorlarsa birinci nedeni gerekli matematiksel bilgileri unutması ya da senaryoya entegre edememesi olabilir. Yani katılımcı problemi

anlama aşamasını başarıyla tamamlasa bile alan bilgisinde yetersiz ise ikinci aşama olan plan yapma aşamasında başarısız olacağından problem çözme süreci burada sona erecektir.

3.4.3. Görüşme soruları

Uygulama sürecinin sona ermesinin ardından çevrimiçi PDÖ süreciyle ilgili katılımcıların görüşlerini almak için araştırmacı tarafından geliştirilmiş görüşme soruları yöneltilmiştir. Uygulamanın gerçekleştirildiği tarihlerde ders süreci zorunlu olarak çevrimiçi gerçekleştirildiğinden dolayı katılımcıların görüşme sorularına yazılı olarak cevap vermeleri istenmiştir.

Görüşme soruları beş kategori altında toplanmıştır. Bunlar; kullanılan yönteme yönelik, ders yapma sürecine yönelik, kullanılan materyallere yönelik, eğitime yönelik ve son olarak katılımcıların sergilediği davranışlara yöneliktir. Kullanılan görüşme soruları aşağıdaki gibidir:

Yönteme ilişkin sorular

İlk bölümde katılımcıların çevrimiçi PDÖ sürecine yönelik görüşleri sorulmuştur. Yöntemin matematik derslerine uygunluğu, geleneksel yöntemle karşılaştırılması, her iki yöntemin sağladığı avantaj ve dezavantajlarla, yöntemlerin benzerlikleri ve farklılıklarına yönelik görüşlerini almak amaçlanmıştır. Bu kapsamda yöneltilen sorular şu şekildedir:

1. Sizce matematik derslerinde Probleme Dayalı Öğrenme yöntemi kullanılmalı mı? Nedenleriyle açıklayınız.
2. Türevi üniversite birinci sınıf Analiz 1 dersinde de görmüştünüz. Şimdi de aynı konuları PDÖ yöntemiyle işlediniz. Hangi derste daha çok öğrendiğinizi ve kendinizi geliştirdiğinizi düşünüyorsunuz? Neden?
3. Birinci sınıf Analiz 1 dersini ve problem senaryolarıyla işlenen analiz dersini karşılaştırmak gerekse;
 - a. Her iki ders için benzerlikler nelerdir? Farklılıklar nelerdir?
 - b. Birinci sınıftaki Analiz 1 dersinin avantajları nelerdi? Dezavantajları nelerdi?

- c. Problem senaryolarıyla işlenen dersin avantajları nelerdi? Dezavantajları nelerdi?

Çevrimiçi PDÖ yöntemiyle yapılan ders sürecine ilişkin sorular

Çevrimiçi PDÖ süreci takip eden başlıkta yer alan Tablo 3.13' te yer almaktadır. Katılımcıların tabloda yer alan süreç hakkındaki görüşleri merak edilmiştir ve şu soru yöneltilmiştir:

1. Ders yapma sürecinde neler farklı yapılıyorsa sizin için daha öğretici olurdu ve problem çözme becerilerinizi geliştirici olurdu? Nedenleriyle birlikte açıklayınız.

Kullanılan materyallere ilişkin sorular

Katılımcıların performans görevleriyle ilgili düşüncelerini öğrenmek amacıyla sorulmuştur. Amaç performans görevlerinin katılımcıların problem çözme becerileri üzerindeki etkilerini kendi perspektiflerinden öğrenmektir. Bu çerçevede şu sorular yöneltilmiştir:

1. Derslerde kullanılan problem senaryolarının problem çözme becerilerinizi geliştirdiğini düşünüyor musunuz? Nedenleriyle birlikte açıklayınız. (problem çözme becerileri; okuduğunu anlama, problemi nasıl çözeceğini belirleme (plan yapma), planını uygulayarak işleme dökme, elde ettiğin sonucun doğru ve mantıklı olmasına ilişkin kanıtlar sunma, alternatif çözüm yolları geliştirme vs.)
2. Problem senaryolarıyla çalışırken hangi sorulara yanıt aramak seni zorladı? Neden?

Eğitmenin üstlendiği role ilişkin sorular

Eğitmenin çevrimiçi PDÖ sürecinde üstlendiği role ilişkin görüşlerin alınması amacıyla sorulmuştur. Sorulan sorular şu şekildedir:

1. Eğitmenin dersi yönetme süreciyle ilgili görüşleriniz nelerdir?
2. Eğitmenin dersi yönetme süreciyle ilgili olarak farklı olsaydı daha verimli olurdu dediğiniz konular nelerdir?

Katılımcıların uygulama sürecinde sergiledikleri davranışlara ilişkin sorular

Katılımcıların özellikle ön teste yer alan altıncı soruya, problemlere çözüm üretememe nedeni olarak ezbere başvurdıklarını ve kısa bir zaman diliminde edindiklerini unutmasından yola çıkarak onları ezbere iten sebeplerin öğrenilmesi de problem çözme becerilerinin geliştirilmesi açısından önemli görülmüş olup görüşme sorularına eklenmiştir. Bu çerçevede sorulan sorular şu şekildedir:

1. Matematik konularına çalışırken ezber yapar mısınız? Yanıtınız evetse;
 - a. Hangi koşullar altında ezber yapmayı tercih ediyorsunuz? Açıklayınız.
 - b. İlköğretimden şimdiki sınıf seviyenize kadarki matematik derslerini düşündüğünüzde hangi konuları ezberleme ihtiyacı hissettiniz? Açıklayınız.
2. Derste işlediğiniz matematik konularını kolayca unutur musunuz? Yanıtınız evetse;
 - a. Ne kadar sürede unutursunuz? Açıklayınız.

3.5. Veri Toplama Süreci

Bu çalışma 2022-2023 eğitim-öğretim yılının güz ve bahar döneminde, Ankara ilinde bulunan bir üniversitenin eğitim fakültesinin İlköğretim Matematik Öğretmenliği bölümünde eğitimine devam eden ikinci ve üçüncü sınıf öğrencileri ile yürütülmüştür. Aşağıdaki tabloda veri toplama süreci kısaca açıklanmıştır.

Tablo 3.12 Araştırmanın veri toplama süreci

	Kasım 2022	Şubat 2023	Mart 2023	Nisan 2023	Mayıs 2023	Haziran 2023
Deney ve kontrol grubuna PÇBT ön testinin uygulanması	X					
Deney grubuna PDÖ yönteminin uygulanması		X	X	X	X	
Deney grubunun PDÖ sürecine yönelik görüşme sorularını yanıtlaması					X	
Deney ve kontrol grubuna problem çözme becerileri son testinin uygulanması						X

Veri toplama sürecinin bir kısmı yüzyüze gerçekleşirken bir kısmı ise çevrimiçi olarak gerçekleştirilmiştir. Problem çözme becerileri ön ve son testi yüzyüze gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın katılımcılarına ilk olarak problem çözme beceri seviyelerini belirlemek amacıyla Kasım 2022’ de Problem Çözme Becerileri Ön Testi uygulanmıştır. Testin uygulanması 1 hafta sürmüştür. İkinci sınıflardan 15 öğrenciye (deney grubu), üçüncü sınıflardan ise 26 öğrenciye (kontrol grubu) programlarının uygun olduğu gün ve saatlerde test uygulanmıştır. Testlerin uygulanması için verilen süre 75 dakika olup ön test sınıf ortamında yüzyüze uygulanmıştır.

Ön testin uygulanmasının ardından verilerin analizi yapılmıştır. Deney grubundan 14, kontrol grubundan ise 22 katılımcının test sonuçları çalışmaya dâhil edilmiştir. Ön testin analiz edilmesiyle birlikte deney ve kontrol grubunun yetersiz olduğu problem çözme becerileri ve alan bilgisi konuları tespit edilmiş olup deney grubu için performans görevlerinde gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

2022-2023 eğitim-öğretim yılının bahar döneminde eğitim, Kahramanmaraş merkezli depremden dolayı zorunlu olarak çevrimiçi olarak gerçekleştirildiğinden, PDÖ yönteminin uygulanması sürecinde performans görevlerinden elde edilen veriler ve görüşme sorularının yanıtlanması ise çevrimiçi olarak gerçekleştirilmiştir. PDÖ yöntemiyle eğitim sürecine 24 Şubat 2023 tarihinde başlanmış olup süreç 5 Mayıs 2023 tarihinde sona ermiştir. Toplam 11 haftalık süreçte (çevrimiçi eğitim ortalama 840 dakika, öğrencilerin ders dışı araştırmaları için verilen süre haftalık olarak yaklaşık 4 gün) PDÖ yönteminin ilkeleri doğrultusunda deney grubunun problem çözme becerilerinin gelişimine odaklanılmış olup alan bilgisiyle ilgili eksiklerin ve yanlış anlaşılımların giderilmesi üzerine de çalışılmıştır. Çevrimiçi PDÖ süreciyle ilgili detaylar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 3.13 Çevrimiçi PDÖ süreci

Ders Öncesi	1. Deney grubuna problem senaryosunun ve çalışma kâğıtlarının ÖYS (Öğrenci Yönetim Sistemi) üzerinden ulaştırılması 2. Deney grubunun araştırma yapması için süre verilmesi (Yaklaşık 4 gün) 3. Deney grubunun çalışma kâğıtlarının araştırmacı tarafından incelenmesi (Yaklaşık 2 gün) 3.1.Konu eksikliklerinin belirlenmesi 3.2.Kavram yanlışlarının tespiti 3.3.Senaryoyla ilgili yanlış anlaşılmanın tespit edilmesi 3.4.Zorlanılan problem çözme becerilerinin tespit edilmesi
Ders Süreci	4. Senaryolar üzerine tartışmanın gerçekleştirilmesi 5. Bir sonraki senaryonun tanıtılması
Ders Sonrası	6. Deney grubunun gelişimine yönelik ihtiyaç varsa sonraki senaryonun çalışma kâğıdında gerekli değişikliklerin yapılması 7. Araştırmacının sonraki senaryoyu ÖYS' ye yüklemesi 8. Araştırmacının çevrimiçi derste kullanılan tahtayı (Microsoft Whiteboard) ve ders kaydını ÖYS' ye yüklemesi

Bu araştırmanın amacı ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının rutin olmayan problem çözme becerilerini geliştirmektir. Araştırmanın planlanmasında türevin uygulamaları konusunda eksikliklerin, kavram yanlışlarının giderilmesi sağlanarak katılımcıların bu konuda uzmanlaşması yer almamaktaydı. Fakat ilgili literatür ışığında bireylerin alan bilgisindeki uzmanlıklarının problem çözme süreçlerini etkileyen önemli bir faktör olduğu yadsınmaz. Bunun yanı sıra deney ve kontrol grubunun ön test analizleri incelendiğinde ilgili konuda yetersiz oldukları aşıkardır. Nitekim problem çözme süreçleri 'çözüm üretmek için plan yapma' aşamasında sona ermekteydi. Dolayısıyla problem çözme becerilerinin gelişimini sağlamak amacıyla türev konusunda uzmanlaşmaları da elzem görülmüş olup haftalık olarak her bir katılımcı özelinde geliştirilmesi gereken problem çözme becerilerinin yanı sıra türev konusuna yönelik eksikliklerin ve kavram yanlışlarının giderilmesi de ikinci bir hedef haline gelmiştir.

Çevrimiçi PDÖ süreci Microsoft Teams üzerinden gerçekleştirilmiştir. Uygulama esnasında senaryolar üzerindeki tartışmalar katılımcıların çalışma kâğıtları üzerinden

gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada katılımcının bilgisayar ekranını paylaşması istenerek problem çözme sürecini nasıl yürüttüğünü açıklaması istenmiştir. Derste bulunan katılımcılardan aynı ve karşıt görüşe sahip olanların açıklamaları da dinlenmiştir. Bu süreçte eğitimci rolünü üstlenen araştırmacı sorularıyla süreci yönetmiştir. Katılımcı tartışmalarının tamamlanmasının ardından eğitimci gerçekleştirilen tartışmaların kısa bir özetini yaparak, problem senaryosuna çözüm üretme sürecinde doğru ve mantıklı bir yaklaşımın nasıl olması gerektiğine yönelik açıklamalarını yapmıştır. Bu süreçte doğru ve mantıklı bir sonuç elde edemeyen katılımcıların neden böyle bir sonuç elde ettiği de yine kendi çalışma kâğıtları üzerinden açıklanmıştır. Bu aşamada konuyla ilgili eksikliklerin ve yanlışların giderilmesi sağlanmıştır. Dersin sonlarına doğru katılımcılara sonraki senaryo tanıtılarak ders süreci sonlandırılmıştır.

Ders sonrası süreçte eğitimcinin görevleri devam etmektedir. O gün ki çevrimiçi dersten tespit ettikleri çerçevesinde katılımcıların problem çözme becerileri ve alan bilgisindeki gelişimine yönelik ihtiyaç varsa sonraki performans görevinin çalışma kâğıdında güncellemeler yapması gerekmektedir. Nitekim ‘Veri Toplama Araçları’ başlığı altında görüldüğü üzere bazı performans görevlerinin çalışma kâğıtlarına ek sorular ilave edilmiştir. Ya da ‘problemi anlama’ aşamasında kendini özgün ifadelerle açık ve net bir şekilde ifade etme davranışında zorluklar yaşandığı tespit edilmişse ek problemi anlama soruları ilave edilmiştir.

Ders sonrası süreçte eğitimcinin derste kullanılan tüm materyalleri ve ders kaydını ÖYS’ ye yüklemesi önemlidir. Çünkü süreç içerisinde çeşitli sebeplerle aktif bir şekilde çevrimiçi derslere senkron katılım gösteremeyen katılımcıların süreci asenkron takibi için önemlidir.

Tablo 3.13’ te yer alan süreç döngüsel olarak 11 hafta boyunca tekrarlanmıştır. 11 hafta boyunca deney grubunun görevler üzerindeki araştırmaları her hafta detaylı bir şekilde analiz edilerek konu eksikliklerinin giderilmesi ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu süreçte kişiye özgü dönütler verilmiştir.

Veri toplama araçlarından performans görevleri ve görüşme sorularının yer aldığı form deney grubuna üniversitenin kullandığı dijital bir platform olan ÖYS üzerinden ulaştırılmıştır. Deney grubu da aynı sistem üzerinden çalışmalarını araştırmacıya ulaştırmıştır.

Tekrar Tablo 3.12' nin açıklamasına dönmek gerekirse, PDÖ yöntemiyle eğitim sürecinin tamamlanmasının ardından deney grubuna görüşme soruları yöneltilmiştir. 05.05.2023 – 19.05.2023 tarihleri arasında deney grubuyla görüşme soruları üzerine çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Görüşme sorularıyla veri toplama süreci 2 hafta sürmüştür. Deney grubuna çevrimiçi eğitim sürecinde PDÖ yöntemine, ders işleme sürecine, süreçte kullanılan materyallere ve eğitime ilişkin sorularla birlikte katılımcıların sıklıkla sergilediği davranışlara (ezber yapma, öğrenilenleri çabuk unutma) yönelik sorular yöneltilmiştir. Görüşme sorularından elde edilen veriler çevrimiçi olarak toplanmıştır. Görüşme soruları formu ÖYS' ye yüklenmiştir. Deney grubunun cevaplama için 4 günlük süre verilmiştir. Ardından gelen 2 günlük süreçte görüşme sorularının kısa bir analizi yapılmış olup eksik görülen hususlar araştırmacı tarafından tekrar çevrimiçi olarak katılımcılara yöneltilmiş olup süreç tamamlanmıştır.

Son olarak ise Haziran 2023' te deney ve kontrol grubuna Problem Çözme Becerileri Son Testi uygulanmıştır. Sınıf ortamında yüzyüze uygulanan test final haftasında katılımcıların sınav programlarının uygun olduğu tarih ve saatlerde gerçekleştirilmiş olup son test için verilen süre 75 dakikadır.

3.6. Verilerin Analizi

İlköğretim matematik öğretmenliği öğrencilerinin problem çözme becerilerinin geliştirilmesi amacıyla yapılan bu araştırmanın veri analizi bölümü üç aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar aşağıda ilgili başlıklarda detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

3.6.1. Problem çözme becerileri testinden elde edilen verilerin analizi

Problem çözme becerileri testinde dört adet kısa rutin olmayan problem senaryosu bulunmaktadır. Katılımcılara her bir senaryo için altı adet soru yöneltilmiştir. Bu sorulardan beşi problem çözme becerilerinin ölçülmesine yönelik sorulmuş olup altıncı soruda katılımcılardan senaryolara çözüm üretememe nedenlerini açıklamaları istenmiştir.

Testin problem çözme becerilerini ölçen soruların analizinin yapılabilmesi için iki adet araç kullanılmıştır. Puanlamanın yapılabilmesi için her iki aracın birlikte kullanılması

gerekmektedir. Bunlardan ilki EK 8’ de sunulmuş olan ‘Sergilenmesi Beklenen Davranışlar Tablosu’, ikincisi ise EK 9’ da yer alan dereceli rubriktir. Sergilenmesi beklenen davranışlar tablosu Polya’nın problem çözme sürecine göre oluşturulmuş olup üst düzey problem çözme becerisine sahip bir katılımcıdan beklenen davranışları içermektedir.

Dereceli değerlendirme rubriğine göre katılımcının her bir sorudan alabileceği üç puan türü bulunmaktadır; Geliştirilmeli (0 puan), kabul edilebilir (1 puan) veya başarılı (2 puan). Katılımcının soruyu boş bırakması, yanlış cevap veya gereksiz bilgiler sunması, senaryoda çözüm için gerekli verileri yanlış tespit etmesi, yanlış strateji uygulaması, birbiriyle ilişkisi olmayan çözüme katkısı olmayan birden fazla plan yapması, yanlış strateji nedeniyle yanlış çözüm yapması, çözüme hizmet etmeyen stratejiyi doğru uygulaması, çözümünün doğruluğuna kanıtlar getirememesi, çözümünün neden doğru olduğunu, mantıklı/mantıksız olduğunu açıklayamaması, alternatif çözüm yolları bulamaması veya yanlış alternatif yol önermesi davranışlarını sergilemesi, geliştirilmeli (0 puan) kategorisinde değerlendirilmiştir. ‘Geliştirilmeli’ kategorisinde olan bir katılımcı ‘Sergilenmesi Beklenen Davranışlar Tablosu’ndaki örnek davranışların hiçbirini sergileyememiş anlamına gelmektedir.

Katılımcının cevabı olduğu gibi senaryo metninde yer alan kelimelerle kopyala yapıştır yapılarak açıklaması, problemin çözümü için gereken verileri eksik/fazla tespit etmesi, uygun stratejiyi seçmesi fakat senaryoda verilenlerle istenen arasında ilişki kuramaması veya kullandığı matematiksel bilgiyi neden seçtiğini açıklayamaması durumunda ‘Kabul Edilebilir’ (1 puan) kategorisinde değerlendirilmiştir. ‘Kabul Edilebilir’ kategorisinde olan bir katılımcı ‘Sergilenmesi Beklenen Davranışlar Tablosu’ndaki örnek davranışların en az %50’sini sergileyebilmiştir.

Katılımcının cevabı kendi ifadeleriyle açık ve net bir şekilde açıklaması, problemin çözümü için gereken verilerin tamamını tespit etmesi, çözüm üretmek için uygun stratejinin seçilmesi, senaryoda verilenler ile istenenler arasında ilişkilendirme yapması, çözüm için seçtiği matematiksel bilgileri neden ve nasıl seçtiğinin açıklanması, ‘problemi çözmek için ne yapmam gerekiyor?’ sorusuna yanıt verilmesi, bilinmeyeni bulmak için ne yapması gerektiğini ve hangi sırada yapması gerektiğini bilmesi, planını tam ve doğru bir şekilde işleme dökmesi ve son olarak hem senaryoda verilen bilgilere hem de matematiksel bilgilerine başvurarak elde ettiği sonucun ve problem çözme sürecinin doğru ve güvenilir olduğuna kanıtlar getirmesi

Başarılı (2 puan) kategorisinde değerlendirilmiştir. Başarılı kategorisinde yer alan bir katılımcı sergilenmesi beklenen davranışlara çok yakın olan davranışlar sergilemiştir.

Problem çözme becerileri testinden elde edilen veriler, bir matematik eğitimi uzmanı ve araştırmacı tarafından analiz edilmiştir. Testten elde edilen veriler ‘Sergilenmesi Beklenen Davranışlar Tablosu’ ve dereceli puanlama rubriği kullanılarak araştırmacı ve uzman tarafından ayrı ayrı analiz edilmiş olup Miles ve Huberman’ ın (2015) çift kodlama yönteminden yararlanılmıştır. Farklı puanlama yapılan sorular için bir araya gelinerek puanlama üzerinde tartışılmış olup nihai puana karar verilmiştir. Son puanlamalara karar verildikten sonra SPSS 23’ e veri setinin dökümü yapılarak betimsel istatistikler ile Tekrarlı Ölçümler ANOVA uygulanarak sonuçlar yorumlanmıştır.

Problem çözme becerileri testinde yer alan katılımcıların çözüm üretememe nedenlerini açıkladıkları sorulardan elde edilen veriler ise içerik analizine tabi tutulmuştur. Katılımcıların verdikleri cevaplar çerçevesinde temalar araştırmacı ve danışman tarafından oluşturulmuştur. Katılımcıların çözüm üretememe nedenleri ön test ve son testteki problem çözme süreçlerinden kanıtlar sunularak bulgulara açıklanmıştır.

3.6.2. Performans görevlerinden elde edilen verilerin analizi

Bir performans görevinin içeriğinde rutin olmayan senaryo, senaryoya ait çalışma kâğıdı ve değerlendirme formu bulunmaktadır. Puanlamanın kaynağı çalışma kâğıtlarıdır. Performans görevlerinden elde edilen verilerin yoğunluğu ve haftalık analiz yapılmasından dolayı araştırmacı puanlama sürecine dâhil olmuştur. Bu nedenle çalışma kâğıtlarının analizi araştırmacı ve bir matematik eğitimi uzmanı tarafından haftalık olarak yapılmıştır. Ardından farklı zamanlarda yapılan puanlamaların uyum yüzdesi hesaplanmış ve kâğıtları farklı puanlanan katılımcılar tespit edilerek nihai puanları verilmiştir. Son hâli verilen puanlar SPSS 23’ aktarılarak Tekrarlı Ölçümler ANOVA uygulanarak deney grubunun farklı performans görevlerindeki problem çözme becerileri karşılaştırılmıştır.

Performans görevleri kapsamında deney grubuna verilen bir diğer görev ise değerlendirme formlarının doldurulmasıdır. Değerlendirme formunda katılımcılara iki soru yöneltilmiştir. Bu sorulardan ilki ‘hangi soruları yanıtlamak sizi zorladı? Nedenini

açıklayınız.’, ikincisi ise ‘... / ... / 2023 tarihli çevrimiçi ders sizin için faydalı oldu mu? Olumlu ve olumsuz eleştirileriniz nelerdir?’ sorusudur. Değerlendirme formunda sadece ilk sorudan elde edilen veriler araştırmaya dâhil edilmiştir. Buradaki veriler içerik analizine tâbi tutularak Polya’nın problem çözme sürecine göre temalara ayrılmıştır. Sonuçlar tablolara aktararak katılımcı cevaplarından örnekler verilerek sunulmuştur. İlaveten, ilk sorudan elde edilen verilerle katılımcıların performans görevlerindeki puan düşüş ve artışlarının nedenleri açıklanmaya çalışılmıştır.

3.6.3. Görüşme sorularından elde edilen verilerin analizi

Görüşme sorularından elde edilen veriler içerik analizine tabi tutulmuştur. İçerik analizi, elde edilen verilerin detaylı bir şekilde incelenip açıklanarak kavram ve temalara ulaşıldığı yöntemdir (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Kodlar ve temalar katılımcı cevaplarından yola çıkılarak araştırmacı ve danışman tarafından oluşturulmuştur. Görüşme sorularından elde edilen veriler sorulara göre ayrı tablolarda özetlenmiştir. Tablolar detaylı bir şekilde açıklanmış olup katılımcı cevaplarından örnekler sunulmuştur.

3.7. Geçerlik ve Güvenirlik

Geçerlik, nicel ve nitel araştırmalarda farklılık göstermekle birlikte, her iki yaklaşımda da, verilerin, bulguların ve yorumların niteliğini kontrol amacı taşımaktadır (Creswell ve Plano-Clark, 2011, s.224).

Geçerlik, kısaca bir testin, ölçülmesi istenen özelliği ya da özellikleri gerçek anlamda ölçebilme niteliğidir. Nicel geçerlik, katılımcılardan elde edilen puanların ölçülen yapının anlamlı göstergeleri olduğu anlamına gelmekte olup standartlar, istatistiksel süreçler veya dış uzmanlar gibi araştırmacı ve katılımcıların dışındaki bir kaynaktan elde edilir (Creswell ve Plano-Clark, 2011, s.224).

Yapı geçerliliği, araştırmada kullanılan testin oluşumu ile ilgilidir. Bu araştırmada katılımcıların rutin olmayan problem çözme becerilerinin gelişimi PDÖ yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla araştırmada kullanılan veri toplama araçlarının uygunluğunun değerlendirilebilmesi için matematik eğitimi alanında uzman, problem çözme ve PDÖ ile ilgili

araştırmaları bulunan akademisyenlerden görüş alınmıştır. Ayrıca öznel yargılardan uzaklığının kanıtlamak amacıyla da elde edilen veriler bu konuda yapılmış çalışma sonuçlarıyla desteklenmiştir.

Araştırmanın iç geçerliliğinin yani inandırıcılığının artırılması amacıyla katılımcıların performans görevleri ve problem çözme becerileri testindeki problem çözme süreci ve görüşme sorularına verdikleri yanıtlar araştırmacı ve matematik eğitimi uzmanları tarafından bağımsız olarak incelenerek analiz edilmiştir. Daha sonra bir araya gelinerek yapılan analizler birlikte incelenmiş olup ortak karara varılmıştır. Dış geçerlik için ise uygulama süreci ve analizler detaylı bir şekilde açıklanmaya çalışılmıştır.

Güvenirlik, testin ölçmek istediği özelliği ne derece doğru ölçtüğü ile ilgilidir (Büyüköztürk vd, 2016, s. 109). Nicel araştırmalarda güvenilirlik katılımcılardan elde edilen puanların tutarlılığı ve zamana göre değişmezliği ile ilgilidir (Creswell ve Plano-Clark, 2011, s.225). Yani güvenilirliğin sağlanabilmesi için araştırmalarda aynı sürecin izlenmesi sonucunda aynı sonucun elde edilebilmesi gerekmektedir. Bu araştırmada güvenilirliğin sağlanması amacıyla veri toplama aracı olarak kullanılan çalışma kâğıtlarında ve problem çözme becerileri testinde dereceli rubrik ve ‘sergilenmesi beklenen davranışlar tablosu’ adı verilen bir tablo kullanılmıştır.

Dereceli puanlama rubriğinde her bir davranışın puan karşılığı yer almaktadır. Dereceli puanlama rubriği her bir senaryoya özel hazırlanmış ‘sergilenmesi beklenen davranışlar tablosu’ ile birlikte kullanılmıştır. Böylelikle puanlama sürecinde yer alan uzmanlar bu iki ölçme aracı çerçevesinde puanlarını vermişlerdir. Aşağıdaki tabloda her bir performans görevinden alınan puanların kodlayıcılar arası uyum yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 3.14 Performans görevleri kodlayıcılar arası uyum yüzdesi

Performans Görevi	Uyum Yüzdesi
Doğa Dostu Aloha Maoliler	% 95,92
Eklem Ağrılarına Çare	% 86,90
Geçmişten Günümüze Bebek Arabaları	% 83,33
Şans Kapıyı Çalınca	% 87,76
Sıcaklık Korumalı Seramik Kupa	% 83,12
Ceviz Bahçesi	% 91,43

Kodlayıcılar arasındaki uyum yüzdesi Miles ve Huberman (1994) formülüne göre hesaplanmış olup Tablo 3.14'te de görüldüğü üzere oranlar % 83,13 ile % 95,92 arasında değişmektedir. Miles ve Huberman'a (2015) göre, güvenilirliğin %70' in üzerinde olması, araştırmanın güvenilir olduğunun delilidir. Bu nedenle ikinci kez puanlamaya ihtiyaç duyulmamıştır. Fakat her iki değerlendirmede uzmanlar tarafından aynı puanlanmayan katılımcıların kâğıtları tekrar incelenerek nihai puanları belirlenmiştir.

Problem çözme becerileri testi kodlayıcılar arası uyum yüzdesi ise %89,32' dir. Bu oran da %70' in üzerinde olduğundan güvenilir olarak kabul edilmektedir.

Çalışmanın güvenilirliğini artırmak amacıyla bulguların tamamı okuyucunun kolayca anlamasını sağlayacak bir şekilde sunularak başka uzmanlar tarafından teyit edilebilirliğini sağlamak amacıyla çalışma sürecindeki tüm adımlar ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu bölümde araştırma sorularına ilişkin bulgulara ve bulgulara dayanan tartışmalara yer verilmiştir.

4.1. Bulgular

Bu araştırmada ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının çevrimiçi PDÖ yöntemi kullanılarak rutin olmayan problemleri çözme becerilerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Araştırmadan elde edilen istatistiksel bulgular ve yorumlar alt problemlerine göre aşağıda sırasıyla ele alınmıştır.

4.1.1. Birinci alt probleme ilişkin bulgular

Bu başlık altında ilk olarak grupları tanıtmaya yönelik bulgulara yer verilmiştir. Ön test son test istatistiksel desenlerde deney ve kontrol grubunun denkliği önemli olarak görülmektedir. Dolayısıyla ilk araştırma sorusunda deney ve kontrol grubu katılımcılarının Analiz 1 puan ortalamaları ve lisans düzeyinde aldıkları dersler bakımından denklikleri araştırılmıştır.

İlk olarak deney ve kontrol grubunun Analiz 1 puan ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlılığına yönelik bulgulara yer verilmiştir. Bu araştırmada veri toplama aracı olarak kullanılan Problem Çözme Becerileri Testi ve performans görevleri, türev ve uygulamaları konusuna yönelik olarak geliştirilmiştir. Yani katılımcıların test ve performans görevlerindeki rutin olmayan problem durumlarına çözüm üretebilmeleri için türev konusuna hâkim olmaları önemlidir. Her iki grubun karşılaştırılabilir olması için de Analiz 1 dersindeki akademik başarılarının da denk olması önemli olarak görülmüştür.

Türev ve uygulamaları ilk olarak ortaöğretimin son kademesinde öğretilmektedir. Daha sonra ise lisans düzeyinde genellikle Genel Matematik 1 \ Analiz 1 derslerinde öğretilmektedir. Kontrol ve deney grubu farklı lise türlerinden ve farklı matematik öğretmenlerinin öğretiminden geçtikleri için bu konunun öğretimi sırasında farklı düzeylerde öğrenmeler gerçekleşmiş olabilir. Fakat İlköğretim Matematik Öğretmenliği programına başlamalarıyla birlikte, birinci sınıfta hem deney grubu hem de kontrol grubu aynı öğretim elemanından aynı öğretim yöntem ve teknikleri kullanılarak haftada 2 saat olacak şekilde ders almışlardır. Ölçme değerlendirme süreci de her iki grup için aynı şekilde gerçekleşmiştir. Öğretim elemanından edinilen bilgilere göre ölçme değerlendirme sürecinde hem kontrol hem de deney grubuna bir vize, bir quiz, bir de final sınavı uygulanmıştır. Sınavlar açık uçlu klasik test biçiminde uygulanmıştır. Genel not ortalamasına vizenin katkısı %30, quizin %10 ve finalin %60'tır. Katılımcıların Analiz 1 dersinden 100 üzerinden aldıkları genel not ortalamaları EK 1' de sunulmuştur.

Katılımcıların puan ortalamalarının kıyaslanmasında kullanılacak istatistiksel teste karar verebilmek için ilk olarak verilerin normalliği sınanmıştır. Aşağıdaki tabloda Analiz 1 puanlarının normallik test sonuçları yer almaktadır.

Tablo 4.1 Analiz 1 puanlarının normalliğinin sınanması

	Shapiro Wilk		Betimsel İstatistikler			
	Test istatistiği	p	Çarpıklık	Çarpıklık Standart Hata	Basıklık	Basıklık Standart Hata
Deney	.942	.446	.077	.597	-.455	1.154
Kontrol	.926	.102	-.703	.491	.906	.953

Verilerin normalliğinin sınanmasında çarpıklık ve basıklık değerlerinin incelenmesi önemlidir. Deney ve kontrol grubunun çarpıklık ve basıklık değerleri incelendiğinde değerlerin -1 ile +1 arasında olduğu görülmektedir. Bu durum normal dağılım olarak yorumlanmaktadır. Bunun yanı sıra çarpıklığın ve basıklığın kendi standart hata değerlerine bölünmesiyle elde edilen değerlerin -1,96 ile +1,96 değerleri arasında olması da normal dağılım olduğuna işaret etmektedir. Son olarak Shapiro Wilk testi sonuçlarına göz atıldığında

deney grubu anlamlılık değerin (p = .446 > .05) ve kontrol grubu anlamlılık değerin (p = .102 > .05) olması verilerin normal dağıldığını göstermektedir.

Normalliğin sınanmasının ardından her iki grubun Analiz 1 puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını incelemek üzere parametrik testlerden biri olan ‘Bağımsız Gruplar t-testi’ yapılmasına karar verilmiştir. Aşağıdaki tabloda test sonuçları yer almaktadır.

Tablo 4.2 Analiz 1 puanları için bağımsız gruplar t-testi sonuçları

	Ort	SS	t	SD	p
Deney	67.21	16.62	-2.027	14.946	.061
Kontrol	76.55	5.67			

$p < .05$

Tablo 4.2’ ye göre, deney (Ort = 67.21, SS = 16.62) ve kontrol grubunun (Ort. = 76.55, SS = 5.67) Analiz 1 puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($t(14.946) = -2.027$, $p = .061 > .05$). Buradan yola çıkılarak Analiz 1 dersinde sergilenen akademik başarı anlamında deney ve kontrol grubunun denk olduğu sonucu çıkarılabilir.

Analiz 1 puan ortalamalarının yanı sıra uygulama sürecine başlanmadan önce deney ve kontrol grubuna ilişkin olarak Problem Çözme Becerileri Son Testi uygulanmadan önce aldıkları lisans derslerinin ve özelliklerinin neler olduğu araştırılmıştır. Çünkü her iki grubun araştırma öncesinde problem çözme becerilerinin gelişimine yönelik ders alıp almadığı ya da aldıkları alan dersleri ve içeriklerinin aynı olup olmadığı önemli olarak görülmüştür.

Bu araştırmanın gerçekleştirildiği İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programı, Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü içerisinde yer alan 4 yıllık bir lisans programıdır. Program dâhilinde, zorunlu alan bilgisi, alan eğitimi bilgisi, öğretmenlik meslek bilgisi, genel kültür ve uygulama derslerine yer verilmektedir. İlaveten, öğrenciler seçmeli dersler de almaktadırlar. Deney ve kontrol grubu katılımcılarının tamamladıkları dersler EK 2’ de sunulmuştur.

Program yeterlilikleri incelendiğinde bu araştırmanın konusuyla ilgili olarak ‘*Matematiksel kavramları tanımlar, üst düzey matematiksel düşünme becerilerini geliştirir.*’

ve 'Matematiksel bilgiyi günlük hayatla ve diğer disiplinlerle ilişkilendirir, akıl yürütme ve problem çözme becerilerini geliştirir' kazanımlarına yer verildiği görülmektedir.

Deney grubu katılımcıları Problem Çözme Becerileri Son Testinin uygulandığı tarih itibarıyla 4 yarıyılı tamamlamış olup bu süreçte almaları gereken tüm lisans derslerini almışlardır. Bu süreçte 16 adet alan eğitimi (AE) dersi (32 saat), 10 adet meslek bilgisi (MB) dersi (20 saat) ve 10 adet genel kültür (GK) dersi (24 saat) almışlardır. Katılımcılar, 16 adet alan eğitimi dersinin 10 tanesinde (Matematiğin Temelleri 1-2, Analiz 1-2-3, Soyut Matematik, Lineer Cebir 1-2, Analitik Geometri, Olasılık) matematiksel bilgilerini geliştirme imkânına sahip olabilmektedirler. Geriye kalan alan eğitimi dersleri ise matematiksel bilgilerin nasıl öğretileceğine yönelik derslerdir. Aldıkları bütün derslere oranına bakılacak olursa, deney grubu katılımcıları aldıkları tüm derslerin %27,78'inde matematiksel bilgilerini geliştirme imkânına sahip olabilmektedirler. Örgün eğitimde geçirilen süreler bakımından düşünüldüğünde ise okul ortamında vakitlerinin %26,32'sini (20 saat) matematik öğrenerek geçirmektedir.

Kontrol grubu katılımcıları Problem Çözme Becerileri Son Testinin uygulandığı tarih itibarıyla 6 yarıyılı tamamlamış olup bu süreçte almaları gereken tüm lisans derslerini almışlardır. Bu süreçte 25 adet AE dersi (55 saat), 16 adet MB dersi (32 saat) ve 12 adet GK dersi (28 saat) almışlardır. Katılımcılar, 25 adet AE dersinin 12 tanesinde (deney grubunun aldığı derslere ilaveten İstatistik ve Cebir ekleniyor) matematiksel bilgilerini geliştirme imkânına sahip olabilmektedirler. Yine geriye kalan alan eğitimi dersleri sahip olunan matematiksel bilgilerin nasıl öğretileceğine yönelik derslerdir. Matematiksel bilgilerini geliştirebilecekleri derslerin aldıkları tüm derslere oranı %22,64'tür. Örgün eğitimde geçirilen süreler bakımından düşünüldüğünde ise okul ortamında vakitlerinin %21,74'sini (25 saat) matematik öğrenerek geçirmektedir.

Sonuç olarak, araştırmanın katılımcılarının sınıf seviyesi ilerledikçe matematiği anlamak ve matematiksel bilgilerini geliştirmek için ayrılan sürenin azaldığı görülmektedir. MB ve GK ile AE içerisinde yer alan formasyon derslerinin ise sayısının arttığı anlaşılmaktadır.

4.1.2. İkinci alt probleme ilişkin bulgular

Bu başlık altında ‘*çevrimiçi PDÖ*’ nün rutin olmayan problem çözme becerilerinin gelişimine etkisi nedir?’ alt problemine ilişkin bulgular yer almaktadır.

Deneyin etkisi Tekrarlı Ölçümler ANOVA testinde grup*test etkileşimi dikkate alınarak deney grubunda herhangi farklı bir gelişimin olup olmadığını değerlendirerek gözlemlenmiştir.

Bilindiği üzere Tekrarlı Ölçümler ANOVA testinden elde edilen çıktıların yorumlanmasında çok değişkenli istatistikleri incelemek daha güvenli olarak kabul edilmektedir. Çünkü çok değişkenli istatistikler küresellik gerektirmemektedir. Çok değişkenli istatistik sonuçlarının değerlendirilmesinden önce ön ve son testin analizden elde edilen betimsel istatistiklerin incelemek yarar sağlayacaktır. Aşağıdaki tabloda deney ve kontrol grubunun betimsel istatistikleri yer almaktadır.

Tablo 4.3 Deney ve kontrol grubunun problem çözme becerileri ön ve son testlerine ilişkin betimsel istatistikler

Uygulanan Test	Gruplar	Ortalama	Standart Sapma	N
PÇBÖT	Deney	34.29	18.33	14
	Kontrol	25.91	9.75	22
	Toplam	29.17	14.10	36
PÇBST	Deney	71.61	10.90	14
	Kontrol	31.14	12.00	22
	Toplam	46.88	23.04	36

Tabloya göre grupların ön test ve son test puan ortalamalarında farklılıklar olduğu görülmektedir. Deney grubunun ön test puanı 34.29 iken (ss = 18.33) son test puanı 71.61’ tir (ss = 10.90). Kontrol grubunun ön test puanı 25.91 iken (ss = 9.75) son test puanı 31.14’ tür (ss = 12.00). Bu farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı kabul edilecek kadar büyük olup olmadığının tespit edilmesi gerekmektedir. Bunun için aşağıdaki tabloda çok değişkenli istatistik sonuçları sunulmuştur.

Tablo 4.4 Deney ve kontrol grubunun problem çözme becerilerine ilişkin çok değişkenli istatistik sonuçları

Etki		Değer	F	Hyp.df	Error df	p	Kısmi Eta Kare
Test	Pillai's Trace	.626	56.903	1.000	34.000	.000	.626
	Wilks' Lambda	.374	56.903	1.000	34.000	.000	.626
	Hotelling's Trace	1.674	56.903	1.000	34.000	.000	.626
	Roy's Largest Root	1.674	56.903	1.000	34.000	.000	.626
	Root						
Test*grup	Pillai's Trace	.488	32.376	1.000	34.000	.000	.488
	Wilks' Lambda	.512	32.376	1.000	34.000	.000	.488
	Hotelling's Trace	.952	32.376	1.000	34.000	.000	.488
	Roy's Largest Root	.952	32.376	1.000	34.000	.000	.488
	Root						

Tablo 4.4' ten anlaşılabacağı üzere çok değişkenli testlerin hepsi aynı sonucu vermektedir; ancak bunlar arasında en yaygın biçimde bildirilen istatistik Wilks' Lambda'dır. Tablo incelendiğinde ön test ve son test arasındaki farkın büyük olduğu görülmektedir. (Wilks' Lambda = .374, $F(1,34) = 56,90$, $p < .05$, kısmi eta kare = .63). Kısmi eta kare değeri göz önünde bulundurulduğunda ise ön test ve son test arasındaki etki büyüklüğünün çok büyük olduğu anlaşılmaktadır. Cohen'e (1988) göre, .01; küçük etki, .06; orta düzey etki, .14; büyük etki olarak kabul edilmektedir (Pallant, 2015, s.269).

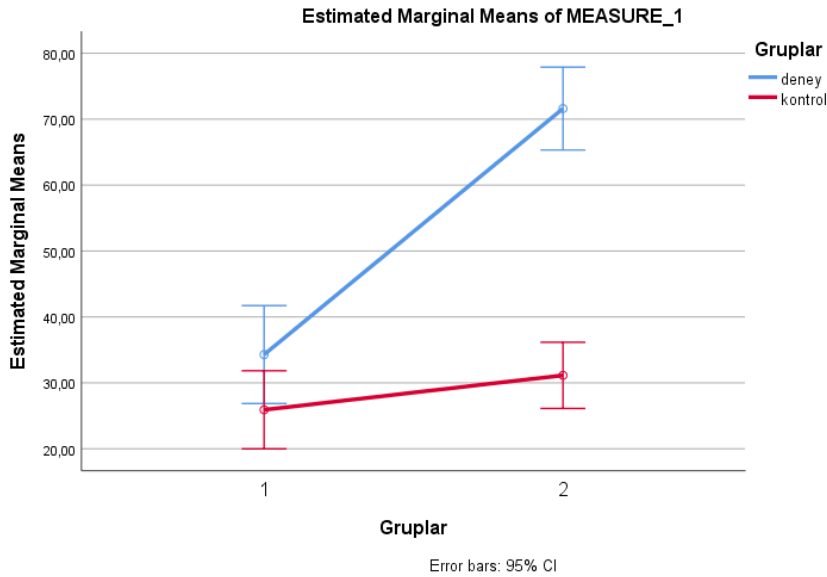
Tablo 4.4' teki etkileşim sonuçları göz önünde bulundurulduğunda ise kullanılan yöntem ile test sonuçları arasında anlamlı bir etkileşim bulunduğu görülmektedir (Wilks' Lambda = .512, $F(1,34) = 32.38$, $p < .05$, kısmi eta kare = .49). Kısmi eta kare değeri göz önünde bulundurulduğunda kullanılan yöntemin test sonuçları üzerinde büyük bir etkisinin olduğu anlaşılmaktadır. Nitekim her iki grubun ön ve son test puanları incelendiğinde deney grubundaki artışın fazla olduğu görülmektedir. Yani yöntemin etkisini kıyaslayan ana etki anlamlıdır ($F(1,34) = 55.07$, $p < .05$, kısmi eta kare = .62). Tablo 4.5' ten yöntemin pratikteki etkisinin çok büyük olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 4.5 Tekrarlı Ölçümler ANOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi Eta Kare
Deneklerarası	113570.266	1	113570.266	612.771	.000	.947
Ölçüm	10207.072	1	10207.072	55.072	.000	.618
Hata	6301.522	34	185.339			

Aşağıda yer alan Grafik 4.1 ise deney ve kontrol grubunun ön test ve son test puanlarındaki değişimi göstermektedir.

Grafik 4.1 Grupların ön test ve son test sonuçlarındaki değişim

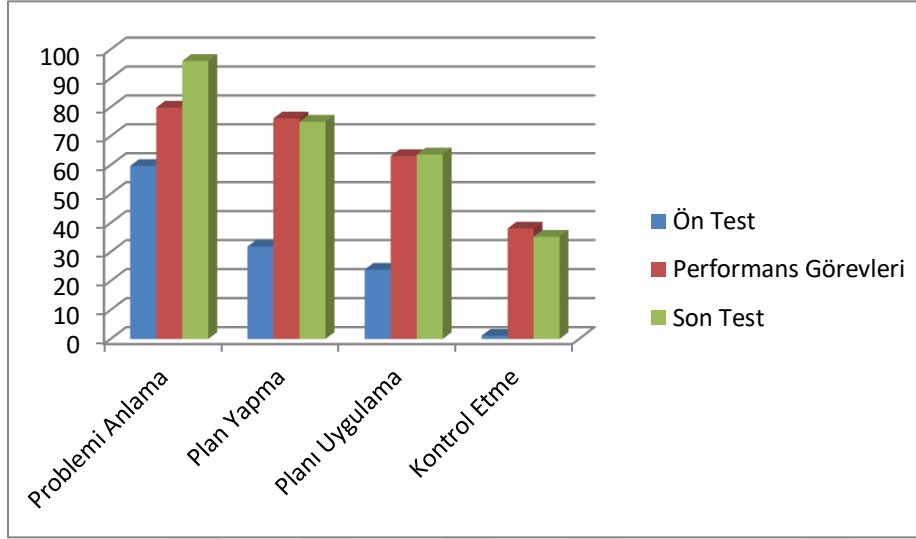


Grafik 4.1' e göre her iki grubun ön test ve son test puanları incelendiğinde deney grubundaki artışın daha fazla olduğu görülmektedir.

Çevrimiçi PDÖ ortamının her bir problem çözme becerisine etkisinin ne olduğunun belirlenmesi de önemli olarak görülmüştür. Grafik 4.2' de deney grubunun problem çözme becerileri ön testinden, performans görevlerinden ve problem çözme becerileri son testinden her bir beceri için aldıkları puan ortalamalarının değişimi yer almaktadır. Bütün uygulama sürecine tam olarak katılan ve performans görevlerini tam olarak yerine getiren katılımcılarda

çevrimiçi PDÖ ortamının etkisi daha açık görüleceğinden grafikteki veriler tam katılım sağlayan on bir deney grubu katılımcısı üzerinden verilmiştir.

Grafik 4.2 Deney grubunun her bir problem çözme becerisindeki gelişimi



Grafik 4.2, çevrimiçi PDÖ sürecinin deney grubunun her bir problem çözme becerisi üzerindeki olumlu etkisini göstermektedir. Özellikle problem çözme becerileri ön ve son test ortalamaları karşılaştırıldığında PDÖ'nün pozitif etkisi açık bir şekilde görülmektedir.

Tablo 4.6' da deney grubu katılımcılarının ön-test, performans görevleri ve son-testten her bir prproblem becerisinden aldıkları puanların ortalamaları yer almaktadır.

Tablo 4.6 Deney grubu katılımcılarının her bir problem çözme becerisinden aldıkları puanların ortalamalarının karşılaştırılması

Beceriler	Ön Test	Performans Görevleri	Son Test
Problem Anlama	59,66	79,88	96,02
Plan Yapma	31,82	76,14	75
Planı Uygulama	23,86	63,07	63,64
Kontrol Etme	1,14	38,07	35,23

Tablo 4.6' ya göre, ön testte en yüksek ortalama sahip beceri problemi anlama becerisidir. Performans görevleri üzerinde çalışma sürecinden sonra problemi anlama ortalamasının 36,36 puan arttığı görülmektedir.

Ön testte plan yapma puanı 31,82 iken planı uygulama puanı 23,86 puandır. Ön test, son test ve performans görevlerinde planı uygulama ortalamaları, plan yapma ortalamalarından daha düşük çıkmıştır. Katılımcılar plan yapma ortalamasını 49,18 puan arttırırken, planı uygulama ortalaması 39,78 puan artış göstermiştir.

Son olarak kontrol etme beceri ortalaması ön testte oldukça düşüktür. Her ne kadar kontrol etme becerisi ortalaması diğer becerilerin gerisinde kalmış olsa da gelişim gösterdiği görülmektedir. Katılımcıların kontrol etme becerisi ortalaması 34,09 puan yükselmiştir.

Tablo 4.6 genel olarak incelendiğinde katılımcıların son testte performans görevlerinin paralelinde puanlar aldıkları görülmektedir. Sadece problemi anlama ortalamasının daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum ise problem çözme becerileri testinde senaryoların performans görevlerine kıyasla daha kısa olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.1.3. Üçüncü alt probleme ilişkin bulgular

Bu başlık altında '*deney ve kontrol grubunun problem çözme becerileri testinde yer alan rutin olmayan problem senaryolarına ait soruları çözememe nedenleri nelerdir?*' alt problemine ilişkin bulgular yer almaktadır.

Deney ve kontrol grubu katılımcılarının Problem Çözme Becerileri Ön ve Son Testinde yer alan problem durumlarını çözememe nedenlerinin tespit edilmesi amacıyla puanlamaya dâhil edilmeyen bir ek soru olarak testte yer alan her bir problem senaryosu için '*Problemi çözemediğinizi düşünüyorsanız nedeni ne olabilir? Açıklayınız.*' sorusu yöneltilmiştir.

Takip eden başlıklarda problem senaryolarına çözüm üretilmemesi sebebi, ön ve son testte karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Bu süreçte öncelikle tablolarla çözüm üretilmemesi nedenleri özetlenmiş olup sonrasında katılımcıların cevaplarından ve çözüm süreçlerinden örnekler verilerek açıklanmaya çalışılmıştır.

4.1.3.1. Katılımcıların Birinci Problem Senaryosuna Çözüm Üretememe Nedenleri

Deney grubunun ön testte birinci problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri arasında çözüm için gerekli bilgilerin unutulması (f : 4), ezber yapma (f : 1), matematiksel olarak ifade etmede güçlük (f : 2), işlem hatası yapma veya sorunun hatalı olduğunu düşünme (f : 1) yer almaktadır. Son testte çözüm üretememe nedeni ise matematiksel olarak ifade etmede güçlük (f : 1) olarak açıklanmıştır. Bu sonuçlara göre deney grubunun özellikle alan bilgisinde kendilerini geliştirdikleri anlaşılmaktadır.

Kontrol grubunun ön testte birinci problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri arasında ise çözüm için gerekli bilgilerin unutulması (f : 6), matematiksel olarak ifade etmede güçlük (f : 2) ve matematiksel verileri anlamada güçlük (f : 1) yer almaktadır. Son testte çözüm üretememe nedeni ise yine çözüm için gerekli olan bilgilerin unutulması (f : 7), ezber yapma (f : 1), matematiksel verileri anlamada güçlük (f : 1), soruda eksik bilgi olması (f : 1), işlemsel süreçte zorluk yaşamak (f : 1) ve sürenin yetersiz olması (f : 1)' dir. Ön test ve son test karşılaştırıldığında kontrol grubu lehine herhangi bir gelişim olmadığı söz konusudur.

Tablo 4.7 Katılımcıların ön-test birinci problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri

Çözüm Üretememe Nedenleri	Deney Grubu	%	Kontrol Grubu	%
Bilgilerin Unutulması	D4, D9, D10, D14	28,57	K2, K3, K9, K13, K14, K19	27,27
Ezber Yapma	D10	7,14	-	-
Matematiksel Olarak İfade Etmede Güçlük	D5, D11	14,29	K1, K19	9,1
Matematiksel Verileri Anlamada Güçlük	-	-	K1	4,55
İşlem Hatası Yapma	D8	7,14	-	-
Sorunun Hatalı Olduğunu Düşünme	D8	7,14	-	-

Deney grubunda ön testte problemlerin çözilememe nedenlerinin başında çözüm için gerekli bilgilerin unutulması yer almaktadır. Katılımcıların %28,57' si bilgilerini unuttukları için çözüm üretemediklerini ifade etmişlerdir. Katılımcılar çözüm için gerekli bilgilerin türev konusuyla ilgili olduğunu tespit edebilmekte ancak türev bilgilerini unuttukları için probleme çözüm üretme aşamasında sıkıntı yaşamaktadırlar. D4 ve D9, bununla ilgili olarak şu açıklamaları yapmışlardır:

D4: 'Türev ile bu sorunun cevabına ulaşabilirim. Fakat bu soruyu çözecek bilgileri hatırlamıyorum.'

D9: 'Türevde maksimum minimum problemlerini çözmeyi unutmuşum.'

D10' da türevle ilgili bilgilerini tam olarak hatırlamadığını bunun nedeni olarak ise bu tarz soruların çözüm sürecinin ezberlettirilerek öğretilmesini ileri sürmektedir.

D10: 'Çözemedim çünkü bu tür soruların çözümü bize ezber yoluyla öğretildi ve ben türev uygulamalarında bir yere kadar hatırlıyorum. Sonra ne yapmam gerektiğini hatırlamıyorum.'

Aşağıda yer alan Şekil 4.1, D10' un çözüm üretme sürecini göstermektedir.

Şekil 4.1 Ön-testte yer alan birinci problem senaryosunun D10' a ait çözüm sürecinden bir kesit

4. Probleme çözüm üretmek için verilen bilgileri nasıl kullanacağınıza yönelik planınız nedir? Açıklayınız.

Bu problem türev uygulamalarında gördüğümüz maksimum - minimum problemlerine bir örnektir. Öncelikle elde edilen kârı bulmam gerekir. Yapılan satış indirim sayısına x dersen her 20 kişi için fiyatın $5x$ eksilmesini gerekler. Bu için ne yapacağımı hatırlamıyorum.

5. Planınız sayesinde nasıl bir sonuç elde ettiniz? Açıklayınız.

$$\underbrace{400 \cdot 1000}_{\text{en büyük fiyat}} - 20(400 - 5x) = \underbrace{32000 + 100x}_{\text{kâr}} \rightarrow \text{türevi } 100$$

Şekil 4.1 incelendiğinde, D10, problem durumuna türev bilgilerini kullanarak çözüm üretebileceğini tespit etmiştir. İlaveten senaryonun bir optimizasyon problemi olduğunun da farkındadır. Fakat tespit ettiği bu bilgileri nasıl uygulamaya geçireceği konusunda eksiklikler olduğu hem Şekil 4.1’ den hem de çözememe nedenini açıkladığı cevabından anlaşılmaktadır. D10, bu tarz soruların kendilerine ezber yoluyla öğretilmesinden dolayı ne yapması gerektiğini hatırlamadığını ifade etmektedir. D10’un gerekli bilgileri unutması, her ne kadar kendisi beyan etmese de, senaryoyu matematiksel olarak ifade etmesini de güçleştirmektedir. Nitekim, çözüm üretebilmek için ihtiyaç duyacağı gelir fonksiyonunu doğru bir şekilde oluşturamamıştır. D10, çözüm sürecinde doğru olmayan bir kâr fonksiyonu elde ederek bu fonksiyonun türevini almıştır. Neden bu şekilde bir süreç takip ettiği anlaşılamasa da konuların mantığını öğrenmeden ezbere edinilmesinin bir yansıması olduğu düşünülmektedir.

D5 ve D11 ise matematiksel olarak ifade etmede güçlük çekmelerinden dolayı problemi çözemediklerini ifade etmişlerdir.

D5: ‘Çözemedim. Çünkü denklem kurma konusunda yetersizim. Olaylar arasındaki bağlantıyı anladım fakat matematiksel olarak ifade etmekte güçlük çekiyorum.’

D5’ in cevabından problemi anladığını dolayısıyla ne yapması gerektiğini belirlediğini fakat problemdeki durumu matematiksel olarak ifade etme konusunda sıkıntı yaşadığını ifade etmiştir. Bu durumun nedeni olarak ise denklem kurma konusundaki yetersizliğini göstermektedir. D11’ de D5 ile aynı problemi yaşamaktadır. D11, fonksiyonu oluşturamadığı için kâğıdındaki çözüm üretme sürecine karşılık gelen plan yapılması ve uygulanması basamaklarını boş bıraktığı için burada yer verilmemiştir. Şekil 4.2, D5’in fonksiyonu oluşturma sürecini göstermektedir.

Şekil 4.2 D5’in fonksiyonu oluşturma süreci

5. Planınız sayesinde nasıl bir sonuç elde ettiniz? Açıklayınız.

Fiyat	(t)	(t-5) · (x+20)
Kişi	x	t · x
		(t-5) (x+20)

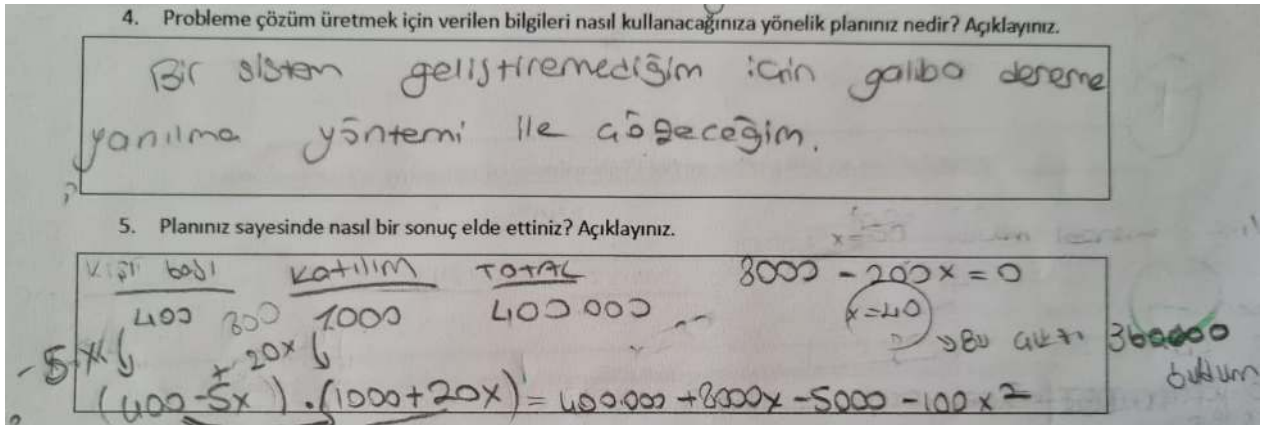
D5, seminere katılacak kişi ve alınacak ücret için ayrı ayrı değişkenler tanımlayarak bir fonksiyon oluşturmaya çalışmıştır. Elde ettiği fonksiyon istenene ulaştıracak nitelikte değildir. D5 dışında da deney grubu katılımcılarının senaryolarda verilenleri matematiksel olarak ifade etme konusunda ciddi problemleri bulunmaktadır. Bu durum ön testte çoğu zaman problem çözme sürecinin sağlıklı şekilde yürütülmesine engel olmaktadır.

Son olarak deney grubundan D8, soruyu çözememe nedeni olarak ya kendisinin işlem hatası yaptığını ya da sorunun hatalı olduğundan dolayı problemi çözemediğini düşünmektedir.

D8: 'Çözemedim. Galiba türevden çözmem gerekiyor ama bir yerde hata yapıyorum. Acaba min değeri mi buldum. Bilmiyorum. Ya bir hata yaptım ya da soru yanlış bilmiyorum.'

Şekil 4.3, D8' in ön testte yer alan birinci problem senaryosunu çözme sürecindeki plan yapma ve uygulama sürecini göstermektedir.

Şekil 4.3 D8' in plan yapma ve planı uygulama süreci



D8' in problemi çözememe nedeni incelendiğinde bir kafa karışıklığına sahip olduğu anlaşılmaktadır. Ön test kâğıdındaki çözüm süreci de bu durumu doğrulamaktadır. Planını açıklaması gerektiği alanda 'Bir sistem geliştiremediğim için galiba deneme yanılma yöntemi ile çözeceğim.' ifadesine yer vermiştir.

D8' in, gelir fonksiyonunu doğru bir şekilde yazdığı ve bu fonksiyonun türevini aldığı görülmektedir. Türevini aldıktan sonraki süreçte işlem hatasından kaynaklı yanlış bir sonuç elde ettiği de görülmektedir. Buradaki asıl problem bu sürecin bilinçsiz bir şekilde gerçekleştirilmesidir. Problem çözme planında deneme-yanılma yoluyla çözüme ulaşacağını açıklamasına rağmen planın uygulanması aşamasında birinci türev testi kullanarak bir sonuca ulaşmaya çalıştığı görülmektedir. Bu durum işlem hatası yapmadan doğru bir sonuca ulaşması durumunda dâhi sağlıklı bir problem çözme süreci gerçekleştirilmediğinin göstergesidir. Nitekim belirgin bir plana sahip olmaksızın bir sonuca ulaşmak problem çözme becerisinin varlığına işaret etmemektedir.

Kontrol grubunun % 27,27' si çözüm için gerekli bilgileri hatırlayamadıklarından dolayı çözüm üretemediklerini ifade etmişlerdir. Aşağıda bilgilerini unuttuğunu ifade eden katılımcı cevaplarından örnekler yer almaktadır.

K3: *'Temel olarak türev alt yapım olmadığı için zorlandım.'*

K13: *'Eğer problemi doğru bir şekilde çözemediysem nedeni aldığımız Analiz derslerini tam olarak hatırlayamamdır.'*

K1, matematiksel olarak ifade etmede ve matematiksel verileri anlamada güçlük çektiğinden dolayı problemi çözemediğini ifade etmiştir.

K1: *'Eğer problemi yanlış çözdüysem muhtemelen denklem kısmında hata yapmışımdır. Denklemde bulduğum sonuçların neyi ifade ettiği konusunda mantık hatalarım olmuş olabilir.'*

K19'da da matematiksel olarak ifade etmede güçlük yaşadığı anlaşılmaktadır.

K19: *'Problemin cebirsel ifadesini kağıda dökemedim. Ne olduğunu anladım fakat nasıl yazıp uygulayacağımı hatırlamıyorum.'*

Bu aşamada kontrol grubunun ön test kâğıtlarından örnekler sunulamamıştır. Çünkü katılımcılar ön testte yer alan birinci problem senaryosuna ait alanları boş bırakmışlardır.

Tablo 4.8' de deney ve kontrol grubunun Problem Çözme Becerileri Son Testte yer alan birinci problem senaryosunu çözememe nedenleri yer almaktadır.

Tablo 4.8 Problem çözme becerileri son test birinci problem senaryosunu çözememe nedenleri

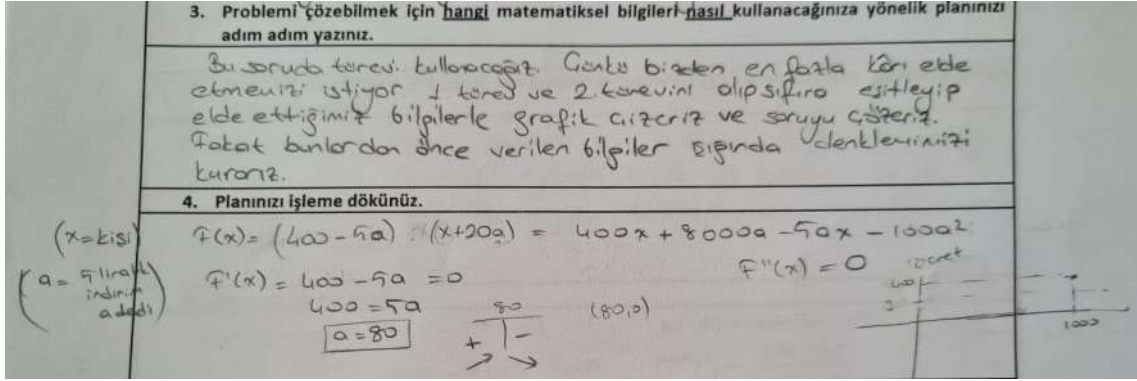
Çözüm Üretimeme Nedenleri	Deney Grubu	%	Kontrol Grubu	%
Bilgilerin Unutulması	-	-	K2, K3, K9, K13, K17, K19, K21	31,82
Ezber Yapma	-	-	K21	4,55
Matematiksel Olarak İfade Etmede Güçlük	D4	7,14	-	-
Matematiksel Verileri Anlamada Güçlük	-	-	K17	4,55
Soruda Eksik Bilgi Olması	-	-	K6	4,55
İşlemsel Zorluk	-	-	K5	4,55
Yetersiz Süre	-	-	K4	4,55

Deney grubu katılımcılarından sadece bir katılımcı (D4) son testte yer alan birinci problem senaryosuna çözüm üretilmediğini bunun nedeni olarak ise çözüm için gerekli olan denklemi oluşturma aşamasında zorluk yaşadığını ifade etmiştir.

D4: *‘Fonksiyonu kurarken zorlandığım için çözedim.’*

Aşağıda D4’ ün son testte yer alan birinci problem senaryosuna çözüm sürecinden bir kesit yer almaktadır.

Şekil 4.4 D4' e ait planlama ve planı uygulama süreci



D4, ön testte problemi çözmek için gerekli olan bilgileri unuttuğunu dolayısıyla çözemediğini açıklamıştı. Bu nedenle çözüm üretilmediğinden ilgili alanları boş bırakmıştı. Şekil 4.4' te, D4' ün son testte plan yapma ve uygulama aşamaları yer almaktadır.

D4 cevabında, bu senaryonun bir optimizasyon problemi olduğunu çözüm üretebilmek için de türev bilgilerinden yararlanılması gerektiğini açıklamıştır. Verilen bilgiler doğrultusunda bir denklem yazılması gerektiğini belirtip denklemin grafiğini çizerek de en iyi kârı getirecek kişi başı ücreti bulmaya çalışmıştır. D4' ün planının uygulanması incelendiğinde ise planladıklarını gerçekleştiremediği anlaşılmaktadır. Kâr fonksiyonunu yazamadığı, dolayısıyla birinci ve ikinci türev testlerinden sonuç elde edemediği ve nihayetinde grafiği çizemediği anlaşılmaktadır. D4'ün son testte birinci problem senaryosuna ürettiği çözüm süreci incelendiğinde ön teste göre gelişim gösterdiği aşıkardır. Fakat yine de ekte yer alan beklenen davranışların sergilenmesi bakımında da yetersiz olduğu ortadadır.

Kontrol grubunda ön testte çözüm gerekli bilgileri unuttukları için çözemeyenlerin oranı %22,73 iken son testte bu gerekçeyle çözemeyenlerin oranı ise % 31,82'dir. Aşağıda kontrol grubu cevaplarından örnekler yer almaktadır.

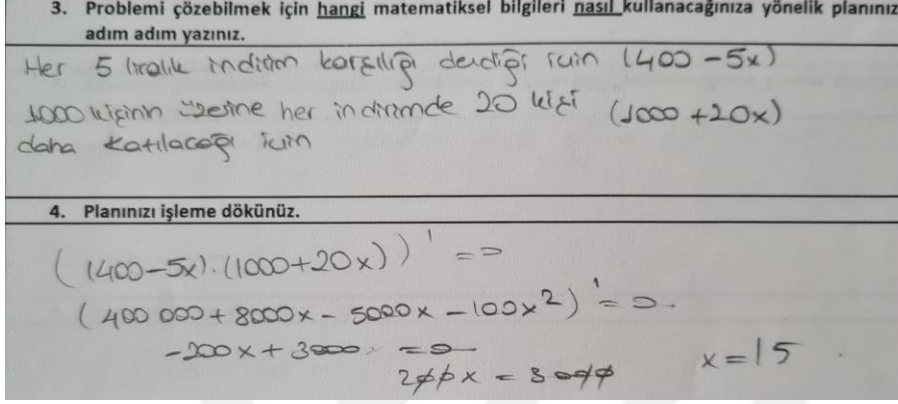
K9: 'Ön bilgilerimi hatırlayamadığım için problemi çözemedim.'

K13: 'Türev bilğim yeterli olmayabilir.'

K19: 'Emin değilim hatırlayamadım geçmişteki konuyu ve bağlantı kuramadım.'

Şekil 4.5, K13' ün plan yapma ve planını uygulama süreçlerini göstermektedir. K13 problemi çözmemeye nedeni olarak türev bilgilerini yeterli olmadığını göstermişti.

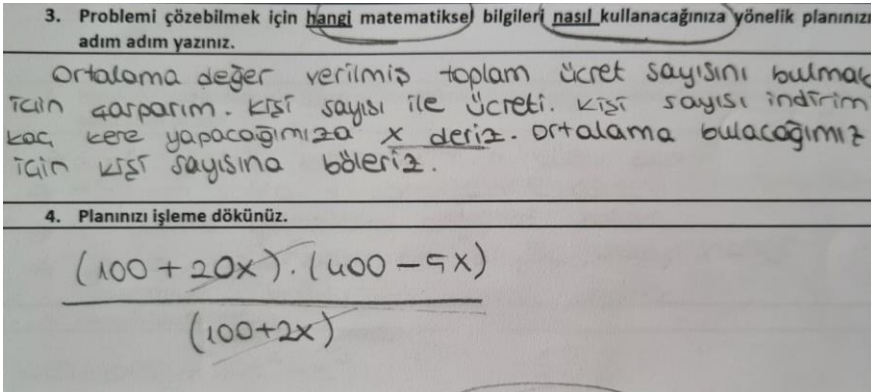
Şekil 4.5 K13' ün plan yapma ve planını uygulama süreci



K13' ün kâğıdı incelendiğinde gelir fonksiyonunu doğru bir şekilde kurguladığı anlaşılmaktadır. Plan yapma sürecinde türev bilgilerinden nasıl yararlanacağına yönelik herhangi bir açıklama yapmadığı fakat işlem sürecinde birinci türev testi kullandığı görülmektedir. Planlamasında x değişkenini yapılan 5 liralık indirimlerin sayısı olarak tanımlasa da bu tanımlamanın çözüm sürecinde dikkate alınmadığı ortadadır. Ayrıca problem çözme sürecinde herhangi bir plana sahip olunmadığı da görülmektedir.

K19 geçmiş bilgilerini unuttuğu için bağlantı kuramadığını bu nedenle de çözüm üretemediğini açıklamıştı. Şekil 4.6, K19' un plan yapma ve uygulama sürecini göstermektedir.

Şekil 4.6. K19' un plan yapma ve planını uygulama süreci



K19' un da ifade ettiği gibi çözüm üretmek için gerekli konuların unutulması, senaryoda verilen bilgilerle sahip olunan matematiksel bilgiler arasında bağlantı kurulamaması bir çözüm üretilmemesine neden olmuştur.

K17 bilgileri unutmasının yanı sıra problemde anlatılanları matematiksel olarak ifade etme konusunda da güçlük yaşadığını ilave etmiştir.

K17: 'Muhtemelen türev konusu ile ilişkili bir soru ve bu konuyu en son ikinci sınıfta görmüştüm. Fonksiyonu kuramadım. Fonksiyon kurulursa cevap açık bir şekilde bulunabilir.'

Şekil 4.7 K17' e ait plan yapma ve planı uygulama süreci

3. Problemi çözebilmek için <u>hangi</u> matematiksel bilgileri <u>nasıl</u> kullanacağınıza yönelik planınızı adım adım yazınız.	
1- Yukarıdaki bilgileri kullanarak her STL'lik indirim için kaç kişi katılır incelem.	
2- İncelemeyi birkaç adım devam ettiririm.	
3- Bir fonksiyon ortaya çıkacaktır.	
4. Planınızı işleme dökünüz.	Top. Gelir.
395 TL → 1020 kişi	402900 TL
390 TL → 1040 kişi	405600 TL
385 TL → 1060 kişi	408.100 TL
$x = \text{kişi sayısı}$ $400 - 5x = 1000 + 20y$	

Kontrol grubunun hem ön testte hem de son testte gelir fonksiyonunun yazılmasıyla ilgili büyük problemleri mevcuttur. K17' de fonksiyonu yazarken problem yaşamıştır. Fonksiyonu deneme yanılma yoluyla bulmaya gitmiştir. Ardından bulduğu cebirsel ifadeleri kullanarak bir eşitlik yazmıştır. Eşitliğin sol tarafını kişi başı alınması gereken ücret oluştururken sağ tarafını ise kişi sayısı oluşturmaktadır. Hem senaryodaki bilgilerin hem de katılımcıların sahip olduğu matematiksel bilgilerin neden ve nasıl kullanılacağına yönelik bir davranış gelişmediği anlaşılmaktadır.

K21' de gerekli konuları unuttuğunu ifade etmektedir. Bunun nedeni olarak ise sınava yönelik ezbere dayalı bir öğrenme ortamında çalışmasını göstermektedir.

K21: 'Zamanında ezber sistemle sınava yönelik çalışıp unuttuğum için.'

Şekil 4.8 K21' e ait plan yapma ve planı uygulama süreci

3. Problemi çözebilmek için hangi matematiksel bilgileri nasıl kullanacağınıza yönelik planınızı adım adım yazınız.

4. Planınızı işleme dökünüz.

$400 \times 1000 = 400.000$
 $400.100 \leq (400-5x)(1000+20x)$
Türevini bulup x yerine 0 yazınız

K21' in çözüm planını açıklaması gerektiği alanı boş bıraktığı görülmektedir. Dolayısıyla bu durum çözüm üretmeye yönelik hangi matematiksel bilgileri nasıl kullanacağına yönelik bilgilere sahip olmadığı şeklinde yorumlanmıştır. Bir plana sahip olmaksızın bir takım işlemlerle bir sonuca ulaşmaya çalışmak – elde edilen sonuç doğru olsa bile – problem çözme becerilerinin varlığını göstermemektedir. K21' in işlemsel süreci incelendiğinde gelir fonksiyonunu doğru bir şekilde kurguladığı anlaşılmaktadır. Ancak 'türevini bulup x yerine 0 yazarız' ifadesi katılımcının 'zamanında ezberleyerek sınava yönelik çalıştığı' şeklindeki ifadesini doğrular niteliktedir.

K6 soruda eksik bilgi olduğu için, K5 işlemsel süreçte zorluk yaşadığı için, K4 ise test için verilen sürenin yetersiz olmasından kaynaklı problemi çözerken zorlandığını ifade etmektedir.

K6: 'Karışık ve tam bilgi verilmemesi.'

K5: 'Çok fazla işlemsel ağırlık var.'

K4: 'Zamanım yetmedi, üzerine çok düşünüp denemeler yapmalıyım.'

K4 gelir denklemi oluşturmaksızın deneme-yanılma yoluyla maksimum gelir getirecek kişi başı ücreti bulmak istemesinden dolayı test için verilen süreyi yetersiz bulmuştur.

Şekil 4.9 K4' ün plan yapma ve planı uygulama süreci

3. Problemi çözebilmek için hangi matematiksel bilgileri nasıl kullanacağınıza yönelik planınızı adım adım yazınız.

Önce 400 liradan 1000 kişi 6 TL yafar hesap
Sonra 5 TL indirimli fiyatla artan kişi sayısını hesap
ve max gelir olması için ücretin ne olur
olabileceğini dene.

4. Planınızı işleme dökünüz.

Montajı anladım ama işleme dökemedim.

K4' ün planı incelendiğinde gelir fonksiyonunu oluşturmaya yönelik bir planının olmadığı, deneme yanılma metoduyla en iyi gelir getirecek ücreti hesaplama çalışacağı anlaşılmaktadır. K4 ifadesinde bu planı gerçekleştirecek kadar zamanın olmadığını açıklamıştır. Bu söylemden planının pratik bir plan olmadığını farkında olduğu ya da çözüm üretmek için uygun bir yöntem olmadığı da anlaşılabılır. Planın uygulanması aşaması incelendiğinde ise senaryoya göre ne yapması gerektiğini anladığını ancak işleme dökme sürecine geçemediğini açıklamıştır.

Şekil 4.10 K5' e ait planlama ve planın uygulanması süreci

3. Problemi çözebilmek için hangi matematiksel bilgileri nasıl kullanacağınıza yönelik planınızı adım adım yazınız.

Adım adım fiyat ile katılımcı sayısını karşılaştırmak, ilk başta yükselmesi, sonra düşüşe geçmesi gerek.

335 TL → 1040 kişi

4. Planınızı işleme dökünüz.

$(400 - x) \cdot (1000 + y) = \max$
 $400000 + 400y - 1000x - xy$

$400 \times 1000 = 400000$
 $335 \times 1020 = 341100$
 $330 \times 1040 = 343200$

K5' te de K4' tekine benzer bir sürecin gerçekleştiği görülmektedir. Yine deneme yanılma metodu tercih edilmiş olup işlemsel süreç yarıda kesilerek bir sonuca ulaşamamıştır. İki bilinmeyenli bir gelir fonksiyonu yazılmaya çalışılmıştır. Deneyerek bir sonuca ulaşmaya çalışılması katılımcıda 'çok fazla işlemsel ağırlık' olduğu düşüncesine neden olmuştur.

Şekil 4.11 K6' ya ait plan yapma ve uygulama süreci

3. Problemi çözebilmek için <u>hangi</u> matematiksel bilgileri <u>nasıl</u> kullanacağınıza yönelik planınızı adım adım yazınız.
400 1000 x a $400-5x$ $1000+20k$ $x-5t$ $a+20$
4. Planınızı işleme dökünüz.
x a $x-5t$ $a+20$ $400-5x$ $1000+20k$

K6 senaryoda eksik bilgilerin olduğunu ve karmaşık olduğunu ifade etmişti. Plan yapma ve planı uygulama süreci bu düşüncenin bir yansıması olarak kabul edilebilir. Katılımcılarda genel olarak plan yapma ve planın uygulanması sürecinde yaşanan başarısızlıklar son adıma geçilmesinin önündeki en büyük engel olarak görülmektedir.

4.1.3.2. Katılımcıların ikinci problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri

Deney grubunun ön testte yer alan ikinci problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri arasında çözüm için gerekli bilgilerin unutulması ($f: 4$), ezber yapma ($f: 1$), soruyu anlama ($f: 1$) ve matematiksel verileri anlamada güçlük ($f: 1$) yer almaktadır. Son testte ise matematiksel verileri anlamada güçlük ($f: 1$) ve işlem hatası yapıldığının düşünülmesi ($f: 1$) çözüm üretememe nedenleri arasında gösterilmiştir.

Kontrol grubunun ön testte yer alan ikinci problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri arasında çözüm için gerekli bilgilerin unutulması ($f: 8$) ve soruyu anlamama ($f: 1$)

yer alırken, son testte ise çözüm için gerekli bilgilerin unutulması (*f*: 6), ezber yapma (*f*: 1), soruyu anlama (*f*: 1) yer almaktadır.

Aşağıdaki tabloda deney ve kontrol grubu katılımcıların ön ve son testte yer alan ikinci problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri yer almaktadır.

Tablo 4.9 Ön testte yer alan ikinci problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri

Çözüm Üretememe Nedenleri	Deney Grubu	%	Kontrol Grubu	%
Bilgilerin Unutulması	D4, D7, D9, D14	28,57	K1, K7, K8, K10, K11, K13, K14, K19	36,36
Ezber Yapma	D7	7,14	-	-
Soruyu Anlamama	D8	7,14	K21	4,55
Matematiksel Verileri Anlamada güçlük	D12	7,14	-	-

Deney grubunun % 28,57'si çözüm üretmek için gerekli olan bilgileri unuttukları için, % 7,14'ü ise ezber yapmasından kaynaklı çözüm üretmekte zorlandığını ifade etmektedir.

D4: *'Sanırım türev ile çözülmesi gerekiyor. Fakat bu soruyu çözecek bilgilerimi hatırlamıyorum.'*

D9: *'Yanlışsa, konuyu unutup çalışmamamdan kaynaklı.'*

D14: *'Çözmekte zorlandım çünkü liseden beri bu kazanımı problem olarak çözmüyorum.'*

D4 gerekli olan bilgileri unuttuğu için çözüm üretememiş olup ilgili alanları boş bırakmıştır. D9 ise, planlamasında *'yine maksimum minimum problemleri kullanılır'* açıklamasını yapmış ve Şekil 4.12' deki işlemsel süreci gerçekleştirmiştir.

Şekil 4.12 D9' a ait çözüm süreci

$N(t) = 1000 + 30t^2 - t^3$ $0 \leq t \leq 20$
 $N'(t) = 60t - 3t^2$
 $60t - 3t^2 = 0$ $-3t(t-20) = 0$
 $t=0, t=20$
 $N(0) = 1000$
 $N(20) = 5000$
20 dk'de maksimum

Senaryoda verilen görev, ikinci türev testi sonuçlarının yorumlanmasıyla ilgilidir. D9' un çözüm süreci incelendiğinde ise fonksiyonun birinci türevini alarak bir sonuca ulaştığı, fakat sonucu yorumlamadığı görülmektedir. Planın uygulanması gerçekleştirildikten sonraki aşama elde edilen sonucun doğruluğuna ve mantıklı olup olmamasına yönelik kanıtlar getirme aşamasıdır. D9, son aşamaya yönelik olarak '*emin değilim tam hatırlamıyorum max-min problemlerini ama doğru olabilir*' şeklinde bir cevap vermiştir.

D14 ise lise eğitiminden bu yana bu tarz problemler üzerinde çalışmadığından dolayı çözmekte zorlandığını ifade etmişti. D14 çözüme yönelik planını '*Bakteri büyüme oranı fonksiyonun türeviyle bulunur. Türevin alacağı max değer t'nin hangi değerine geldiği bulunur ve çözülür.*' şeklinde açıklamıştır. Şekil 4.13, D14' ün çözüm sürecini göstermektedir.

Şekil 4.13 D14' e ait çözüm süreci

$N(t) = 1000 + 30t^2 - t^3$ türevini alırsak
 $N'(t) = 60t - 3t^2 = 3t(20 - t)$ bu durumda tek tek
bakılırsa $t=10$ değerinden sonra alacağı değerler küçülür
en büyük değer $t=20$ ile olur. $N'(t) = 30(20-10) = 300$

D14' ün çözüm süreci incelendiğinde doğru sonuca ulaştığı görülmektedir. Bu sonuca ikinci türev testi yorumuyla ulaşmamıştır. Deneme-yanılma metodunu kullanmıştır. D14, ulaştığı sonucun '*mantıklı olduğunu*' ifade etmiş olup nedenine yönelik ise herhangi bir açıklama yapmamıştır.

D7' nin cevabı incelendiğinde ise çözüm üretme konusunda zorlanma nedeni olarak gerekli bilgileri unuttuğunu ifade etmektedir. Unutma nedeni olarak ise sınav senesinde

bilgileri ezberleyerek edindiğini göstermektedir. Bu durumun ise bilgilerin kalıcılığı konusunda olumsuz etkiye sahip olduğu düşünülmektedir.

D7: *'Konuyu pek hatırlayamadığımdan dolayı yanlış çözüdüğümü düşünüyorum. Sınav senesinde ezber yapmıştım.'*

Şekil 4.14, D7' nin çözüm sürecini göstermektedir.

Şekil 4.14 D7' nin ön testteki ikinci problem senaryosuna çözüm üretme sürecinden bir kesit

Handwritten solution for problem 6. The text reads: "Turev abrak hesaplamaya çalıştım", "1 t=20", and "1000 + 30.20.20 - 20.20.20". Below this, a calculation is shown: "6. Elde ettiğiniz sonuç mantıklı mı? Açıklayınız" followed by "1000 + 12000 - 8000 = 5000". The final result "5000" is boxed. To the right, "Lmax" and "ack" are written.

D7' nin cevabı incelendiğinde katılımcının doğru bir sonuca ulaşamadığı görülmektedir. Nitekim kendi cevabında da yanlış çözdüğünü düşündüğünü belirtmiştir. Doğru bir çözüm sürecine sahip olamama nedenini ise sınav senesinde ezber yaptığını dolayısıyla gerekli bilgileri unuttuğu şeklinde açıklamıştır.

D8, problem senaryosunu anlamadığı için, D12 ise senaryodaki matematiksel verileri anlamakta güçlük çektiği için problemi çözmekte zorlandığını açıklamaktadır. D12 bağlantı kurmakta zorlandığı için ilgili alanları boş bırakmıştır.

D8: *'Soruyu anlamadım ve bir yol geliştiremedim.'*

D12: *'Kurulan fonksiyonu anlamadım. Fonksiyondaki bağımlı ve bağımsız değişkenleri anlayamadım.'*

Şekil 4.15, D8' in çözüm sürecini göstermektedir.

Şekil 4.15 D8' e ait çözüm süreci

$$\begin{aligned} 0 + 60t - \frac{3t^2}{2} &= 0 \\ 120t - 3t &= 0 \\ 2t &= 40 \end{aligned}$$

cevabi = 40

D8 senaryoyu anlamadığını ve bir çözüm yolu geliştiremediğini ifade etmişti. Fakat soruyu anlamaması dışında bir çözüm yolu geliştirememe nedenleri arasında türev ve uygulamaları konusuna hâkim olmamasının da yer aldığı düşünülmektedir. Nitekim, senaryoda verilen fonksiyonun türevini doğru bir şekilde alamamıştır.

Kontrol grubunun %36,36' sı bilgileri unuttuğu için, %4,55'i ise problem senaryosunu anlamadığı için probleme çözüm üretmediğini düşünmektedir. Aşağıda kontrol grubunun cevaplarında örnekler yer almaktadır:

K1: 'Türevde maksimum bulma problemlerinin adımlarını unuttum.'

K7: 'Konunun mantığının bu şekilde olduğundan emin değilim. Hatırladığım kadarıyla yaptım.'

K8: 'Türev bilgilerimi tekrar etmem lazım.'

K10: 'Yanlış çözmüş olabilirim. Çünkü konu ile ilgili bilgileri unuttum.'

K11: 'Analiz dersini 2 sene önce online eğitimle aldığımız için bu konuyu tam olarak öğrenemedim.'

K13: 'Konuyu hatırlayamamam olabilir.'

K19: 'Konuyu önceki senlerde görmüştüm ve nasıl yapacağımı hatırlamıyorum. Sanırım mantığını da kavrayamamışım.'

Aşağıda gerekli bilgileri hatırlamadıklarını ifade eden katılımcıların problem çözme süreçlerinden kesitler sunulmuştur. Şekil 4.16’ da, K1’in ön testteki ikinci senaryoya hatırladığı kadarıyla sürdürdüğü problem çözme sürecinden bir kesit yer almaktadır.

Şekil 4.16 K1’ in problem çözme sürecinden bir kesit

maksimum büyüme oranını sorduğu için fonksiyona türev uygulamamız gerekir.

$$N'(t) = 60t - 3t^2 \quad 0 \leq t \leq 20$$
$$3t(20-t) = 0$$

$t=0$ $t=20$

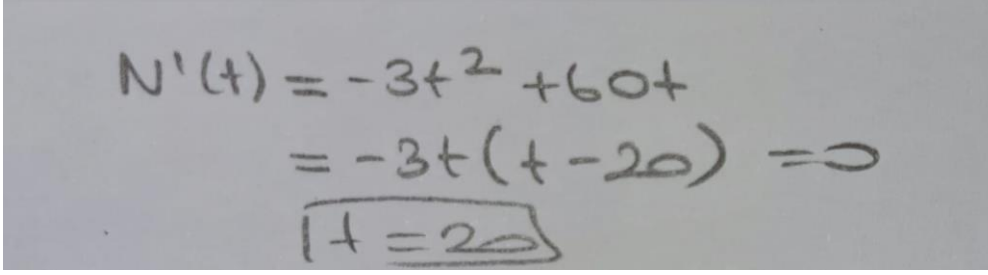
$N(0) = 1000$
 $N(20) = 5000$

20 dakika sonra

K1’ in maksimum büyüme oranını incelemek için türev bilgilerine başvurması her ne kadar doğru bir yaklaşım olsa da doğru bir sonuca ulaşamamıştır. K1, öncelikle birinci türev testi yapmakta ve fonksiyonun birinci türevinin köklerini fonksiyonda yerine yazarak çıkan sonucu yorumlamaya çalışmaktadır. Senaryoda maksimum büyüme oranının incelenmesi gerekmektedir. Bu durum değişimdeki değişimin incelenmesini gerektirmektedir. Yani ikinci türev testi sonuçlarının yorumlanması ile alakalıdır. Katılımcının bu yönde herhangi bir çalışmasının olmadığı görülmektedir.

K10 ise problemin çözümü için planını ‘ilk olarak fonksiyonun türevini alırsak. Daha sonra sıfıra eşitleyerek t değerini buluruz’ şeklinde açıklamıştır. K10 gibi pek çok katılımcının matematiksel bilgilerin kullanımında kalıplaşmış cümle yapıları olduğu dikkat çekmektedir. Şekil 4.17, K10’ un planını işleme dökme sürecini göstermektedir.

Şekil 4.17 K10' a ait planın işleme dökülmesi süreci



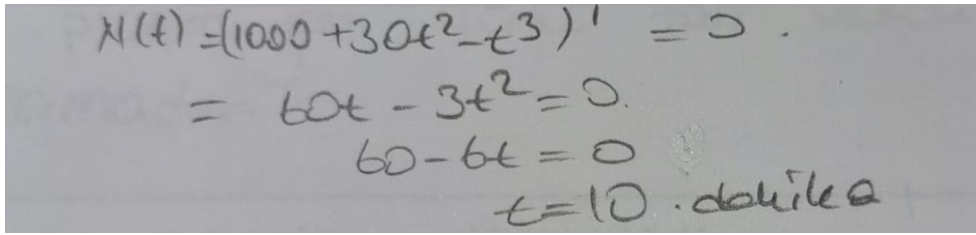
Handwritten mathematical derivation for K10:

$$N'(t) = -3t^2 + 60t$$
$$= -3t(t - 20) = 0$$
$$\boxed{t = 20}$$

K10' un planını işleme döktüğü bölüm incelendiğinde işlemsel sürecin otomatikleştirildiği, işlemsel süreç ve elde edilen sonuç üzerine düşünme sürecinden geçilmediği anlaşılmaktadır. Zira, birinci türev testine neden ihtiyaç duyulduğu, $t = 20$ sonucunun neyi ifade ettiği, bu sonucun doğru ve mantıklı bir sonuç olup olmadığı, alternatif yollarla aynı sonuca ulaşıp ulaşılamayacağı gibi konular üzerinde düşünme gerçekleştirilmemiştir. Örnekleri çeşitlendirmek katılımcıların problem çözme becerileri ve matematiksel bilgileri kullanma stilleri hakkında daha çok detay verecektir.

K13, senaryoda verilen görev için planlamasını ' $N(t) = 1000 + 30t^2 - t^3$ ifadesinin türevini almalıyım.' şeklinde yapmıştır. Şekil 4.18 ise planını işleme dökme sürecini göstermektedir.

Şekil 4.18 K13' ün problem çözme planının işleme dökülme süreci



Handwritten mathematical derivation for K13:

$$N(t) = (1000 + 30t^2 - t^3)' = 0$$
$$= 60t - 3t^2 = 0$$
$$60 - 6t = 0$$
$$t = 10 \text{ dakika}$$

K13'te de K10' a benzer bir süreç göze çarpmaktadır. K13, iki kere türev almayı tercih ederek sonucu $t = 10$ şeklinde bulmuştur. Tezin literatür kısmında da açıklandığı üzere doğru bir sonuca ulaşmak her zaman problem çözme becerisine sahip olunduğunun göstergesi değildir. K13 her ne kadar doğru sonuca ulaşırsa da K13' ün bu durumu bilinçli bir şekilde

gerçekleştirmedeği düşünülmektedir. İlâveten, ekte sunulan ‘Beklenen Problem Çözme Davranışları’ nın da gerçekleşmediği de görülmektedir.

K21 ise başka bir üniversitenin mühendislik fakültesinden geldiğini, Analiz dersinden muaf tutulduğunu, bu yüzden testte yer alan soruları anlamadığını ifade etmiştir.

K21: ‘*Ben bu okulda Analiz dersi almadım. Muaftım. Bu yüzden soruları anlamıyorum.*’

Tablo 4.10’ da, katılımcıların son testte yer alan ikinci problem senaryosunu çözememe nedenleri yer almaktadır.

Tablo 4.10 Katılımcıların son test ikinci problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri

Çözüm Üretememe Nedenleri	Deney Grubu	%	Kontrol Grubu	%
Bilgilerin Unutulması	-	-	K1, K3, K9, K13, K17, K19	27,27
Ezber Yapma	-	-	K21	4,55
Soruyu Anlamama	-	-	K13	4,55
Matematiksel Verileri Anlamada Güçlük	D14	7,14	-	-
İşlem Hatası Yapma	D4	7,14	-	-

Tablo incelendiğinde kontrol grubu açısından çözüm üretememe nedenleri aynıdır. Bilgilerin unutulması, ezber yaparak öğrenmeye çalışmaktan kaynaklı bilgilerin unutulması ya da pratiğe dökememe ve soruyu anlamamak şeklinde tekrar etmektedir.

Deney grubunun son testteki ikinci problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri arasında senaryoda yer alan matematiksel verileri anlamada güçlük çekme (*f: 1*) ve işlem hatası yapma (*f: 1*) yer almaktadır.

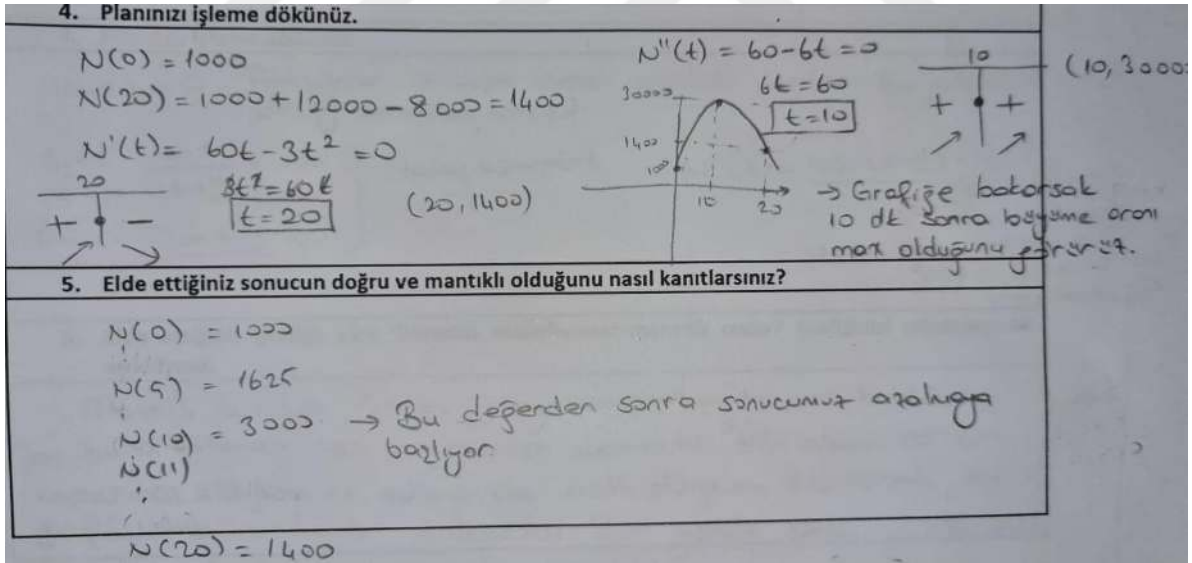
D14: ‘*Bakteri sayısı ile büyüme oranı arasındaki ilişkiyi kurarken zorlandım.*’

D14 her ne kadar senaryoda verilen matematiksel verileri anlamada güçlük çektiğini ifade etse de bağlantıları matematiksel olarak doğru yorumlayarak doğru ve mantıklı bir sonuca ulaşabilmiştir.

D4: 'Problemi çözdüğümü düşünüyorum. Fakat 11 değerini denklemden yerine koyduğumda 10 verdiğim değerden yüksek bir değer çıkıyor. İşlem hatası yapmış olabileceğimi düşünüyorum.'

D4 planlamasını 'maksimum değeri sorduğu için türevi kullanırız. Grafiği çizmek için adımları uygularız. Grafik yardımı ile de soruyu çözebiliriz. Fonksiyonu tanımsız yapan değerler olmadığı için asimptot yoktur.' şeklinde yapmıştır. Şekil 4.19' da, D4'ün planını işleme dökme süreci ve sonucunun doğruluğunu kontrol etme süreçleri yer almaktadır.

Şekil 4.19 D4' e ait planın uygulanması ve kontrol aşamaları



D4, planında da belirttiği üzere grafik çizerek verilen görevi yerine getirmeye çalışmış ve doğru sonuca ulaşmıştır. Sonucun doğruluğundan emin olmak için de değerler vererek sonucunu kontrol etmiştir.

Kontrol grubunun çözüm üretme aşamasında zorlanma nedenleri arasında çözüm üretmek için gerekli bilgilerin unutulması (f: 6), ezber yapmaktan dolayı bilgilerin

uygulamaya dökülememesi ($f: I$) ve soruyu anlamamak ($f: I$) yer almaktadır. Kontrol grubunun ikinci problem senaryosuna çözüm üretememe nedenine yönelik açıklamalardan örnekler şu şekildedir:

K1: 'Hangi yolla çözüleceğini unuttum.'

K3: 'Bilgi eksikliği'

K13: 'Soruyu anlamakta güçlük çektiğim için veya türev konusunu hatırlayamadığım için olabilir.'

K9: 'Konuya tam olarak hakim olmadığım için'

K17: 'Türev ile ilgili yeterli bilgiye sahip değilim. Son aşamada mantığı tam kuramadım.'

K19: 'Konuyu hatırlayamadığım için bağlantı kuramadım.'

K13 problemi çözememe nedenini iki şekilde açıklamaktadır; soruyu anlamamak veya türev konusunu hatırlamamak. K13 son testte planını 'verilen denklemin türevini alıp sıfıra eşitledim.' şeklindedir. Planının uygulaması ise Şekil 4.20' de gösterildiği gibidir.

Şekil 4.20 K13' ün son testte ikinci problem senaryosu planının uygulanması süreci

4. Planınızı işleme dökünüz.

$$(1000 + 30t^2 - t^3)'$$
$$-3t^2 + 60t = 0$$
$$3t^2 - 60t = 0$$
$$3t(t - 20) = 0$$
$$\begin{array}{|l} t = 0 \\ t = 20 \end{array}$$

K13 ön testte konuyu hatırlamadığı için problemi çözemediğini açıklamıştı. Ayrıca, K13' ün doğru bir sonuca ulaştığını fakat bu durumun bilinçli bir şekilde gelişmediğinin düşünüldüğü de açıklanmıştı. K13' ün son testteki problem çözme süreci incelendiğinde bu düşünce doğrulanmaktadır. K13, yine gerekli bilgileri unuttuğunu ifade etmekte, yine verilen

fonksiyonun türevini alarak sıfıra eşitleyeceğini belirtmekte ancak son testte sadece birinci türev testini uygulayarak sonucun $t = 20$ olduğunu bulmuştur.

K21 ise problemi çözememe nedenini eğitim sisteminin ezbere yönlendirmesine bağlamaktadır.

K21: *'Ezber sistem'*

4.1.3.3. Katılımcıların üçüncü problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri

Deney grubunun ön testte yer alan üçüncü problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri arasında çözüm için gerekli bilgilerin unutulması ($f: 3$), soruyu anlamama ($f: 1$) ve matematiksel verileri anlamada güçlük ($f: 1$) yer almaktadır. Son testte ise, matematiksel verileri anlamada güçlük ($f: 3$) ve ezber yapma ($f: 2$) çözüm üretememe nedenleri arasında yer almaktadır.

Kontrol grubunun son testte yer alan üçüncü problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri arasında çözüm için gerekli bilgilerin unutulması ($f: 7$), soruda eksik verilerin olduğunun düşünülmesi ($f: 3$), soruyu anlamama ($f: 5$) ve ezber yapma ($f: 1$) yer almaktadır. Son testte ise çözüm için gerekli bilgilerin unutulması ($f: 2$), soruyu anlama ($f: 1$), soruda eksik verilerin olduğunun düşünülmesi ($f: 1$), teknolojik araçların olmaması ($f: 1$), matematiksel olarak ifade etmede güçlük ($f: 1$) ve matematiksel verileri anlamada güçlük ($f: 3$) çözüm üretememe nedeni olarak gösterilmiştir.

Aşağıdaki tabloda deney ve kontrol grubu katılımcıların ön ve son testte yer alan üçüncü problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri yer almaktadır.

Tablo 4.11 Katılımcıların ön test üçüncü problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri

Çözüm Üretememe Nedenleri	Deney Grubu	%	Kontrol Grubu	%
Bilgilerin Unutulması	D7, D9, D14	21,43	K1, K2, K4, K5, K11, K14, K18	31,82
Soru Eksik	-	-	K9, K20, K21	13,64
Soruyu Anlamama	D4	7,14	K1, K13, K14, K18, K19	22,73
Matematiksel Verileri Anlamada güçlük	D12	7,14	-	-
Ezber Yapma	-	-	K22	4,55

Deney grubunun problemi çözememe nedenleri arasında bilgilerin unutulması (*f*: 3), soruyu anlamama (*f*: 1) ve senaryodaki verileri anlamada güçlük (*f*: 1) yer almaktadır.

Deney grubunun %21,43'ü çözüm üretmek için gerekli bilgileri unutmalarından dolayı problemi çözemediklerini ifade etmişlerdir.

D7: *'Bu tarz soruların nasıl çözüldüğünü unuttum.'*

D9: *'Konuyu unutmam.'*

D14: *'Bu kazanımda problem çözme pratiğim olmadığı için yanlış çözebileceğimi düşünüyorum.'*

Üçüncü problem senaryosunda katılımcıların verilen modellemenin mantıklı olup olmadığının grafik çizerek açıklanması istenmiştir. Deney grubu katılımcılarından D7, D9 ve D14 nasıl grafik çizileceğini unuttukları için verilen modelin grafiğini çizememiş olup modele ilişkin yorumlama da yapamamışlardır.

Deney grubundan D4 soruyu anlamadığı için, D12 ise senaryoda verilen matematiksel verileri anlamada güçlük yaşadığı için problemi çözemediklerini ifade etmişlerdir.

D4: *'Soruda tam olarak ne yapmam gerektiğini anlamadım.'*

D12: *'Grafiği çizemedim. Sebebi başka verilere ihtiyacım olduğundan olabilir.'*

Üçüncü problem senaryosunda verilen görevin temelinde senaryoda yer alan modelin grafiğinin çizilerek yorumlanmasıdır. Temel olarak grafik çizilebilmesi için fonksiyonun verilmesi yeterli olarak görülmektedir. Dolayısıyla senaryoya dair hiçbirşey anlaşılmasa bile katılımcıların yeterli düzeyde matematiksel bilgileri olsaydı grafik çizimini gerçekleştirmesi beklenmektedir.

Grafik çizimini gerçekleştirebilen katılımcılardan grafiğe ait modelin mantıklılığının yorumlanması beklenmektedir. Bir bireye bir konuya dair eğitim verildiğinde bireyin zaman içinde o konuda uzmanlaşması beklenir. Testteki senaryoda da kol saati monte etmeye yönelik bir eğitim verildiğinden eğitimi alan personelin geçen zaman diliminde monte edebildiği kol saati sayısında artış olması beklenir. Her ne kadar bu durumun gerçekleşmesi her zaman geçerli olmasa da senaryoda verilen model bu durumun kurgusu olarak kabul edilebilir.

Özetle deney grubunda grafik çizmeye yönelik bilgiler hatırlanmadığı için grafik çizimi dolayısıyla yorumlanması gerçekleştirilememiştir. Bu durum kontrol grubunda da aynı şekilde meydana gelmiştir.

Kontrol grubunun problemi çözememe nedenleri arasında çözüm için gerekli bilgilerin unutulması (f: 7), senaryoda eksik verilerin olduğunun düşünülmesi (f: 3), senaryoyu anlamamak (f: 5), ezber yapmaktan kaynaklı çözememek (f: 1) yer almaktadır.

Kontrol grubunun %31,82' si ön testteki üçüncü problem senaryosunun çözümü için gerekli olan bilgileri unuttuklarından dolayı çözüm geliştiremediklerini açıklamışlardır.

K1: *'Sorunun demek istediğini anlamadım ve türev hakkında unuttuğum bilgilerden dolayı yapamadığımı düşünüyorum.'*

K2: *'Unuttuğum konular.'*

K4: *'Çözüm yolunu hatırlayamadım.'*

K5: *'Bu konuda eksik bilgiye sahibim.'*

K11: *'Konuyu hatırlamıyorum.'*

Yukarıdaki ifadelere bakıldığında katılımcıların problemin çözümüne yönelik plan yapma aşamasında zorlandıkları görülmektedir. Katılımcılar problem senaryosundaki durumu anlamakla birlikte istenilen görevi yerine getirmek için ihtiyaç duyacakları bilgileri tespit etme noktasında eksiklikleri bulunmaktadır. Kontrol grubunun %13,64'ü problem senaryosunda verilen bilgilerin çözüm için yeterli olmadığını düşündüklerinden dolayı problemi çözemediklerini ifade etmişlerdir.

K9: *'Soruda verilen bilgilerin yetersiz olduğunu düşündüğüm için grafik oluşturamadım.'*

K20: *'Elimizde yeterli sayıda veri yok ve $100t/t+9$ nereden geldi anlamadım.'*

Senaryoda ' t ' değişkeni firmanın araştırmalarına göre yeni bir çalışanın iş başında eğitim almaya başladıktan sonraki günleri temsil ederken, ' $N(t)$ ' ise ' t ' gün sonra bir günde monte edebildikleri saat sayısını vermektedir. Dolayısıyla ' $100t/t+9$ ' ifadesinin ne ifade ettiği aşikardır. Ayrıca grafik çizebilmek için gerekli olan verilerin tamamı ($N(t)$, $t \geq 0$) senaryoda sunulmuştur.

Kontrol grubunun %22,73' ü ise problem senaryosunu anlamadıkları için çözemediklerini ifade etmiştir.

K13: *'Problemi anlayamadığım için çözemedim.'*

K19: *'Problemi anlayamadım bu yüzden ne yapacağımı da bilemedim.'*

Son olarak kontrol grubunun %4,55'i ezber yaptığı için problemi çözemediğini açıklamıştır.

K22: *'Soruların mantığını anlamadan soru tiplerini ezberlediğimiz için çözemedim.'*

Diğer problem senaryolarında olduğu gibi üçüncü problem senaryosunda da katılımcılar öğrenme sürecinde ezber yapmak mecburiyetinde kaldıkları için çözüm üretmediklerini açıklamışlardır.

Tablo 4.12 deney ve kontrol grubu katılımcıların son testte yer alan üçüncü problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri yer almaktadır.

Tablo 4.12 Katılımcıların son test üçüncü problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri

Çözüm Üretememe Nedenleri	Deney Grubu	%	Kontrol Grubu	%
Bilgilerin Unutulması	-	-	K7, K22	9,1
Sorunun Anlaşılması	-	-	K13	4,55
Soruda Eksik Bilgi Olması	-	-	K22	4,55
Teknolojik Araçların Olmaması	-	-	K4	4,55
Matematiksel Olarak İfade Etmede Güçlük	-	-	K19	4,55
Matematiksel Verileri Anlamada Güçlük	D2, D5, D8	21,43	K3, K9, K19	13,64
Ezber Yapma	D7, D10	14,29	-	-

Deney grubunun son testte yer alan üçüncü problem senaryosunu çözememe nedenleri arasında matematiksel olarak ifade etmede güçlük ($f: 1$), matematiksel verileri anlamada güçlük ($f: 2$) ve ezber yapmak ($f: 2$) yer almaktadır.

Deney grubunun %21,43' ü matematiksel verileri anlamada güçlük yaşadığı için problemi çözemediğini açıklamıştır. Katılımcıların açıklamaları şu şekildedir:

D2: 'Ortalamayla günü çarpınca çıkan sonuç yine tam sayı olmuyor. Bu kafamı karıştırdı.'

D5: 'Asimptotları belirleyememiş olmak ve türev yorumlarını iyi yapamadığım için tamamen yanlış olmasa da eksik çözmüş olabilirim.'

D8: 'Grafiği çizmedeki adımları uygularken fonksiyonun 1.türevini aldım fakat diğer sonuçlarla ilişkilendiremediğim için çözemedim.'

Aşağıda D2' ye ait son testte yer alan üçüncü problem senaryosuna ilişkin plan yapma ve planın uygulanması süreci yer almaktadır.

Şekil 4.21 D2' ye ait plan yapma ve planın uygulanması

T-K yaz. $\rightarrow t \geq 0$
Eksenleri kestiği nok. bul
Varsa asimptotlarını bul
1. türevini al
2. türevini al

ilk olarak verilen fonk-nun ortalamasıyla günü (t) 'yi çarpıp ne kadar saat monte ettiğini bulurum

4. Planınızı işleme dökünüz.

Mat. asimptot $t=1$ 'de $\frac{100}{10} = 10$ $t=2$ 'de $\frac{400}{11} = 36.36$

$\frac{100t^2}{t+9}$ $\rightarrow$ t 'nin türevini alırsam $\frac{200t(t+9) - 100t^2}{(t+9)^2} = \frac{100t^2 + 1800}{(t+9)^2}$

D2' nin plan yapma süreci incelendiğinde her ne kadar seçtiği matematiksel bilgilerin nedeni ve nasıl kullanılacağı açıklanmasa da kısa bir şekilde grafik çizme sürecinin anlatıldığı görülmektedir. Planın işleme dökülme aşaması incelendiğinde ise birinci türevin uygulanmaya çalışıldığı ilaveten 't' değişkenine değerler verilerek geçen günler bazında kaç adet saat monte edildiği tespit edilmeye çalışılmıştır. Katılımcının planlamasını yaparken 'ilk olarak verilen fonksiyonun ortalamasıyla günü (t) 'yi çarpıp ne kadar saat monte ettiğini bulurum' ifadesine yer vermiştir. Bu durum senaryoda yer alan matematiksel ifadelerin anlaşılmasına bağlanmaktadır. Ayrıca ortalamayla günü çarptığı zaman tam sayı elde edememesinden dolayı kafasının karıştığını da ifade etmektedir. Bu durum ise matematik derslerinde genel olarak tam sayılarla çalışılmasından dolayı cevabın ondalıklı çıkması durumu D2' de olduğu gibi kafa karışıklığına neden olabilmektedir.

Deney grubunun %14,29'u ise ezber yaptığı için problemi çözemediğini açıklamıştır. D7 ve D10, probleme çözüm üretememelerini şu şekilde açıklamaktadırlar:

D7: *'Verilen fonksiyonun birinci türevini alıp 0'a eşitlemeye çalıştığımda hiçbir değer bulamadım. Bulamayınca da max-min kritik noktaları, artan-azalan aralıkları bulamadım. İkinci türevi alıp 0'a eşitleyince de bulduğum değeri çok büyük buldum. Grafiği çizmede bilgilerim eksik ve hatalı olduğunu düşündüğümünden dolayı problemi çözemedim.'*

D10: *'Soruda istendiği gibi grafiği çizemedim çünkü ihtiyacım olan ekstremum noktayı bulamadım. Sadece sürekli artan olduğuyla ilgili yorum yapabildim. Ama bu grafik çizmek için yeterli değil. grafiği çizerken sürekli ekstremum noktaya sahip olan fonksiyonları çizdiğimden dolayı ekstremum noktaya sahip olmayan fonksiyonların grafiğini çizmeye alışık değilim ve nasıl yapılır tam emin değilim.'*

Hem deney grubunda hem de kontrol grubundaki katılımcıların matematik konularını ezberleyerek öğrenmeye çalışmaları ciddi bir problem olarak görülmektedir. D7' nin cevabı incelendiğinde katılımcının fonksiyonun birinci türevini alıp sıfıra eşitlediği ve bir kök bulamadığı anlaşılmaktadır. Hem deney hem de kontrol grubundaki katılımcıların türevin uygulamalarında fonksiyonun birinci türevini alarak otomatik olarak sıfıra eşitleyerek kök bulmaya (ekstremum noktaları) çalışmaları ezber yapmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Her zaman ekstremum noktalar bulabilmek mümkün değildir. Ekstremum noktaların olmamasının nasıl yorumlanması gerektiğinin bilinmemesi katılımcılarda kafa karışıklığına neden olmaktadır.

Şekil 4.22, D7' nin problem çözme sürecinden bir kesiti göstermektedir. Katılımcı planlamasını yaparken *'birinci türevini alıp 0'a eşitlerim max, min, artan, azalan aralıkları bulurum'* şeklinde bir ifade yer almaktadır. Bu ifade sistematik olarak ezberlenmiş bir ifadedir. *'Bütün fonksiyonların max-min noktaları olmak zorunda mıdır?'*, *'Hangi fonksiyonlarda max-min nokta bulunmaz? Bulunmaması ne anlama gelir ve nasıl yorumlanmalıdır?'*, *'Birinci veya ikinci türevin yorumu nedir?'*, gibi soruların cevapları düşünülmemektedir. Bu durumun nedeninin ezber yapılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Katılımcıların plan yapma süreci incelendiğinde planlarında ne yapacaklarını açıklayabildikleri fakat bilgileri nasıl ve neden kullanacaklarına yönelik çok fazla açıklamaya yer vermedikleri görülmektedir. Dikkat edilmelidir ki ön test kâğıtlarında gerekli bilgileri unuttuklarından dolayı ne yapacaklarına yönelik bir açıklama bile yapılamamıştı. Matematik bilgilerinin ezberlenmesi yöntemine

Kontrol grubunun problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri arasında en çok matematiksel verileri anlamada güçlük yer almaktadır. Kontrol grubunun %13,64'ü senaryoda sunulan matematiksel verileri anlamada güçlük yaşadığı için problemi çözemediğini ifade etmiştir. Açıklamaları şu şekildedir:

K3: *'Değerlerin büyük olması'*

K9: *'Verilen verilerle bağıntı arasında bir ilişki kuramadım'*

K19: *'Mantık yürütmeye çalıştım ama nasıl çözeceğimi bulamadım.'*

K19'un cevabı senaryoda sunulan matematiksel verileri anlamada güçlük yaşamakla yorumlanabileceği gibi verilenleri matematiksel olarak ifade etmede güçlük olarak da yorumlanabilir. K3, K9 ve K19 son testte bu problem senaryosu için çözüm üretemeyerek ilgili alanları boş bırakmışlardır.

Kontrol grubunun %9,1'i ise gerekli bilgileri unuttuğu için problemi çözemediğini açıklamıştır.

K22: *'Problemin senaryosunda eksik bilgi olduğunu düşünüyorum. Pay ve paydadan oluşan grafikleri çizmede sorun yaşıyorum.'*

K22 öncelikle senaryoda verilen bilgilerin problem durumuna çözüm üretecek seviyede yeterli olmadığını ifade etmiştir. Bunun yanı sıra kesirli fonksiyonların grafiklerini çizme konusunda da problem yaşadığını eklemiştir. Sonuç olarak K22 ilgili alanları boş bırakmıştır.

K7: *'Grafik nasıl çizeceğimi hatırlayamadığım için problemi çözemedim.'*

K7 planlamasında, *' $N(t)$ ' nin türevini alıp sifıra eşitleyip t' yi bulmam lazım.'* şeklinde bir açıklamaya yer vermiştir. K7, bu ifade dışında başka bir açıklama yapmamış olup ilgili alanları boş bırakmıştır. *'Birinci türevi alıp sifıra eşitlemek'* şeklindeki deney grubundaki kalıplaşmış ifadelerin kontrol grubunda da olduğu görülmektedir.

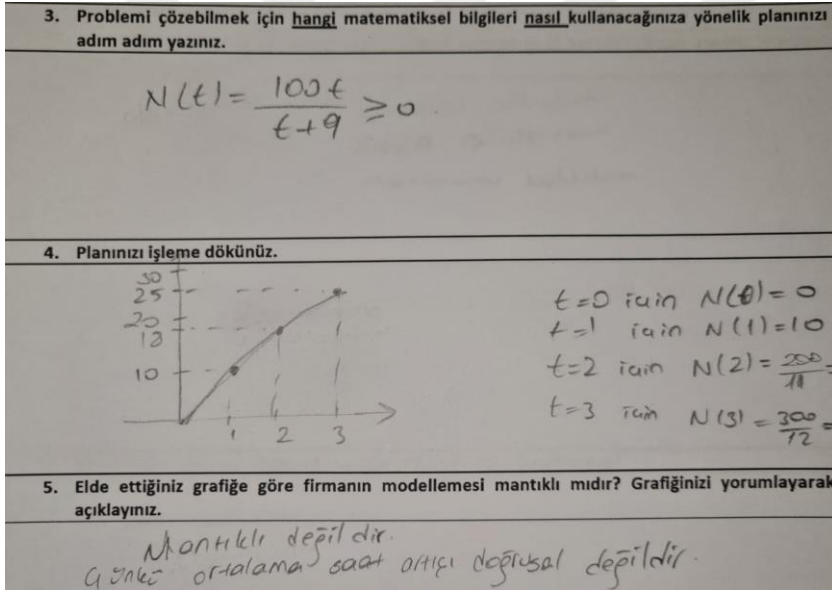
K13 problem senaryosunu anlayamadığı için, K4 ise teknolojik araçlar olmadığı için, senaryoda verilen görevi yerine getirmekte zorlandıklarını açıklamışlardır.

K13: *'Soruyu anlamadığım için olabilir.'*

K4: 'Teknoloji olsaydı hemen çözerdim.'

K13 her ne kadar senaryoyu anlamadığı çözemediğini ifade etse de senaryoda ne istendiğini 'firmanın yeni bir çalışanın işe başlaması ile günde ortalama kaç saat monte ettiğinin modellenmesinin mantıklı olup olmadığı' ifadelerini kullanarak açıklamıştır. K13'ün açıklamasından yola çıkıldığında senaryoyu anladığı görülmektedir. K13'ün asıl sorununun bir fonksiyonun grafiğini çizmek için gerekli olan bilgilere sahip olmadığı düşünülmektedir. Şekil 4.23, K13'ün grafik çizme sürecini göstermektedir.

Şekil 4.23 K13'ün problem çözme sürecinden bir kesit



K13'ün grafik çizmeye yönelik bir planlamasının olmadığı görülmektedir. Sadece $N(t)$ 'nin bir günde monte edilen saat adetinden yola çıkarak sıfıra eşit veya büyük olması gerektiğini ifade etmiştir. Grafiğin çizilmesi süreci incelendiğinde ise t değişkenine değerler vererek $N(t)$ değerleri bulunduğu görülmektedir. Buradan elde ettiği sonucu ise analitik düzleme aktarmaya çalışmıştır. Öncelikle değer verme yöntemi artma/azalma durumu hakkında bilgilendirici olsa bile artış/azalışın ne şekilde olduğu hakkında bu hâliyle bilgilendirici değildir. Senaryoda verilen aralık dâhilinde hangi aralıkta artan/azalan, konveks/konkav olduğunun da incelenmesi gerekmektedir. Nitekim bu bilgiler sayesinde model yorumlanabilir hâle gelecektir.

Yukarıda bahsedildiği üzere K4 ise teknolojik imkânların olması durumunda hemen çözebileceğini belirtmiştir. Teknolojiyle anlatılmak istenenin Geogebra gibi yazılımların kullanılması olduğu anlaşılmaktadır. Bu tarz yazılımları kullanma becerileri önemli olarak görülse de yazılımla elde edilen grafiğin yorumlanması sürecinde de bahsedilen bilgilere sahip olmak zorunlu olarak görülmektedir.

4.1.3.4. Katılımcıların dördüncü problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri

Deney grubunun ön testte yer alan dördüncü problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri arasında soruda eksik bilgi olduğunun düşünülmesi ($f: 2$) ve soruyu anlama ($f: 2$) yer almaktadır. Son testte ise soruda eksik bilgi olduğunun düşünülmesi ($f: 1$), işlem hatası yapılması ($f: 1$) ve matematiksel verileri anlamada güçlük ($f: 1$) çözüm üretememe nedenleri arasında gösterilmektedir.

Kontrol grubunun ön testte yer alan dördüncü problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri arasında çözüm için gerekli bilgilerin unutulması ($f: 7$), soruda eksik bilgi olduğunun düşünülmesi ($f: 1$), soruyu anlamama ($f: 2$), matematiksel verileri anlamada güçlük ($f: 2$) ve ezber yapma ($f: 1$) yer almaktadır. Son testte ise yine çözüm için gerekli bilgilerin unutulması ($f: 5$), işlem hatası yapılması ($f: 1$), soruyu anlamama ($f: 3$), matematiksel verileri anlamada güçlük ($f: 1$), matematiksel olarak ifade etmede güçlük ($f: 1$) ve ezber yapma ($f: 1$) çözüm üretememe nedenleri arasında gösterilmektedir.

Aşağıdaki tabloda deney ve kontrol grubu katılımcıların ön ve son testte yer alan dördüncü problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri yer almaktadır.

Tablo 4.13 Katılımcıların ön test dördüncü problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri

Çözüm Üretememe Nedenleri	Deney Grubu	%	Kontrol Grubu	%
Bilgilerin Unutulması	-	-	K2, K4, K6, K9, K10, K11, K14	31,82
Soru Eksik	D9, D14	14,29	K9	4,55
Soruyu Anlamama	D4, D7	14,29	K7, K21	9,1

Matematiksel Verileri Anlamada güçlük	-	-	K13, K19	9,1
Ezber Yapma	-	-	K22	4,55

Deney grubunun %14,29'u problem senaryosunda eksik bilgi bulunmasından dolayı çözüm üretemediklerini açıklamıştır.

D9: *'Soru eksik.'*

D14: *'Eksik bilgi verilmesinden kaynaklı soru çözemedim.'*

D9 ve D14 senaryoda eksik bilgi verilmesinden dolayı çözüm üretemediklerini açıklamışlardır. Senaryoda ilacın kaçınıcı saatte etki ettiği sorulmaktadır. Eksik bilgi olarak görülen bilgi senaryoda sözü edilen ilacın hangi miktarlarda etkili olduğunun verilmemesidir. Bu bakış açısı doğrudur. C(t)' nin hangi değerleri aldığı ilacın etkisini göstereceği bilgisi tam olarak yorum getirebilmek için önemlidir. Fakat günlük hayatta karşılaştığımız problemlerde bütün bilgilere tam olarak hâkim olmak her zaman mümkün olmamaktadır. Böyle durumlarda eldeki veriler çerçevesinde çözüm üretmeye çalışılmaktadır. Dördüncü problem senaryosunda da katılımcılardan beklenen budur. Senaryoda verilen bilgilerden yola çıkarak, eksik ve gerekli olan bilgilerin farkına vararak bir çözüm üretmeleri ve yorum getirmeleri beklenmektedir.

Deney grubunun %14,29'u ise problem senaryosunu anlamadıklarından dolayı çözüm üretemediklerini ifade etmişlerdir.

D4: *'Soruda benden ne istediğini anlayamadım. Nasıl bir yol izlemem gerektiğini anlamadım.'*

D7: *'Soruyu anlayamadığımdan dolayı çözemedim.'*

D4 ve D7 senaryoyu anlayamadıklarından dolayı çözüm geliştirememiş olup ilgili alanları boş bırakmışlardır.

Kontrol grubunun %31,82'si çözüm üretmek için gerekli bilgileri unuttukları için çözüm üretemediklerini ifade etmiştir. Katılımcı cevaplarından örnekler şu şekildedir:

K2: *'Unuttuğum konular.'*

K4: *'Üzerinden zaman geçtiği için konuyu unutmuş olmam.'*

K6: *'Konuları hatırlamıyorum.'*

K9: *'Problemin eksik olduğunu düşünüyorum. Değilse de çözmek için gerekli bilgileri hatırlamadığımı düşünüyorum.'*

K10: *'Bu tarz soruların nasıl çözümünü olduğunu hatırlamıyorum.'*

K11: *'Konuyu hatırlamıyorum.'*

K14: *'Çözemiyorum. Çünkü çoğu bilgiyi unuttum.'*

Yukarıda ifadeleri yer alan katılımcılar gerekli bilgileri unuttukları için çözüm üretemedikleri için problem çözme süreçleri başlamadan sona ermiştir. K4 ve K14, '*C(t)*' nin türevini alıp sıfıra eşitlerim' şeklinde açıklama yapıp devamını getirememişlerdir. Dolayısıyla test sonuçlarından örneklere yer verilememiştir.

Kontrol grubunun %9,1' i ise problem senaryosundaki matematiksel verileri anlamakta güçlük çektikleri için çözüm üretemediklerini açıklamıştır.

K13: *'Modellemeyi anlayamadığım için çözemedim.'*

K19: *'Kullandığım işlemin ne anlama geldiğini ve neden kullandığımı bilmedim için soruları nasıl çözeceğimi bilemedim. Kavram oluşmamış bende.'*

K19 plan yapma aşamasında, '*Türev alırım. Derslerde bu tarz sorularda türev aldığımız için böyle yapardım. Ama neden bunu yaptığımı bilmiyorum.*' açıklamalarına yer verilmiştir. K13 ve K19 probleme çözüm üretememişlerdir. Ezberleyerek öğrenmenin etkileri K19' un cevabından da anlaşılmaktadır.

Kontrol grubunun %4,55 ‘i soruda eksik bilgi olduğunu düşündüğü için, %9,1’i problem senaryosunu anlamadığı için, %4,55’i ise ezber yaptığı için çözüm üretemediğini ifade etmiştir. Katılımcı cevaplarından örnekler şu şekildedir:

K9: *‘Problemin eksik olduğunu düşünüyorum. Değilse de çözmek için gerekli bilgileri hatırlamadığımı düşünüyorum.’*

K7: *‘Soruyu anlamadım.’*

K22: *‘Mantığını anlayamadım. Max min sorularında türev almamız gerektiği öğretildi.’*

K9, K7 ve K22’ nin problemi çözememe nedenleri her ne kadar birbirinden farklı olsa da çözüm üretememelerinin temelinde ihtiyaç duyulan matematiksel bilgilere hakim olmayışları yer aldığı düşünülmektedir. Zira ilgili alanları boş bırakmışlardır.

Tablo 4.14 ise deney ve kontrol grubu katılımcılarının son testte yer alan dördüncü problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri yer almaktadır.

Tablo 4.14 Katılımcıların son test dördüncü problem senaryosuna çözüm üretememe nedenleri

Çözüm Üretememe Nedenleri	Deney Grubu	%	Kontrol Grubu	%
Bilgilerin Unutulması	-	-	K7, K9, K13, K18, K21	22,73
Soru Eksik	D14	7,14	-	-
İşlem Hatası	D5	7,14	K10	4,55
Soruyu Anlamama	-	-	K11, K19, K20	13,64
Matematiksel Verileri Anlamada güçlük	D8	7,14	K16	4,55
Matematiksel Olarak İfade Etmede Güçlük	-	-	K17	4,55
Ezber Yapma	-	-	K21	4,55

Deney grubunun son testte yer alan dördüncü problem senaryosunu çözememe nedenleri arasında sorunun eksik bilgiye sahip olduğunun düşünülmesi ($f: 1$), işlem hatası yapıldığının düşünülmesi ($f: 1$) ve matematiksel verileri anlamada güçlük ($f: 1$) yer almaktadır. Katılımcı cevaplarından örnekler şu şekildedir:

D14: *'Veri eksikliğinden kaynaklı yorumlamada zorlandım.'*

D5: *'Asimptot ve türev almada işlem hatası yapmış olabilirim.'*

D8: *'Problemi çözemedim çünkü fonksiyonun 1.türevinin köklerini bulamadım. Dolayısıyla artan, azalan aralığı ve max, min noktalarını hesaplayamadım.'*

D5 senaryoda verilen fonksiyonun grafiğini çizerek yorumlama yoluna gitmiştir. İlaveten testte yer alan son sorular katılımcıların işlemsel süreçte hata yapıp yapmadıklarını tespit edebilmeleri için önemlidir. Katılımcılar genel olarak son soruda alternatif yollar deneyerek aynı cevaba ulaşp ulaşamayacaklarını test etmektense D5' te olduğu gibi *'işlem hatası yapmış olabilirim'* gibi ifadeler kullanarak problem çözme sürecini sonlandırmaktadırlar. D5 gibi D14' te grafik çizme yoluna gitmiştir. D14 grafiği çizemediğini ancak senaryoda verilmeyen bilgilerden dolayı yorum yapmakta zorlandığını ifade etmiştir. D14, *'Veri eksikliği olduğunu düşünüyorum. İlacın etkisi için konsantrasyonun ne olması gerektiği verilmemiş. Grafiği çizebilirim ancak etkisini kanıtlayamam.'* ifadelerine yer vermiştir.

Kontrol grubunun son testte yer alan dördüncü problemi çözememe nedenleri ise gerekli bilgilerin unutulması ($f: 6$), sorunun anlaşılabilmesi ($f: 3$), sorunun eksik bilgiye sahip olduğunun düşünülmesi ($f: 1$), işlem hatası yapıldığının düşünülmesi ($f: 1$), matematiksel verileri anlamada güçlük ($f: 1$), matematiksel olarak ifade etmede güçlük ($f: 1$) ve ezber yapma ($f: 1$) yer almaktadır.

Kontrol grubunun %22,73' ü testte yer alan dördüncü problem senaryosuna çözüm üretmek için gerekli olan bilgiyi unuttuklarını ifade etmiştir. Katılımcı cevaplarından örnekler şu şekildedir:

K7: *'Kesirli ifadelerin türevini almada tam olarak hatırlayamadığım kısımlar olduğu için çözemedim.'*

K9: 'Konuyla ilgili önemli kavramları anlayamadığım için çözemedim.'

K13: 'Türev konusunu hatırlamıyorum.'

K18: 'c(t)'ye değer vermeye çalıştım fakat hep çıktı. 0/0 belirsizliğinden bir şeyler çıkarmaya çalıştım. Paydayı 0 çıkaramadım. Üstteki 0 beni zorladı. Nedenini bilmiyorum.'

K21: 'Problemleri çözemememin temel sebebi sınava yönelik çalışmak ve önceden ezberlemek zorunda olduğum bilgileri uzun bellekte tutamadığım için yıllar sonra kullanmam gerektiğinde kullanamıyor oluşum. Bu durum beni gerçekten üzdü. Böyle kötü bir öğretmen olmayı istemezdim.'

K7 kesirli ifadelerin türevini almada zorlandığı için çözüm üretemediğini ifade etmiştir. Kesirli ifadelerin türevinin alınması birçok katılımcının zorlandığı bir konudur. Örnek olarak K21' in türev alma süreci gösterilebilir.

Şekil 4.24 K21'e ait kesirli fonksiyonun türevinin alınma süreci

$$\frac{0.3}{2t+6} = \frac{\frac{3}{10}}{2t+6} = \frac{3}{10} \cdot \frac{2t+6}{1} = \frac{6t+13}{10}$$

Tekrar Türev

$\frac{6}{10}$

K21' in türev alma süreci incelendiğinde pay ve paydanın ayrı ayrı türevinin alındığı görülmektedir. Herhangi bir problem çözme planına sahip olmayan K21'in işlemsel süreci Şekil 4.24' te görüldüğü üzere doğru olmayan bir şekilde türev alma işleminin ardından sona ermiştir. K21 bu durumu sınava yönelik çalışma yapmasından dolayı ezberlemek zorunda olduğu bilgileri uzun süre aklında tutamamasına bağlamaktadır.

Kontrol grubunun %13,64' ü problem senaryosunu anlamadıkları için çözemediklerini belirtmişlerdir. Katılımcı cevaplarından örnekler şu şekildedir:

K11: *'Problemi tam olarak anlayamadım. Etkisini gösterdiğini söylemem için belirli bir değerin üzerinde olması gerekiyor diye düşündüm. Problem çözümünde ilerleyemiyorum.'*

K19: *'Soruyu anlayamadığım için çözemedim.'*

K20: *'Ya soruda bir anlatım bozukluğu var ya da ben pek anlayamadım soruyu.'*

K11, K19 ve K20 senaryoyu anlayamadıkları için problem çözme sürecinde yol katedememişlerdir. İlacın etkisini gösterdiği konsantrasyon aralıklarının verilmesi tam ve doğru bir yorumlama için gereklidir. Ancak bu bilginin eksikliği senaryo üzerine düşünmek ve gerekli matematiksel bilgilerin kullanılması için engel değildir.

Son olarak K10 işlem hatası yaptığı için, K16 matematiksel verileri anlamada güçlük çektiği için, K17 matematiksel olarak ifade etmede güçlük çektiği için çözemediğini ifade etmiştir. Katılımcı cevaplarından örnekler şu şekildedir:

K10: *'Belki işlem hatası yapmış olabilirim.'*

K16: *'Sayılar karışık geldi.'*

K17: *'Bir fonksiyon elde etmem gerekiyordu. Ancak fonksiyonu elde edemedim.'*

K10, muhtemel işlem hatası yapmış olabileceğinden dolayı problemi çözmemiş olacağını ifade etmiştir. Şekil 4.25, K10' un son test dördüncü senaryoya ait plan yapma ve planı uygulama sürecini göstermektedir.

Şekil 4.25 K10'un plan yapma ve uygulama süreci

Modellemede t'nin min değerini bulmalıyız

4. Planınızı işleme dökünüz.

$$C(t)' = \left(\frac{0,3t}{t^2+6t+9} \right)' = \frac{(0,3) \cdot (t^2+6t+9) - (2t+6) \cdot (0,3t)}{(t^2+6t+9)^2}$$

K10 problem çözme sürecinde işlem hatası yapmış olma olasılığından söz etmektedir. İşlemsel süreci incelendiğinde sadece senaryoda verilen fonksiyonun birinci dereceden türevinin alındığı ve sürecin burada sonlandırıldığı görülmektedir. Probleme çözüm üretmeyi engelleyici herhangi bir işlem hatası olduğu düşünülmemektedir.

K16 senaryoda verilen ifadeleri karışık bulduğu için çözemediğini açıklamıştır. Her ne kadar K16'nın ifadesi bu yönde olsa da kullandığı matematiksel bilgilerin uygun olmadığından çözemediği düşünülmektedir. Şekil 4.26, K16' ya ait işlemsel süreci göstermektedir.

Şekil 4.26 K16' ya ait işlemsel süreç

$$\int_0^{12} \frac{0,3t}{t^2+6t+9} = \frac{0,3t^2}{t^2+6t+9} \Big|_0^{12} = \frac{144 \cdot 3}{12^2+6 \cdot 12+9 \cdot 12}$$

K16, integral kullanarak çözmeye çalışmıştır. Neden integral kullandığına yönelik herhangi bir açıklama yapmamıştır. Ayrıca K16, birinci problem senaryosu haricindeki bütün problem senaryolarına çözüm üretirken integral kullanmıştır.

Son olarak K17 ise, bir fonksiyon elde etmesi gerektiğini düşündüğünü ve elde edemediği için de çözemediğini açıklamıştır. Oysa ki fonksiyon ve üzerinde çalışılması gereken aralık senaryoda sunulmuştur. Başka bir fonksiyon elde etmeye gerek yoktur. Kaldı ki senaryoda verilen bilgiler doğrultusunda ikinci bir fonksiyon elde edebilmek mümkün değildir.

4.1.4. Dördüncü alt probleme ilişkin bulgular

Bu başlık altında ‘Deney grubunun rutin olmayan problem çözme becerileri zaman içinde nasıl bir gelişim göstermiştir?’ alt problemine cevap verilmeye çalışılmıştır.

Bu bölümde sekiz adet performans görevinin tamamını yerine getiren 11 deney grubu katılımcısının PDÖ sürecindeki rutin olmayan problem çözme becerisi gelişimlerini detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Tablo 4.15’ de katılımcıların performans görevi puanlarına ilişkin betimsel istatistikler sunulmuştur.

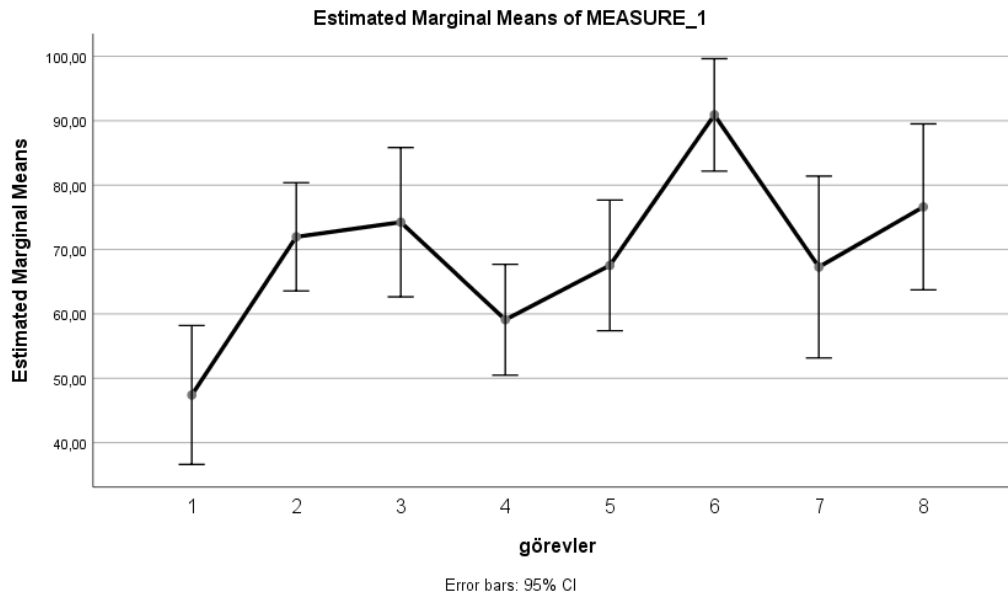
Tablo 4.15 Performans görevlerine ait betimsel istatistikler

Performans Görevleri	%95 Güven Aralığı			
	Ort	SS	Alt Sınır	Üst Sınır
1	47.40	4.84	36.61	58.19
2	71.97	3.77	63.56	80.38
3	74.24	5.21	62.64	85.84
4	59.09	3.86	50.48	67.70
5	67.53	4.55	57.39	77.68
6	90.91	3.92	82.17	99.65
7	67.27	6.34	53.15	81.39
8	76.62	5.79	63.73	89.52

Tablo 4.15’ e göre deney grubunun ilk performans görevinden aldıkları puanların ortalaması 47.40 puandır. İlk performans görevinden alınan puanlar %95 güven aralığında 36.61 ile 58.19 puan arasındadır. Son performans görevinden aldıkları puanların ortalaması ise 76.62’dir. Son performans görevinden alınan puanlar %95 güven aralığında 63.73 ile 89.52 puan arasında değişmektedir. Uygulama süresinde alınan puan ortalamaları incelendiğinde

bazı performans görevlerinde ortalamalar yüksek iken bazılarında ise düşüş yaşanmıştır. Ortalamalar arasındaki değişimi daha iyi gözlemleyebilmek için Grafik 4.3' ü incelemek daha yararlı olacaktır.

Grafik 4.3 Uygulama sürecinde deney grubunun performans görevlerindeki ortalama puanlarının değişimi



Grafik 4.3' e göre, ilk performans görevinden son performans görevine zaman zaman puan düşüşleri olsa da genel olarak ortalama puanların lineer bir şekilde arttığı gözlemlenmektedir. Grafiğe göre en düşük ortalama puan dördüncü performans görevinde, en yüksek ortalama puan ise altıncı performans görevinde gözlemlenmektedir. Grafiğe göre dikkat çekici bir diğer bulgu ise en belirgin puan artışının ikinci ve altıncı performans görevlerinde, en belirgin puan düşüşünün ise yedinci performans görevinde olduğudur. Ortalamalar arasındaki bu farkların istatistiksel olarak anlamlılığının sorgulanması gerekmektedir.

Katılımcıların haftalık olarak ölçülen rutin olmayan problemleri çözme becerileri puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını incelemek için 'Tekrarlı Ölçümler

Anova' Testi yapılmıştır. Mauchly's test sonucu küresellik varsayımının sağlandığını göstermektedir $X^2 (27) = 19.400, p = .887$.

Rutin olmayan problem çözme becerilerinin geliştirilmesi için çevrimiçi PDÖ sürecinde gerçekleştirilen performans görevleri puanlarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları Tablo 4.16' da yer almaktadır.

Tablo 4.16 Tekrarlı ölçümler ANOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	P	Anlamlı Fark	Kısmi Eta Kare
Deneklerarası	6061.807	10	606.181				
Ölçüm	12573.152	7	1796.165	8.508	.000	1-2, 5-6, 6-7	.460
Hata	14777.564	70	211.108				
Toplam	33412.523	87					

Deney grubunun çevrimiçi PDÖ sürecinde rutin olmayan problem çözme becerilerini geliştirmeye yönelik üzerinde çalıştıkları performans görevlerinden aldıkları puanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur $F (7,70) = 8.508, p < .01$, kısmî $\eta^2 = 0.46$. Anlamlı fark birinci ve ikinci, beşinci ve altıncı ile altıncı ve yedinci performans görevleri arasında çıkmıştır. Tablo 4.16' dan ve Grafik 4.3' ten anlaşılabacağı üzere bir önceki performans görevlerine göre ikinci performans görevinde ortalama göre 24.57 puan, altıncı performans görevinde ise 23.38 puan artış gösterirken, yedinci performans görevinde 23.64 puanlık bir düşüş gerçekleşmiştir. Performans görevlerindeki ortalama puanlarında artış ve düşüşlerin nedeni yedinci araştırma sorusunun bulguları ile açıklanmaya çalışılmıştır.

4.1.5. Beşinci alt probleme ilişkin bulgular

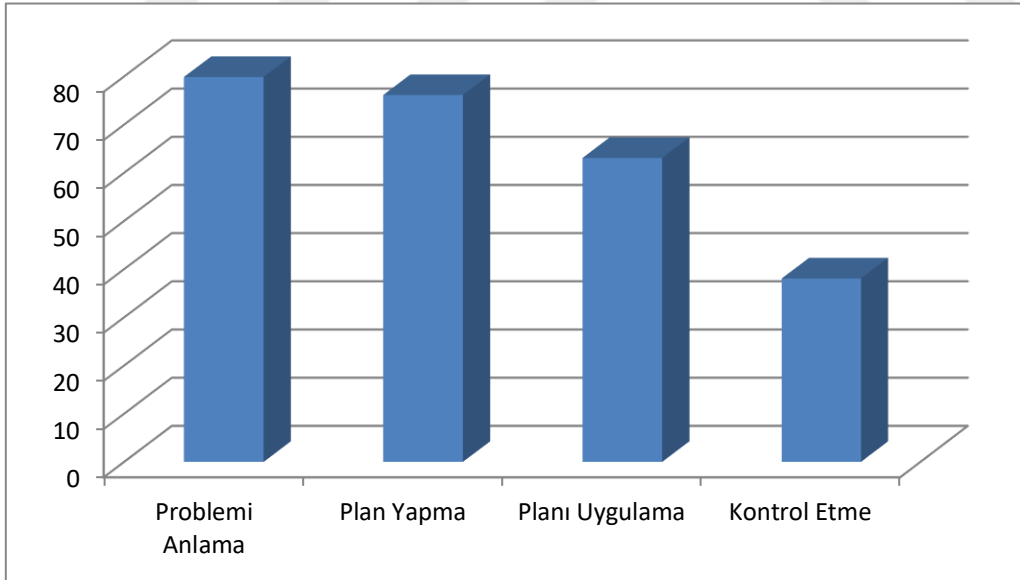
Bu başlık altında '*deney grubunun performans görevlerini yerine getirme sürecinde sergilemekte zorlandıkları problem çözme becerileri nelerdir? Zorlanma sebepleri nelerdir?*' araştırma sorusunun yanıtı verilmeye çalışılacaktır. Bu alt problemi cevaplamak için veriler

deney grubuna her hafta sunulan değerlendirme formunda yer alan soruların cevaplarından elde edilmiştir. Bu bölümde uygulama süresince sekiz performans görevinin tamamını yerine getiren on bir katılımcının cevabı dikkate alınmıştır.

Altıncı alt problemin cevabı verilirken performans görevlerinin ortalamaları karşılaştırıldığında birinci ve ikinci, beşinci ve altıncı ile altıncı ve yedinci performans görevlerinin ortalamaları arasında anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir. Bu bölümde özellikle bahsedilen performans görevleri çerçevesinde deney grubunun ortalamalarının yükselme ve düşme nedenleri açıklanmaya çalışılacaktır.

İlk olarak deney grubunun her bir problem çözme becerisi için sekiz performans görevinin tamamından aldıkları puanların ortalamaları incelenmiştir. Grafik 4.4’ te, her bir problem çözme becerisi için ortalama puan dağılımları yer almaktadır.

Grafik 4.4 Deney grubunun performans görevlerinde her bir problem çözme becerisinden aldığı ortalama puanlar



Katılımcıların sergilemekte zorlandıkları problem çözme becerilerinin başında ‘kontrol etme’ becerisi gelmektedir. Grafik incelendiğinde problemi anlama becerisinden kontrol etme becerisine ortalama puanların kademeli olarak düştüğü görülmektedir.

Problemi anlama becerisine yönelik olarak senaryonun konusunun, çözüm için ihtiyaç duyulan verilerin ve istenilenlerin tespitini gerektiren üç tip soru sorulmuştur. Katılımcılardan beklenen, problemin çözümü için gereken verilerin tamamını tespit ederek senaryonun konusunu ve ne istendiğini kendi ifadeleriyle açık ve net bir şekilde açıklamalarıdır. Katılımcıların performans görevlerinin genelinde problemi anlama becerisi puanı 100 üzerinden 79,88' dir.

Genel olarak katılımcılar problemi anlamaya yönelik becerilerini sergilerken soruları kendi ifadeleriyle açıklamakta zorlanmaktadırlar. Özellikle PDÖ uygulama sürecinin başlarında katılımcılar kendi ifadelerini kullanmaktansa senaryo metinlerinde geçen ifadeleri birebir kopyalama davranışına gitmektedirler. İlaveten çözüm için ihtiyaç duyacakları bilgileri belirleme konusunda da yetersizlik yaşamaktadırlar. Özellikle sayısal veriler açısından yoğun olan senaryolarda hangi bilgileri seçmeleri gerektiği kafa karışıklığına neden olmuştur. Bazı senaryolarda ise katılımcıların aşına olmadıkları piyasa talep eğrisi, verimliliğin yok olma noktası gibi terimler kafa karışıklığına neden olmuştur. Senaryo içeriğinde bu terimleri anlamaya yardımcı tanımlar, grafikler verilmesine rağmen katılımcılar bu terimlerin ne olduğunu ve ne işe yaradığını anlamakta zorlanmışlardır.

Plan yapmaya yönelik olarak sorulan sorularda katılımcılardan problem durumuna çözüm üretmeye hizmet edecek bir strateji belirlemeleri/plan yapmaları beklenmektedir. Bu kapsamda katılımcılardan uygun stratejiyi seçmesi, verilenler ve istenenler arasında ilişkilendirme yapması, çözüm için seçtiği matematiksel bilgileri neden seçtiğini ve nasıl kullanacağını açıklaması, 'problemi çözmek için ne yapmam gerekiyor?' sorusunu yanıtlayabilmesi, bilinmeyeni bulmak için ne yapması gerektiğini ve hangi sırada yapması gerektiğini bilmesi beklenmektedir. Katılımcıların plan yapma becerisinden aldıkları puanların ortalaması 100 üzerinden 76,14' tür.

Katılımcıların plan yapabilmesi için hem senaryoyu tam olarak anlayabilmeleri hem de alan bilgisine hâkim olmaları gerekmektedir. Senaryolar türev ve uygulamaları konusu özelinde geliştirildiğinden temel matematik bilgilerinin yanı sıra türev alma kuralları, birinci ve ikinci türev testi, yerel ekstremum noktalar, konvekslik/konkavlık gibi kavramların ne olduğunun, nasıl bulunması ve yorumlanması gerektiğine hâkim olmaları gerekmektedir. Özellikle grafik çizmek ve yorumlayabilmek önem kazanmıştır. Fakat katılımcılar çeşitli

sebeplerden (bu sebepler ilgili başlıklarda açıklanmıştır) bahsi geçen kavramları hatırlayamadıkları için çözüm üretme sürecine entegre etme konusunda zorluk yaşamışlardır. Bu durum planın uygulanması sürecine de yansımıştır. En büyük etkisi ise kontrol etme sürecinde gözlemlenmektedir.

Katılımcıların planı uygulama becerisinden aldıkları puanların ortalaması 100 üzerinden 63,07' dir. Planı uygulama aşamasında katılımcılardan beklenen, çözüm üretmek için yaptıkları planı tam ve doğru bir şekilde işleme dökabilmeleridir.

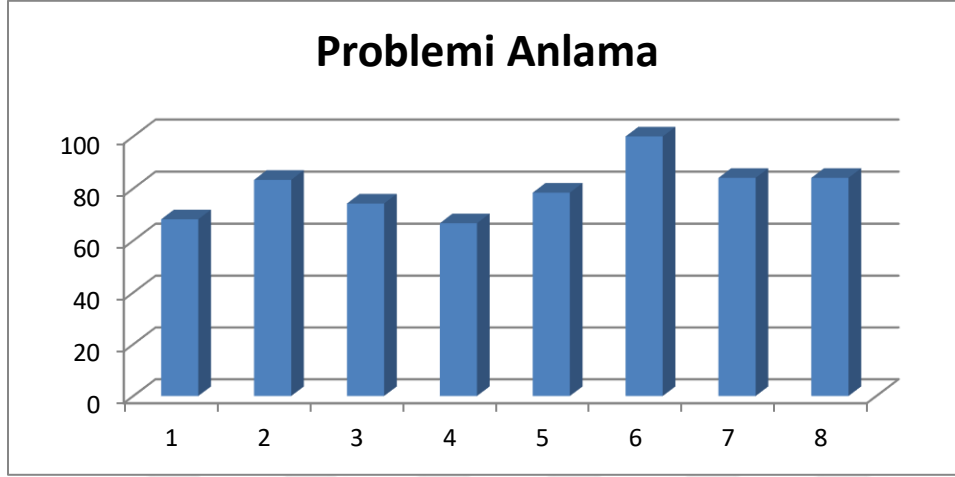
Kontrol etme aşamasında, çözüm sürecinin gözden geçirilip kontrol edilmesi, alternatif çözüm yolları üzerinde düşünüp ulaşılan cevabın doğru ve mantıklı olup olmadığına yönelik matematiksel bilgilere ve senaryodaki verilere dayanarak güvenilir kanıtlar getirilmesi beklenmektedir. Kontrol aşaması kritik bir öneme sahiptir. Çünkü katılımcının alan bilgisindeki yeterliliği bu aşamada ortaya çıkmaktadır. Problemi anlama aşamasında katılımcıların sorulan sorulara senaryodaki ifadeleri kullanarak cevap verdikleri açıklanmıştı. Anlamayı ölçen soruları her ne kadar kendi ifadelerini kullanmaksızın yanıtlasalar da çok uzun olan senaryo metinlerinden cevabı doğru yerde tespit etmeleri önemlidir. Ancak bu durum her zaman senaryoyu anladıkları anlamına gelmemektedir. Çoğu kez problem senaryosunun anlaşılmadığı kontrol aşamasında ortaya çıkmaktadır. Çünkü katılımcılardan, elde ettikleri cevabın senaryodaki problem durumu için uygun ve mantıklı olup olmadığının sorgulanması için senaryodan kanıtlar bulmaları istendiğinde başarısız olmaktadır.

Aşağıda her bir performans görevi için katılımcıların zorlandıkları problem çözme becerileri ve nedenleri detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

4.1.5.1. Problemi anlama becerisi

Bu başlık altında katılımcıların problemi anlama becerisini sergilerken zorlandıkları noktalar yer almaktadır.

Grafik 4.5 Problemi anlama becerisi puan ortalamalarının dağılımı



Grafik 4.5’ te katılımcıların her bir performans görevinin problemi anlama sorularından aldıkları puanların ortalamaları yer almaktadır.

Problem çözme becerileri arasında ortalaması en yüksek (100 üzerinden 79,88 puan) olan beceri problemi anlama becerisidir. Performans görevleri kıyaslandığında en düşük problemi anlama ortalamasına dördüncü performans görevi, en yüksek ortalamaya ise altıncı performans görevi sahiptir.

Uygulama sürecinin ilk performans görevi ‘Doğa Dostu Aloha Maoliler’ görevi deney grubunun hem çevrimiçi PDÖ süreciyle hem de lisans düzeyinde rutin olmayan bir problemle ilk kez karşılaştıkları senaryodur.

Birinci performans görevine ait çalışma kâğıdındaki ilk dört soru problemin anlaşılmasına yönelik sorulmuştur. Katılımcılardan beklenen bu soruları kendi ifadelerini kullanarak kısa ve net cevaplar vermeleridir. Bu soruların analizleri yapıldığında katılımcıların bir kısmı kendi ifadelerini kullanmaktansa senaryodaki ifadeleri birebir kopyalamakta ya da problem durumunu açıklarken gerekli noktalara vurgu yapmaktansa gereksiz detaylara girebilmektedirler. Problemin anlaşılması aşamasında da bazı katılımcılar sıkıntı yaşamaktadır. Senaryoda ‘bazı günler müsilaj parçacıklarının olduğu ortama canlıları yerleştirerek müsilaj miktarını kontrol etmişlerdir. Bu günlerde müsilaj miktarının azaldığını gözlemlemişlerdir’ cümlesi deney süresince müsilaj miktarında sürekli bir azalma olduğu

algısına sebebiyet vermiştir. Oysa cümlelerin başında bazı günler ibaresi deneysel süreçten sadece bir kesitin anlatıldığının anlaşılması gerekmektedir. Bu durum katılımcıların çözüm sürecine de yansımıştır.

Katılımcılardan çözüm için gerekli olan bilgileri seçmeleri beklendiğinde ise çözüme hizmet etmeyecek fazlaca gereksiz bilgilerle meşgul oldukları tespit edilmiştir. İhtiyaç duyacakları bütün verileri ise listeleyememişlerdir. Oysa katılımcılardan bir matematik uzmanı olarak yardım istendiğinden matematiksel işlem yapmaya yarayacak verilere odaklanmaları beklenmektedir. Dolayısıyla sonraki performans görevlerinde katılımcıların özellikle okuduğunu anlama ve ifade etme becerilerinin gelişimine ayrı bir önem verilmiştir. Bu kapsamda ‘Doğa Dostu Aloha Maoliler’ senaryosunda olduğu gibi uzun bir metinle karşılaşıldığında gereksiz bilgileri ayıklayarak çözüm için ihtiyaç duyulan bilgilerin kısa ve net bir şekilde özetlenmesine yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

İkinci performans görevi olan ‘Eklem Ağırlarına Çare’ senaryosunda diğerlerinden farklı olarak senaryonun problem durumu boş bırakılmış ve katılımcılardan senaryoda verilen bilgiler doğrultusunda ne sorulabileceğini tahmin ederek çalışma kâğıdındaki sorulara cevap vermeleri istenmiştir. D14 bu aşamada zorlandığını ifade etmektedir.

D14: *‘Çalışma Kağıdı 1 bölümündeki 3.soru ve planı işleme dök, çözümünü yap sorusunu yanıtlamakta zorlandım ancak bir önceki etkinliğe göre (Doğa Dostu Aloha Maoliler) daha rahat yapabildim.’*

Üçüncü performans görevi ‘Geçmişten Günümüze Bebek Arabaları’ senaryosudur. Senaryoda geçen ‘verimliliğin yok olma noktası’ terimini kendi ifadeleriyle açıklamaları beklenmiştir. Bu terim katılımcıların sıklıkla karşılaştığı bir terim olmamakla birlikte bu durumun önemi yoktur. Çünkü terimin tanımı senaryoda sunulmuş olup senaryodaki tanımından yola çıkarak kendi ifadeleriyle açıklamaları beklenmiştir. Ancak katılımcılar ifade etme konusunda zorluk yaşamışlardır. D11’ in ifadesinden anlaşılacağı üzere terimi başka kaynaklardan araştırma yoluna gidilse de herhangi bir bilgiye ulaşamadığı anlaşılmaktadır.

D14: *‘Diğer etkinliklerde olduğu gibi problemi açıklama kısmında biraz zorlandım ancak gittikçe daha iyi açıklama ve işleme dökme yapabilfiğimi düşünüyorum. Bu da yaptığımız etkinliklerin etkisini gösteriyor sanırım.’*

D11: *‘Etkinlikte verimliliğin yok olma noktası ifadesini açıklamak ve bulmakta zorlandım. Şu ana kadar belirli kavramlarla türevi ifade ettiğimiz için biraz düşündürdü.’*

Problemi anlama aşamasında katılımcılara bir ek soru daha yöneltilmiştir. Aslında bu soru doğrudan problemi anlama aşamasına hizmet etmemekle birlikte planın yapılması, uygulanması ve grafiğe yorum getirme aşamalarında yardımcı olacağı düşünülmüştür. Tüm katılımcılar tarafından beyan edilmese de katılımcılar genel olarak kullandıkları matematiksel bilgilerin amacını açıklama konusunda yetersiz olarak gözlemlenmiştir. D10’ un cevabından da anlaşılacağı üzere grafik çizmede ve yorumlamada işe yarayan asimptot, konvekslik, konkavlık vs ifadeleri bulabilmekte fakat yorumunun yapılması konusunda sıkıntı yaşadığını ifade etmektedir.

D10: *‘İlk olarak grafiği çizerken işimize yarayabilecek bilgilerin ne işe yaradığını yazarken tam bir tanım bulmakta biraz zorlandım. Evet ne işe yaradıklarını biliyorum ve genellikle de örnek üzerinden göstererek anlatabiliyorum. Örnek vermeden nasıl tanımlayacağımı düşündüm ama çoğunlukla devrik cümleler çıktı ve bir türlü toparlayamadım. Sonrasında örnekler vererek kendim için daha kolay hale getirdim.’*

Dördüncü performans görevi ‘Şans Kapıyı Çalınca’ senaryosudur. Bu performans görevinin problemi anlama puanı en düşüktür (100 üzerinden 66,67). Problemi anlama becerileri açısından diğer performans görevlerine göre daha düşük bir performans sergilenmesinin nedeni çalışma kâğıdında yer alan birinci soruya verilen cevaplardır. Birinci soruda senaryoda adı geçen karaktere verilen görev ile üniversite öğrencisinin sınav öncesindeki görevi ilişkilendirilmesi istenmiştir. Her ikisinin de belirli bir zaman diliminde yerine getirmesi/ tamamlaması gereken görevleri bulunmaktadır. Senaryodaki karakterin yarışma gününe kadarki süreçte listede yer alan filmleri ezberlemesi ve belirli bir süre içerisinde 60 filmlik listeden karışık olarak 30 filmin adı söylendiğinde en geç 10 saniye içinde o filmin yapım yılının söylenmesi gerekmektedir. Üniversite öğrencisinin görevi ise

sınav gününe kadarki süreçte sınav kapsamında sorumlu olduğu konu başlıklarının detaylarını ve mantığını öğrenmektir. Katılımcılar daha çok senaryodaki karakterin ezber yapması davranışına vurgu yapmışlardır. Aşağıda D10' un verdiği cevap örnek olarak sunulmuştur.

D10: *'Eşref Bey'in yarışmadaki görevi bir şeyleri belli bir zamanda ezberlemek ve bunları aklında tutmak, zamanı gelince de bu aklında tuttuklarını söylemektir. Üniversite öğrencisinin görevi ise yine aynı şekilde sınavda çıkacak konularla ilgili dokümanları sınav zamanına kadar ezberlemektir. Tabii ezberlediklerini sınav esnasında hatırlayıp kağıda geçirebilmelidir.'*

Katılımcıların sürekli ezber vurgusu yapmaları dikkat çekicidir. Araştırmanın diğer alt problemlerinde de bu bulgu öne çıkmaktadır. Ezber yapmanın araştırmanın katılımcıları için önemli bir çıkış yolu olarak görüldüğü düşünülmektedir.

Birinci soruya verilen cevapların yanı sıra senaryonun genelinin anlaşılması ve ifade edilmesi noktasında sıkıntı yaşayan katılımcılar bulunmaktadır.

D14: *'Diğer etkinliklerde olduğu gibi problemi anlama aşamasında zorlandım ancak gittikçe daha kolay yapabildiğimin farkındayım.'*

D4: *'İstenilen şeyi anlamakta zorlandım.'*

Beşinci performans görevi 'Sıcaklık Korumalı Seramik Kupa' senaryosudur. Bu performans görevinin problemi anlama puanı 100 üzerinden 78,41' dir. Bu performans görevinde problemi anlama becerisine yönelik olarak dört adet soru sorulmuştur.

Problemi anlama soruları senaryonun konusu, piyasa talep eğrisinin tanımı ve ne işe yaradığı, maliyet, kâr ve birim satış terimlerinin tanımlarının yapılması ile ilgiliydi. Bunlardan maliyet ve kâr ortaokul seviyesinde öğrenilmesi gereken kavramlardır. Katılımcıların aşına olmadıkları terimleri araştırıp kendi ifadeleriyle açıklama yapma konusunda yetersiz oldukları düşünülmektedir.

D14: *'Ekonomik terimleri anlamakta çok güçlük çektim. Bu nedenle problemi doğru çözebildiğimi düşünmüyorum. Örneğin, birim satış adeti hakkında bir bilgi bulamadım ve senaryoda neyi ifade ettiğini anlayamadım. Sanırım bazı terimleri yanlış*

değerlendirdim ve sonucu soğru bulamadığımı düşünüyorum. Çok çabaladım ancak bulamadım.'

D2: *'Grafiği yorumlarken zorlandım.'*

D14, ekonomik terimleri anlamakta güçlük çektiğini bu durumun ise problemi çözmesinin önünde engel olduğunu ifade etmektedir. Katılımcıların piyasa talep eğrisi ve birim satış konusunda bilgi sahibi olmamaları doğal karşılanmakla birlikte senaryoda verilen grafik yorumlanarak bu terimlere ilişkin fikir sahibi olmak mümkündür. Fakat D2' nin cevabından yola çıkarak grafiğin yorumlanması konusunda da problemler olduğu görülmektedir. Dolayısıyla problemi anlama sorularına cevap vermekte zorlanması okuduğunu anlama becerisinde yetersizlik olarak tanımlamak doğru olmayabilir. Çünkü verilen grafiğin yorumlanması ve ortaokulda öğretilen maliyet ve kârın açıklanmasında da problemler olduğu için alan bilgisi eksikliğine ya da kavramsal anlayışın gelişmemesine bağlamak daha doğru bir yaklaşım olabilir.

D7: *'Problemi anlamakta zorlandığım için sayısal hesaplamalı soruları yapamadım.'*

D1: *'İlk sorulara baktığımda ne yapmam gerektiğini anlayamadım açıkçası. Biraz düşündükten sonra ne yapmam gerektiğine karar verdim. Onun dışında verilen kelimelerin tanımlarını yapmak biraz zorladı beni.'*

D7, senaryonun tamamını anlamakta zorlandığı için planın uygulanması ve kontrol edilmesine ilişkin soruları yapamadığını açıklamıştır. Benzer durum D1' de de söz konusudur. Aşına olmadıkları terimlerle karşılaşmak, verilen bir grafiği yorumlayarak çıkarımlarda bulunmak katılımcılar için zorlayıcı niteliktedir.

Altıncı performans görevi 'Ceviz Bahçesi' senaryosudur. Bu performans görevinin problemi anlama puanı 100 üzerinden 100' dür. Bu performans görevinde problemi anlama becerisine yönelik olarak iki adet soru sorulmuştur. Sadece bir katılımcı (D6) bu soruları yanıtlarken zorlandığını ifade etmiştir.

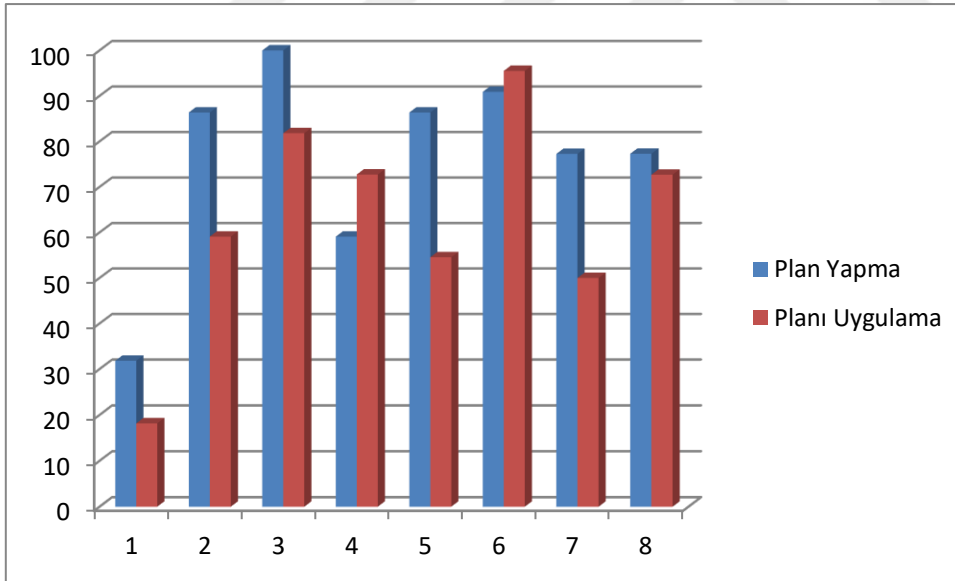
D6: *'Denklem oluşturma aşamasında biraz zorlandım. Çünkü problemi tam anlayamadım.'*

Yedinci performans görevi 'Independenta Faciası' senaryosudur. Bu performans görevinin problemi anlama puanı 100 üzerinden 84,09' dur. Sekizinci performans görevi ise 'Hatırlama Testi' senaryosudur. Bu performans görevinin problemi anlama puanı 100 üzerinden 84,09' dur. Bu performans görevlerinde problemi anlama becerisine yönelik olarak ikişer adet soru sorulmuş olup katılımcıların bu soruları yanıtlarken zorlandıklarına dair bir açıklama mevcut değildir.

4.1.5.2. Plan Yapma ve Uygulama Becerisi

Bu başlık altında katılımcıların plan yapma becerisini sergilerken zorlandıkları noktalar yer almaktadır. Grafik 4.6' da katılımcıların her bir performans görevinin plan yapma ve uygulama sorularından aldıkları puanların ortalamaları yer almaktadır.

Grafik 4.6 Plan yapma ve uygulama becerisi puan ortalamalarının dağılımı



Problem çözme becerileri arasında ortalaması en yüksek ortalamaya sahip ikinci problem çözme becerisi plan yapma becerisidir (100 üzerinden 76,14). Performans görevleri kıyaslandığında en düşük plan yapma becerisi birinci performans görevi, en yüksek ortalamaya ise üçüncü performans görevi sahiptir. Planı uygulama becerisi ortalaması ise 100 üzerinden 63,07' dir. Grafikler incelendiğinde ilk üç performans görevinde ortalamaların lineer olarak yükselişe geçtiği görülmektedir.

En düşük plan yapma ve planı uygulama becerisi puanı birinci performans görevinde alınmıştır. Birinci performans görevinde katılımcıların büyük bir kısmı çözüm için planlarını açıkladıkları ve işleme döktükleri bölümlerde ciddi problemler yaşamışlardır. Öncelikle katılımcıların düzenli ve sistematik bir şekilde planı belirleme ve uygulama davranışları sergileyemedikleri gözlemlenmiştir. Bunun dışında en sık kullandıkları yöntemler arasında fonksiyondaki x değişkenine değerler vererek müsilaaj miktarını tespit etmeye çalışmaktır. Bu yöntemi takiben elde ettikleri verileri grafiğe yerleştirerek $f(x)$ fonksiyonunun grafiğini doğrusal olarak elde etmişlerdir ki bu sonuç doğru değildir. Grafikler yanlış çizilmekle birlikte hangi eksenin hangi değişkeni temsil ettiğine dair açıklamalar da yer almamaktadır. Ya da katılımcıların bir kısmı $f(x)$, $f'(x)$, $f''(x)$ fonksiyonlarını incelemeye çalışmışlar fakat ne ifade ettiği konusunda açıklama yapamamışlardır.

Katılımcılar sistemli bir şekilde problem çözümünü planlama becerisine sahip değildir. Katılımcıların bir çoğu doğru işlemleri yaparak doğru cevaba ulaşmıştır. Fakat sadece doğru bir cevaba ulaşmak problem çözme sürecinin sağlıklı bir şekilde işlediğinin göstergesi olarak kabul edilmemelidir. Katılımcılar genel olarak belirgin bir plana / stratejiye sahip olmaksızın bir takım işlemler yapmakta ve elde ettiği sonucun problemin çözümü için uygun ve mantıklı olup olmadığı üzerine açıklama yapmamaktadırlar. Yaptıkları işlemleri neden ve nasıl yaptıklarını ifade edememektedirler. Her ne kadar türev ve uygulamaları konusu daha önce öğrenilmiş olsa da konunun kavramsal olarak tekrar edilmesinin bir zorunluluk haline geldiği anlaşılmıştır. Nitekim türev ve uygulamaları konusuyla ilgili yaşanan sıkıntılar problem çözme sürecinin başlamadan bitmesine sebebiyet vermektedir.

İkinci performans görevinde ortalama puanların yükseldiği görülmektedir. İkinci performans görevinde senaryoda verilen bilgilerden yola çıkarak ne sorulabileceğinin tahmin edilmesi ve buna göre planlama yapılarak çözüm üretilmesi istenmişti. Senaryoda verilen bilgilerden yola çıkıldığında kurgulanacak sorunun *‘İlaç firmasının üzerinde deney yaptığı ilaç, firmanın hedeflediği gibi eklem rahatsızlıkları olan hastaların bütün gününü ağrısız bir şekilde geçirmesini sağlar mı? İlaç şirketi amacına ulaşmış mıdır?’* soruları çerçevesinde kurgulanabileceği aşıkardır. Bu soruya cevap verebilmek için temel matematik bilgilerinin yanı sıra, birinci türev testinin yapılması ve yorumlanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Dikkat

edilirse ikinci performans görevinde plan yapma ortalaması 54,54 puan artarken, planı uygulama puanı da 40,91 puan artmıştır.

Her ne kadar ikinci performans görevinde ortalamalar yükselişe geçse de katılımcıların zorlandıkları noktalar bulunmaktadır.

D7: *‘Verilen fonksiyonun türevini aldıktan sonra çizim konusunda zorlandım.’*

D7 fonksiyonun türevini aldıktan sonra çizim konusunda zorlandığını ifade etmektedir. D7, senaryonun problem cümlesini *‘(senaryoda verilenlere göre) hasta hangi zamanda eklem ağrısını minimum düzeyde yaşar?’* şeklinde kurgulamıştır. Problem cümlesinin içeriğinde grafik çizimine yönlendiren herhangi bir ifade olmamasına rağmen planlamasını grafik çizimi üzerine kurguladığı için grafik çizmekte zorlandığını ifade etmiştir.

Katılımcılar genel olarak bir fonksiyonun grafiğinin çizilmesinde ve yorumlanmasında zorluk yaşamaktadır. Üçüncü performans görevinde katılımcılardan *‘Reklam şirketinin ön gördüğü satış değişikliği oranını gösteren grafiği çizerek yorumlayınız.’* görevini yerine getirmeleri istenmiştir. Katılımcıların senaryodaki verileri kullanarak grafik çizimine ilişkin plan yapma puanları 100 tam puan iken, planın uygulanması aşamasında alınan puan 81,82’ dir. Her ne kadar planlama aşamasından tam puan alınsa da fonksiyonun grafiğini çizme ve yorumlama süreci katılımcılar için pek çok zorluğu da barındırmaktadır. Örneğin, D3 plan yapma aşamasında yer alan bir grafiği çizme sürecini adım adım açıklayabilme ve çizme aşamasında zorlandığını ifade etmiştir. Grafik çizmede zorlanan bir diğer katılımcı ise D4’ tür.

D3: *‘Etkinlikte beni zorlayan iki kısım oldu. İlk kısım grafiğin nasıl bulunacağını adımlar şeklinde anlatmaktı. Pratik olarak biliyorum ama adım adım sözel olarak ifade etmek beni biraz zorladı. 2. Kısım ise grafiği bulma kısmı. Normal grafiklere göre biraz daha karışık bir grafik olduğu için yaparken biraz zamanımı aldı.’*

D4: *‘Grafiği çizme kısmı zorladı. Çünkü fonksiyon gözüme zor gözüktü.’*

D6 ise bir grafiği çizmek için gerekli olan bilgileri unuttuğu için grafiği çizemediğini ifade etmiştir. Ancak dikkat çekici nokta şudur ki, zorunlu çevrimiçi eğitimden dolayı katılımcılar performans görevleri üzerindeki çalışmalarını bütün kaynaklara erişimleri olacak

bir şekilde ev ortamında gerçekleşmişlerdir. Dolayısıyla grafik çizme süreci unutulsa bile farklı kaynaklardan araştırarak gerekli bilgileri edinmesi beklenen bir davranıştır. Ancak katılımcı bu davranışı gerçekleştirilerek grafiği çizmeme yoluna gitmiştir.

D6: *‘Grafikte asimptot var mı yok mu bunu araştırdığım kısımda zorlandım çünkü konuyu biraz unutmuşum.’*

Dördüncü performans görevine geçildiğinde ortalamaların düşüşe geçtiği gözlemlenmektedir. Bu performans görevi, bir üniversite öğrencisinin çalışma hızının yorumlanmasını gerektiren bir senaryoyu içermektedir. Bu durum temelde ikinci türev testini ve yorumlanmasını gerektirmektedir. Üçüncü performans görevinde de aynı matematiksel bilgilerin kullanılarak çözüm üretilmesi gerekmektedir. Üçüncü performans görevinde puanlardan daha yüksek iken dördüncü performans görevinde düşüşe geçilmesinin sebebinin senaryolardaki problem durumlarının yapısının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Üçüncü performans görevinde grafiğin çizerek yorumlanması beklenmişti. Dördüncü performans görevinde ise senaryoda verilen fonksiyondan yola çıkarak üniversite öğrencisinin çalışma hızının yorumlanması istenmiştir. Yani dördüncü performans görevinde grafik çizmek en kolay yöntem olarak görülmekle birlikte başka yöntemler de tercih edilebilir. Özetle, katılımcılara problem çözme sürecine ilişkin ipucu verilmemesi planın yapılması ve uygulanması sürecini zorlaştırmaktadır.

Beşinci performans görevinde plan yapma ortalaması bir öncekine göre 27,27 puan artarken, planı uygulama ortalaması 18,18 puan düşmüştür. Beşinci performans görevinde girişimciyi kâra geçirecek en iyi fiyat nedir ve kaç tane sıcaklık kontrollü seramik kupa üretmek gerektiği sorulmuştur. Bu performans görevinde yaşanan zorlukların başında ise fonksiyon yazmak gelmektedir. İlk dört senaryoda üzerinde çalışılacak fonksiyonlar verilmişti. Beşinci senaryoda ise verilenlerden yola çıkılarak katılımcıların fonksiyonu kendilerinin oluşturması beklenmektedir. Aşağıda zorlanan katılımcı cevaplarından örnekler yer almaktadır.

D11: *‘Etkinlikte en çok fonksiyonu oluşturmakta zorlandım. Çünkü birkaç bilginin nerede kullanabileceğimi yorumlayamadım. Daha sonra kitaplardan örnek sorular bularak anlmaya çalıştım.’*

D3: *‘Başta türev uygulayıp en verimli fiyatı bulabileceğim fonksiyonu düşünmek biraz uzun sürdü ama sonrasında kar fonksiyonunu bulup en verimli fiyatı buldum.’*

D9: *‘denklemini oluşturmakta zorlandım.’*

D11 fonksiyonu oluşturmama nedeni olarak senaryoda verilen bilgileri nasıl kullanacağını belirleyememesinden kaynaklandığını ifade etmektedir. Bu durum katılımcılar için ciddi bir problemdir. Zira problem çözme becerileri ön testinden yer alan birinci problem senaryosu için de hem deney hem de kontrol grubunda fonksiyon oluşturmamıştı. Problem çözme süreci plan yapma aşamasında sona ermişti. Fakat deney grubu katılımcılarının bu konuda gelişim gösterdikleri söylenebilir. Çünkü altıncı performans görevi olan ‘Ceviz Bahçesi’ nin senaryosunda da fonksiyon verilmemiştir. Fakat plan yapma ve planın uygulanması ortalamalarının arttığı gözlemlenmektedir.

Altıncı performans görevinde plan yapma ortalaması 100 üzerinden 90,9 puan iken, planı uygulama 95,5’ dir. Plan yapma ortalaması 4,54 puan, planı uygulama ortalaması ise 40,95 puan artmıştır. Bu artışın nedeni ihtiyaç duyulan fonksiyonun doğru bir şekilde yazılabilesinden kaynaklanmaktadır.

Yedinci performans görevinde senaryoda verilen fonksiyonun grafiği üzerine bir çalışma yapılması istenmiştir. Daha önce dördüncü performans görevinde olduğu gibi katılımcılara problem çözme sürecine ilişkin ipuçları verildiğinde özellikle plan yapma ve planı uygulama ortalamalarının yükseldiğinden bahsedilmişti. Yedinci performans görevinde de böyle bir durum söz konusudur. Katılımcıların temelde grafik çizibilme ve yorumlama bilgileri önemlidir. Hâl böyleyken yedinci performans görevinde ortalamaların tekrar düştüğü gözlemlenmiştir. Hatta bu düşüş grafik çizme ve yorumlama görevi içeren senaryolar içindeki en büyük düşüştür. Bu durumun temelinde senaryoda yer alan sayısal verilerin yoğunluğu yer almaktadır.

Yedinci performans görevi olan ‘Independenta Faciası’ isimli senaryo 1979 yılında İstanbul Boğazı’nda meydana gelen bir deniz kazasını konu edinmektedir. Senaryo metninde kazanın sebebiyet verdiği olumsuzluklar sayısal verilerle açıklanmaktadır. Bu sayısal veriler arasında kazayla ilgili önemli tarihler, felakatin kaç gün sürdüğü, kazanın sebep olduğu maliyet, boğazlardan geçen gemi sayısı ve petrol miktarı, boğazlarda yaşayan insan sayısı gibi bilgiler yer almaktadır. Bunun gibi çok fazla sayısal verinin olması katılımcıların senaryodan çözüm için gerekli olan bilgileri seçmesinde zorlanmasına neden olmuştur.

D11: *‘Çok fazla sayısal veri olduğu için neyi kullanup kullanmamam gerektiği beni biraz zorladı.’*

D3: *‘Fonksiyonun grafiğini çizmek biraz zordu.’*

D9: *‘Grafiği nasıl çezeğimin adımlarını belirlemek, grafiği çizmek zorladı.’*

D4: *‘Türevini aldığım zaman sıfıra eşitleyemeyince ilk başta ne yapmam gerektiğini anlamada zorlandım.’*

Grafik çizmeyi de içeren ilk performans görevi üçüncü performans göreviydi. Üçüncü performans görevi ortalamalar kıyaslandığında en yüksek plan yapma ve uygulama ortalamasına sahip olunan görevdir. Benzer bir süreç yedinci performans görevinde de olmasına rağmen ortalama puanlar düşüşe geçmiştir. Bunun en büyük sebebi katılımcı cevaplarından da anlaşılacağı üzere senaryoda sayısal verilerin yoğun olması ve grafik çizip yorumlamak için ihtiyaç duyulacak bilgileri seçememeleridir.

Sekizinci ve son performans görevi ise ‘Hatırlama Testi’ senaryosudur. Burada katılımcılardan psikoloji öğrencilerin ezberledikleri kelimeleri hatırlama ortalamasını veren bir fonksiyonun grafiğini çizerek yorumlamaları beklenmektedir. Bu görevde toplamda iki katılımcı sorun yaşadığını düşünmüştür. Aşağıda katılımcıların açıklamaları yer almaktadır:

D10: *‘Çalışma kağıdında beni en çok zorlayan soru çözüm için gereken adımları yazma kısmında oldu çünkü normal bildiğimiz grafik çizme adımlarını uygulayınca bir sonuç elde edemedim. Sonuç elde edemeyince biraz daha düşündüm farklı şekillerde yazmaya çalıştım ve daha önceden grafiğini bildiğim bir fonksiyona denk geldim. Dolayısıyla çözüm adımlarını baştan yazmak zorunda kaldım. Bu şekilde çözmemin doğru olup*

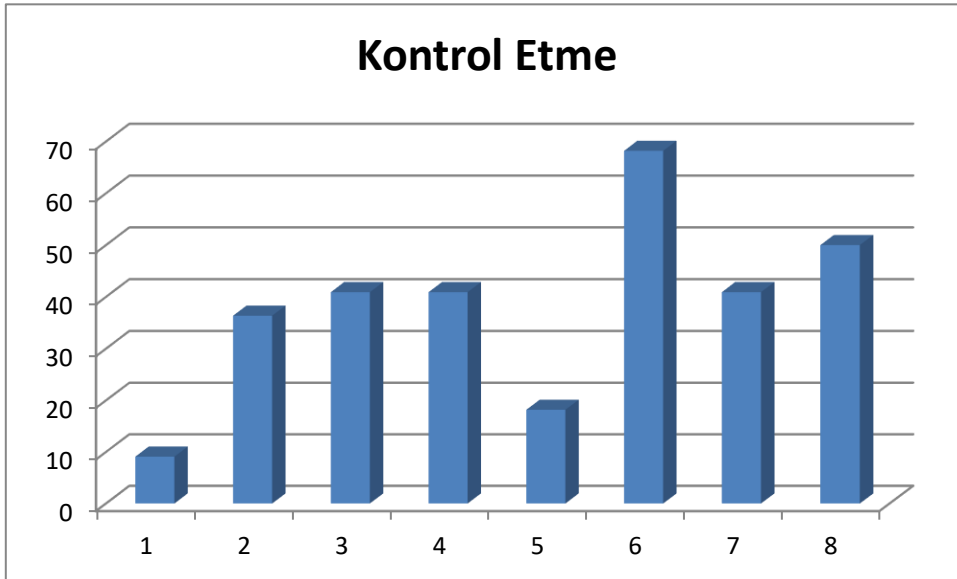
olmadığını bilmiyorum çünkü daha önceden çizimini bildiğim fonksiyonun çizim aşamalarının nasıl olduğundan emin değilim fakat mantık yürüterek şu noktayı kesemez şuraya şöyle yaklaşıırken sonsuza gitmesi gerekli gibi yorumlarda bulunarak çizebiliyorum. Doğruluğunu da daha önceki analiz defterlerimi kontrol ederek sağlayabiliyorum.'

D2: *'Fonksiyonun en başta türevden çıkacağını düşündüm ve türev kullanarak yapmaya çalıştım. Daha sonra ortalama değeri için direkt fonksiyon üzerinden uygulamam gerektiğini düşündüm. Bu kısmı anlamaya çalışırken zorlandım.'*

4.1.5.3. Kontrol Etme Becerisi

Bu başlık altında katılımcıların kontrol etme becerisini sergilerken zorlandıkları noktalar yer almaktadır. Grafik 4.7' de katılımcıların her bir performans görevinin kontrol etme sorularından aldıkları puanların ortalamaları yer almaktadır.

Grafik 4.7 Kontrol etme becerisi puan ortalamalarının dağılımı



Kontrol etme becerisi uygulama süreci içerisinde en çok zorlanılan beceridir. Kontrol etme becerisini ölçen sorulardan alınan puanların ortalaması 100 üzerinden 38,07'dir.

Çalışma kâğıtlarında yer alan son soru(lar) kontrol etme/ gözden geçirme aşamasıyla ilgilidir. Katılımcılardan bu aşamada elde ettikleri sonuca ve çözüm sürecine ilişkin matematiksel olarak doğru ve mantıklı kanıtlar kullanarak açıklama yapmaları beklenmektedir. Bu nedenle açıklamalarının ikna edici olması için elde ettikleri veriler üzerinden neden ve nasıl sorularına cevap vermeleri gerekmektedir. Fakat katılımcıların cevapları incelendiğinde kontrol aşamasında, yaptığı plana ve kullandığı stratejilere uygun kanıtlar getirememesi, plan yapma aşamasıyla kontrol aşamasında savunduklarının birbiriyle örtüşmemesi gibi davranışlar sergilendiği gözlemlenmiştir. Örneğin, birinci performans görevinde son soruda katılımcılardan, biyologu bir matematik uzmanı olarak sayısal veriler üzerinden desteklemesi beklenirken çevre sorunlarının çözüm yolları ve biyolojik konular üzerinden destek sunulduğu gözlemlenmiştir.

Kontrol etme aşamasıyla ilgili en büyük problem katılımcıların bir sonuç elde ettikten sonra problem çözme süreçlerini sonlandırmalarıdır. Katılımcılar, problem çözme sürecinin ve elde edilen sonucun tekrar gözden geçirilmesi, farklı stratejiler üzerinde düşünme, elde edilen sonucun ilgili problemin çözümü için uygun ve mantıklı olup olmaması üzerine düşünme davranışlarını sergileyememektedirler.

İkinci performans görevinde kontrol aşamasında katılımcılardan alternatif bir çözüm yolu düşünmeleri ve farklı bir stratejiyle çözüm üretmeleri istenmiştir.

D1: *İlacın vücutta max miktarda olduğunda mı tam anlamıyla etkisini gösterdiği sorusu kafamı karıştırdı. Bir başka merak ettiğim husus da 2.saatten sonra vücutta ilaç miktarının neden azaldığı.*

D9: *İki çalışma kağıdının da son sorularında zorlandım.*

Senaryoda ihtiyaç duyulabilecek bütün bilgiler sunulmamıştır. Bazı bilgilerin araştırılması ve tahmin edilmesi gerekmekte olup bütün performans görevlerinde senaryolardaki mevcut bilgilerden yola çıkılarak ve farklı alternatifler üzerinde düşünerek bir sonuç elde edilmesi beklenmektedir. Bu performans görevinde de söz konusu ilacın hangi

aralıklarda etkisini gösterdiğine dair bir bilgi sunulmamıştır. Dolayısıyla D1 doğru bir noktaya değinmiştir. Yani ilacın hangi miktarlarda etki gösterdiğinin bilinmesi sonucu doğru yorumlamak için gerekli olabilirdi. Bir başka nokta ise 2.saatten sonra ilaç miktarının neden vücutta azalmaya başladığı konusudur ki bu da araştırma sonucunda elde edilebilir. Senaryoyla ilgili detaylar ekte sunulan ‘Beklenen Davranışlar Tablosu’ nda sunulmuştur.

Katılımcıların kontrol aşamasında yetersiz olmalarının en büyük sebebinin alan bilgisindeki yetersizlik olduğu düşünülmektedir. Çünkü katılımcılar sınırlı bilgiye sahip olduklarından alternatif yolları düşünme, kullandıkları matematiksel bilgilerin doğruluğuna ve mantıklı olup olmadığına yönelik kanıtlar sunmak oldukça zor bir hâl almaktadır. Katılımcıların açıklamaları şu şekildedir:

D11: *‘Etkinlikte öğrencinin çalışma hızının yorumlanmasında biraz zorlandım. Konkav artan olduğu zaman ne olduğunu hatırlayamadım ve bir araştırma sonucu bulup yorumladım.’*

D7: *‘Etkinlikte verilen final sınavına hazırlanan öğrencinin 15 sayfa 5 saate yetiştirebilecek mi sorusu beni zorladı. Yetişemez buldukça yetiştirmeye çalıştığım için bu soru için çok zaman harcadım.’*

D1: *‘Cevaplamak beni zorlamadı ama verdiğim cevabın doğruluğundan tam olarak emin değilim.’*

D2: *‘Kanıtlar sunma kısmı zorladı. Çünkü genel olarak yaptığım işlemleri açıklarken ya da ispat ederken zorlanıyorum.’*

Beşinci performans görevinde katılımcılardan elde ettikleri sonucun doğru ve mantıklı olup olmadığını senaryodaki verilerle ilişkilendirerek açıklamaları beklenmiştir. Problemi anlama becerisine yönelik bulgulara da açıklandığı üzere katılımcılar aşına olmadıkları terimleri anlama, araştırma ve yorumlama becerilerini sergileyemedikleri için kontrol etme aşamasında da senaryodaki bilgileri kullanarak kanıtlar sunma konusunda yetersiz kalmışlardır. Katılımcıların açıklamaları şu şekildedir:

D6: *‘Aslında etkinliğin geneli beni zorladı diyebilirim.talep eğrisi ilk defa karşıma çıkan bir kavramdı. Kendi kendime bir çözüm ürettim fakat istenilen şeyi bulamadım. Üzerinde biraz daha çalıştım ve kaçırdığım bir noktayı buldum. Biraz zor bir etkinlikmiş.’*

D4: *‘Genel hatlarıyla hepsinde zorlandım. Soruya nasıl mantıkla yaklaşmam gerektiğini anlayamadım.’*

D7 ise, altıncı performans görevinin kontrol aşaması için elde ettiği sonucu nasıl kanıtlayacağına yönelik bir fikri olmadığını ilaveten soruyu da doğru bir şekilde sonuca ulaştırdığını düşünmediğini ifade etmektedir.

D7: *‘Bulduğum sonucu nasıl kanıtlayacağım hakkında fikrim olmadığı için etkinlikte elde ettiğim sonucu kanıtlamakta zorlandım. Bu soruyu doğru yaptığımı da pek düşünmüyorum.’*

Katılımcı cevaplarından kontrol aşamasında yetersiz olunmasının sebebinin ulusal sınavların soru yapısının ve hazırlanma sürecinin de etkileri olduğu anlaşılmaktadır.

D7: *‘Grafiğin doğruluğundan nasıl emin olduğumu açıklamakta zorlandım. Bu tip soruları YKS zamanımızda direkt formülden ve aynı tip soruları çözmekten çözümü ezberlediğim için mantık aramadan çözüyordum. Zamanında mantık aramadan çözdüğüm için yorumlamada zorlanıyorum.’*

Son olarak sekizinci performans görevinde katılımcılar grafiğin doğruluğunu kanıtlama ve açıklama konusunda problemler yaşanmaktadır.

D11: *‘ Çalışma kağıdında grafiğimden emin olmakta zorlandım.’*

D4: *‘Grafiğin doğru ve mantıklı olduğundan nasıl emin olabilirsiniz sorusunu cevaplamakta zorlandım. Bunu nasıl anlatmam gerektiğini bilmiyorum.’*

Son olarak katılımcılardan altıncı performans görevi itibarıyla ‘soruları cevaplarken zorlanmadım’ cevapları (f: 4) gelmeye başlamıştır. Katılımcıların açıklamaları şu şekildedir:

D14 : *‘Eski etkinliklere göre daha az zorlanıyorum. Etkinliklerin faydalı olduğunu görmeye başladım. Bu etkinlikte zorlandığım bir nokta olmadı.’*

D12: *‘Problem senaryosunu çözerken herhangi bir zorluk yaşamadım... Ayrıca verilen senaryoda dikkat etmemiz gereken çok önemli bir detay olduğunu düşünüyorum. Ben problemi çözmeden önce yani işlemlere başlamadan önce neden her ilave edilen ağaç sonunda elde edilen mahsülün azaldığını çok düşündüm. Çünkü ilk başta ne kadar ağaç dikersem o kadar çok ceviz elde ederim diye bir mantık kurdum bu nedenle sorudaki neden sonuç ilişkisini önce anlayamadım. Daha sonra bir araştırma yaomaya kara verdim. Tarımla uğraşan anneanneme sordum. İşin doğrusunu öğrendim.’*

Yedinci performans göreviyle ilgili olarak ise üç katılımcı (f: 3) zorlanmadım cevabını vermiştir. Katılımcıların açıklamaları şu şekildedir:

D14: *‘Artık eskisi kadar zorlanmıyorum. Bu konuda kendimi geliştirdiğimi düşünüyorum. Bu çalışma kağıdında zorlandığım herhangi bir bölüm olmadı.’*

D10: *‘Beni çok zorlayan bir soru olmadı, çoğu bilgiye daha önceden sahibim ve artık etkili kullandığımı da düşünüyorum.’*

D12: *‘Bu hafta verilen problem senaryosundaki soruları yanıtlarken zorlanmadım.. Çünkü her ders sonunda bize verilen ödevleri düzenli bir şekilde yaptım ve çevrimiçi derslerde anlamadığım yerler üzerine tartıştık. Derste hem spesifik olarak sorduğum yerlerin cevaplaması hem de bütün senaryo üzerine yapılan tartışmalar bu süreçte çok fayda sağladı.’*

Bütün görevlerini eksiksiz olarak yerine getiren katılımcılardan son performans görevinde altı (f: 6) katılımcı çalışma kağıdındaki soruları cevaplardan zorlanmadıklarını ifade etmişlerdir. Katılımcıların açıklamaları şu şekildedir:

D12: *‘Çalışma kağıdındaki problem senaryosuna ait soruları yanıtlarken herhangi bir zorluk yaşamadım. Ayrıca senaryonun orijinal olması ve türev konusuyla günlük hayat arasında ilişki kurduğu için önemli olduğunu düşünüyorum. Ayrıca birinci ve ikinci türevini alıp sıfıra eşitlediğimizde direkt sıfır veren reel sayıların çıkmaması aslında kitaplarda yer alan birçok sorudan farklı olmasını sağlayan bir diğer faktördü.’*

D14: *'Eskisi kadar zorlanmıyorum. Sadece bu sefer mantıksız bulduğum ufak bir nokta oldu. Bu düşüncemi doğru aktarabilmek birazcık zorladı.'*

D14' ün mantıksız bulduğu nokta günler ilerlemesine rağmen öğrencilerin hatırlayabildiği kelime sayısının beş kelimenin altına inmemesi olmuştur. Bu durumla ilgili açıklama ekte yer alan performans görevine ait 'Beklenen Davranışlar Tablosu'nda sunulmuştur. D14 ise açıklamasını şu şekilde yapmıştır:

D14: *'Günler geçtikçe belki de öğrenciler hiçbir kelimeyi hatırlamayacaklar. Bu nedenle deneyi çok uzun süreli düşündüğümde -ki öyle değil- $y=5$ değerinin hiçbir zaman hesaplanamaması mantıksız geldi.'*

4.1.6. Altıncı alt probleme ilişkin bulgular

Deney grubu katılımcılarının çevrimiçi PDÖ yöntemine, ders işleme sürecine, süreçte kullanılan materyallere, eğitime ve deney grubunun ön testte problemleri çözememe nedenlerine ilişkin verdikleri cevaplarda dikkat çeken noktalara ilişkin bilgi edinmek amacıyla görüşme soruları katılımcılara yönlendirilmiştir. Bu başlık altında yöntem, ders yapma süreci, kullanılan materyaller, eğitmen ve öğrenci davranışları kategorileri altında analizler ayrı ayrı sunulmuştur.

4.1.6.1. Katılımcıların çevrimiçi Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ) yöntemine ilişkin görüşleri

Katılımcıların çevrimiçi PDÖ yöntemine ilişkin görüşlerinin belirlenmesi amacıyla üç adet soru sorulmuştur. Aşağıda bu soruların ilki olan *'Sizce matematik derslerinde PDÖ yöntemi kullanılmalı mı? Nedenleriyle açıklayınız.'* sorusu yöneltilmiştir. Soruya verilen cevapların analizi aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 4.17 PDÖ yönteminin derslerde kullanılmasına yönelik görüşler

Kullanılmalı mı?	Nedeni	Katılımcı
Evet	Matematiğin Günlük Hayata Entegrasyonunu Kolaylaştırır/Sağlar	D14, D12, D11, D5, D2
	Problem Çözme Becerilerini Geliştirir	D14, D11, D10, D4, D2
	Ezberden Uzaklaştırır	D7, D1, D6, D10
	Yeni ve Farklı Bakış Açıları Kazandırır	D13, D6, D11
	Matematik Konularının Akılda Kalıcılığını Arttırır	D7, D3, D8
	Matematik Kavramlarını Daha İyi Anlamamızı Sağlar	D1, D3, D11
	Etkili Bir Öğrenme Yöntemi	D9
	Matematiksel Düşünmeyi Sağlar	D5
Hayır	-	-

Katılımcıların büyük bir çoğunluğu ($f: 5$) matematik konularının günlük hayatla ilişkilendirilmesini kolaylaştırdığı için PDÖ yönteminin matematik derslerinde kullanılması gerektiğini ifade etmiştir. PDÖ yönteminin bu özelliğiyle ilgili olarak katılımcı cevaplarından alıntılar incelenecek olursa;

D5: ‘Evet bence kullanılmalı çünkü matematiğin nerelerde nasıl kullanıldığını daha net bir şekilde görüyoruz. Hem yorumlayarak bazen denklemleri kendimiz kurarak daha matematiksel düşünmemizi sağlıyor.’

D5’ in cevabı incelendiğinde matematik konularının nerede ve nasıl kullanıldığının anlaşılması açısından PDÖ yönteminin derslerde kullanımının önemli olduğu anlaşılmaktadır. D11’ de D5 ile aynı fikirdedir. Fakat PDÖ’ye yönelik geliştirilmiş senaryolarla yapılan çalışmaların Analiz 1 dersi kapsamında öğrenilenlerle eş zamanlı yürütülmesiyle çok daha verimli olabileceğini ifade etmiştir.

D11: ‘Evet bu yöntem kullanılmalıdır fakat bu ders analiz 1 dersi ile aynı anda kullanılabileceğinin daha iyi olabileceğini düşünüyorum. Çünkü konulara daha yakından hâkim olmamız ve bize bu yöntemi kullanarak sorulara farklı düşünme

aşinalığı kazandırmak iyi olabilirdi. Bu yöntemle yaptığımız birçok etkinlik sonucunda problem çözme aşamalarını uygulamayı, farklı bilgilerle ve günlük hayatla matematiksel problemlerin iç içe olduğunu da görmemizi sağladı.'

Katılımcıların cevaplarından geleneksel yöntemlerle işlenen Analiz 1 dersinde konuların teorik ve uygulama alanlarından bahsetmeksizin öğretildiği anlaşılmaktadır. Dolayısıyla Analiz 1 dersinde öğrenilen konulara farklı bir bakış açısı geliştirmeyi sağlayan, matematiği günlük hayat meselelerine entegre eden PDÖ yönteminin Analiz ile eş zamanlı yürütülmesinin konuların daha iyi öğrenilmesi açısından daha verimli olacağı ifade edilmektedir.

D5' in ve D11' in cevabına paralel olarak D14' te matematik konularının günlük hayata entegrasyonu konusunda yöntemin kesinlikle kullanılması gerektiğini vurgulamakla birlikte problem çözme becerilerinin gelişimi açısından da önemli bir yeri olduğunu belirtmektedir.

D14: *'Kesinlikle kullanılması gerektiğini düşünüyorum. Bu yöntem sayesinde problem çözme becerilerinin büyük oranda gelişeceğini düşünüyorum. Bu yöntemde kullanılan senaryolar sayesinde matematiğin günlük hayata entegrasyonu daha kolay hale geliyor.'*

D4, D10 ve D2' de D14 ile aynı düşüncüyü paylaşmaktadır. Katılımcılar özellikle matematiğin belirli kalıplar dâhilinde, sınava hazırlık amacıyla öğretilmesinden yakınmaktadırlar. Bu durumla ilgili olarak;

D10: *'Bence bu yöntem derslerde kesinlikle kullanılmalı çünkü öncelikle problem çözme becerisini olumlu etkiliyor. Bizim gibi lisede sürekli formül ezberlemiş, sürekli sınava hazırlanmış ve problem çözme becerisini neredeyse kaybetmiş öğrenciler için gerçekten önemli ve faydalı bir uygulama olduğunu düşünüyorum.'*

D10, lise dönemindeki sınav odaklı ve formül ezberlettilerle yapılan matematik derslerinin problem çözme becerilerinin gelişimi konusundaki geriletici etkisinden bahsetmektedir. Aynı durum D4' ün cevabından da anlaşılmaktadır.

D4: *‘Evet bence kullanılmalı. Çünkü biz analiz derslerinde bu konuları görüyoruz fakat formül-çözüm gibi gördüğümüzden dolayı karşımıza problem şeklinde çıktığı zaman anlamakta güçlük çekebiliyoruz.’*

D4, benzer yaklaşımın üniversite sıralarında da yaşandığını belirtmektedir. Genellikle öğretilen kuralların işlemsel uygulamalarına yönelik çalışmaların yapıldığını bu nedenle de konunun günlük hayat uygulamaları ile karşılaşıldığında anlamakta sıkıntılar yaşandığını ifade etmektedir. Aslında D10 ve D4’ ün cevapları birlikte değerlendirildiğinde ‘dersin formül ezberlettirilerek yapılması’ndan, belli başlı soru tiplerinin yine belirli çözüm planları dâhilinde çözdürülerek öğrencilerden benzer problem çözme davranışlarının beklendiği anlaşılmaktadır.

PDÖ yönteminin matematik derslerinde neden kullanılması gerektiğine yönelik bir diğer önemli nokta ise katılımcıların PDÖ yönteminin ezberden uzaklaştırdığını vurgulamalarıdır.

D1: *‘Bence kullanılmalı çünkü bu yöntem bizi ezberden uzaklaştırıp düşünüp muhakeme ederek matematik kavramlarını daha iyi anlamamızı sağlıyor.’*

Katılımcıların matematik derslerinde ezber yapma davranışlarının nedenleri ‘Katılımcıların Ezbere Başvurma Nedenleri ve Öğrendiklerinin Akıllarında Kalıcılığına Yönelik Görüşleri’ başlığı altında detaylı bir biçimde irdelenecektir. Fakat şimdiden belirtmek gerekirse matematik konularını ezberleyerek öğrenmeye çalışma davranışı araştırmanın katılımcıları arasında yaygın bir davranıştır. Dolayısıyla PDÖ yönteminin matematik kavramlarının daha iyi anlaşılmasını sağlayarak ezberden uzaklaştırdığı yönündeki görüş önem arz etmektedir.

PDÖ’nün derslerde neden kullanılması gerektiğine yönelik vurgulanan bir diğer özelliği ise yöntemin ‘yeni ve farklı bakış açıları kazandırması’dır.

D6: *‘Bence kullanılmalıdır.Çünkü öğrenci soruları ezber bir şekilde çözmeyp edenleri ile birlikte araştırdığında belki birden fazla sonuç,çözüm bulup problemlere farklı bakış açısı kazanır.’*

D1’de olduğu gibi D6’ da da yöntemin ezberden uzaklaştırdığı vurgusu vardır. Çalışma kâğıtlarında yer alan sorular üzerinde düşünülmesi ve araştırma yapılması gereken sorular olduğundan ezbere yapmak mümkün değildir. D6’ nın cevabından anlaşılabacağı üzere soruların

bu özelliği birden fazla çözüm yolu üzerinde düşünmeyi, neden ve nasıl sorularının sorulmasını gerektirdiğinden katılımcılara farklı bakış açıları kazandırmaktadır.

D7, D3 ve D8, PDÖ yönteminin matematik dersinde öğrenilenlerin kalıcılığını artırdığını düşünmeleri sebebiyle matematik derslerinde kullanılması gerektiğine yönelik cevaplar vermişlerdir.

D3: *‘Bence kullanılmalı. Çünkü matematik konuları olsun kavramları olsun çok soyut bir ders. Her öğrenciyi elinde somut bir şey olmadıktan sonra konuya sıkı sıkı bağlayamayabiliriz. Bu soyutluk öğrencide ilgi eksikliği sevememe gibi sorunları çıkarabilir. Konuyu gerçek hayatla bağdaştıramayınca da gereksiz, hayatında işine yaramayacak bir konu olarak görebilir. Probleme dayalı öğrenme yöntemi bu açıdan çok iyi. Gerçek hayattan olan problemlerle oluşan anlatımlarda öğrencilerin çoğu şeyi daha iyi görüp kavrayabileceğini görebiliriz. Konunun gerçek hayattaki karşılığını rahatça görüp matematiği daha çok sevip, bağlanabilir. Hem de konunun anlaşılması açısından kendi fikirlerini üretip farklı şekillerde, kendi tarzında konuyu kavrayabilir. Bu da konunun daha kalıcı olmasını sağlar.’*

D3 matematik konularının yapısı gereği oldukça soyut olmasından dolayı öğrencilerin ilgisini çekmediğini ve buna ek olarak gerçek hayatla da ilişkilendirilmediği için öğrencide matematiğin gereksiz ve işe yaramaz bir alan olarak görülmesi şeklinde bir algı oluşturduğunu belirtmiştir. Bu duruma karşılık PDÖ yönteminde ise konuların gerçek hayattaki karşılıklarının görülmesinin öğrencilerin matematiği daha çok sevmelerine ve kendi fikirlerini üretmeleri sayesinde de matematik konularının kalıcılığını artırıcı yönüne dikkat çekmektedir.

PDÖ yönteminin neden matematik derslerinde kullanılması gerektiğine ilişkin diğer cevaplar ise *‘matematik konularının daha iyi anlaşılmasını sağlar’*, *‘etkili bir öğrenme yöntemidir’* ve *‘matematiksel düşünmeyi sağlar’* şeklindedir. Yöntemin bu sayılan yönlerine dikkat çeken katılımcıların cevapları yukarıda yer aldığı için burada tekrar sunulmamıştır.

Katılımcıların PDÖ yöntemine ilişkin görüşlerinin belirlenebilmesi amacıyla sorulan ikinci soru ise *‘Türevi üniversite birinci sınıf Analiz 1 dersinde de görmüştünüz. Şimdi de aynı konuları PDÖ yöntemiyle işlediniz. Hangi derste daha çok öğrendiğinizi ve kendinizi*

geliştirdiğinizi düşünüyorsunuz? Neden?’ şeklindedir. Soruya verilen cevapların analiz sonuçları aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 4.18 PDÖ ve geleneksel yönteme ilişkin görüşler

Yöntem	Yöntemin Daha Geliştirici ve Öğretici Olma Nedeni	Katılımcı
PDÖ	Problem çözme adımlarını takip ederek çözüm üretmeyi gerektirmesi	D11
	Matematik konularını günlük hayattaki problemlerle ilişkilendirmesi	D7
	Araştırma yapmayı ve çıkarım yapmayı gerektirmesi	D6
	Matematik konularının ne işe yaradığını kavratması	D10, D2
	Farklı tarzda problem durumlarıyla çalışmayı gerektirmesi	D12
Geleneksel	Matematiksel işlemlerin temelini öğretmesi	D14, D5, D8, D12
Fark Yok	-	D13, D4, D1, D3

Soruya yanıt veren on üç ($f: 13$) katılımcının beşi ($f: 5$) PDÖ yönteminin daha çok geliştirici ve öğretici olduğunu düşünürken üçü ($f: 3$) geleneksel yöntemle işlenen analiz dersinin daha geliştirici ve öğretici olduğunu düşünmektedir. Dört katılımcı ($f: 4$) ise her iki yöntem arasında herhangi bir fark olmadığını ifade etmiştir. Bir katılımcı ($f: 1$) ise PDÖ yönteminin çok daha geliştirici olduğunu fakat bunda Analiz 1 dersinin konunun temelini öğretmesi açısından önemli bir yeri olduğunu ifade etmiştir. PDÖ’ yü daha öğretici ve geliştirici bulan katılımcıların cevapları:

D11: ‘Analiz 1 dersinde işlediğim türev konusu yalnızca ezber üzerine ve standartlaşmış bir algoritma ile işlem yapmamı istiyordu. Fakat bu şekilde senaryolar ilk başta çok farklı gelse de etkinlikler ilerledikçe hangi bilgilerin istendiği, ne anlatıldığını kendim açıklamam, problem çözme aşamalarıyla ilerlemem ve doğruluğu ile ilgili kanıt sunabilmek Analiz 1den çok daha farklı ve daha geliştiriciydi.’

D11 cevabında Analiz 1’de işlenen türev konusunu, ezbere ve standartlaştırılmış işlemlerin yapılması şeklinde ifade etmiştir. PDÖ sürecinde problem senaryolarıyla yapılan

Çalışmalarda ise çözüm için ihtiyaç duyulan bilgileri kendisinin tespit etmesinin, problem çözme sürecinde aşama aşama ilerlenmesinin ve elde ettiği sonucun doğruluğuna yönelik kanıtlar sunma aşamasında yapılan araştırmaların kendisi için daha farklı ve geliştirici olduğunu ifade etmiştir.

D7: *'Analiz 1 de işlediğimiz türevi vize ve finallerde kullanırken PDÖ yöntemiyle işlediğimiz türevi günlük hayattaki problemlere bağılı olarak çözüyoruz bu sebepten dolayı PDÖ yönteminin benim için daha çok kalıcı olduğunu düşünüyorum.'*

D7, PDÖ yönteminin kendisi için daha öğretici ve geliştirici olduğunu çünkü konuların kalıcılığını arttırdığını belirtmiştir. D7, Analiz 1 dersi kapsamında öğrendikleri türevin sınavlar dışında herhangi bir kullanım alanının olmadığını fakat buna karşılık PDÖ sürecinde yapılan çalışmaların ise günlük hayatla ilişkilendirme yaparak kalıcılığı sağlamasından dolayı daha öğretici ve kalıcı bulmuştur.

D6: *'Analiz 1 dersinde konu anlatımı ve türev hakkında sorular görmüştük. Bu derste ise temelin üzerine bir şeyler inşaa ettiğimizi düşünüyorum. Çünkü bu derste ayrıntılı olarak türeve girmedik ama sanırım bunları bildiğimizi varsayarak girmedik.'*

Daha çok öğrendiğim söylenebilir. Ben fark etmesem de düşündüğümde bize bir soru veriliyordu ve ona ne yapmamız gerektiğini biliyorduk. Bu derslerde problem saklanmıştı, açık olarak verilmemişti ve bazı şeyleri bizim çıkarım yapmamız gerekiyordu. İki derste de öğrendim ama bu ders bilgilerimi hatırlamamı, daha kalıcı olmasını sağladı ve beni geliştirdi.'

D6, Analiz 1 dersinde türev alma kuralları gibi konunun temelini oluşturan bilgileri öğrendiklerini ve bilgileri pekiştirmek için de bu çerçevede alıştırmalar yapıldığından bahsetmektedir. PDÖ kapsamında senaryolarla işlenen derste ise problem durumunun ve çözüm yolunun hemen açık bir şekilde görülemediği durumlarla çalışarak ve araştırmalar yaparak çıkarım yapmaları gerektiğini ifade etmiştir. Dolayısıyla hem PDÖ ile işlenen dersin hem de geleneksel yöntemlerle işlenen dersin kendisi için öğretici olduğunu fakat geçmiş

bilgilerin hatırlanması ve kalıcılığın sağlanması açısından PDÖ ile işlenen dersin kendisi için daha geliştirici olduğuna vurgu yapmıştır. Kalıcılık konusundaki görüşleri D7 ile aynıdır.

D10: *‘İki ders de benim için çok değerliydi fakat ben bu derste probleme dayalı öğrenme yöntemiyle zaten bildiğim şeyleri daha bilinçli olarak kullanmayı öğrendim ve bu dersin beni geliştirdiğini düşünüyorum çünkü dediğim gibi neden kullandığıma dair daha iyi bir bilinç kazandım. Neyi neden kullandığımı ve ne işe yaradığını daha iyi anlamış, kavramış oldum.’*

D10’ da her iki derste de öğrendiğini ancak PDÖ yöntemiyle işlenen derslerin teorik olarak öğretilen bilgilerin günlük hayatta kullanım alanlarını göstermesi ve matematik konularının nerede ve nasıl kullanıldığının mantığını kavratması sebebiyle kendisi için daha geliştirici olduğunu belirtmiştir. Bu konu D2’ de D10 ile aynı görüşü paylaşmaktadır.

D2: *‘İkisinin de faydasını gördüm. Ancak bu ders mantığını daha iyi anlayıp pekiştirmeme neden oldu. Günlük hayatta da kullanıldığını ve sadece işlem olarak değil nasıl ve nerede kullanmamız gerektiğini de gösterdi.’*

D2’ de her iki dersten de fayda gördüğünü ancak PDÖ yöntemiyle işlenen derste matematik konularını sadece teorik olarak ve işlemsel boyutta ele almaktansa nerede ve nasıl kullanılacağı üzerine çalışmalar yapılmasından dolayı kendisi için daha öğretici ve geliştirici olduğunu açıklamıştır.

Katılımcıların bir kısmı (D14, D5, D8) geleneksel yöntemin kendileri için daha geliştirici ve verimli olduğunu ifade etmiştir. Bu durumun nedeni olarak ise geleneksel yöntemle işlenen Analiz 1 dersinin, matematiksel işlemlerin temelini öğrettiğini ancak PDÖ sürecinde bu tarz çalışmaların yapılmadığını dolayısıyla, örneğin türev alma kurallarını bilmemeleri durumunda, senaryo çalışmaları üzerinde başarılı olamayacaklarını ifade etmişlerdir. Katılımcıların geleneksel yöntemlerle işlenen Analiz 1 dersini daha çok öğretici ve verimli bulmaları mümkün olmakla birlikte geleneksel yöntem lehine görüş bildirmeleri görüşme sorusunun farklı bir şekilde algılanmasına da bağlanabilir. Bazı katılımcılar sorunun yapısı gereği türev konusu üzerine yapılan her iki çalışmayı da birebir kıyaslayarak kuralları ve işlem basamaklarını detaylı ve teorik öğretmesi açısından geleneksel yöntemlerle işlenen Analiz dersini daha öğretici bulmuşlardır. Problem çözme becerilerinin sergilenmesi açısından

matematiksel alan bilgisine sahip olmak önem arz etmekle birlikte bu çalışma kapsamında alan bilgisinin güçlendirilmesi birinci hedef olarak konumlandırılmamıştır. Her ne kadar katılımcıların eksikliklerinin giderilmesi yönünde çalışmalara yer verilmiş olsa da temel olarak konu tekrarı yapılmamıştır. Çalışmanın amacı bir üst düzey düşünme becerisi olan problem çözme becerilerinin geliştirilmesidir.

Aşağıda geleneksel yöntemle işlenen dersin kendileri için daha geliştirici ve öğretici olduğunu düşünen katılımcıların cevaplarından alıntılara yer verilmiştir.

D14: *'Analiz1 dersinde daha fazla şey öğrendiğimi düşünüyorum çünkü analiz1 dersi matematiksel işlemleri ve adımları, bu işlemlerin temellerini öğretiyor ancak probleme dayalı öğrenme yönteminde öğretilen bilgiler analiz1 dersindeki kadar ayrıntılı öğretilmiyor. Bu nedenle verilen senaryoları sadece bu yöntemle çözebileceğimizi düşünmüyorum. Analiz 1 dersini almış olmasaydım probleme dayalı öğrenme yönteminde başarılı olamazdım ancak probleme dayalı öğrenme yönteminde matematiğin nerede ve nasıl kullanacağımı daha iyi öğrendim ve problem çözme becerimi geliştirdim.'*

D14, geleneksel yöntemle işlenmiş Analiz 1 dersinin kuralları ve matematiksel işlemlerin temelinin öğretmesi sebebiyle kendisi için daha öğretici olduğunu eğer Analiz 1 dersini almadan doğrudan problem senaryoları üzerinde çalışsaydı başarılı olamayacağını ifade etmektedir.

D5: *'Analiz1 dersi daha verimliydi. Çünkü hem dersi temelden alıp inceleyerek işledik hemde ders saati olarak da daha fazla zaman ayırabiliyorduk konulara.'*

D5 geleneksel yöntemler kullanılarak işlenen Analiz 1 dersinin kendisi için daha verimli olduğunu düşünmektedir. Bu şekilde düşünmesinin nedeni olarak ise geleneksel dersin hem konuların temelinin öğretmesi hem de ders saati açısından daha uzun olmasını (haftada 2 ders saati) göstermektedir.

D8: *'Öğrenme bakış açısından bakacak olursam Analiz 1 dersinde daha iyi ve detaylı öğrendim çünkü konu adım adım anlatıldığı için daha iyi öğrenmiş oldum.'*

D8' de D5 ile aynı fikri paylaşmaktadır. Geleneksel derste konuların daha iyi ve daha detaylı adım adım anlatıldığına vurgu yapmaktadır.

D13, D4, D1, D3 ise PDÖ ile işlenen ders ve geleneksel yöntemle işlenen dersler arasında daha iyi öğrenmeleri ve kendilerini geliştirmeleri açısından herhangi bir farklılık olmadığını ifade etmişlerdir.

D13: *Aslında çok bir farkı yoktu benim için. İkisinde de aynı şekilde öğrendim diyebilirim. Fakat PDÖ yöntemi ile yapılan derslerimiz yüz yüze ve bizden istenileni daha açıklayıcı olsaydı bu derste daha iyi öğrenirdim diye düşünüyorum. Aynı zamanda bu dersi 2.sınıfta değil de Analiz 1 dersini aldığımız dönem veya bir sonraki dönem alsaydık daha da etkili olurdu diye düşünüyorum.*

D13 'den her iki ders sürecini kıyaslaması istendiğinde kendisi için bir farkın oluşmadığını ifade etmiştir. Fakat PDÖ ile işlenen dersin yüzyüze ve daha açıklayıcı olması durumunda da daha iyi öğrenebileceğini eklemiştir. Buna ilave olarak da senaryolarla işlenen dersin birinci sınıfta Analiz 1 dersiyle eş zamanlı yürütülmesinin daha etkili olacağını düşünmektedir. Bu yönüyle de D14' ün düşüncelerinden ayrılmaktadır. Çünkü D14, Analiz 1 dersini önceden aldığı için senaryoların kendisi için öğretici olduğunu ifade etmişti.

D1: *Tabi ki ikisininde katkısı büyük. Analiz 1 de türevle ilgili bir çok şeyi öğrenmeseydim PDÖ yöntemi ile hazırlanan problemlere,sorulara cevap vermekte zorlanırdım.Aslında bu iki ders birbiriyle bir bütün halinde diyebiliriz.Analizde konuyu öğrenirken PDÖ derslerinde öğrendiklerimizi pekiştiriyor,ilişki kuruyor ve problem çözme becerilerimizi geliştiriyoruz.*

D1, her iki türde işlenen dersin birbirinin tamamlayıcısı olduğuna dikkat çekmiştir. Geleneksel yöntemle işlenen derste gerekli kuralları öğrenirken PDÖ'yle işlenen derste öğrenilenlerin pekiştirildiğini, ilişkilendirme yapıldığını ve problem çözme becerilerinin gelişimine katkı sağladığını belirtmektedir.

D3: *İki derste de çok şey öğrendim. Analiz 1 dersinde konular çok fazlaydı ve dersin süreside çok kısıtlıydı. Bu yüzden ne kadar öğrensem de çoğunlukla ezbere*

gidiyordu. Tabi önceden temeli olduğu içinde kalıcılığında oluyordu. PDÖ ile de bu ezber olan bilgiler çok daha iyi bir şekilde yerleşti. Gerçek hayattaki problemlerden araştırarak kavramları kendimin çıkarması konuyu çok daha iyi bir şekilde kavramamı sağladı.

D5, Analiz 1 dersi için ayrılan sürenin uzun ve yeterli olduğundan bahsetse de D3 bu sürenin yeterli olmadığını ifade etmektedir. D3, Analiz 1 dersinde her ne kadar çok şey öğrendiğini ifade etse de bu sürecin kendisi için ezbere olduğunu ifade etmiştir. PDÖ sürecinde ise ezber yaptığı bilgileri daha iyi kavradığını açıklamıştır. D3, *'her iki derste de çok şey öğrendim'* ifadesini kullandığı için fark yok kategorisine dâhil edilmiştir.

Katılımcıların cevapları genel olarak incelendiğinde her iki ders arasında farklılık olmadığını dile getirenlerin bile PDÖ'nün kavramsal öğrenmeyi sağlaması, günlük hayatla ilişkilendirme yapması, öğrenilenlerin pekiştirilmesi, problem çözme becerilerinin geliştirilmesi yönlerine vurgu yaptıkları dikkat çekmektedir. Geleneksel yöntemle işlenen dersi PDÖ'yle işlenen dersten daha önde tutan katılımcılar, geleneksel yöntemle işlenen derste daha çok konuya daha kısa sürede değildiğine ve daha çok soru çözüldüğüne vurgu yapmaktadırlar.

Katılımcıların PDÖ yöntemine ilişkin görüşlerinin belirlenebilmesi amacıyla sorulan üçüncü ve son soru ise *'Birinci sınıf analiz 1 dersini ve problem senaryolarıyla işlenen analiz dersini karşılaştırmak gerekse;*

- a) Her iki ders için benzerlikler nelerdir? Farklılıklar nelerdir?**
- b) Birinci sınıftaki Analiz 1 dersinin avantajları nelerdi? Dezavantajları nelerdi?**
- c) Problemler senaryolarıyla işlenen dersin avantajları nelerdi? Dezavantajları nelerdi?' şeklindedir.**

Sorulara verilen cevapların analiz sonuçları aşağıdaki tablolarda sunulmuştur.

Tablo 4.19 PDÖ ile geleneksel öğretim yönteminin benzerlikleri ve farklılıkları

Farklılıklar	PDÖ	• Matematik konularının günlük hayatta nerede ve nasıl uygulanacağını öğretmek konuların günlük hayata entegrasyonunu kolaylaştırır (D14) • Farklı bir bakış açısı elde etmeyi sağlar (D11) • Öğrenilen konuların pekiştirilmesini ve ilişki kurulmasını sağlar (D1) • Uygulama yapmaya yönelik bir yöntem olduğundan öğrenci problemi inceler ve çözüm üretir (D3) • Zaman sıkıntısı yoktur (D3) • Öğrenci merkezlidir (D3) • Problemi anlamak, çözüme başlarken plan yapmak, planı açıklamak, sonucun doğruluğunu, uygunluğunu kontrol etmek gerekir (D6) • Hayatla ilişkili problemler ve veriler içerir (D9) • Ezber yerine yorumlamayı gerektirir (D5) • Detaylı düşünmeyi ve matematiksel kavramları daha bilinçli kullanmayı gerektirir (D10, D2) • Problemi anlamak büyük rol oynar (D8)
	Geleneksel	• İşlemlerin nasıl yapılacağı öğretilir (D14) • Daha ezberci ve soru tipleri ezberlenebilecek tarzda olan problemlerden oluşur (D11) • Önce konu anlatılır sonra soru çözülür (D13, D3) • Konuyu öğrenmemizi sağlar (D1) • Ders çoğunlukla teorik ilerler (D3, D2) • Süre sıkıntısı olduğundan ders hızlı işlenmek zorundadır (D3) • Öğretmen merkezlidir (D3) • Sadece çözüm yapmak ve cevabı doğru bulmak yeterlidir (D6) • Veriler tam olarak ve kullanıma hazır bir biçimde sunulur (D9) • Klasik yöntemlerle problem üzerinden ezber işlemler üzerinden işlenir (D5) • Soruları çözerken detaylı düşünmeye gerek yoktur (D10) • İşlem odaklıdır (D8)
Benzerlikler		• Her ikisi de ezbere yönlendiriyor (D4, D10) • Her ikisi de işlem becerilerini geliştirir (D5)

Yöntemlerin benzerlik ve farklılıkları Tablo 19’da detaylı bir şekilde açıklanmıştır. PDÖ’yü farklılaştıran en önemli özellikler arasında matematiğin günlük hayata entegrasyonunu sağlaması, ezber yerine yorum yapmayı gerektirmesi ve matematiksel kavramların daha bilinçli bir şekilde kullanılmasını sağlaması özellikleri dikkat çekmektedir. Katılımcıların sıraladıkları

özellikler incelendiğinde geleneksel yöntemin sadece doğru cevabı bulmak odaklı olması, detaylı düşünmeye ihtiyaç duyulmaması, teorik ve ezberlenebilecek tarzda soru tiplerini barındırması özelliklerine sahip olması geleneksel yöntemin PDÖ'den ayrılan en önemli özellikleri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Geleneksel yöntemin çoğu durumda ezbere yönlendirmesi sıklıkla karşılaşılan bir durum olmakla birlikte iki katılımcı (D4, D10) açısından PDÖ'nün de ezbere yönlendirmesi dikkat çekicidir. Bir katılımcı ise her iki yöntemin de işlem becerilerinin gelişimine katkı sağladığına vurgu yapmıştır.

Takip eden paragraflarda öğretmen adaylarının cevaplarından alıntılarla birlikte detaylı açıklamalar yapılmıştır.

D14: *Her 2 derste de aynı kazanımlar üzerinde durulmuştur. Arasındaki en önemli fark ise senaryolarla işlenen analiz dersinin günlük hayata entegrasyonu kolaylaştırmasıdır. Analiz1 dersinde işlemlerin nasıl yapıldığı öğretilirken problem senaryolarıyla işlenen analiz dersinde günlük hayatta nerede ve nasıl uygulanacağı öğretilmiştir.*

D14, her iki yönteme de bütünsel bir açıdan yaklaşarak ikisinin birbirinin tamamlayıcısı olduğunu belirtmiştir. Önemli bir farklılık olarak ise Analiz 1 dersinde gerekli kurallar öğretilirken senaryolarla işlenen derslerde bu kuralların kullanım alanları üzerine çalışıldığından bahsetmektedir.

D13: *Konular ve öğretilmek istenenler benzer fakat yöntem farklı. Analiz 1 dersi daha çok düz anlatım barındıran bir dersti. Konu anlatılır ve soru çözülürdü sadece. Bu yöntemden farklı olan problem senaryolarıyla işlenen dersler daha katkı sağlayıcı potansiyelinde.*

D11: *Analiz 1 için daha ezberci ve soru tipleri ezberlenebilecek tarzda olan problemlerden oluşuyordu. Fakat bu yöntem ile hikayeleştirme ve farklı bir bakış açısı elde etmek farklılıklarındandı. İkisinde de türev konularının olması benzerlikleri oluşturuyor.*

D13 ve D11' in cevapları birlikte değerlendirildiğinde her ikisinin de geleneksel yöntemi düz anlatım kullanılarak önce konunun anlatıldığı ardından soru çözümüne geçildiği soruların ise ezberlenebilecek tarzda problemlerden oluştuğu şeklinde tanımlamışlardır.

D8: *Problemlerin sonucunu bulurken aynı adımlardan yararlanıyoruz. Fakat analiz dersinde işlem odaklıyken bu derste problemi anlamakta büyük rol oynuyor.*

D8, geleneksel yöntemle işlenen derste işlemsel sürece odaklanırken PDÖ sürecinde problemi anlayabilmenin daha büyük bir role sahip olduğunu belirtmektedir.

D2: *Analiz 1 dersinde daha çok teorik öğrenirken yani soru cevap şeklinde ya da ispat şeklinde öğrenirken bu derste günlük hayatta da görerek ve mantığını anlayarak öğrendik.*

Geleneksel yöntemle işlenen Analiz dersine en çok tekrarlanan cevap soyut ve teorik olarak işlendiğidir. Buna karşılık PDÖ ile işlenen derste kavramların soyut yapısından sıyrılarak günlük hayat kullanımlarından faydalanarak mantığının kavrandığı D2 tarafından açıklanmaktadır.

D3: *Farklılıklar açısından, analiz 1 dersinde ders çoğunlukla teorik olarak gidiyordu. Öğretmen konuyu anlatıp kendisi soru çözüp işliyordu dersi. Süre sıkıntısı da olduğundan dolayı ders çok hızlı işleniyordu ama PDÖ daha çok uygulama üzerine bir dersti. Bizler problemleri inceleyip çözümler üretiyorduk ve zaman sıkıntısı da yoktu. Analiz dersi daha çok öğretmen üzerinden gidiyordu ama PDÖ bizim merkezinde bulunduğumuz bir şekilde ilerliyordu. Benzerlik olarakta ikisinde de bir öğretmen unsuru vardı. Yine sonuç ikisinde de öğretmen ile tamamlanıyordu.*

D3, geleneksel yöntemle işlenen dersin teorik yapısına vurgu yapmanın yanı sıra süre sıkıntısı yaşanmasının da konuların hızlı bir şekilde yüzelsek olarak işlenmesine sebebiyet verdiğini belirtmektedir. PDÖ sürecini ise süre sıkıntısı yaşanmaksızın

öğrenci merkezli olarak araştırmaların yapılarak problem senaryolarına çözümlerin üretilmesi şeklinde tanımlamaktadır.

D6: *Farklılık olarak analiz1 dersinde sadece çözüm yapmak ve cevabı doğru bulmak yeterliydi. Bu derste ise problemi anlamamız, çözüme başlarken plan yapmamızı, bu planı neden yaptığımızı, sonucu bulup doğruluğunu veya yanlışlığını nasıl bulacağımızı istemektedir.*

D6, geleneksel yöntemle işlenen derslerde bir takım işlemler yaparak doğru sonuca ulaşmanın yeterli olarak görüldüğünü, PDÖ ile işlenen derslerde ise problem çözme sürecinin aşamalı olarak gerçekleştirilmesinin beklendiğini açıklamaktadır. Bu durumun her iki ders sürecinde kullanılan soru tiplerinin birbirinden oldukça farklı olduğunun da belirtilmesi gerekmektedir. Katılımcıların cevaplarından geleneksel yöntemle işlenen derslerde genellikle alıştırma tipi, öğrenilenlerin pekiştirilmesini yönelik soruların kullanıldığı anlaşılmaktadır. PDÖ sürecinde ise soru tarzı olarak rutin olmayan problem senaryolarından yararlanılmıştır.

D10: *... Özetlersem eğer, benzerlikleri ikisinde de ezber kullanmak zorunda olmam; farklılıkları ise analizde çok detay düşünmeden soruyu çözebilirken bu derste daha fazla detay düşünmek, neyi ne için kullandığım bilincinde olarak sorulara yaklaşmak diyebilirim.*

Öncelikle D10, PDÖ ile işlenen derslerin konuların mantığını anlama açısından faydası olduğunu ancak yine de bu sürecin kendisini ezber yapmaktan kurtaramadığını ifade etmektedir. İlaveten geleneksel yöntemle işlenen Analiz 1 dersinde detaylı bir şekilde düşünmeye gereksinim duymaksızın doğrudan çözüm aşamasına geçerken PDÖ ile işlenen derslerde daha detaylı düşünmesi gerektiğini ve kullandığı matematiksel bilgileri daha bilinçli bir şekilde kullandığını ifade etmiştir.

D4: *Seneryolarda farklılıklar olduğundan dolayı arada karşılaşmadığım bazı şeylerle karşılaştım. Örneğin fonksiyonun türevinin sıfıra eşitlenememesi durumu gibi. Fakat bir süre sonra bu problemler de sıradanlaştı her zaman grafik çizdiğimizden dolayı. Bu da analiz1 dersinde olduğu gibi bir yerden sonra ezbere yöneldiğini düşünüyorum.*

Son olarak, D4 ise PDÖ sürecinin belli bir aşamadan sonra kendisi için sıradanlaştığını bu nedenle de tıpkı geleneksel yöntemle işlenen derslerde olduğu gibi kendisini ezbere yönelttiğini ifade etmiştir.

Aşağıda yer alan Tablo 4.20' de ise geleneksel yöntemle işlenen Analiz derslerinin avantaj ve dezavantajları yer almaktadır.

Tablo 4.20 Geleneksel yöntemle işlenen dersin avantaj ve dezavantajları

	Nedeni	Katılımcı
Avantajlar	Konuların temelini öğretiyor	D14, D9, D5, D10, D8
	Konular daha detaylı işleniyor	D7, D3
	KPSS sınavında önemli bir yere sahip	D4
	Konuları iyi bir şekilde anlamamıza yardımcı oluyor	D1
	Soru çözümü için gerekli olan tüm bilgilerin verilmesi	D9
Dezavantajlar	Ders saati az olduğundan yeteri kadar uygulama yapılamıyor	D14
	Konuların nerede ve nasıl kullanılacağını öğretmiyor	D14
	Çok fazla bilgi öğretiliyor ancak kalıcılığı olmuyor	D11, D4
	Farklı bakış açıları sunmuyor	D13
	Çeşitlilik sunmuyor, belli kalıpların dışına çıkmak mümkün olmuyor	D1
	Süre sıkıntısı olduğundan/ Program yoğun olduğundan gerektiği kadar konunun üzerinde çalışmadan başka konulara geçmeyi gerektiriyor	D3, D6, D5, D10, D2
	Konuları gerçek hayatla bağdaştırmak kolay olmuyor	D3

Geleneksel yöntemle işlenen dersin avantaj olarak görülen en önemli özelliği konuların temelini oluşturacak bilgilerin öğretilmesini sağladığı şeklinde ifade edilmiştir. Bunun yanı

sıra geleneksel yöntemle işlenen Analiz dersinde konuların daha detaylı işlendiği, bu dersin konuları daha iyi anlamalarını sağladığı, soruların çözümü için gerekli olan tüm bilgilerin verildiği ve son olarak KPSS sınavında önemli bir yere sahip olduğu ifade edilmiştir.

Konuların detaylı verilmesi konusu bazı katılımcılar tarafından bir dezavantaj olarak görülmektedir. Bunun nedeni olarak ise geleneksel yöntemle işlenen derslerde çok fazla bilgi verildiğini ancak bu bilgilerin kalıcılığını sağlayamadığını ifade etmişlerdir. Bu duruma örnek olarak D11' in açıklamaları gösterilebilir.

D11: *O dönem için bana birçok bilgi kattı fakat kalıcılık hiç sağlanmadı. Bu hem avantajı hem de dezavantajı olarak görebiliriz.*

Geleneksel yöntemle işlenen Analiz 1 dersinde öğretilen birçok konu başlığının varlığına rağmen ders saati için ayrılan sürenin yeterli olmaması dezavantaj olarak görülen noktalar arasında yer almaktadır.

D6: *Avantaj olarak şuan aklıma bir şey gelmedi ama dezavantaj olarak ders saatimiz çok azdı ve bu süre içerisinde yeteri kadar problem, soru çözmedik.*

D4: *Avantajı olarak KPSS sınavında önemli yere sahip. Dezavantajı olarak da çok bilgi içerdiği için anlaması ve oturtmasının zaman aldığını düşünüyorum.*

D10: *Analiz 1 dersi daha sonradan öğreneceğim ve kullanacağım bilgiler için sağlam bir temel oluşturmuş oldu. Aslında matematiğin gerçekten hiyerarşik ilerlediğini, her konunun birbiriyle bağlantılı olduğunu keşfetmiş oldum. Bunlar benim açımdan bu derslerin avantajlarıydı. Analiz 1 dersinin dezavantajı ise ders saatinin haftalık 2 saat olması yüzünden süre kısıtlı olduğundan dolayı konular çok hızlı geçiyordu ve daha yeni işlenen konu tam anlaşılmadan diğerine geçmek zorunda kalıyorduk ve bu da ders dışı iş yükümüzü gerçekten çok artırıyordu, daha çok ezberlemek durumunda kalıyorduk.*

Öğretilen konu sayısının çok fazla olmasında karşılık ders saatinin oldukça kısıtlı olması yapılan çalışmaların derinleştirilmesine engel olmakla birlikte katılımcıların bu hıza ayak uydurabilmeleri için ezber yapmalarına neden olmaktadır.

Geleneksel yöntemle işlenen Analiz 1 dersinde çok sayıda konu başlığının eğitmen tarafından doğrudan aktarılması ardından sorular çözülmesi başlangıçta katılımcıların avantaj olarak gördüğü fakat sonrasında öğrendikleri konuların uygulama alanlarını bilmemeleri, nerede ve nasıl kullanacaklarının öğretilmemesi bir dezavantaja dönüşmektedir. Katılımcılar soru çözme aşamasında çok fazla soru çeşidi üzerinde çalışamamalarını konular arasında ilişkilendirme yapmayı engellediğini ifade etmektedirler.

D1: *Konuları iyi bir şekilde anlıyoduk fakat soru çözme kısmında çok fazla soru çeşidi göremiyoduk.Genellikle her konuyla ilgili kalıp sorular çözülüp diğer konuya geçiliyordu.Bu da konuyu pekiştiremememize ve konular arasında bir ilişki kuramamamıza yol açıyordu.*

Son olarak teorik olarak işlenen Analiz 1 dersinde belli kalıpların dışına çıkılamaması dolayısıyla farklı bakış açıları sunmaması da dezavantajlı sayılan konular arasında yer almaktadır.

D13: *Konuyu eksiksiz ve düz bir anlatımla anlatmak ilk başta çok işe yaramıştı. İlk başta avantaj olan bu anlatım bir süre sonra dezavantaja dönüşüyor benim için. Konuyu anlatıp kavratıktan sonra farklı bir bakış açısı getirecek ve daha farklı bir yorumlama katacak bir yöntem ihtiyacı duyuluyor.*

Tablo 4.21’ de çevrimiçi PDÖ yöntemiyle işlenen dersin avantaj ve dezavantajlarına yönelik katılımcıların görüşleri yer almaktadır.

Tablo 4.21 PDÖ yöntemiyle işlenen dersin avantaj ve dezavantajları

	Nedeni	Katılımcı
Avantajlar	Gerçek anlamda türevin nerede kullanılacağını öğretir	D14, D13, D4, D1, D3, D9
	Problem çözme becerilerini büyük ölçüde geliştirir	D14, D6, D8
	Öğrenilenlerin kalıcılığını artırır	D11, D7, D6, D1
	Günlük hayatta karşılaştığımız problemlere çözüm üretmek için de beceri kazandırır	D11, D2
	Bir problemi çözmenin alternatif yolları olduğunu gösterir	D7
	Yaptığımız işlemlerini nedenlerini anlamamıza yarar sağlar	D5, D10
	Bakış açısını geliştirir	D10
Dezavantajlar	Daha az sayıda problem çözümü gerçekleştiriyor	D11
	PDÖ ile işlenen dersin Analiz 1 dersiyle eş zamanlı alınamaması	D13, D5
	Kavram yanılgılarına neden olabilir	D3
	Çevrimiçi olarak yapılması	D5
	Senaryolar üzerinde çalışmak çok zaman alıyor	D8

PDÖ yöntemiyle işlenen derste kullanılan materyaller türev ve uygulamaları konusu özelinde geliştirilmiştir. Bu nedenle katılımcıların avantaj olarak gördüğü konuların başında gerçek anlamda türevin uygulama alanlarının öğretilmesi gelmektedir.

D13: *Türevi zaten bildiğimiz ve öğrendiğimiz için üstüne bu yöntemle anlatılması avantajdı.*

D4: *Hocaların her derste günlük hayatta matematik olarak dile getirdiği şeyi daha iyi anlamdığımızı sağladığını düşünüyorum.*

D3: *Konunun gerçek hayattaki karşılığını çok daha iyi görmüş oldum. İçindeki kavramların (asimptot, ekstremum noktaları vb.) gerçek hayattaki karşılıklarını daha iyi kavrayarak soruları daha kolay çözdüm.*

Yukarıda katılımcı cevaplarından örnekler sunulmuştur. Katılımcılar konuları daha önce teorik olarak görmüşlerdi. Teorik olarak yapılan dersin ardından uygulamalar üzerine çalışmaları yapmanın öğretilenleri anlamlandırmak adına bir avantaj olarak görmektedirler. Örneğin D3, asimptot, ekstremum noktalar gibi terimleri daha önce öğrendiğini fakat PDÖ' yle yapılan ders sonrasında bu soyut kavramların kendisi için daha sonut hâle geldiğini belirtmiştir.

Konunun günlük hayatta uygulama alanlarının öğrenilmesinin konuların kalıcılığını arttırması da en önemli avantajlar arasında sayılmaktadır.

D11: *Bu yöntem ile kalıcılığın daha iyi olduğunu ve problem çözme aşamalarının günlük hayatta dahil kullanılabileceğini görüyorum.*

D11' in açıklamalarına göre PDÖ' yle işlenen dersin avantajları arasında konuların kalıcılığını arttırmasını ve günlük hayatta karşılaşılan problemlere çözüm üretme becerisinin kazandırılmasını göstermiştir.

PDÖ sürecinde kullanılan performans görevleri her ne kadar türev ve uygulamaları konusu üzerine geliştirilmiş olsa da birden fazla matematiksel bilginin kullanılmasını gerektirmektedir. Bu durum da konuların kalıcılığının artmasında katılımcılar tarafından önemli olarak görülmüştür.

D7: *Çözüm aşamaları birden fazla matematik konusunu kapsadığı için aslında bütün konuları öğrenip tekrar etmiş olduk. Bir problemin aslında birsürü konuyu barındırdığını fark ettim. Bunları avantaj olarak görüyorum.*

D6: *Konuyu derinlemesine ayırıştırma, bilgilerin daha kalıcı olması avantaj olarak değerlendirilebilir.*

Son olarak katılımcılar PDÖ' yle işlenen dersler sayesinde sorgulama yapmalarından dolayı daha önce ezbere yaptıkları işlemlerin nedenlerini öğrendiklerini ifade etmişlerdir.

D5: *Avantajı işlemleri nedenlerini anlayarak yapıyorduk. Farklı yönlerden problemleri yorumlamaya ispatlamaya çalışıyorduk.*

D10: *Problem senaryolarıyla işlenen dersin en önemli avantajı kullandığımız formülü yada tanımı gerçekten sorgulatarak kullandırmasıydı. Bu derste ciddi anlamda beynimin çalıştığını hissettiğim ve çoğu zaman da zihinsel olarak zorlandığım bir süreçten geçtim. Kullanacağım matematiksel kavramı sorgulayarak kullanmanın bakış açımı da geliştirdiğini düşünüyorum. Artık eskiye kıyasla daha fazla sorgulama yaptığımı düşünüyorum.*

D10 açıklamasında önemli noktalara vurgu yapmıştır. PDÖ' yle işlenen dersin sorgulama yapmasını sağladığı için her ne kadar zorlanmasına neden olsa da beyninin çalıştığını hissettiğini belirtmiştir. Matematiksel süreci sorgulayarak geçirmesi bakış açısını geliştirdiğinden eskiye kıyasla daha fazla sorguladığını da eklemiştir.

Katılımcılar PDÖ' yle işlenen dersin bir takım dezavantajları olduğunu da belirtmektedirler. Bunların başında PDÖ ile işlenen dersin Analiz 1 dersiyile eş zamanlı gerçekleşmemesidir.

D13: *Ancak bu dersin türevi öğrendiğimiz Analiz 1 dersinden 1 sene sonra olması benim için bir dezavantaj.*

D5: *Dezavantajı online bir şekilde gerçekleşmesi ve analiz1 dersinin üstünden fazla zaman geçtiği için konular eskisi gibi taze değildi. İlk başlarda o yüzden fazlasıyla zorlayıcı bir ödevdi.*

Performans görevlerinden yer alan rutin olmayan problem senaryoları yapısı gereği alan bilgisine hâkim olmayı gerektirmektedir. Katılımcılar pek çok konuyu gerçek hayatla ilişkilendirmeksizin, sorgulamadan, neden ve nasıl sorularının sorularını araştırmadan ezberleyerek edindiklerinden kısa bir süre sonra unutmaktadırlar. D13 ve D5 cevaplarında da görüleceği üzere çözüm için gerekli bilgileri unutmaları problem çözme sürecinde zorlanmalarına neden olmuştur. Bu durumu ise bir dezavantaj olarak değerlendirmişlerdir.

PDÖ sürecinde bir performans görevi üzerinde çalışmak için gerekli zaman ortalama bir-bir buçuk haftalık süreci kapsamaktadır. Geleneksel eğitim sürecinde ve ulusal sınavlara

hazırlık sürecinde yüzlerce soru çözümüne alışık olan katılımcılar için çözüm için ayrılan süren uzun olması dezavantaj olarak görülmüştür. D11, daha fazla soru çözülmesi gerektiğini belirtmektedir.

D11: *Fakat her ders için 1 soru çözülebilmesi dezavantajları oldu. Analiz için daha fazla örnek fırsatı sağlanabiliyordu.*

Son olarak D3 PDÖ sürecinin pekçok kavram yanılgısına sebebiyet verebileceğini belirtmiş ve bunu bir dezavantaj olarak görmüştür.

D3: *Dezavantajı olarak ise her öğrencinin farklı kavram yanılgılarına düşmesi durumunda oluşacak kargaşa beni korkuturdu. Hepsini hemen çözemeyeceğim için daha farklı sıkıntılar çıkabilir diye düşünüyorum. (Eğer kendi derslerimde uygulasaydım).*

4.1.6.2. Katılımcıların ders işleme sürecine ilişkin görüşleri

Katılımcıların PDÖ sürecinde ders işleme sürecine ilişkin görüşlerinin belirlenebilmesi için 'Ders yapma sürecinde neler farklı yapılırdı sizin için daha öğretici olurdu ve problem çözme becerilerinizi daha geliştirici olurdu? Nedenleriyle açıklayınız.' sorusu yöneltilmiştir. Soruya verilen cevapların analizi aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 4.22 PDÖ ders sürecinin daha öğretici ve problem çözme becerilerini geliştirici olmasına yönelik görüşler

Öneriler	Katılımcılar
Süreçten memnundum	D7, D9, D10, D8, D2
Online olması ders yapma sürecini olumsuz etkiledi	D14, D13, D3, D9
İlk derste problem senaryolarının nasıl çözüleceğine dair daha detaylı bilgi verilmeliydi	D14
Problem senaryoları üzerine yaptığımız çalışmalar notlarımıza daha düşük oranda etki etseydi	D14
Daha fazla sayıda örnek sunulabilseydi	D11, D12

Türev dışındaki konulardan da senaryolar üzerinde çalışabilseydik	D4
İlk problem senaryolarını eğitmenle çözebilseydik	D6
Problem senaryolarıyla çalışmaya geçmeden önce türev konu hatırlatması yapılabilseydi	D5

Soruya cevap veren katılımcıların dördü (f: 4) süreçten memnun olduklarını ifade etmektedirler. Katılımcıların bu konudaki cevaplarından örnek vermek gerekirse;

D7: *‘Ben süreçten memnundum. Farklı bir yöntem gerek olduğunu düşünmüyorum.’*

D7, PDÖ ile ders işleme sürecinin kendisi için yeterli olduğunu herhangi bir değişikliğe gerek olmadığını ifade etmektedir. D9’da D7, D10, D2 ve D8 ile aynı fikri paylaşmakla birlikte online olarak yürütülmek zorunda kalınan sürecin yüzyüze yapılmasının daha iyi olacağını belirtmiştir.

D9: *‘Süreç gayet iyiydi. Sadece keşke baştan yüzyüze işleyebilseydik.’*

Düşüncelerini yukarıdaki gibi açıklayan D9’ un yanı sıra D14’ te ders sürecinin çevrimiçi şekilde yürütülmesini bir olumsuzluk olarak değerlendirmektedir. Bunun yanı sıra özellikle ilk derslerde senaryolarla ilgili daha detaylı açıklamaların yer almasının ve problem senaryoları üzerine yaptıkları çalışmaların notlarını daha düşük oranda etki etmesi durumunda ders sürecinin kendisi için daha öğretici ve problem çözme becerilerini daha geliştirici olacağını belirtmektedir. Bununla ilgili olarak D14’ ün söylemleri aşağıdaki gibidir:

D14: *‘Öncelikle online olması ders yapma sürecini olumsuz etkiledi. Onun dışında problem senaryolarıyla işlenen derslerin en başında bu senaryoların nasıl çözülmesi gerektiğine dair ayrıntılı bilgi verilseydi çok daha kolay ve çok daha hızlı bir şekilde problem çözme becerilerimi geliştirebileceğimi düşünüyorum. Ayrıca bu problemlerin puanlandırılması kaygı yarattığı için bazı durumlarda zorlandığımı düşünüyorum. Bu senaryolar daha düşük oranda notlarımızı etkileyecek olsaydı kaygım azalacağından daha fazla verim alabilirdim.’*

Öncelikle uygulama sürecine başlanmadan PDÖ yöntemine, öğretmen ve öğrenci rollerine ve üzerinde çalışılacak problem senaryoları üzerine gerekli açıklamalar yapılmıştır. Fakat bu süreçte katılımcıların beklentileri geleneksel işlenen Analiz 1 dersinde olduğu gibi önce problem senaryolarının eğitmen tarafından açıklanarak ve bir benzeri çözülerek eve ödev bırakılması şeklindedir. Fakat bu şekilde işlenen ders PDÖ yönteminin ilkelerine uygun olarak görülmemiştir. Katılımcıların olumsuzluk olarak belirttiği noktalardan bir tanesi ise senaryolar üzerinde gerçekleştirilen çalışmaların ders notuna etki etmesi konusudur. PDÖ sürecinde üzerinde çalışılan sekiz adet performans görevinden alınan puanlar katılımcıların vize notunu oluşturmaktaydı. Bu durum derslerin çevrimiçi olarak gerçekleştirilmesi gerekliliği ve öğrencilerin derse devam zorunluluğu olmamasından dolayı sürecin katılımcılar tarafından daha çok ciddiye alınması için araştırmacı tarafından düşünülmüş bir yöntemdir.

Sürecin çevrimiçi olmasından hoşlanmayan katılımcıların aksine D10 çevrimiçi olarak işlenen PDÖ sürecinin kendisi için daha öğretici olduğunu açıklamaktadır.

D10: *‘Ders sürecinde farklı yapılmasını istediğim bir durum olmadı problem gibi görünen dersin büyük bir kısmının online işlenmek zorunda olması olabilir ama online olmasının da aslında benim açımdan biraz da olsa bir katkısı oldu çünkü ödevleri dijital ortamda yapmak daha rahat hissettirdi. Eğer bu senaryoları sınıfta önce bize süre tanınacak biz çözseydik daha sonra aynı ders içerisinde beraber çözseydik büyük ihtimal benim için verimli olmazdı çünkü etraftan istesem de istemesemde etkileneceğim için acaba ben mi doğru yapıyorum yoksa yanımdakinin uyguladığı mı doğru olan diye düşünebileceğimden dolayı doğru bir performans gösteremezdim. Ödevleri kendi başımıza kendi alanımızda rahat çözmek ve bir sonraki ders öğretmenle birlikte çözümleri değerlendirmek benim için daha faydalı oldu.’*

Katılımcılardan ikisi, PDÖ ders sürecinde daha çok örnek üzerinde çalışılmasının daha öğretici olacağını düşünmektedirler. Aynı düşünen katılımcı cevaplarından örnek vermek gerekirse;

D12: *'Ders sürecinde daha fazla problem senaryosuyla karşılaştıysaydım benim için daha öğretici olurdu çünkü matematik öyle bir ders ki örnek problem durumları üzerinden öğrenilince kalıcı öğrenme gerçekleşmiş oluyor.'*

D6 ise ilk problem senaryolarının eğitmenle birlikte çözülmesinin daha öğretici olacağına inanmaktadır. Bu inanç katılımcıların diğer görüşme sorularına verdikleri cevaplarda da dikkat çekmektedir. Katılımcılar ilk kez karşılaştıkları alışık olmadıkları durumlarla çalışma konusunda kaygı yaşamakta, kendilerinden emin olamamaktadırlar.

D6: *'Bence yaptığımız bu problemlerden ders başında bir tanesi öğretmen ile çözerek bizden ne istenildiğini daha rahat kavrayabilirdik çünkü ben bu ödevin ilkinin yaptığımda ne istenildiğine dair kafam çok karıştı ta ki Meliha Hoca problemin cevabını verip soruları çözdüğünde bu karışıklık biraz da olsa geçti.'*

PDÖ ders sürecinde kullanılan problem senaryoları türevin uygulamaları konusuna yönelik olarak geliştirilmiştir. D4, türev dışındaki matematik konuları üzerine de senaryolar ile çalışmanın daha geliştirici olacağını ifade etmektedir. D5 ise problem senaryolarıyla çalışmaya geçmeden önce türev konusunun hatırlatmasının daha öğretici olacağını vurgulamaktadır.

D4: *'Farklı konuları da içeren sorular olsaydı daha öğretici olabileceğini düşünüyorum. Öğrencinin soruyu anlayıp ne kullanması gerektiğini düşünüp işleme koyulmasının anlama yönünden daha iyi olabileceğini düşünüyorum.'*

D5: *'İlk haftalarda konu hatırlatma dersi yapılabilirdi. Böylece ödevleri daha kolay bir şekilde yapabilirdik. Ya da bize sorulabilirdi biz hatırladıklarımızdan not çıkartıp danışman öğretmene yollayabilirdik.'*

4.1.6.3. Katılımcıların PDÖ sürecinde kullanılan materyallere ilişkin görüşleri

Katılımcıların PDÖ sürecinde ders işleme sürecine ilişkin görüşlerinin belirlenebilmesi için *'Derslerde kullanılan problem senaryolarının problem çözme becerilerinizi geliştirdiğini düşünüyor musunuz? Nedenleriyle birlikte açıklayınız. (problem çözme becerileri; okuduğunu anlama, problemi nasıl çözeceğini belirleme (plan yapma), planını uygulayarak işleme dökme,*

elde ettiğin sonucun doğru ve mantıklı olmasına ilişkin kanıtlar sunma, alternatif çözüm yolları geliştirme vs.)' sorusu yöneltmiştir. Soruya verilen cevapların analizi aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 4.23 Katılımcıların geliştirdiklerini düşündükleri problem çözme becerileri

Geliştirildiği Düşünülen Problem Çözme Becerileri	Alt Beceriler	Katılımcılar
Problemi Anlama	Senaryonun konusunu açıklayabilme	D11, D4, D3, D6, D5
	Çözüm için gerekli ve yeterli olan verileri tespit edebilme	D11, D3, D6, D9, D5
Plan Yapma	Adım adım çözüme ulaştıracak süreci açıklama	D14, D11, D7, D4, D6, D9, D5, D10, D8, D2
	Sahip olunan matematiksel bilgilerle ilişki kurabilme	D1, D3, D6, D5
Planı Uygulama	Planlananları işleme dökme	D14, D6, D5, D8
Kontrol Etme	Sonucun doğruluğuna ilişkin kanıtlar sunabilme	D11, D7, D4, D6, D5
	Alternatif çözüm yolları bulma	D10

Soruya cevap veren on dört katılımcının altısı (*f*: 6) problemi anlama, on ikisi (*f*: 12) plan yapma, dördü (*f*: 4) planı uygulama, altısı ise (*f*: 6) kontrol etme aşamasındaki becerilerini geliştirdiklerini ifade etmektedirler. Katılımcılar en çok plan yapma adımında kendilerini geliştirdiklerini belirtmektedirler.

Senaryolara ait çalışma kağıtlarında her bir problem çözme becerisine özel hazırlanmış sorular bulunmaktadır. Problemi çözme sürecinde bu aşamalı sürecin takip edilmesinin katılımcıların problem çözme becerilerinin gelişimine katkı sağladığı anlaşılmaktadır. Özellikle her bir senaryonun çalışma kağıdında problemi çözmeye yönelik planın adım adım nedenleriyle birlikte açıklanması beklenmiştir.

D7: *Evet düşünüyorum. Aşamalı çözüm gerektiren sorularda aşamaları belirleyerek plan yapma becerimi geliştirdim. Planı uygulayarak sonucun doğru*

ve mantıklı olduğunu anladığımda ise çözüm yolları geliştirme becerimi geliştirdim

D11: *Evet düşünüyorum Çünkü her etkinlik için problemde ne anlatılıyor, neleri kullanabiliriz, hangi aşamaları nasıl göz önünde bulundurmalıyız ve nasıl doğruluğunu kontrol edebilirizi incelediğimiz için neler yapmam gerektiğini öğrenebildim.*

Çalışma kâğıtlarında katılımcıların açıklamalarını kendi ifadelerini kullanarak neden ve nasıl sorusuna yanıt verecek şekilde yapmaları sağlanmıştır. Dolayısıyla ilk zamanlarda fikirlerini açıklamakta zorlanan katılımcıların bu eksikliklerini geliştirdikleri gözlemlenmiştir. D4' ün ifadelerinden de yaşanan bu gelişim anlaşılmaktadır.

D4: *İlk başlarda aklımdaki şeyleri anlatmakta zorlanıyordum. Sonlara doğru bunu biraz daha geliştirdiğimi düşünüyorum.*

Katılımcıların problem çözme sürecinde plan yapma alışkanlıklarının olmadığı gözlemlenmiştir. Bu durum Problem Çözme Becerileri Ön Testinden de net bir şekilde görülmekte olup katılımcılar doğrudan işlemsel sürece geçiş yapmaktadırlar. Problem senaryosu üzerinde düşünme, senaryonun tam olarak anlaşıldığından emin olma, ihtiyacı olan verileri seçme ve gereksiz gördüklerini eleme, senaryodan edindiği veriler ve sahip olduğu matematiksel bilgileri ilişkilendirerek plan yapma, planını uygulama, süreci ve sonucu kontrol etme, alternatifler üzerinde düşünme gibi davranışların katılımcılarda sergilenmediği gözlemlenmiştir. Örnek olarak D6' nın cevabı incelenecek olursa,

D6: *Geliştirdiğini düşünüyorum. Çünkü normalde bu problemler verildiğinde problem çözme basamaklarını farkında olmadan atlayarak hemen sonucu buluyordum. Bu senaryolu sorularda tek tek istenilen şeyleri belirleyip kağıda dökmek sonucu bulmamı biraz yavaşlattıysa da tam olarak öğrenmemi ve problemi doğru anlamamı sağladığını düşünüyorum. İlk ödev biraz zamanımı almıştı ve tam olarak yapamamıştım. Senaryolar değiştikçe yaptığım hataları ve eksiklikleri kapattığımı ve geliştirdiğimi düşünüyorum.*

D9: *Evet problem çözme becerilerimi geliştirdiğini düşünüyorum. Çünkü sorudaki verilerin hangisinin gerekli olduğunu anladım, nasıl veya ne işlem yapacağımı, hangi adımları uygulayacağımı geliştirdim.*

D8: *Evet geliştirdiğini düşünüyorum. Soruların gidişatı doğrultusunda plan yapmaya başladım ve bu planı uygulayarak ilerledim. Eskiden bu stratejiyi kullanmazdım.*

D2: *Evet düşünüyorum. Problem çözerken adım adım gitmeyi ve çözümleme sürecinde de tek tek plan yapmayı bunu da yazmayı öğrendiğimi düşünüyorum.*

Sürecin başlangıcında ezber yapmanın olumsuz etkileri yoğun bir şekilde gözlemlenmiş olup kullanılan materyallerin kendilerini ezber yapmaktan uzaklaştırdığını ifade etmektedirler.

D1: *Evet benim için çok faydalı oldu.Öncelikle ezberden uzak soruların üzerinde düşünüp önceden öğrendiğim bilgilerle ilişki kurmamı sağladı.Bir problemi çözerken nasıl bir plan ile hareket edeceğimi ,nasıl ilerlersem çözüme daha kısa çözüm bulabileceğimi öğrenmemi sağladı.*

D3: *İlk problemlerde okurken çok ezberci gidiyordum direkt soruyu çözmeye çalışıyordum ama olmuyordu. Problemi okuduğum zaman ise hangi konuyla nasıl bağdaştıracağımı tam olarak anlayamıyordum. Ama süreç ilerledikçe okuduğum problemleri çok daha iyi anlayıp ayrıntılarını ayırabilmeye başladım. Problemi okurken sorunun nereye doğru gideceğini önceden tahmin etmeye başladım.*

D5: *Kesinlikler düşünüyorum.Normalde ezbere çözülebilecek problemlerdi fakat sorular sorular adım adım açıklamamız neden orda o işlemi yaptığımızı bize hatırlatıyor.*

Katılımcıların PDÖ sürecinde ders işleme sürecine ilişkin görüşlerinin belirlenebilmesi için sorulan bir diğer soru ise ‘Problem senaryolarına çalışırken hangi sorulara yanıt aramak seni zorladı? Neden?’ sorusu yöneltilmiştir. Soruya verilen cevapların analizi aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 4.24 Katılımcıların zorlandıklarını düşündükleri sorular

Geliştirilen Problem Çözme Becerileri	Alt Beceriler	Katılımcılar
Problemi Anlama	Senaryonun konusunu açıklayabilme	-
	Çözüm için gerekli ve yeterli olan verileri tespit edebilme	-
	Senaryoda anlatılanları kavrayabilme	D3, D10
	Problem cümlesi verilmeyen senaryonun sorusunu yazma	D9
	Senaryodan anladıklarını ifade edebilme	D10
Plan Yapma	Adım adım çözüme ulaştıracak süreci açıklama	D14, D5, D10
	Sahip olunan matematiksel bilgilerle ilişki kurabilme	D3
Planı Uygulama	Planlananları işleme dökme	D14
	Senaryoda verilmeyen fonksiyonu oluşturma	D6
Kontrol Etme	Sonucun doğruluğuna ilişkin kanıtlar sunabilme	D14, D11, D13, D7, D4, D9, D8, D2
	Alternatif çözüm yolları bulma	D4

Tablo 4.24' e göre katılımcılar için yanıtlanması en güç sorular kontrol etme aşamasına yönelik sorulan sorularda yaşanmaktadır. Özellikle sonucun doğruluğuna, uygunluğuna ve mantıklı olup olmamasına yönelik sorulara yanıt aramak konusunda katılımcıların ciddi problemler yaşadıkları anlaşılmaktadır.

D14: *‘İlk senaryolarda genel olarak plan yapma, planını planımı işleme dökme ve kanıtlar sunma bölümlerinde zorlanıyordum. Çünkü daha önce türev veya integrali bu tarz problemler içinde kullanmamıştım veya daha önce problemi çözmek için yaptığım planı anlatmak durumunda kalmamıştım. Bu nedenle bu aşamalarda zorlandığımı düşünüyorum. Ancak probleme dayalı öğrenme dersleri sonunda bu becerilerimi geliştirdiğimi de düşünüyorum.’*

Katılımcıları çalışma dâhilinde kullanılan rutin olmayan problemlerle ya da çalışma kâğıtlarında yer alan sorular tarzındaki sorularla çalışmaya alışık olmadıkları ortaya çıkmıştır.

D11: *Kanıt bulma soruları için biraz zorlandım. Çünkü daha önce bir problemi çözdüğümüzde kontrol için yalnızca cevap anahatarına bakmak yeterli oluyordu fakat çalışma kağıdı örneklerini inceleyerek bunu da geliştirebildiğimi düşünüyorum.*

D7: *Grafiğin doğruluğunu kanıtlama soruları beni zorladı. Yks zamanımda ve üniversite birinci sınıfta soruları ezber üzerinden çözdüğüm için yorum katmada çok zorlandım.*

D4: *Elde ettiğin sonucun doğru ve mantıklı olmasına ilişkin kanıtlar sunma ve alternatif çözüm yolları geliştirme sorularında çok zorlandım. Çünkü konunun türev olması ve türevde belirli bir yoldan gidildiği için diğer yolları düşünürken zorlandım. Ayrıca elde ettiğim sonucun doğruluğunu kontrol etme kısmında nasıl ifade etmem gerektiği kısmında zorlandım.*

D6: *Her senaryoda farklılık gösterdi aslında. Fonksiyonun verilmediği sorularda fonksiyonu metinden çekip oluşturmakta zorlandım çünkü metinde fonksiyonda kullanmadığım veriler olduğu için hangisini kullansam diye kafam karıştı. Onun dışında nedense “hangisinde zorlandın ?” kısımları da zorladı çünkü bazen öyle bir şey oldu ki nerede zorlandığımı anlayamadım.*

D9: *Problem sorusunu tamamlamak zorladı. Çözümü kanıtlamak zorladı.*

D5: *Adımları açıklamada zordu. Çünkü bu zamana kadar ezbere belli soru kalıbına belli formüller uygulanırdı sebebi sorgulamazdık.*

4.1.6.4. Katılımcıların ders işleme sürecinde eğitmene ilişkin görüşleri

PDÖ sürecinde eğitmenin dersi yönetme sürecine ilişkin ‘Eğitmenin dersi yönetme süreciyle ilgili görüşleriniz nelerdir? Açıklayınız.’ sorusu yöneltilmiştir. Soruya verilen cevapların analiz sonuçları Tablo 4.31’ de sunulmuştur.

Tablo 4.25 Eğitmenin dersi yürütme süreciyle ilgili görüşler

GöRüşLER	Nedeni	Katılımcı
Olumlu	Katılımcıların değerlendirme formunda vurguladıkları noktaların dikkate alınması	D14, D11, D6
	Senaryo ve konuyla ilgili açıklamaların açık ve anlaşılır sunulması	D7, D3, D9, D10, D2
	Ders esnasında ismen geri dönüt verilmesi	D1, D3, D9, D2
	Senaryolara ilişkin verilen ipuçları	D1
Olumsuz	alışma kağıtlarındaki soruların nasıl çözülmesi gerektiğine dair daha detaylı açıklamalar yapılmalıydı	D14
	Senaryo çalışmalarının vize puanlarını etkilemesi	D5, D13, D8
Nötr	Klasik bir dersten farkı yoktu	D4

Katılımcılar tarafından olumlu olarak değerlendirilen davranışlar arasında katılımcıların değerlendirme formunda vurguladıkları noktaların dikkate alınması yer almaktadır.

D14: ‘...ilk problemlerde ne yapacağımı şaşırmış ve kendimden emin olmayarak yapmıştım. Problemlerin sonunda sorulan değerlendirme soruları sayesinde eğitmen bu konudaki görüşlerimizi almış ve buna göre ders işleniş sürecini yapılandırılmıştır. Bu sayede problemlerin nasıl çözülmesi gerektiği ayrıntılı bir şekilde anlatılmaya başlandı ve ben problemleri kendimden emin olarak çözmeye başladım. Ders işleniş sürecinde en çok hoşuma giden nokta her dersin sonunda değerlendirme sorularının sorulması ve bunların her birinin eğitmen tarafından dikkate alınmasıydı. Gerçekten çok teşekkür ederim.’

D11: Online ders de olsa her derse katılmaya çalıştım ve ders benim için çok verimli geçiyordu. dev sonlarında yazdığımız istekleri karışılmanız benim için çok olumlu bir yaklaşım oldu.

D6: Her devden sonra ders için olumlu olumsuz görüşlerimizi sorması ve isteklerimizi öğrenmeye çalışması hoşuma gitti. İlk zamanlarda ödevlerin

süresinin az olduğunu düşünüyordum ama ilerleyen ödevlerde bu sürenin yeterli olduğunu gördüm.

D7, D3, D9, D10 ve D2 ise senaryolar ve matematik konuları üzerine yapılan açıklamaların açık ve anlaşılır şekilde sunulduğunu olumlu bir görüş olarak belirtmişlerdir.

D7: *Eğitmenimiz bizimle çok ilgilendi. Ödevler hakkında bilgilendirmelerde bulundu. Çalışma etkinliklerini bize açık ve anlaşılır bir şekilde anlattı.*

D3: *Mümkün olduğunda soruları inceleyip ayrıntıları açıp derste tekrardan problemleri çözmesi bizim açımızdan çok iyiydi. Gözden kaçırdığımız ya da yanlış yaptığımız yerleri Hocamız daha önceden çok güzel bir şekilde analiz edip derste karşımıza çıkarabiliyordu.*

D9: *Biz ödevi gönderdikten sonra derste açıklaması falan gayet güzeldi.*

D10: *Dersin yönetim süreci benim açımdan iyiydi. Her hafta o haftanın ödevini çözmemiz benim için yararlıydı.*

D2: *Bence verimliydi. Sürekli geri dönüşler olması ve ödevlerin cevaplarının incelenmesi güzeldi. Açıkçası ödevler çok zamanımı adlı bir çok kez yazıp sildim ve sadeleştirdim ama bir şekilde bu sürecin de görülmesini isterim.*

D3, D9 ve D2' ye ek olarak D1' in cevabından da anlaşılacağı üzere katılımcıların çalışma kağıtlarının ve değerlendirme formlarının tek tek incelenerek ders esnasında ismen geri dönüt verilmesi olumlu bir davranış olarak görülmüştür.

D1: *Eğitmenin hazırladığı çalışma soruları çok iyi hazırlanmıştı ve ders esnasındaki geri dönüşleri ile verdiği ipuçlar çok yararlı oldu.*

D1 aynı zamanda senaryolar üzerine araştırmalar yaparken dikkat edilmesi gereken noktalar konusunda ip uçlarının eğitmen tarafından verilmesini olumlu olarak değerlendirmiştir.

Eğitmenin dersi yönetme sürecine ilişkin olumsuz olarak görülen konular arasında çalışma kağıtlarındaki soruların nasıl çözüleceğine dair daha detaylı açıklamalar yapılmadığı, senaryolar üzerine gerçekleştirilen çalışmaların öğretmen adaylarının vize puanlarını etkilemesi yer almaktadır.

D14: *‘Probleme dayalı öğretim derslerinde en başta problem senaryoları verilmeden önce yeterli açıklama yapıldığını düşünmüyorum. Bu nedenle ilk problemlerde ne yapacağımı şaşırmış ve kendimden emin olmayarak yapmıştım.’*

Diğer olumsuz olarak değerlendirilen konu ise senaryo çalışmalarının vize puanlarına etki etmesi konusudur.

D13: *Ödevlerin vize puanını etkilemesi hoşuma gitmeyen bir noktaydı. Aynı zamanda ödev notları açıklandıktan sonra arkadaşlarımla karşılaştırma yaptığımda aynı yoldan gidilmiş ödevlere farklı puan verildiğini gördüm ve anlam veremedim.*

D5: *Vize notlarımızın ödevlerden verilmesi not ortalamasına etkisi çok büyük oldu. Dersin başında denilseydi ödevlerin vize notlarımız yerine sayılacağı daha özenerek yapardık diye düşünüyorum. Bu konuda benim not kaygısı yaşamama neden oldu.*

D8: *Eğitmenimizin dersi yönetme biçimini sevdim bazı noktalar dışında. Örneğin yaptığım ödevlerde bazı eksiklikler olduğunu konuyu daha iyi kavradığımda fark ettim ama yine bu kadar puan kırılması beni biraz üzdü.*

D4 ise sürece nötr olarak yaklaşmış olup kendisi için olumlu ya da olumsuz olarak kategorileştirilebilecek bir durumun söz konusu olmadığını ifade etmiştir.

D4: *Benim için klasik ders gibiydi bu yüzden hoşuma giden veya gitmeyen bir şey yok.*

Eğitmenin dersi yürütme sürecine ilişkin görüşleri öğrenmek için sorulan ikinci soru ise ‘Eğitmenin dersi yönetme süreciyle ilgili olarak farklı olsaydı daha verimli olurdu dediğiniz konular nelerdir?’ şeklindedir. Verilen cevapların analizi Tablo 32’de yer almaktadır.

Tablo 4.26 Verimliliğin artmasına yönelik görüşler

	Görüşler	Katılımcılar
	...senaryolar üzerinde nasıl çalışılacağına dair daha detaylı çalışmalar yapılmalıydı	D14
Daha verimli olması için ...	...daha fazla senaryo üzerinde çalışma yapılmalıydı	D11
	...çevrimiçi değil yüzyüze yapılmalıydı	D2
Değişiklik İstemeyenler	Dersler yapılan şekliyle verimliydi	D7, D4, D1, D3, D6, D9, D5, D10, D8

Soruya cevap veren on iki katılımcının dokuzu (f: 9) sürece dair herhangi bir değişikliğe ihtiyaç duymadıklarını yürütüldüğü şekliyle kendileri için verimli olduğunu belirtmişlerdir.

D7: *Dersleri verimli bulduğum için bu soruya cevap veremiyorum.*

D1: *Bence dersler gayet verimliydi.*

D6: *Dersimiz online olduğu için elinden gelenin en iyisini yaptığını düşünüyorum.*

D5: *Yok. Süreç içerisinde geri bildirimlerimize çok hızlı dönüş yapıldığı için düzeltilebilecek sorunlar bence maximum seviyede düzeltildi.*

D8: *Dersin yönetimiyle alakalı önerebileceğim bir şey yok. Verimli olduğunu düşünüyorum.*

D14, senaryolar üzerinde nasıl çalışılacağına dair daha detaylı açıklamalar yapılsaydı sürecin daha verimli olabileceğini ifade etmiştir.

D14: *Dersin en başlarında problem senaryolarının nasıl çözülmesi gerektiği bize ayrıntılı bir biçimde aktarılmadı. Belki de eğitmenin bunu yapmasında bir amacı vardı. Ama kendi adıma bu sürecin en başında nasıl yapmam gerektiğinden emin olamıyordum. Eğitmen geri dönüşlerimiz sayesinde neyi nasıl yapmamız gerektiğini ayrıntılı bir şekilde anlattı ve senaryoları çok daha verimli bir şekilde çözmeye başladım. Bu nedenle eğer eğitmenin en başta bize anlatmamasının bir amacı yoksa anlatılsaydı daha verimli olurdu diyebilirim.*

PDÖ sürecinde sekiz adet rutin olmayan problem senaryosu ile çalışmalar sürdürülmüştür. D11 daha fazla senaryo üzerinde çalışılsaydı kendisi açısından daha verimli bir sonuç elde edileceğini belirtmiştir.

D11: *Bu şekilde olan çok daha fazla örnek görebilseydik daha iyi olabilirdi.*

D2, sürecin çevrimiçi olarak yürütülmesi kendisi için bir olumsuzluk olarak görerek sürecin yüzyüze yapılması durumunda kendisi için daha verimli olacağını ifade etmiştir.

D2: *Açıkçası alternatif bir şey gelmedi aklıma. Sadece online değil de yüzyüze olması daha verimli kılabilirdi. Tabiki bu bizim elmizde olan bir şey değildi.*

4.1.6.5. Katılımcıların ezbere başvurma ve öğrendiklerinin akıllarında kalıcılığına yönelik görüşleri

Katılımcıların problem çözme becerileri testindeki yedinci sorulara, değerlendirme formundaki sorulara ve görüşme sorularına verdikleri yanıtlardan yola çıkılarak matematik öğrenme ve problem çözme sürecinde sıklıkla ezber yapma yolunu tercih ettikleri gözlemlenmiştir. Bu nedenle görüşme sorularına neden ve hangi durumlarda ezber yapmayı tercih ettiklerine yönelik sorulara yer verilmiştir. Bu kapsamda sorulan soruların ilki ‘*Matematik konularına çalışırken ezber yapar mısınız? Yanıtınız evetse; hangi koşullar altında ezber yapmayı tercih ediyorsunuz? Açıklayınız.*’ şeklindedir.

Tablo 4.27 Katılımcıların matematik dersinde ezber yapma nedenleri

Yanıt	Nedeni	Katılımcılar
	Mantığını anlamadığım durumlarda ezber yaparım	D11, D3, D5
	Sınava az vakit kalırsa ve konuyu anlamamışsam formülleri ve işlem sırasını ezberlerim	D4, D3, D2
Evet	Hız kazanabilmek için ezber yaparım	D11
	Ezber yapmak konunun kalıcılığını artırıyor	D7
	Formülleri ezberlerim	D6
	Çoğu matematik konusunu ezberlerim	D9

	Sessiz ortamda yazarak ezberlemeye çalışırım	D8
	Konunun mantığını da anlayarak ezberlemeye çalışırım	D10
	Ezberlemem ama sürekli pratik yaparak kuralı unutmayacak hale gelirim	D1
Hayır	Ezberlemem konunun mantığını öğrenene kadar çalışmaya devam ederim	D12

Soruya cevap veren on üç katılımcının on biri (f: 11) matematik konularına çalışırken ezber yapma yoluna gittiğini ifade etmiştir. Katılımcılar matematik konularının öğrenme sürecinde çeşitli sebeplerden dolayı ezber yapmayı tercih etmektedirler ya da kendilerini ezberlemek zorunda hissetmektedirler. Sebepler arasında en çok ifade edilen cümle ise ‘Mantığını anlamadığım zaman ezber yaparım’ olmuştur.

D3: ‘Ezber yaptığımız koşullar illa oluyor. Çünkü ne de olsa matematik soyut bir kavram bazı noktalar saf ezber gerektiren yerler. Matematiğin ezbersiz olabileceğini asla düşünmüyorum. Ama abartı olarak sınav zamanlarında çok daha farklı anlamlarda ezberlemem gerekebiliyordu. Süre sıkıntısı olduğu zamanlarda hemen kavramak sıkıntı olacağından dolayı daha çok ezberliyordum.’

Öncelikle D3’ ün açıklamalarından ezber yapmayı matematiğin ayrılmaz bir parçası olduğu anlaşılmaktadır. Bu durumu da matematiğin soyut bir yapıda olmasına bağlamaktadır. Bunun yanı sıra sınav zamanlarında matematik konularına çalışırken özellikle sınava kalan zamanın sınırlı olması durumunda mantığını kavrayamadığı konularda ezber yapmaktan başka çaresinin olmadığı da anlaşılmaktadır. D5’ in de benzer durumu yaşadığı anlaşılmaktadır.

D5: ‘Anlamlandıramadığım konularda ya da dersin hocasına sorduğumda mantığıma oturtamadığımda ezberlemeye çalışırım. Ama ezberlerken hep bir yeri eksik ezberlerim ve ezberimde işime yaramaz.’

D5’ de zihninde anlamlandıramadığı konuları dersin hocasının açıklamasının ardından mantığına uygun olmadığı durumlarda ezber yapmayı tercih ettiğini ifade etmektedir. Hatta ezberlemenin de tam anlamıyla işine yaramadığını çünkü eksik ezberlediğini ifade etmektedir.

D11’de mantığını anlamadığı matematik konularında ezber yoluna başvurduğuna bunun yanı sıra hız kazanabilmek adına da soru kalıplarını ezberlediğini belirtmektedir.

D11: *‘Evet yapıyorum. Problemden çözme sırasını ve bazen soru kalıbı ezberlemeyi bile denemiştım. Mantığını anlayamadığım sorular ve hız kazanabilmek için genelde bunu yapıyordum.’*

D11’ in neden hız kazanmak istemesine yönelik herhangi bir açıklaması bulunmamaktadır. Fakat bu isteğin altında yatan etmenin, girmesi gereken ulusal sınavlar ya da vize/final sınavlarında vaktini daha iyi kullanabilmek için hız kazanmak istemesi olduğu düşünülmektedir.

D7 ise ezber yapmanın kalıcılığı artırdığına inandığını bu nedenle ezberleme yolunu tercih ettiğini açıklamıştır.

D7: *‘Her koşulda ezber yapmayı tercih ediyorum. Ezberin benim için daha kalıcı olduğunu düşünüyorum. Bir konu ile ilgili çözdüğüm soru fazlaysa ve elim çözüme alıştıysa o zaman başarılı oluyorum.’*

D7 her durumda ezber yaptığını çünkü ezber yapmanın kalıcılığı artırdığını düşündüğünü belirtmiştir. Ezber yapma kapsamında da çok fazla soru çözmesi neticesinde el alışkanlığı kazandığını açıklamıştır.

Daha öncesinde D3’ ün açıklamasında sınava az bir vakit kalması durumunda mantığı kavranmamış konularda ezbere gidildiği görülmüştü. D3’ ün yanı sıra D4 ve D2’ de sınava az bir vakit kalması durumunda anlamadıkları konuları, formülleri ve işlemsel süreci ezberlediklerini ifade etmişlerdir.

D4: *‘Sınava az vakit kalmasına rağmen hala anlamadığım bir konu varsa formülleri veya işlem sıralarını falan ezberlemeye çalışıyorum.’*

D2: *‘Genel olarak sınavlardan önce belirli şeyleri ezberliyorum. Ya da bazı sorularda her seferinde uğraşmamak için ezber yaptığım şeyler oluyor. Ama genelde ezber yapmayı hiç sevmem.’*

Katılımcıların cevaplarından yola çıkılırsa girdikleri sınavlarda yüksek puan almanın öncelikli hedef olduğu anlaşılmaktadır. Daha önceki görüşme sorularına verilen cevaplarda da senaryolar üzerinde yaptıkları çalışmaların puanlandırılmasının kendilerinde kaygı yarattığını bu durumda süreç içerisinde çalışma yapmalarını zorlaştırdığını ifade etmişlerdi. Dolayısıyla yüksek puan almanın yegane hedef haline geldiği anlaşılmaktadır. Bu durumda da katılımcılar daha uzun zaman alan kavramsal anlamayı gerçekleştirmektense ezberleme yoluna gitmeyi tercih etmektedirler.

D6 pratiklik sağlaması açısından formüller ezberleyerek gerekli yerlerde kullandığını ifade etmiştir.

D6: *‘Genellikle formülize edilmiş ifadeleri ezberliyorum. Çünkü bu formüllerin bulunması uzun zaman alıyor ve elimizde formüller var iken bunlar kullanmak hızlı ve pratik oluyor.’*

D9 her ne kadar hangi koşulların kendisini ezber yapmaya yönelttiğini açıklamasa da çoğu konuda ezber yaptığını açıklamıştır.

D9: *‘Genellikle çoğu konuda ezber yapıyorum galiba.’*

D10 ise konunun mantığını da anlamaya çalışarak ezber yaptığını açıklamıştır.

D10: *‘Daha çok olasılık gibi soyut olan konularda biraz ezber kullanmak zorunda kalıyorum ama bu kesinlikle gördüğüm şeyi direkt sadece okuyarak sürekli söylererek ezber yapmıyorum. Mantığını da öğrenerek ezber yapıyorum. Neyin nereden geldiğini anlamlandırmaya çalışarak kolaylık olsun diye ezber yapıyorum.’*

Son olarak D8 neden ezber yaptığını açıklamaktansa nasıl ezber yaptığını açıklamıştır.

D8: *‘Sessiz bir ortamda yazarak tekrar ediyorum ve ezberlemeye çalışıyorum.’*

Soruya cevap veren on üç katılımcının ikisi ise (f: 2) ezber yapmadıklarını ifade etmişlerdir.

D1: ‘Ezber değil ama sorularda sürekli pratik yaparak aslında bir çok kuralı unutmuyor hale geliyorum.’

D12: ‘Matematik konularına çalışırken ezber yapmıyorum, her konuyu öğrenme sürecinde uzun zaman harcıyorum. Konuya ilişkin kavramları, formüllerin mantığını araştırıyorum, daha sonra alıştırmalar, etkinlikleri problem senaryoları üzerinden çalışıyorum.’

Katılımcıların ezbere neden yöneldiğine ilişkin ikinci bir soru olarak ise, ‘İlköğretimden şimdiki sınıf seviyenize kadar ki matematik derslerini düşündüğünüzde hangi konuları ezberleme ihtiyacı hissettiniz? Açıklayınız.’ sorusu yöneltimiştir. Soruya verilen cevapların analizi Tablo 4.28’ de sunulmuştur.

Tablo 4.28 Katılımcıların ezberleme ihtiyacı duyduğu matematik konuları ve nedenleri

Konu	Nedeni	Katılımcılar
Olasılık	Zorlanıyorum ve bu nedenle sevmiyorum	D14
	Mantığını anlamaya çalışıyorum ama olmuyor	D10
Trigonometri	Zorlanıyorum ve bu nedenle sevmiyorum	D14
	Çok fazla formül var	D8
Permütasyon ve Kombinasyon	Çok fazla soru tipi var	D11
Bazı problemlerin soru kalıpları ve çözümleri	Zaman kazanmak ve direkt doğru cevabı bulmak	D13
Limit	-	D7
Mantığını anlamadığım her şey	-	D4, D3
Her konunun içinde yer alan tanımlamaları	-	D6, D2
Bütün dersler ve konular	-	D9, D5
Lineer Cebir	-	D5

İlk olarak katılımcılar olasılık, permütasyon ve kombinasyon, trigonometri, limit gibi konu başlıklarında zorlandıklarını bu nedenle ezberleme yoluna gittiklerini ifade etmişlerdir. Bunun dışında bazı problemlerin soru kalıpları ve çözümlerinde, tanımlarda ve mantığını anlamadıkları her şeyde ezber yaptıklarını açıklamışlardır. Bir katılımcı lineer cebir derslerinde ezber yaptığını belirtirken iki katılımcı ise bütün derslerde ve konularda ezber yolunu tercih ettiklerini açıklamışlardır.

Katılımcıların birbirinden farklı konularda ezbere gitmelerinin nedeni her ne kadar farklılık gösterse de temelde mantığını anlamadıkları konularda zorlandıklarını, bu durumun konuları sevmemelerine neden olmasına ve ezbere yapmalarına neden olmaktadır. Örneğin D14, olasılık ve trigonometri konularında ezbere başvurduğunu ve bu davranışının nedenini ne şu şekilde açıklamaktadır:

D14: *‘Benim matematik derslerinde en çok zorlandığım ve sevmediğim 2 konu var. Bir tanesi olasılık diğeri ise trigonometri. Bu konular beni çok zorladığı için bu konularda ezberleme ihtiyacı duydum. Ayrıca bu konuları yapmakta zorlanmam onları sevmeme de sebep oldu. Onun dışındaki diğer matematik konularında ezbere ihtiyaç duymadım. Zaten ezberleyerek yapılabileceğini de düşünmüyorum.’*

D10 ve D8’ de olasılık ve trigonometri konularında ezber yaptıklarını açıklamışlardır. D10 olasılık konusunda zorlanma nedenini zorlandığı ve bu nedenle konuyu sevmediği şeklinde açıklarken, D8 ise trigonometri konusunda çok fazla formül olduğunu ve bu nedenle ezberleme ihtiyacı duyduğunu açıklamıştır.

D10: *‘Sayma ve olasılık konusunda özellikle de saymanın temel kurallarında çok fazla ezber yapıyordum çünkü bazı soru tarzlarında mantıklı düşünmeye çalıştığımda hiçbir şey düşünemiyordum ve sınavda da ihtiyacım olduğundan dolayı ezberlemek zorunda kalmıştım. Geometri kısmında da iki nokta arası uzaklık formülleri ya da diğer formüller için de ezberlemek zorundaydım çünkü çok fazla bize detayı anlatılmıyordu. Ben formüllerin kökenini nereden geldiğini üniversitede analitik geometri dersinde ispatlarını yaparak öğrendim.’*

D8: *‘Örnek verecek olursam trigonometri konusunda fazlasıyla ezber yaptım. Birçok formül vardı.’*

D11 ise permütasyon ve kombinasyon konularında ezber yapmayı tercih ettiğini bunun nedeni olarak ise çok fazla soru tipi olduğunu ifade etmiştir.

D11: *‘Permütasyon ve kombinasyon için bu yöntemi denediğimi çok hatırlıyorum ama çok fazla soru tipinin olması lisedeyken istediğim başarıyı gösteremememe neden oldu.’*

D13, bazı problemlerin soru kalıplarını ve çözümlerini ezberlediğini açıklamıştır.

D13: *‘Şu an hatırladığım spesifik bir konu yok anca belli başlı problemlerin soru kalıbını ve çözümlerini ezberlediğim oldu. Bir nedeni olmadan zaman kazanmak ve direkt doğru cevabı bulmak adına yaptım.’*

D7, D4, D3, D6, D2, D9 ve D5 her ne kadar nedenini açıklamamış olsalar da zorlandıkları konu başlıklarını aşağıdaki gibi açıklamışlardır.

D7: *‘Limit olabilir. Belirli çözüm aşamalarını ezberledikten sonra çözüm kendi kendine geliyor.’*

D4: *‘Üniversiteye kadar matematik kısmında pek ezber yapmıyordum. Sadece lise zamanlarımda bazı konularda neden o işlemi yaptığımı anlamadığım halde o soruyu çözmek için belirli işlemler yapılması gerekirdi ve soruyu çözmek için anlamadan yapmaya devam ederdim.’*

D3: *‘Özel olarak bir konu aklıma gelmiyor ama bazen çok zorlandığım ve hatta hala somut olarak temelini tam bilmediğim konular oluyordu. Bunlarıda ezberleyerek devam ettiriyordum.’*

D6: *‘Tanım ağırlıklı olan konularda ezberledim. Mesela fonksiyonlar konusunun içine girince gelen tanımları ya da o konu formül içereкли ise o gibi yerlerde ezberleme ihtiyacı hissettim.’*

D2: ‘Açıkçası direkt bir konu yok ama bazı konuların içindeki kavramları ezberledim. Örneğin bazı trigonometrik türevlerin nasıl çıktığını yazmak yerine ezberden yazıyorum.’

D5: ‘Üniversitede en çok lineer cebir konusu ezberledim, ezberlemeye devam ediyorum. Lisede çoğu konuları ezberleydi.’

D9: ‘Genel olarak her derste ezber yapıyorum galiba sonra unutuyorum çünkü sistemin dayatmasından dolayı olduğunu düşünüyorum.’

Katılımcıların problem çözme becerileri testindeki yedinci sorulara, değerlendirme formundaki sorulara ve görüşme sorularına verdikleri yanıtlardan yola çıkılarak problemleri çözememe nedeni olarak konuyla ilgili detayları unutmalarını göstermişlerdir. Bu nedenle görüşme sorularına öğrendikleri matematik konularını neden ve ne kadar sürede unuttuklarına yönelik sorular eklenmiştir. Bu kapsamda ‘Derste işlediğiniz matematik konularını kolayca unuttur musunuz? Yanıtınız evetse; a) Ne kadar sürede unutursunuz? Açıklayınız. b) Yanıtınız hayırsa; konuların sizde kalıcı olmasını sağlayan etmenler nelerdir? Açıklayınız.’ şeklindedir.

Tablo 4.29 Derste işlenen matematik konularının kalıcılığına yönelik görüşler

Yanıt	Nedeni	Unutulma Süresi	Katılımcılar
Evet	Tekrar yapmazsam	2 hafta	D11
		2-3 ay	D3
	Tekrar yapmazsam ve ezberlediysem	1 hafta	D4
	Ezber yaptıysam	1-2 yıl	D8
	Kalıcı bir öğretim yöntemi kullanılmadıysa	2 hafta	D11
	Konuyla ilgili çok soru çözmezsem	Vize ve finallerden sonra	D7
		-	D2
		Çok çabuk	D9
	Tekrar yapmazsam ve soru çözmezsem	1 hafta- 3 ay	D12
Hayır	Ezberlemediğim ve mantığını anladığım	-	D14, D1, D6, D5

İçin unutmam		
Tekrar ettiğim için unutmam	-	D13, D6, D5

Görüşme sorularına cevap veren on dört katılımcının dokuzu (f: 9) öğrendikleri matematik konularını kolayca unuttuğunu beşi ise kalıcılığı sağlamaya yönelik uyguladıkları yöntemler sayesinde hemen unutmadıklarını ifade etmişlerdir.

Öncelikle matematik konularını kolayca unuttuğunu ifade eden katılımcıların ezber yapmaları, tekrar yapmamaları, kalıcı bir yöntemin uygulanmaması ve konuyla ilgili çok soru çözmemeleri durumunda öğrendiklerinin kendileri için kalıcı olmadığını ve 1 hafta ila 3 ay arasında öğrendiklerini unuttuklarını ifade etmişlerdir. Aşağıda katılımcıların cevaplarından örnekler sunulmuştur.

D11: *Evet eğer tekrar yapmazsam ve kalıcı bir öğretim şekli kullanılmadıysa unutabilirim. 2 haftada unutabilirim*

D7: *Evet bir konuyla ilgili çok fazla soru çözemediğim için vize ve finallerden sonra konuyu unutuyorum.*

D4: *Ezbere dayalı öğrendiysem ve tekrar etmezsem bir hafta içinde unutmaya başlıyorum. Fakat anlayarak öğrendiğim ya da sık sık tekrar ettiğim bir konu olursa yıllar sonra bile hatırlayabiliyorum.*

D3: *Evet tarafı sınav zamanı olan zamanlardır. Sınava dayalı ezber daha ön planda olduğundan dolayı konuların devamlılığını sağlayacak temelleri bilemiyordum. Bu yüzden çok kalıcı olmuyordu. Genellikle daha sonrasında tekrar etmezsem derslerin bitiminden 2 3 ay sonra konular genel olarak silinmiş olluyordu. Ama ne kadar ezber olsa da daha sonrasında tekrardan karşıma illa çıktığından dolayı tekrardan hatırlayıp ondan sonra da daha kalıcı oluyordu.*

D6: *Eğer hiç üzerinde çalışmadığım vakit ayırmadığım bir konu ise unuturum. Süre olarak ise değişkenlik gösterdiğini düşünüyorum.*

D9: *Tekrarlamazsam veya soru çözmezsem çok çabuk unutuyorum.*

D8: *Derse göre değişkenlik gösteriyor bazı konularda mantığıma oturtursam veya meraklıysam genelde unutmuyorum fakat anlamadan ezber yaptığım konuları 1, 2 yıl içerisinde unutmuyorum.*

D2: *Eğer zorlandığım konuysa ve yeterli kadar örnek çözmediysem unutmurum.*

D12: *Yeterince örnek ve alıştırma yapmadığım konuları sıklığı değişmekle beraber yeni öğrendiysem ve yeterince tekrar yapmadıysam 1 hafta içinde, uzun sürede tekrar yapmazsam 3 ay içinde unutmurum.*

Görüşme sorusuna hayır cevabını veren katılımcılar ise eğer ki konunun mantığını anladıysa, ezber yapmadıysa ve tekrar ettiyse öğrendiklerini unutmadıklarını ve kalıcılığı sağladıklarını açıklamışlardır. Aşağıda katılımların cevaplarından örnekler sunulmuştur.

D14: *Hayır matematik konularını kolayca unutmam çünkü nasıl yapılması gerektiğini öğrenirim ve mantığıma oturtuktan sonra kendim işlemler yaparak çalışırım. Ezberlemediğim için kolay kolay unutmam ancak mantığımı oturttum için bazı ayrıntıları unutabiliyorum. Bir konunun genel olarak nasıl yapıldığını ve neden yapıldığını bildiğimde daha kolay öğrenebiliyorum ancak böyle olduğunda bazı ufak detayları kaçırabiliyorum.*

D13: *Tekrar ettiğim sürece unutmam. Soru çözerek ve kısa bir konu anlatım özetine bakmak hatırlamam için yetiyor.*

D1: *Genelde matematik konularını ezberlemek yerine öğrenmeye çalıştığım için unuttuğum şeyi kısa bir tekrarla ya da ispat etme yoluyla hızlıca hatırlayabiliyorum.*

D6: *Konuyu derinlemesine çalıştıktan sonra konu hakkında alışırmalar, sorular, etkinlikler vs. yapınca bir de üzerinden zaman geçince tekrar yapmak için konuya dönersem konu daha kalıcı oluyor. Eğer bu konu sürekli üzerinde çalıştığım bir konu ise genellikle unutmuyorum.*

D5: *Unutmam. Eğer ki gerçekten öğrenip sorularla pekiştirdiysem konuyu halletmişimdir. Bol tekrar ve anlaşılmayan yerde dersin öğretmeni, sınıf*

arkadaşları, ders anlatım videoları hepsi farklı bir bakış açısı kazandırıyor ve bir şekilde öğreniliyor.

4.2. Tartışma

Bu araştırmanın amacı ilköğretim matematik öğretmenliği ikinci sınıf öğrencilerinin rutin olmayan problem çözme becerilerinin çevrimiçi PDÖ yöntemi kullanılarak geliştirilmesidir. Bu araştırma bir karma yöntem araştırmasıdır. Araştırmanın ilk aşamasında katılımcı özelliklerinin daha iyi tanımlanabilmesi için katılımcıların, Analiz 1 dersindeki başarıları incelenmiştir. Bununla birlikte uygulama sürecinin sonuna kadarki süreçte aldıkları lisans derslerinin içerikleri incelenmiştir. Sonrasında katılımcılara PÇBÖT uygulanmıştır. Testle birlikte hem katılımcıların rutin olmayan problemleri çözme performansları incelenmiş hem de testte yer alan problemleri çözememe nedenleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Sonrasında deney grubu ile on bir haftalık çevrimiçi PDÖ süreci başlamış olup rutin olmayan problem çözme becerilerinin gelişimine yönelik dizayn edilmiş sekiz adet performans görevi üzerinde çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte deney grubunun rutin olmayan problemleri çözme performansları detaylı bir şekilde analiz edilerek sergilemekte zorlandıkları problem çözme becerilerinin tespit edilmesi ve geliştirilmesi üzerine detaylı bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Uygulama sürecinin sonunda deney grubuna çevrimiçi PDÖ sürecine yönelik görüşme soruları yönlendirilerek görüşleri alınmıştır. Finalde ise hem deney grubuna hem de kontrol grubuna PÇBST uygulanarak araştırma sonlandırılmıştır. Bu bölümde tüm bu süreçte elde edilen bulgulardan çıkarılan sonuçlar literatür ile ilişkilendirilerek tartışılmıştır.

4.2.1. Çevrimiçi PDÖ sürecinin rutin olmayan problem çözme becerisine etkisinin tartışılması

Araştırmada ilk olarak deney ve kontrol grubunun akademik başarıları üzerine inceleme yapılmıştır. Bu kapsamda Analiz 1 dersindeki performansları incelenmiştir. Analiz 1 dersindeki performanslarının incelenmesinin nedeni çevrimiçi PDÖ sürecinin türevin uygulamaları üzerine dizayn edilmesinden dolayı katılımcıların türevle ilgili bilgileri üzerine genel bir fikir sahibi olunması içindir. Akademik başarılarının üzerinde durulmasının nedeni

ise matematik akademik başarısı ile problem çözme arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki bulunmasıdır (Güven ve Cabakcor, 2013; Özsoy, 2005). Bu durumla ilgili olarak Behera' nın (2009) çalışması kanıt olarak gösterilebilir. Behera (2009), öğrencilerin matematik problemlerini çözme sürecinde sergiledikleri bilişsel davranışları incelediği çalışmasında öğrencileri yüksek ve düşük yetenek gruplarına göre sınıflandırmış ve yüksek yetenek grubunun problem çözme beceri puanlarının daha yüksek olduğunu bulmuştur.

Analiz 1 dersinde gösterilen akademik başarı anlamında deney ve kontrol grubu istatistiksel olarak denk olup, deney grubunun ortalaması 100 üzerinden 67,21 iken, kontrol grubunun ortalaması 76,55' tir. Rutin olmayan problem çözme becerilerinin geliştirilmesine yönelik araştırmaya geçmeden önce katılımcıların son test uygulanıncaya kadarki süreçte aldıkları lisans dersleri de incelenmiştir.

Genel olarak 2018 öğretmen yetiştirme lisans programları incelendiğinde derslerin alan eğitimi (AE), meslek bilgisi (MB) ve genel kültür (GK) olarak üç gruba ayrıldığı görülmektedir. Programda GK dersleri %15-20, MB dersleri %30-35 ve AE dersleri %45-50 oranında yer almaktadır (İlhan, Tutak ve Poçan, 2021). İlköğretim matematik öğretmenliği programı özelinde bakılacak olursa bu oranlar GK derslerinde %18, MB derslerinde %34 ve AE derslerinde %48 oranındadır (İlhan vd., 2021).

Katılımcıların tamamladıkları lisans dersleri incelendiğinde, sınıf seviyesi ilerledikçe matematiği anlamak ve matematiksel bilgilerini geliştirmek için ayrılan sürenin azaldığı görülmektedir. MB, GK ve AE içerisinde yer alan formasyon derslerinin sayısının ise arttığı anlaşılmaktadır. Battista (1999), az kullanılan matematik kavramlarının daha çabuk unutulduğunu belirtmektedir. Deney grubu katılımcıları son testin uygulandığı tarihe kadarki dönemde aldıkları tüm derslerin %27,78'inde matematik alan bilgilerini geliştirme imkânına sahiptirler. Örgün eğitimde geçirilen süreler bakımından düşünüldüğünde ise sınıf ortamındaki vakitlerinin %26,32'sini (20 saat) matematik öğrenerek geçirmektedirler. Kontrol grubu katılımcılarının ise matematik bilgilerini geliştirebilecekleri derslerin tüm derslere oranı %22,64' tür. Sınıf ortamında geçirilen süreler bakımından düşünüldüğünde ise zamanlarının %21,74' ünü (25 saat) matematik öğrenerek geçirmektedirler. İlköğretim matematik öğretmenliği programındaki bu durumun irdelenmesi gerekmektedir.

Peker ve Geçici (2023) araştırmalarında öğretmenlik mesleği genel yeterlilikleri çerçevesinde 2018 öncesi ve 2018 lisans programlarında yer alan derslere ilişkin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının görüşlerini incelemişlerdir. Araştırmanın sonuçlarına göre öğretmen adayları alan bilgisi açısından aldıkları dersleri yeterli görmemektedirler. Özellikle Analiz ders saatlerinin daha fazla olması gerektiğini düşünmektedirler. Analiz ders içeriğinin yoğun olmasından dolayı derse ayrılan sürenin artırılmasının kendileri için daha verimli olabileceğini ifade etmişlerdir. İlâveten, derslerin teorik ağırlıklı yapısının uygulama aşamasında bir takım sıkıntıların yaşanmasına sebep olduğunu dolayısıyla teorik bilginin yanında uygulamaya dönük içeriklerin de yer alması gerektiği önerilmektedir.

Peker ve Geçici' nin (2023) çalışmasından yola çıkarak matematik alan bilgisini öğrenmek için ayrılan sürenin yeterli olmadığı aşıkardır. Nitekim, bu çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu duruma rağmen, alan bilgisi ve alan eğitimi çerçevesinde yapılan değişikliklerle, alan bilgisi derslerinin bazıları kaldırılmış ve birçok dersin de kredileri azaltılmıştır (Demir, Ertem-Akbaş ve Gök, 2021). Örnek vermek gerekirse; konu alan bilgisine en çok hizmet eden ders Genel Matematik dersidir (Genç ve Akıncı, 2019).

Genel Matematik dersinin kaldırılması ve eski programda (2018 öncesi) ikinci sınıfta verilen Analiz dersinin, birinci sınıfın birinci dönemine kaydırılmasının öğretmen adaylarının Analiz dersindeki hazırbulunuşluğunu etkileyebileceği ifade edilmektedir (Demir vd., 2021). Nitekim, Erol, Saygı ve Koyuncu (2022), Analiz 1 dersi üzerinden yaptıkları çalışmalarında önceki müfredatta tâbi olan öğrencilerin türev konusunda daha başarılı olduklarını ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar bu durumun temel nedenini önceki müfredatta ders saatlerinin daha fazla olmasına bağlamaktadırlar.

Demir vd. (2021) çalışmalarında, 2018-2019 eğitim öğretim yılından itibaren uygulanan ilköğretim matematik öğretmenliği lisans programının içeriği konusunda öğretim elemanlarının görüşlerini almışlardır. Elde edilen sonuçlara göre, derslerin kredileri ve içerikleri alan bilgisi açısından yetersiz bulunmuştur. Yenilenen programın özellikle alan bilgisinden ziyade alan eğitimi ön plana çıkardığı sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırmanın katılımcılarına göre, yenilenen programda alan bilgisi dersleri azalırken alan eğitimi derslerinin artması, yenilenen programın 'matematiği öğrenme' açısından

olumsuz fakat öğretme açısından olumlu olarak değerlendirilmesine neden olmuştur. Bu durumda ise matematik alan bilgisi açısından yetersiz olan öğretmen adayının matematik öğretiminde de zorlanacağı ifade edilmiştir (Demir vd., 2021).

Yukarıda açıklananların tamamından yola çıkıldığında PÇBÖT' ini yorumlamak kolaylaşacaktır. Katılımcılar, PÇBÖT' ini 2022-2023 eğitim öğretim yılının güz döneminde almıştır. Dolayısıyla ön testin yapıldığı tarih itibarıyla EK 2' de sunulan lisans derslerinin daha az bir kısmını almış olmaktadır. Deney grubunun PÇBÖT puan ortalaması 100 üzerinden 34,29 iken kontrol grubunun ise 25,91'dir. Deney ve kontrol grubunun PÇBÖT puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur. Aynı zamanda bu sonuç katılımcıların testte yer alan rutin olmayan problemleri çözme konusunda yetersiz olduklarına da işaret etmektedir. Katılımcılarının rutin olmayan problemleri çözme konusunda yetersiz olduğu çalışmalar literatürde mevcuttur (Coşkun ve Soylu, 2021; Dündar, 2014; Ertane-Baş ve Özturan-Sağırlı, 2021; Kaya ve Kablan, 2018). Dündar (2014), rutin olmayan problemlerde başarılı olunmama nedenini katılımcıların bu tarz problemlere aşina olmadıklarına bağlarken, Kaya ve Kablan (2018) ise rutin olmayan problemleri rutinmiş gibi çözme eğilimine sahip olduklarına bağlamaktadır. Bal (2015), öğrencilerin rutin problemlerde yüksek bir başarı sergilemelerine karşılık gerçek yaşam problemlerinde başarı gösteremediklerini ifade etmektedir.

Katılımcıların rutin olmayan problemlerde başarılı bir sonuç sergileyememesinin nedenleri arasında bu tarz problemlere aşina olmadıkları yer alabilir. Fakat bu durumun yanı sıra alan bilgisinde oldukça yetersiz olmaları da bir sebeptir. İlköğretim matematik öğretmeni yetiştirme programı alan bilgilerinin gelişimini destekleyici nitelikte değildir. Bu durumla ilgili araştırmalar önceki paragraflarda açıklanmıştır.

Deney ve kontrol grubunun son test puanları incelenecek olursa; deney grubunun PÇBST puan ortalaması 100 üzerinden 71,61 iken kontrol grubunun puan ortalaması 31,14' tür. PÇBST puan ortalamaları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık bulunmakla birlikte ortalamalar arasındaki fark çok büyüktür. Bu durum rutin olmayan problem senaryolarıyla yapılan çevrimiçi PDÖ sürecinin büyük bir etkiye sahip olduğuna işaret etmektedir. Bu sonuç literatürdeki yüzyüze yapılan PDÖ çalışmalarıyla uyumludur (Amalia, Surya, Syahputra, 2017; Anantasuk, 2019; Funkhouser ve Dennis, 2015; Hendriana, Johanto

ve Sumarmo, 2018; Khoiriyah ve Husamah, 2018; Rahmi, Arnawa ve Yerizon, 2019; Saragih ve Habeahan, 2014; Siagian, Saragih ve Sinaga, 2019).

Her bir grup kendi içinde değerlendirilirse; kontrol grubunun PÇBÖT puan ortalaması 25,91 iken PÇBST puan ortalaması 31,14' tür. Geçen zaman zarfında ortalamanın 5,23 puan arttığı ortaya çıkmıştır. Fakat bu artış istatistiksel olarak anlamlı bir değişim değildir. Deney grubunun PÇBÖT puan ortalaması 34,29 iken PÇBST puan ortalaması 71,61' dir. Deney grubu ortalamasını 37,32 puan artmış olup bu artış istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu durum PDÖ' ye göre dizayn edilmiş sürecin deney grubunun rutin olmayan becerilerinin gelişiminde önemli bir etkiye sahip olduğunun işareti olarak kabul edilmektedir.

Analiz 1 dersindeki ortalamalar çerçevesinde deney ve kontrol grubu yüksek olarak adlandırılmasa da başarılı olarak kabul edilebilir. Fakat katılımcıların Analiz 1 dersi kapsamında türev konusuyla ilgili edindikleri bilgileri, problem çözme becerileri ön testindeki senaryolara çözüm üretmede kullanamadıkları gözlemlenmiştir. Bu durumun sebebi ise katılımcıların büyük çoğunluğunun gerekli bilgileri unutmaları ve derslerin teorik olarak işlenmesinden dolayı uygulamada sıkıntı yaşadıklarından kaynaklandığı söylemek mümkündür. Çevrimiçi PDÖ süreciyle deney grubunda başarılı bir sonuç elde edilmesinin en büyük nedenlerinden biri, her bir katılımcı ile birebir ilgilenilerek konu eksiklerinin ve kavram yanlışlarının giderilmesi olduğu söylenebilir. Aksi takdirde alan bilgisinde eksikliklerin olması ya da uygulamaya dökülememesi problem çözme sürecinin başlamadan bitmesine neden olmaktadır. Problem çözme becerilerinin geliştirilmesi sürecinde katılımcıların alan bilgisi bakımından desteklenmesi önem arz etmektedir.

Burada belirtmek gerekir ki, alınan lisans derslerinin rutin olmayan problem çözme becerilerinin gelişimine önemli bir etkisinin olmadığı söylenebilir. Zira kontrol grubu test puanını 5,23 puan artırmıştır ki bu istatistiksel olarak anlamlı değildir. Özetle, alan bilgisinin güçlendirilmesine ve rutin olmayan problem çözme becerilerinin gelişimine yönelik çalışmalar yapılmaksızın öğretmen yetiştirme programının mevcut haliyle bu ikisi üzerinde etkili olmadığı sonucuna ulaşılabilir.

Deney grubunun genel olarak rutin olmayan problem çözme becerilerini geliştirdiği ortaya çıkmıştır. Bu süreçte deney grubu en fazla probleminin çözümüne yönelik plan yapma

ve planı uygulama becerilerini geliştirmiştir. Bu gelişimi problemi anlama ve kontrol etme becerilerindeki gelişim takip etmektedir.

4.2.2. Katılımcıların rutin olmayan problemleri çözmede yaşadıkları zorlukların tartışılması

Bu başlık altında ilk olarak deney ve kontrol grubunun problem çözme becerileri testlerindeki problem senaryolarına çözüm üretme sürecinde yaşadıkları zorluklar tartışılmıştır. Sonrasında ise deney grubunun performans görevlerini yerine getirme sürecinde yaşadığı zorluklar ve çevrimiçi PDÖ sürecinin bu zorlukların aşılması konusundaki etkileri tartışılmıştır.

4.2.2.1. Problem çözme sürecinde yaşanan zorluklar

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar çerçevesinde katılımcıların problemlere çözüm üretme sürecinde zorlanma nedenleri arasında ‘çözüm için gerekli bilgilerin unutulması’, ‘bilgilerin ezberlenerek edinilmesi’, ‘matematiksel olarak ifade etmede güçlük’ ve ‘matematiksel ifadeleri anlamada güçlük’ davranışlarının yer aldığı ortaya çıkmıştır. Özellikle ‘bilgileri unutma’ ve ‘ezber yapma’ davranışları problem çözme sürecinin tamamını olumsuz bir şekilde etkilemektedir. Bu davranışlar çevrimiçi PDÖ uygulaması neticesinde deney grubunda tamamen ortadan kalkarken kontrol grubunda ise artarak etkilerini göstermiştir.

Katılımcılar matematiksel bilgileri öğrenmelerinin üzerinden zaman geçtikçe edindiklerini unutmaktadırlar. Bu durumun iki sebebi olduğu düşünülmektedir. İlki, bilgileri öğrenme sürecinde mantığını kavrayamadıkları konularda ezbere başvurmaları, ikincisi ise sınıf seviyesi ilerledikçe matematik bilgilerini kullanabilecekleri ders içeriklerinin ve saatlerinin azalmasıdır. Özellikle matematik bilgilerinin ezberlenmesi yöntemine gidilmesinin, problem çözme becerilerinin geliştirilmesi yönündeki en büyük engel olduğu düşünülmektedir.

Katılımcıların matematik konularını ezberleyerek çalışması neredeyse eğitim hayatlarının tamamında varlığını korumaktadır. Bu durumu Sekin’ de (2008) çalışmasında vurgulamakta ve sorgulamadan, eleştirmeden ve yorumlamadan yapılan öğrenme olan ezberci öğretimin, Türkiye’ de ilköğretimden yükseköğretime kadar her seviyede varlığını

sürdürdüğünü belirtmektedir. Nitekim bu çalışmanın katılımcıları da çalışmada kullanılan testlerde yer alan soruların çözüm sürecinin kendilerine ezber yoluyla öğretildiğini vurgulamaktadırlar. Özellikle sınavlara yönelik ezber yaparak çalışmalarını konuları unutmalarında büyük bir etkiye sahiptir. Dündar' da (2014), öğretmen adaylarının ezberleme eğiliminde olduğunu belirtmektedir.

Her iki grubun ön test sonuçları incelendiğinde hem senaryodaki bilgilerin hem de matematiksel bilgilerin neden ve nasıl kullanılacağına yönelik bir davranış sergilenmediği görülmektedir. Özellikle matematiksel bilgilerin kullanımında *'türevini alıp sıfıra eşitleriz'* şeklindeki kalıplaşmış cümle yapılarının sıklıkla tekrar edildiği görülmektedir.

Kalıplaşmış cümle yapılarını problem çözme sürecinde kullanmaya çalışmaları yine öğretmen adaylarının ezberci bilgi edinme davranışlarıyla açıklanabilir. Öğretmen adayları ezberleme eğiliminde olduklarından (Dündar, 2014) dolayı bilgilerini problemlere transfer etmekte zorlanmaktadırlar (Akgün vd, 2012; Dündar, 2014). Faulkner, Breen, Prendergast ve Carr (2023), ortaokul seviyesinde yaptıkları çalışmalarında ezberci ve işlemsel odaklı eğitimin devam etmesi durumunda problem çözmeye yönelik çalışmaların amacına ulaşmayacağını vurgulamaktadırlar. Araştırmada, özgün problemlerle uğraşmak yerine problem çözme sürecini öğretmenin, öğrencilerin becerilerini geliştirmede sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca ezberci eğitim sürecinde öğrenciler aktif olmadığından kendilerinin güçlü ve zayıf yönlerini keşfedebilmeleri de mümkün olmamaktadır. McMillan ve Hearn (2008) bu durumla ilgili olarak öğrencilerin herhangi bir alandaki güçlü ve zayıf yönlerine ilişkin farkındalıklarının olmayışının yüksek öğretimdeki ilerlemeyi olumsuz bir şekilde etkileyebileceğini belirtmektedir.

Sekin (2008), ezberci eğitimde temel yaklaşımın, verilen bilgilerin *'mutlak doğru'* olarak kabul edilmesi olduğunu belirtmektedir. Araştırmacı, mutlak doğru olarak kabul edilen bilgilerin bireye bilgi yığınları şeklinde sunulduğunu, bireyden ise bu bilgileri zihninde tutarak sorulduğu vakit tekrar etmesinin istendiğini eklemektedir. Öğrencilerin ezberleme eğiliminde olmasının çeşitli sebepleri olabilir. Bu çalışma kapsamında literatür ışığında ilk akla gelenler; merkezi sınavların yapısı ve hazırlanma süreci, öğretmenlerin matematiği öğretme yaklaşımları ve kullanılan ders kitaplarının yapısıdır. Yılmaz ve Altınkurt' un (2011) öğretmen adaylarıyla Türk eğitim sisteminin sorunlarına ilişkin yaptıkları çalışmada da ezber yapılması

iki nedene bağlanmıştır. İlki kıdemli öğretmenlerin ezberci ve öğretmen merkezli yaklaşımları, ikincisi ise sınav sistemleridir.

Merkezi sınavlar insanların geleceğini 2-3 saatlik zaman dilimine sığdırmakta ve ezbere yönlendirmektedir (Yılmaz ve Altınkurt, 2011). Bunun yanı sıra öğretmenler de öğretim yaklaşımlarını bu sınavlardaki soru yapılarına göre şekillendirmektedirler (Kablan ve Bozkuş, 2021). Örnek vermek gerekirse; Kablan ve Bozkurt' un (2021) öğretmenlerle yaptıkları çalışmada öğretmenlerin LGS' deki soruları anlama, uygulama, yorumlama, muhakeme etme, analiz etme vb. gibi bilişsel becerilerin sergilenmesinin gerektiği sorular olarak gördüklerinden öğretim yaklaşımlarını da bu becerileri geliştirecek biçimde yapılandıklarını ifade etmektedirler. Öte yandan aynı öğretmenler problem çözme sürecinde takip edilmesi gereken adımlar konusunda yönlendirici olduklarını ve işlemsel prosedürü adım adım anlatıklarını da eklemişlerdir. Araştırmacılar, bu sonucu, öğretmenler her ne kadar üst düzey düşünme becerilerinin geliştirilmesi gerektiğinin farkında olsalar da bilgiyi aktaran rolünden uzaklaşamadıklarına bağlamaktadır.

Öğrencilerin ezberci yaklaşımlarının ve problem çözme sürecinde zorlanmalarının ikinci nedeni öğretmen davranışları olabilir. Öncelikle öğretmenlerin problem çözme stratejilerini kullanmada yetersizliğine kanıt oluşturabilecek çalışmalar mevcuttur (Altıntaş, İlgün ve Angay, 2022; Çeker ve Ev-Çimen, 2017). İlaveten, öğretmenler düşünme becerisini geliştirdiği için rutin olmayan problemleri faydalı bulmakla birlikte sınavlarında sormak istememektedirler (Kaya ve Kablan, 2018). Ayrıca öğretmenler derslerinde de daha çok rutin problemleri ve kendi ürettikleri problemleri tercih etmektedirler (Altıntaş, İlgün ve Angay, 2022). Rutin olmayan problemleri kullanmak istememelerinin sebebi ise bu problemlerin her ne kadar üst bilişsel becerileri geliştirdiği kabul edilse de bütün öğrencilere hitap etmediği, özellikle başarısı düşük olan öğrencilerde motivasyon kaybına neden olabileceği düşünülmektedir (Altıntaş, İlgün ve Angay, 2022).

Ezberci yaklaşımın üçüncü nedeni ise ders kitaplarının konuyu ele alış ve problemin çözümüne bakış açısı olabilir. Ders kitaplarının matematiğin öğrenilmesinde ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesinde önemli bir yerinin olduğu düşünülmektedir. Nitekim, Johanson (2003), ders kitaplarının birçok ülkede öğrenme ortamlarının yapılandırılması açısından öğretmenlere rehberlik ettiğini ve hem öğretmenler hem de öğrenciler açısından

matematiğin ne demek olduğunu tanımladığını belirtmektedir. Buradan yola çıkarak öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştirilmesinde ders kitaplarında kullanılan problem türlerinin ve çözüm üretme sürecinin nasıl ele alındığı önem kazanmaktadır. Örneğin Kırıl-Demir ve Katrancı (2023), ortaokul ders kitaplarında ‘problemi anlama’ davranışına yönelik çalışmaların çoğunlukla yer almadığını tespit etmiştir. Bununla birlikte ‘planı uygulama’ aşamasına bütün sınıf seviyelerinde, ‘plan yapma’ aşamasına ise beşinci ve altıncı sınıfta değinilirken yedinci ve sekizinci sınıflarda yer verilmemiştir. Katılımcıların en çok zorlandıkları aşama olan, ‘çözümün doğruluğunun ve geçerliğinin kontrol edilmesi’ ise hiçbir seviyede yer almamaktadır (Kırıl-Demir ve Katrancı, 2023). Öğrencilerin problem durumlarıyla daha sık çalışma yaparak problem çözme becerilerini geliştirmeleri gerekirken ders kitaplarında problem çeşitliliğinin de az olduğu görülmektedir (Altıntaş, İlgün ve Angay, 2022).

Bu çalışmanın katılımcıları problem çözme sürecinde ‘plan yapma’, ‘planı uygulama’ ve ‘kontrol etme’ aşamalarında oldukça düşük bir performans sergilemişlerdir. Bu aşamalarda düşük performans sergilenmesi problem çözme üzerine yapılan birçok çalışmanın önemli bulguları arasında yer almaktadır (Akyüz, 2020; Coşkun ve Soylu, 2021; Ertane-Baş ve Özturan-Sağırlı, 2021; Yılmaz ve Kanbolat, 2022; Yılmaz, 2018).

Problem çözme süreci ‘plan yapma ve uygulama’ becerileri özelinde değerlendirilecek olursa katılımcıların büyük bir çoğunluğu ‘plan yapma’ aşamasında belirlediği yöntemi ‘planı uygulama’ aşamasında kullanmamaktadır. Akyüz’ ün (2020) çalışmasında da öğretmen adaylarının doğru bir strateji seçip yanlış bir şekilde uyguladıkları ya da doğru bir sonuca ulaşıldığı fakat çözüm için belirlenen stratejiye uygun bir yol izlenmediği tespit edilmiştir. Yılmaz (2018) ise, sınıf öğretmeni adaylarıyla yaptığı çalışmasında problem çözme için sistematik liste yapma, tahmin kontrol, muhakeme etme gibi stratejilerin belirlenerek uygulanabildiğini ancak bazı katılımcıların belirlediklerinden farklı stratejiler uyguladığını tespit etmiştir. Bu durum ise – doğru bir sonuca ulaşılsa dâhi- sağlıklı bir problem çözme sürecine sahip olunmadığının göstergesi olarak kabul edilmektedir (Polya, 1973). Bunun yanı sıra özellikle ön testte her iki gruptaki katılımcılar ‘plan yapma’ aşamasını atlayarak doğrudan işleme dökme aşamasına geçmektedirler.

Plan yapma aşamasında en çok kullandıkları yöntem deneme yanılma (tahmin kontrol) yöntemidir. Akyüz' de (2020) en çok kullanılan stratejiler başında denklem kurma ve tahmin-kontrolün geldiğini ve bunlar dışındaki stratejilerin kullanımında öğretmen adaylarının yetersiz olduğunu belirtmektedir. Bu durum katılımcıların alan bilgisi yetersizliğine bağlanmıştır. Altıntaş, İlgün ve Angay (2022) ise, öğretmenlerin problem çözme stratejilerini kullanmamaları ya da habersiz olmaları nedeniyle öğrencilerinin de problem çözme stratejilerinden habersiz bir şekilde öğrenim gördüğünü bu durumun ise problem çözmede başarısızlığa neden olduğunu belirtmektedir.

Katılımcıların işlemsel süreçte de büyük bir kafa karışıklığına sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Örneğin, matematik derslerinde genellikle tam sayılarla çalışılması nedeniyle sonucun ondalıklı sayı çıkması katılımcılarda kafa karışıklığına neden olmaktadır. İlaveten katılımcılar matematiksel olarak ifade etmede güçlük yaşamaktadırlar. Özellikle denklem kurma konusunda yetersizlik yaşamaktadırlar. Katılımcıların işlemsel süreçte zorlanmaları işlem güçlüğü, matematiksel olarak ifade etmede güçlük yaşamaları ise problemin sözel formdan sembolik forma dönüştürülmesinde güçlük (yapı güçlüğü) olarak adlandırılmaktadır (Aksu, 1984).

Katılımcıların 'plan yapma' aşamasına yönelik bir diğer yaşadığı güçlük ise planlarında hangi bilgileri kullanacaklarını açıklayabildikleri fakat bu bilgileri nasıl ve neden kullanacaklarına yönelik açıklamalara yer veremedikleri görülmüştür. Bu durum kavramsal bilgi boyutunda sıkıntı yaşandığının göstergesi olabilir. Kavramsal bilgi boyutunda sorun yaşanması derslerde sıklıkla işlemsel boyutun çalışılmasına ve kavramsal boyutun ihmâl edilmesine bağlanmaktadır. Kavramsal bilgi oluşturulamamasının bir diğer nedeni ise kavramlarla ilişkilendirme yapılmaksızın konuların anlatılmasına bağlanmaktadır (Akgün vd, 2012). Hatırlanmalıdır ki, katılımcılar ön testte çözüm için gerekli bilgileri unuttuklarından dolayı problemi çözmek için ne yapacaklarına dair açıklama bile yapamamışlardı.

Katılımcıların yukarıda açıklanan konularda zorlanmaları ve yetersiz olmaları önceki eğitimlerindeki öğretmen yetersizlikleri ile açıklanabilir. Nitekim, Çeker ve Ev-Çimen (2017), öğretmenlerle yaptıkları çalışmalarında öğretmenlerin problem çözme stratejilerini genellikle plansız ve farkında olmadan kullandıklarını tespit etmişlerdir. Ayrıca çoğu öğretmenin stratejilerin kuramsal alt yapısına sahip olmadığı sonucu da ortaya çıkmıştır. Öğretmenlerle

yapılan bir diğ er araştırmada ise,   ğretmenlerin doğru sonuçları bulmada kısmen yeterli olmakla birlikte farklı stratejileri kullanma bakımından yetersiz oldukları sadece bir stratejiye odaklandıkları tespit edilmiştir. Bunun nedeni ise geçmişten gelen alışkanlıklarına bağlanmıştır (Gürbüz ve Güder, 2016). Ayrıca  ğretmenler problemleri çözerken sonuç odaklı düşünmektedirler (Gürbüz ve Güder, 2016).

Son olarak katılımcıların problem çözme sürecinde düşük performans göstermelerinin en büyük nedenlerinden bir diğeri ise kontrol aşamasında yetersiz olmalarıdır. En düşük performans problem çözme sürecini ‘değerlendirme / kontrol etme’ aşamasında sergilenmektedir (Akyüz, 2020; Yılmaz ve Kanbolat, 2022). Katılımcılar testlerde kontrol etme becerisine yönelik sorularda genel olarak alternatif yollar deneyerek aynı cevaba ulaşıp ulaşmayacaklarını test etmektense ‘işlem hatası yapmış olabilirim’ gibi ifadeler kullanarak problem çözme sürecini sonlandırmaktadırlar. Öğretmen adayları çözümü değerlendirme aşamasını göz ardı etmekte ya da eksik bırakmaktadırlar (Aksu, 1984; Yılmaz, 2018). Polya’ ya (1973) göre, kontrol basamağı problem çözme sürecinin en önemli basamaklarından biri olmasına rağmen çoğu zaman bireylerin istenilen cevaba ulaştığına inanması ile göz ardı edilmektedir.

Krulik ve Resnick (1988)  nemle vurgulamaktadır ki cevap, çözüm değildir.   z m, cevabın elde edildiği sürecin adıdır. Bu nedenle, cevaba ulaştıktan sonra yapılacak daha bir sürü şey vardır. Sürecin bu aşamasında cevabın doğrulanması, problemde farklı ve ilginç varyasyonların aranması, ‘Eğer ... olsaydı, ne olurdu?’ gibi soruların sorulması ve çözümün tartışılması gerekmektedir. Krulik ve Resnick (1988), bireylerin bir cevaba ulaştıktan sonra problem çözme sürecini tamamlamalarını ders kitaplarına bağlamaktadır. Birçok ders kitabında yer alan kelime problemlerindeki genel uygulamanın, cevabı bulmak, kontrol etmek ve ardından bir sonraki probleme geçmek şeklinde olduğunu buna karşılık aynı problem üzerinde çok daha fazla zaman harcamak gerektiğini vurgulamaktadırlar.  zerinde çalışılan problemin koşullarının değişmesi neticesinde farklı çözüm yolları arayışına girilmesi problem çözme becerilerinin gelişmesine etki eden bir faktördür. Bu durum, öğrencinin problem çözme konusunda derinleşmesini sağlayacağı düşünmektedir (Krulik ve Resnick, 1988).

4.2.2.2. Performans görevinde yaşanan zorluklar ve çevrimiçi PDÖ' nün etkisi

Deney grubunun ilk performans görevi ile son performans görevi arasında zaman zaman puan düşüşleri olsa da genel olarak ortalama puanlarının lineer bir şekilde yükseldiği sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla yüzyüze PDÖ çalışmalarında (Amalia, Surya ve Syahputra, 2017; Anantasuk, 2019; Astriani, Surya ve Syahputra, 2017; Eviyanti, Surya, Syahputra ve Simbolon, 2017; Hendriana, Johanto ve Sumarmo, 2018; Khoiriyah ve Husamah, 2018; Rahmi, Arnawa ve Yerizon, 2019; Saragih ve Habeahan, 2014; Siagian, Saragih ve Sinaga, 2019; Simamora, Sidabutar ve Surya, 2017) olduğu gibi bu çalışmayla birlikte çevrimiçi PDÖ' nün de problem çözme becerilerini geliştirdiği kanıtlanmış oldu.

Genel olarak çevrimiçi PDÖ süreci sonunda deney grubu başarılı bir sonuç sergilemiş olsa da uygulama sürecinde sergilemekte zorlandıkları problem çözme becerileri ve zorlanma nedenleri üzerine tartışılması önemli olarak görülmüştür. Bu başlık altında deney grubu katılımcılarının performans görevleri üzerinde çalışırken zorlandıkları beceriler ve nedenleri üzerine bir tartışma gerçekleştirilmiştir.

Problem çözme becerileri arasında ortalaması en yüksek olan beceri 'problemi anlama' becerisidir. Buna rağmen bu aşamada yaşanan bir takım sıkıntılar göze çarpmaktadır. İlk olarak bu çalışmada kullanılan problem senaryoları uzun ve bilgi yüklü senaryolardır. Bu nedenle katılımcılar özellikle çevrimiçi PDÖ sürecinin başlarında problemi anlama sorularını yanıtlarken kendi özgün ifadelerini kullanmaktansa senaryo metnindeki ifadeleri birebir kullanmayı tercih etmekteydiler. Bunun yanı sıra katılımcılar problem çözme sürecine hizmet etmeyecek gereksiz bilgilerle meşgul olmakta ya da çözüm için ihtiyaç duyulacak bütün verileri listelemekte zorlanmaktaydılar. Özellikle sayısal verilerin yoğun olduğu senaryolarda çözüm için gerekli verilerin belirlenmesi konusunda oldukça zorlanmışlardır. Bunun yanı sıra senaryolarda aşına olmadıkları terimlerle karşılaşmak ve bunları kullanmak, verilen bir grafiği yorumlayarak çıkarımlarda bulunmak da katılımcılar için zorlayıcı nitelikte olmuştur.

Katılımcılar senaryo metninde aşına olmadıkları terimleri anlamada ve yorumlamada yetersiz olduklarından dolayı içeriğinde bu tarz terimler olan performans görevlerinde düşük başarı sergilemişlerdir. Aynı durum senaryo metninde var olan grafikleri yorumlama

konusunda da kendini göstermektedir. Bu da metni tam olarak anlayabilmelerinin önünde engel teşkil etmektedir.

Problemi anlama aşamasında sıkıntılar yaşanması problem çözme sürecinin başlamadan bitmesine ya da yanlış bir şekilde yorumlanarak hatalı çözümler üretilmesine neden olmaktadır. Bu durumun nedenlerini irdelemek gerekmektedir. Anlama aşamasında yaşanan zorlukları Aksu (1984), '*okuma ve kavrama güçlüğü*' olarak adlandırmaktadır. Bu güçlüğü kaynakları çeşitlidir. Bunlar arasında; kelime hazinesinin zayıf olması, kötü okuma alışkanlıkları, detaylar üzerinde yoğunlaşamama, bilinenlerle bilinmeyenleri ayırt edememe, problemin can alıcı kısmını kendi ifadesiyle verememe, problemde yer alan saklı soruları görememe ve yorum yapamama yer almaktadır (Aksu, 1984). Baş (2016), öğretmen adaylarının problemleri anlamada zorlandıklarını, problem cümlesini defalarca okuduklarını tespit etmiştir. Bu davranışın nedenini okuduğunu anlamamanın yanı sıra çözüm üretememelerine de bağlamaktadır. Bu tarz davranışlar ortaokul sıralarında da kendini göstermektedir.

Işık (2014), sekizinci sınıflarla yaptığı çalışmada muhakeme ve strateji yönetimi gerektiren problemlere çözüm üretmekte sıkıntı yaşayan öğrencilerin problemleri birçok kez okuduklarını ifade etmektedir. Bu durumun nedeni olarak ise öğrencilerin problemleri anlamlı ve sorgulayıcı şekilde okumadıkları gösterilmektedir. Öğrenci davranışlarında öğretmenlerin yarattığı öğrenme ortamlarının ne denli önemli olduğu önceki başlıkta tartışılmıştı. İlaveten öğretmenlerin sınıf ortamında problemi anlama çalışmalarına yer vermemesinin okuma ve kavrama güçlüğüne tetiklediği söylenebilir. Nitekim Yıldız ve Güven (2016), matematik öğretmenleri ile yaptıkları çalışmada dört öğretmenden ikisinin en az problemi anlama basamağında üstbilişleri harekete geçirici davranışlar sergilediklerini tespit etmiştir. Bu sonuç, öğretmenlerin daha çok işlemlerin doğru seçilmesiyle problemin doğru çözülmesine verdikleri öneme bağlanmıştır.

Problemi anlama aşamasında yaşanan sıkıntılara başka bir perspektiften bakmak gerekirse, buradaki başarı '*anlam bilgisini*' kullanma düzeyiyle de ilişkilendirilebilir. Anlam bilgisi problem çözme sürecinde kullanılan bilgi türlerinden biridir. Anlam bilgisini kullanmada problemleri kendi ifadeleriyle tanımlama, çözüm için gerekli bilgilerin belirlenmesi, değişken kullanma ve denklem kurma gibi davranışların sergilenmesi

gerekmektedir (Gökkurt ve Soylu, 2012). Gökkurt ve Soylu' nun (2012), 11.sınıf öğrencileriyle problemi anlama aşamasında kullanılan anlam bilgisi düzeylerini tespit etmeyi amaçladıkları çalışmadan elde edilen sonuçlara göre öğrencilerin anlam bilgisini kullanamada yetersiz oldukları, bilinmeyen ifadelerde değişken kullanmalarına karşılık, verilenleri doğru olarak tanımlamada ve bulduklarının ne ifade ettiğini açıklamada yeterli düzeyde olmadıkları görülmüştür. Öğrencilerin problemde geçen ifadeleri doğru bir şekilde denkleme dönüştüremedikleri sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmacılar anlam bilgisinin 'problemi anlama' ve 'plan yapma' aşamalarını etkilediğini diğer adımların da doğru bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için önemi olduğunu belirtmektedirler.

Ortalaması en yüksek olan ikinci problem çözme becerisi 'plan yapma' becerisidir. Sürecin başlarında katılımcıların düzenli ve sistematik bir şekilde plan belirleme ve uygulama davranışı sergilemedikleri gözlemlenmiştir. Katılımcılar genel olarak bir plan\stratejiye sahip olmaksızın bir takım işlemler yapmakta ve elde ettiği sonucun problemin çözümü için uygun ve mantıklı olup olmadığı üzerine açıklama yapmamaktadırlar. Yaptıkları işlemleri neden ve nasıl yaptıklarını ifade edememektedirler. Bu durum katılımcıların matematik bilgilerinin zayıf olmasına bağlanmaktadır. Fakat çevrimiçi PDÖ yöntemi katılımcıların matematik öğrenme çıktılarının gelişiminde ve öğrendiklerinin kalıcılığında da yüzyüze PDÖ yöntemi gibi önemli etkilere sahip olmuştur (Alus, 2013; Ersoy ve Başer, 2011; Demir, 2011; Polanco, Calderon ve Delgado, 2004; Mulyanto, Gunarhadi ve Indriayu, 2018; Khoiriyah ve Husamah, 2018; Uygun ve Tertemiz, 2014).

Sürecin başlarında katılımcıların matematik bilgilerinin zayıf olması özellikle, görevi bir fonksiyonun grafiğini çizme ya da bir grafiğin yorumlanması şeklinde olan performans görevleri en zorlayıcı görevlerdir. Katılımcılar grafiği çizme sürecini bilmemektedirler ya da süreci unutmuşlardır. Bu nedenle fonksiyona değerler vererek grafiği çizme yoluna gitmektedirler. Dikkat çekici nokta ise bu çalışma çevrimiçi olarak gerçekleştirildiğinden katılımcıların kaynaklara ulaşımı daha kolaydır. Fakat katılımcılar araştırma yaparak eksikliklerini gidermektense soruyu boş bırakma ya da '*unuttum\hatırlamıyorum*' şeklinde ifadelerle yer vermeyi tercih etmektedirler. Bu durum yıllarca pasif alıcı konumunda olan, gerekli tüm bilgilerin öğretmen tarafından verildiği sistemde öğrencilerin araştırma

becerilerinin gelişmediğine bağlanmaktadır. Çevrimiçi PDÖ süreciyle katılımcıların araştırma becerileri de önemli ölçüde gelişim göstermiştir.

PDÖ' nün araştırma becerilerini geliştirdiğine yönelik bulgular mevcuttur. Kırac ve Elaldı (2023), PDÖ' nün bilişsel boyutta farklı çözüm yolları için düşündürmesi, araştırma yapmaya yönlendirmesi, özgün düşünceyi geliştirmesi, daha iyi öğrenmeyi sağlaması, problem çözme becerisi kazandırması ve problemin kaynağının belirlenmesi üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu sonucuna ulaşmıştır. Sosyal ve duyuşsal boyutlarda da olumlu etkileri gözlemlendiğinden derslerde PDÖ yönteminin kullanımının artırılması önerilmektedir. Hatırasu' da (2015), PDÖ yönteminin uygulandığı matematik derslerinde öğrencilerin öğrenme için çaba gösterme ve araştırma yapma becerilerine yönelik öz değerlendirmelerinde olumlu değişimler olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Araştırmanın katılımcıları belirsizlikle baş etme konusunda sıkıntı yaşamaktadırlar. Daha net direktifler istemektedirler. Örneğin, katılımcılar doğrudan '*grafiği çiziniz ve yorumlayınız*' şeklinde açık ve net görevlerde daha iyi bir performans sergilerken planlama konusunda daha özgür bırakıldıklarında ya da daha yoruma açık performans görevlerinde zorlanmaktadırlar.

Katılımcılar senaryo içeriğinde fonksiyonun yer alması ve işlemlerin bu fonksiyon üzerinden gerçekleştirilmesi istendiğinde daha kolay hareket etmektedirler. Fakat fonksiyonu kendilerinin oluşturmaları ve problem çözme sürecini bu fonksiyona göre düşünmeleri istendiğinde ise oldukça zorlanmaktadırlar. Bu durumun nedeni olarak ise senaryoda verilen bilgileri nasıl kullanacakları konusunda karar verememelerini gerekçe olarak göstermişlerdir. Bu gerekçeye ilaveten, yine katılımcıların matematik bilgilerinin yetersiz olmasından dolayı matematiksel olarak ifade etme konusunda zorlanmaları da fonksiyon yazamamalarının nedeni olarak ele alınabilir. Benzer sonuçlar öğretmen adaylarıyla yapılan diğer çalışma bulgularında da yer almaktadır (Dündar ve Yaman, 2015). Aksu (1984), bu sıralanan zorlukları yapı güçlüğü (problemin sözel formdan sembolik forma dönüştürülmesi) olarak adlandırmaktadır. Bu tip güçlüğü kaynakları; problemde verilen önemli (gerekli) ve önemsiz verileri ayırt edememe, temel ilişkileri ve işlem süreçlerini tanıyamama, sistematik işlem yapamama, sebat etmeye istekli olmama ve kötü çalışma alışkanlıkları olabilir (Aksu, 1984). Fakat çevrimiçi PDÖ süreciyle birlikte bu ve diğer zorluklar aşılmış olup katılımcılar gelişim göstermişlerdir.

Kontrol etme becerisi uygulama süreci içerisinde gelişimi en güç olan beceri olmuştur. Katılımcılar yaptıkları plana ve kullandıkları stratejilere uygun kanıtlar getirememekte, plan yapma aşamasıyla kontrol aşamasında savundukları birbiriyle örtüşmemektedir. Kontrol etme aşamasıyla ilgili en büyük problem katılımcıların bir sonuç elde ettikten sonra problem çözme sürecini sonlandırmalarıdır. Bir sonuca ulaştıktan sonra bu sonucun anlamlı olup olmadığına karar verme aşaması birçok öğrenci tarafından önemsenmemektedir (Aksu, 1984). Katılımcılar, problem çözme sürecinin ve elde edilen sonucun tekrar gözden geçirilmesi, farklı stratejiler üzerinde düşünme, elde edilen sonucun ilgili problemin çözümü için uygun ve mantıklı olup olmadığının irdelenmesi, matematiksel bilgilerine ve senaryoda verilen bilgilere başvurarak kanıtlar getirme davranışını sergilemekte zorlanmaktadırlar. Bu durumun üzerinde merkezi sınavların soru yapısının ve sınava hazırlanma sürecinin etkilerinin olduğu düşünülmektedir. Katılımcılar sınavda çıkan soru tiplerinin çözüm yollarını ezberledikleri için mantık aramadan çözmektedirler. Korkmaz, Tutak ve İlhan' ın (2020) çalışmasında matematik öğretmenlerinin eğitimi ezberci bulduklarını, öğrencilerin LGS' ye hazırlanma sürecinde test çözmeleri ve test çözme tekniklerini öğrenmeleri gerektiğini buna karşılık bilgileri ezberleterek öğrettiklerini rapor etmişlerdir.

Araştırmada kullanılan senaryolarda ihtiyaç duyulabilecek bütün bilgiler sunulmamıştır. Bazı bilgilerin araştırılması veya tahmin edilmesi gerekmekte olup bütün performans görevlerinde senaryolardaki mevcut bilgilerden yola çıkılarak ve farklı alternatifler üzerinde düşünülerek bir sonuç elde edilmesi beklenmekte olup katılımcılar zorlanmaktadırlar. Katılımcıların alan bilgisi sınırlı olduğundan bu beklentileri sergilemek oldukça zor bir hâl almaktadır. Son olarak daha önce açıklandığı üzere katılımcılar aşına olmadıkları terimleri anlama, araştırma ve yorumlama becerisini sergilemekte yetersiz oldukları için kontrol aşamasında da senaryodaki bilgileri kullanarak kanıtlar sunma konusunda yetersiz kalmışlardır.

Yukarıda açıklanan problem çözme sürecinde yaşanan tüm zorluklar çevrimiçi PDÖ yöntemiyle büyük ölçüde giderilebilmiştir. PDÖ yaklaşımına uygun olarak işlenen matematik derslerinin öğrencilerin konuyla ilgili kavram bilgisini ve problem çözme becerisini istenen seviyeye ulaştırdığı literatürde yer almaktadır (Özgen ve Pesen, 2010).

4.2.3. Görüşme sorularından elde edilen bulguların tartışılması

Çevrimiçi PDÖ yöntemiyle çalışılmasının deney grubunun rutin olmayan problem çözme becerilerinin gelişimine olumlu etkisi olmuştur. Dolayısıyla bu yöntemden daha yüksek verim alabilmek için avantajlarının ve dezavantajlarının ortaya çıkarılması amacıyla katılımcıların görüşleri önem arz etmektedir. Bu başlık altında katılımcıların çevrimiçi PDÖ yöntemine, eğitmenin rolüne, kullanılan materyallere, ders yapma sürecine ve sergiledikleri davranışlara yönelik literatür destekli tartışma gerçekleştirilmiştir.

4.2.3.1. Çevrimiçi PDÖ sürecine yönelik görüşlerin tartışılması

Deney grubunun tamamı PDÖ' nün matematik derslerinde kullanılması gerektiğini düşünmektedir. Bu düşüncenin ilk nedeni yöntemin ezberden uzaklaştırmasıdır. Katılımcılar özellikle matematiğin belirli kalıplar dâhilinde, sınava hazırlık amacıyla öğretilmesinden yakınmaktadırlar. Özellikle sınav odaklı ve ezberlettilerek yapılan derslerin problem çözme becerilerini geriletmesine yönelik bir inanç mevcuttur. Buna karşılık PDÖ' nün problem çözme becerilerini geliştirdiğine yönelik bir inanç da gelişmiştir. İlaveten yöntem, matematiğin günlük hayata entegrasyonunu kolaylaştırmasından dolayı matematik kavramlarının daha iyi anlaşılmasını sağladığı ve kalıcılığı arttığı da bulgular arasında yer almaktadır. Bu çalışmada kalıcılığa yönelik bir çalışma yapılmamış olup katılımcıların söylemlerinden yola çıkılarak bu bulguya ulaşılmıştır.

Katılımcılar için öğrendiklerini uygulamaya geçirmek oldukça önemli bir yere sahiptir. Çünkü katılımcılarda matematik konularının yapısı gereği soyut olmasından dolayı ilgilerini çekmediğini ve gerçek hayatla da ilişkilendiremediklerinden dolayı matematiğin gereksiz ve işe yaramaz bir alan olduğu şeklinde bir algı mevcuttur. Lise ve üniversite sıralarında öğretilen kuralların işlemsel uygulamalarına yönelik çalışmaların yapılması, öğrendiklerini uygulama konusunda güçlüklerle neden olmaktadır. Patmavathy ve Mareesh (2013), PDÖ yönteminin matematik öğretiminde etkili olduğunu ve öğrencilerin anlamalarını, kavramları gerçek hayatta kullanma becerilerini geliştirdiğini ortaya koymuştur.

Katılımcıların PDÖ yönteminin derslerde kullanılması yönündeki olumlu görüşlerinden bir yöntemin diğerine tercih edildiği sonucu çıkarılmamalıdır. Çünkü katılımcılar PDÖ' nün

ve geleneksel yöntemin her ikisinin de avantaj ve dezavantajlara sahip olduğunu düşünmektedirler.

PDÖ yöntemi teorik bilgilerin günlük hayat uygulamalarını göstermesi, matematik bilgilerinin nerede ve nasıl kullanıldığının mantığını kavratması, araştırma yapmayı ve çıkarım yapmayı gerektirmesi bakımından katılımcılar tarafından daha geliştirici bulunmuştur. Fakat bunun yanı sıra PDÖ sürecinde kullanılan materyallerle çalışabilmek için de matematik alan bilgisine hâkim olmak gerekmektedir. Katılımcılar problem çözümünde ihtiyaç duyacakları matematiksel alan bilgisinin edinilmesinde ise geleneksel yöntem tekniklerinin kullanılması gerektiğini düşünmektedirler. Buradan yola çıkılarak geleneksel yöntem ve PDÖ bir bütün olarak ele alınabilir. Geleneksel yöntem matematik konularının öğretilmesini sağlarken çevrimiçi PDÖ ise bu öğrenilen konuların pekiştirilmesini, ilişkilendirilmesini ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesini sağlayabilir. PDÖ yönteminin klasik yöntemle harmanlanarak kullanılmasının verimi artıracığına yönelik çalışmalar mevcuttur (Biber ve Başer, 2012). İlâveten çevrimiçi PDÖ' nün yüzyüze yapılarına göre daha etkili olduğunu ortaya koyan çalışmalar da mevcuttur (Gürsul ve Keser, 2009).

Bu yöntemler birbirine entegre edilecekse her ikisinin katılımcılar tarafından belirlenen avantaj ve dezavantajları üzerinde durulması gerekmektedir. Öncelikle geleneksel öğretim sürecinin teorik ağırlıklı ve yaşamdan kopuk soyut yapısı bir dezavantaj olarak görülmektedir. İlâveten süre sıkıntısının da yaşanması bir konunun yeterince öğrenilmeden geçilmesine neden olduğundan dezavantaj olarak değerlendirilmektedir. Avantaj olarak görülen tek yanı ise temel bilgileri edinmenin en kolay yolu olarak görülmesidir. Bunun yanı sıra PDÖ sürecinin problem çözme becerileri kazandırması, bilgilerin uygulama alanlarını göstermesi, kalıcılığı artırması, çözüm üretmenin alternatif yollarını göstererek bakış açısı kazandırması ve yapılan işlemlerin mantığını göstermesi avantajlı yanlar olarak sıralanmaktadır.

PDÖ'nün avantajları olduğu kadar yine katılımcılar tarafından belirlenmiş dezavantajları da mevcuttur. Bunlar, sürecin çevrimiçi yürütülmesi, geleneksel yönteme göre daha az sayıda problem üzerinde çalışılması, öğrenme sorumluluğunun katılımcıda olması ve senaryolar üzerinde çalışma süresinin uzun olması şeklinde sıralanabilir.

Katılımcıların bir kısmı sürecin çevrimiçi yürütülmesinden memnuniyet duyarken büyük bir kısmı ise sınıf ortamında yüzyüze yapılacak bir çalışmanın kendileri için daha rahat ve verimli olacağını belirtmiştir. Bu sonuç Günbatar ve Çavuş' un (2011) web tabanlı PDÖ üzerine gerçekleştirdikleri araştırma bulgularıyla paralellik göstermektedir.

Katılımcıların çevrimiçi dersi tercih etmemeleri, PDÖ ortamına alışık olmamalarının yanı sıra Covid-19 sürecinden tecrübeli olmalarına rağmen hâlâ çevrimiçi eğitime alışmadıklarının bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Katılımcılar bilgisayar ortamında rahat edemediklerini, gerildiklerini, kamera açmak istemediklerini, söz alırken çekindiklerini belirtmektedirler. Ayrıca çevrimiçi derslere katılım gösterme konusunda da hevesli değildirler.

Önce Covid-19 salgınının yaşanması sonrasında ülkemizde 6 Şubat depreminin gerçekleşmesi çevrimiçi eğitimin önemini artırmaktadır. Dolayısıyla öğrencilerin çevrimiçi eğitime uyumlarını sağlayacak, çevrimiçi eğitimlerin verimini artıracak çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu çalışmada çevrimiçi derslere senkron katılım her ne kadar yüksek olmasa da rutin olmayan problem çözme becerilerinin gelişimi konusunda verim alınabildi. Bu sonucun iki sebebi olduğu düşünülmektedir. İlki süreçte kullanılan yönlendirici çalışma kâğıtlarıyla bireysel öğrenmeye imkân tanınması, ikincisi ise derslerin ve kullanılan materyallerin (Microsoft White-Board, beklenen davranışlar tablosu vs) kayıt altına alınarak ÖYS' ye yüklenmesidir. Fakat öğrencilerin neden çevrimiçi derslere adepte olamadıklarına, az katılım gösterdiklerine, kamera açmak istemediklerine, söz alırken çekindiklerine vs yönelik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Katılımcıların öğretim sürecinde beklentileri geleneksel yöntemde olduğu gibi önce problem senaryolarının eğitmen tarafından detaylı bir şekilde açıklanarak ve bir benzeri çözülerek eve ödev bırakılması şeklindedir. Bu beklentinin altında yatan sebep, katılımcıların aşına olmadıkları yöntem ve materyallerle çalışma konusunda kaygı yaşamaları ve kendilerinden emin olmamalarıdır. Çevrimiçi PDÖ sürecinin ilk zamanlarında öğrenme sorumluluğunun katılımcılarda olması memnuniyetsizlik yaratmıştır. Sürecin çevrimiçi olması demek eğitmenle öğrencinin çalışma sürecinde aynı fiziksel ortamda olmaması anlamına da gelmektedir. Dolayısıyla bilgi edinmek açısından birinci sırada görülen eğitmenin çalışma sürecinde bulunmaması katılımcıların bocalamasına neden olmuştur. Bu durum katılımcıların daha önceki eğitim hayatlarında öğretmenlerinin baskın rehberliğini benimsemiş olmalarına

bağlanabilir. Bu durumdaki öğrenciler, öğretmenleri kendilerine her bir adımda açıklama yapmadan harekete geçememektedirler (Nurlaily, Soegiyanto ve Usodo, 2019).

Çevrimiçi PDÖ sürecinin ilerleyen zamanlarında katılımcılar öğrenme sorumluluklarını üstlenmeleri bakımından daha profesyonel hâle gelmiş olup eğitmen bilgi edinme açısından birincil kaynak olmaktan çıkarak eksikliklerin giderilmesinde yol gösteren bir rehber rolüne bürünmüştür. Katılımcıların kendi ortamlarında performans görevleri üzerinde detaylı çalışmalar yapmaları ve değerlendirme formlarında zorlandıkları ve eksik gördükleri noktaları belirtmeleri bir sonraki derste de eğitmen tarafından tüm bunların dikkate alınarak bir tartışma ortamının oluşturulması çevrimiçi PDÖ' nün öne çıkan avantajları arasında yer almakta ve yöntemin gücünü de artırmaktadır. Çevrimiçi süreç zaman sıkıntısını büyük oranda ortadan kaldırmıştır. Bu ise katılımcıların kendi hızında çalışabilmesine ve kendi öğrenme sorumluluklarını almalarına olanak sağlamıştır.

4.2.3.2. Çevrimiçi PDÖ sürecinde kullanılan araçlara ilişkin görüşlerin tartışılması

Senaryolara ait çalışma kâğıtlarında her bir problem çözme becerisine özel olarak hazırlanmış sorular bulunmaktadır. Problem çözme sürecinde bu aşamalı sürecin takip edilmesinin katılımcıların problem çözme becerilerinin gelişimine katkı sağladığı anlaşılmaktadır.

Katılımcılar çevrimiçi PDÖ uygulamasının başlarında çalışma kâğıtlarının Polya' nın problem çözme modeline göre dizayn edilmiş yapısını zaman kaybı olarak görmekteydiler. Katılımcılar bir an önce bir sonuca ulaşma ihtiyacı hissetmektedirler. Detaylı bir şekilde düşünmenin ve araştırma yapmanın kendilerini yavaşlattığını, daha çok örnek soru görmenin önündeki en büyük engel olduğunu düşünmektedirler. Fakat bu düşüncelerinden zaman içinde vazgeçmişlerdir.

PDÖ sürecinde kullanılan çalışma kâğıtları katılımcıların kendilerini ifade etme becerilerini geliştirmiştir. Uygulama sürecinin başlangıcında katılımcılar kendilerini ifade etme konusunda zorlanmaktaydılar. Özellikle kendi ifadelerini kullanarak neden ve nasıl sorularına yanıt vermeleri sürecinin başlarında zorlayıcı olsa da ilerleyen zamanlarda gelişim gösterdikleri görülmüştür.

Katılımcılar problem çözme basamaklarını atlayarak otomatikleşmiş bir biçimde çözüm sürecine geçerek bir sonuca ulaşma davranışı sergilemekteydiler. Fakat bu çalışmayla birlikte senaryolar üzerinde aşamalı bir şekilde çalışma yürütmek göz ardı edilen problemi anlama, plan yapma ve kontrol etme becerilerinin gelişmesinde büyük bir etkiye sahiptir. Çalışma kâğıtlarının aşamalı yapısı sayesinde katılımcılar otomatikleşmiş davranışları sergilemekten dolayısıyla ezbercilikten uzaklaşmışlardır.

Bu çalışmada kullanılan diğer araçlar Microsoft Teams, Microsoft Whiteboard ve ÖYS' dir. Çevrimiçi yapılan derslerin kayıt altına alınması ve ÖYS' ye yüklenmesi katılımcıların dersi diledikleri zaman takip edebilmelerine olanak sağlamıştır. Bu durum olumlu olarak karşılanmıştır. Nitekim, Valaitis vd.' nin (2005) çalışma sonuçları incelendiğinde PDÖ' nün çevrimiçi olarak gerçekleştirilmesi durumunda öğrencilerin öğrenme esnekliğinin arttığını, içeriği derinlemesine öğrenme yeteneklerinin geliştiğini ve öğrenme kaynaklarına erişimi kolaylaştırdığını belirtmektedir. Hiğde ve Aktamış' ın çalışmasında da çevrimiçi yapılan derslerde derslerin tekrar izlenebilmesinin, aktif-verimli olmasının, bireysel olarak sorumluluk almayı gerektirmesinin olumlu olarak görüldüğünü belirtmektedirler. Bu nedenle öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini yapılandırabilmeleri için kullanılmasını önermektedirler.

4.2.3.3. Eğitmenin rolüne ilişkin görüşlerin tartışılması

Eğitmenin en önemli görevleri arasında ders öncesinde katılımcıların çalışma kâğıtlarını ve değerlendirme formlarını inceleyerek eksikliklerin tespit edilmesi ve gelişmenin ne yönde olduğunun gözlemlenmesi yer almaktadır. Katılımcılar, eğitmenin çalışma kâğıtlarını ve değerlendirme formlarını detaylı bir şekilde inceleyerek ders esnasında ismen dönüt vermesini gelişimleri yönündeki en önemli ve etkili davranış olarak görmektedirler.

Bunun yanı sıra eğitmenin katılımcılara üzerinde araştırma yapmaları için verdiği çalışma kâğıtlarındaki soruların bir benzerini çözmeksizin sorumluluğu tamamen katılımcılara bırakması ise olumsuzluk olarak görülmektedir. Katılımcılar eğitmenin daha müdahaleci davranmasını daha detaylı bilgiler sunmasını beklemektedirler. Benzer bulgulara Edward ve Hammer' in (2006) öğretmen adaylarıyla PDÖ' ye yönelik yaptıkları çalışmada da rastlanmıştır. Çalışmaya katılan öğretmen adayları bir göreve nasıl yaklaşmaları gerektiği konusunda daha fazla yönlendirilmeye ihtiyaç duydukları ve beklentileri anlamada güçlük

yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Bu durumların nedeni önceki eğitim hayatlarıyla ilişkilendirilebilir. Nitekim, henüz ilkokul sınırlarındaki öğrenciler bile öğretmenin baskın rehberliğini benimsediklerinden dolayı öğretmen kendilerine her bir adımda açıklama yapmadan harekete geçememektedirler (Nurlaily vd., 2019).

4.2.3.4. Ezber yapma davranışlarının nedenlerine ilişkin görüşlerin tartışılması

PÇBÖT' nden ve görüşme sorularına verilen cevaplardan, katılımcıların matematik bilgilerini öğrenme sürecinde ezbere başvurduklarını sıklıkla yinelemeleri dikkat çekmiştir. Ezberci yaklaşımın matematik bilgilerinin edinilmesinde ve kalıcılığının sağlanmasında en büyük engel olduğu düşünülmektedir. Bu durumun problem çözme becerilerinin gelişimi üzerindeki olumsuz etkileri de yadsınamaz. Çünkü matematik öğreniminde ezberci bir yaklaşım sergilenmesi, düşünmemek, sorgulamamak ve olduğu gibi kabul etmek anlamına gelmektedir. Sekin (2008), ezberci öğretimde zihinde saklanan bilgiler sorgulanmadan, eleştirilmeden ve düşünülmeden depolandıkları için bireylerin yeni bir şey yaratamayacaklarını bu durumun ise sorunlara çözüm üretemeyen taklitçi bireylerin yetişmesine neden olduğunu ifade etmektedir. Dolayısıyla anlamayı, düşünmeyi, ilişkilendirmeyi, yeni bilgiler üretmeyi ve uygulamayı gerektiren problem çözme becerilerinin geliştirilebilmesi için katılımcıların ezberciliği hangi psikoloji ile hangi durumlarda sergilediği ya da sergilemek zorunda hissettiği tespit edilmelidir. Bu yüzden katılımcılara hangi koşullar altında ezber yaptıkları sorulmuş ve elde edilen bulgular literatüre dayandırılarak tartışılmıştır.

İlk olarak, katılımcıların, matematiğin ezber yapılmaksızın öğrenilebileceğine yönelik inançları yoktur. Matematiğin soyut bir yapıya sahip olması ezberlenmeden öğrenilemeyeceği inancını güçlendirmektedir. Katılımcılar ezber yapmayı matematiğin ayrılmaz bir parçası olarak görmektedirler. Öğrenilmesi gereken konu sayısının çok olmasına karşılık bu konular üzerinde zaman yetersizliğinden dolayı yeteri kadar durulmaması, konulara teorik olarak yaklaşıp alıştırma üzerinden çalışılması anlamlı öğrenmenin gerçekleşmemesinin en büyük sebebidir. Hatta Kuhns'a (1977) göre, öğrencilerin öğrenmesi gereken bilgi kütlesi o kadar büyüktür ki, okulda öğrenilmek istenen bilgilerin hiçbirini iyi öğrenilmez. Bu durumun üzerine sınav gününün yaklaşması da eklenince katılımcılarda geçer not alabilme arzusu ezber yapmayı tetiklemektedir. Matematik her ne kadar katılımcılar için ezber yapmayı çağırırsa

da katılımcıların bir kısmı ezberleme sürecinde dâhi başarısız olduklarını ve düşük not aldıklarını belirtmektedirler.

Katılımcılar özellikle soru kalıplarını ezberleme eğilimindedirler. Bu durumun iki nedeni bulunmaktadır. İlki konunun mantığını anlamamaları ve sınavdan geçer not alabilmeleri için ezberlemekten başka çarelerinin olmadığını düşünmeleri, ikincisi ise sınavlarda zamana karşı yarıştıklarından hız kazanma istekleridir. Bu durum sınav sisteminin öğrenme davranışlarına etkisinin ne kadar büyük olduğunun bir göstergesidir. Aynı sonucu paylaşılan ve sınav sisteminin ezberciliğe yönlendirdiğine ilişkin çalışmalar mevcuttur (Gedikoğlu, 2005; Yılmaz ve Altinkurt, 2011).

Katılımcılar matematiği gerçekten öğrenmektense sınavda başarılı olmayı\ sınavdan geçer not almayı ilk sıraya koymaktadırlar. Sınavdan geçmek bir sonuç olarak değerlendirilmektense yegâne amaç haline gelmektedir. Bu durumda katılımcılar daha uzun zaman alan kavramsal öğrenmeyi gerçekleştirmektense ezberleme yoluna gitmeyi tercih etmektedir. Çünkü, katılımcılar sınavdan geçecek kadar bilgiye sahip olmanın yeterli olduğu inancındadırlar. Bu durum ise sınav sonrasında konuların unutulmasına neden olmaktadır. Ezbercilik eğitim sistemimize hâkim olmakla birlikte bilgiler sınavlardan geçer not alma kaygısıyla ezberlenmektedir. Bu durum ise bilgilerin bir süre sonra hafızadan silinmesine neden olmaktadır (Gedikoğlu, 2005). Özellikle merkezi sınavlar insanların geleceğini 2-3 saatlik bir zaman dilimine sığdırarak ezbere yönlendirmektedir (Yılmaz ve Altinkurt, 2011).

Katılımcılar yaşamlarıyla ilişkilendirme yapamadıkları bütün bilgileri unutma eğilimindedirler. Ezbere başvurdıkları konuların başında olasılık, permütasyon\kombinasyon, trigonometri, limit gibi konular ve lineer cebir gibi dersler yer almaktadır. Katılımcıların biribirinden farklı konularda ezbere gitmelerinin nedeni her ne kadar farklılık gösterse de temelde mantığını anlamadıkları konularda zorlandıklarını bu durumun konuyu sevmemelerine neden olduğunu ve ezber yapmalarına neden olduğunu belirtmektedirler.

Durmuş' un (2004), ilköğretim bölümü lisans öğrencilerine matematikte zorlandıkları konulara yönelik uyguladığı anket sonuçlarına göre en çok zorlanılan konuların başında sırasıyla integral uygulamaları, limit ve süreklilik, türev ve uygulamaları gelmektedir. Ayrıca öğrenciler, büyük oranda trigonometri, olasılık ve permütasyon, kombinasyon konularında da

zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Bu çalışmanın katılımcıları da olasılık, permütasyon, limit gibi konuları anlamakta zorlandıklarını ifade etmişlerdi. Örneğin zorlanılan konulardan limit, ortaöğretim son sınıfta öğretilmektedir. Durmuş' a (2004) göre öğrencilerin zorlanmalarının nedeni öğretmenlerin büyük bir bölümünün ders saati sırasında öğrencilerin üniversite sınavına hazırlanmalarına izin vererek konuları yüzeysel olarak ele almalarından kaynaklanabilir. Ya da konuların öğrenciler tarafından soyut olarak algılanması ve motivasyon eksikliği de konuların zor olarak nitelendirilmesine neden olabilir (Durmuş, 2004).

Katılımcıların bir kısmı ezber yapmanın kalıcılığı artırdığına inanmaktadır. Bunun için de bol bol soru çözdüklerini ifade etmektedirler. Aslında çok sayıda soru çözmenin katılımcılar için bir ezber yapma metodu olduğu düşünülmektedir. Çünkü *'elim çözüme alırsaydı başarılı oluyordum'* şeklinde bir söylem sıklıkla tekrarlanmaktadır. Elin çözüme alışması, düşünmenin gerçekleşmediğinin ve sürecin otomatikleştiğinin bir göstergesi olarak kabul edilebilir.

Ezberci bir yaklaşım sergilenmesinin yanı sıra katılımcılar tekrar yapmamaları, kalıcı bir yöntemin uygulanmaması ve konuyla ilgili çok soru çözmemeleri durumunda edindikleri bilgilerin kendileri için kalıcı olmadığını ve 1 hafta ile 3 ay arasında bilgilerini unuttuklarını ifade etmektedirler. Bazı katılımcılar ise en geç vize veya finallerden sonra bilgilerini unuttuklarını belirtmektedirler. Yılmaz ve Altinkurt' un (2011) araştırmalarının katılımcıları da ezber yoluyla edindikleri bilgileri 1 ay içinde ya da en geç sınavdan sonra unuttuklarını ifade etmişlerdir. Ezberci bir sistemde böyle bir son kaçınılmazdır. Çünkü Güneş' e (2020) göre sağlam ve kalıcı olmamasından dolayı çürük öğrenme de denilen ezberleyerek öğrenmenin en önemli özelliği zamana karşı dayanıksız olmasıdır.

Ezber yapma süreci sık ve sistematik bir şekilde tekrar yapılarak bilgilerin belleğe yerleştirilmesi, bir süre zihinde tutulması olmakla birlikte bireyde zihinsel bir değişim yaratmadığından bilgilerin unutulması ile sonuçlanmaktadır (Güneş, 2020). Bu yöntemde anlama, düşünme, sorgulama, ön bilgilerle bütünleştirme gibi davranışlar sergilenemediğinden bilgiler anlamlı ve kalıcı hâle gelmez ve bir süre sonra da unutulur. Bu durum öğrencilerde fiziksel ve zihinsel tembelliğe yol açmaktadır (Güneş, 2020).

İlköğretim matematik öğretmenliği bölümünün dört yıllık bir program olduğu düşünüldüğünde rutin olmayan problem çözme becerilerinin geliştirilmesi bir yana katılımcılar henüz fakülte sıralarındayken mesleki hayatlarında ihtiyaç duyabilecekleri temel bilgileri çoktan unutmuş bir şekilde bir üst sınıfa geçmekte ve nihayetinde mezun olmaktadır.



BÖLÜM V

SONUÇ ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmanın amacı ilköğretim matematik öğretmenliği ikinci sınıf öğrencilerinin rutin olmayan problem çözme becerilerini çevrimiçi PDÖ yöntemi kullanarak geliştirmektir. Çalışma sonucunda bu amaca ulaşılmıştır. Katılımcıların rutin olmayan problem çözme becerileri büyük oranda gelişim göstermiştir. Bununla birlikte, katılımcıların çevrimiçi PDÖ öncesinde neden düşük performans sergilediklerine ve bu yöntemin neden işe yaradığına yönelik bir takım sonuçlar çıkarılmıştır. İlk olarak çevrimiçi PDÖ uygulamasından önceki mevcut duruma ilişkin sonuçlar açıklanmıştır. Burada katılımcıların rutin olmayan problemleri çözmede zayıf oldukları noktalar ve muhtemel nedenleri açıklanmaya çalışılmıştır. Sonrasında ise çevrimiçi PDÖ yönteminin katılımcıların zayıf yanlarını nasıl güçlendirdiğine yönelik sonuçlar açıklanmıştır.

Katılımcıların çevrimiçi PDÖ uygulanmadan önceki ve uygulama sürecinde yetersizlik durumlarına ilişkin sonuçlar

- Katılımcıların rutin olmayan problem çözme becerileri yeterli düzeyde değildir.
- Katılımcıların matematik alan bilgisi yetersizdir.
- Tâbi oldukları öğretmen yetiştirme lisans programları matematik alan bilgilerini ve problem çözme becerilerini geliştirici nitelikte değildir.
- Katılımcıların problemlere çözüm üretme sürecinde zorlanma nedenleri arasında ‘çözüm için gerekli bilgileri unutma’, ‘bilgileri ezberleyerek edinme’, ‘matematiksel olarak ifade etmede güçlük yaşama’ ve ‘matematiksel ifadeleri anlamada güçlük yaşama’ yer almaktadır.
- Ezber yapmak matematiğin ayrılmaz bir parçası olarak görülmektedir. Matematiğin ezber yapılmaksızın öğrenilebileceğine yönelik inançları yoktur.

- Katılımcılar soru kalıplarını ezberleme eğilimindedir. Bu durumun nedeni konunun mantığını anlamamaları, sınavdan geçer not alma isteği ve sınavda zamana karşı yarıştıklarından dolayı hız kazanma isteğidir.
- Katılımcılar ilişkilendirme yapamadıkları konuları unutma eğilimindedirler. Unutma süresi genel olarak 1 hafta ile 3 ay arasında değişirken, en geç dönemin sonuna bilgilerini unuttuklarını ifade etmektedirler.
- Katılımcıların ‘problemi anlama’ aşamasında sergiledikleri davranışlar şu şekildedir:
 - Özgün ifadeler kullanmaktansa metindeki ifadeleri birebir kopyalama,
 - Çözüm için gerekli tüm verileri listelemede zorlanma,
 - Sayısal verilerin yoğun olduğu senaryolarda çözüm için gerekli verileri seçememe,
 - Aşına olmadıkları terimleri (piyasa talep, verimliliğin yok olma noktası) anlamada ve yorumlamada zorlanma,
 - Metni anlamaya yardımcı grafiği yorumlamada ve analiz etmede zorlanma.
- Katılımcıların ‘plan yapma’ aşamasında sergiledikleri davranışlar şu şekildedir:
 - Düzenli ve sistematik bir plana sahip olmaksızın bir takım işlemler yaparak sonuca ulaşma,
 - Matematiksel bilgileri entegre etmede zorluk,
 - Senaryoda verilen bilgilerle matematiksel bilgileri ilişkilendirmede zorluk,
 - Planlamaya dahil edilen matematiksel bilgilerin neden ve nasıl kullanılacağına açıklanmasında zorlanma.
- Katılımcıların ‘planı uygulama’ aşamasında sergiledikleri davranışlar şu şekildedir:
 - İşlemsel süreçte hatalar yapma,
 - Tam sayılar dışındaki sayılarla (ondalıklı sayılar) çalışmada zorlanma,
- Katılımcıların ‘kontrol etme’ aşamasında sergiledikleri davranışlar şu şekildedir:
 - Kontrol aşamasının göz ardı edilmesi ya da eksik bırakılması,
 - Yapılan planların ve seçilen stratejilerin doğru ve mantıklı olduğuna yönelik kanıtlar getirememe,

- Plan yapma ve kontrol etme aşamasında savunulanların örtüşmemesi,
- Bir sonuca ulaştıktan sonra problem çözme sürecinin sonlandırılması,
- Alternatif yollar üretmede zorluk,
- Çözümün ve elde edilen sonucun doğruluğuna ve mantıklılığına yönelik kanıtlar sunmada zorlanma.
- Katılımcıların sergilemekte zorlandıkları diğer davranışlar şu şekildedir:
 - Belirsizlikle baş etme,
 - Araştırma yapma,
 - Bireysel öğrenme sorumluluğunu alma,
 - Problem çözme sürecinde yönlendirilmeksizin ilerleme kaydetme.

Çevrimiçi PDÖ sürecinin rutin olmayan problem çözme becerisine etkisine ilişkin sonuçlar

- Çevrimiçi PDÖ yöntemi deney grubunun rutin olmayan problem çözme becerilerini geliştirmek için uygun bir yöntemdir.
- En fazla geliştirdiği problem çözme becerilerinin başında problemin çözümüne yönelik plan yapma ve planı uygulama becerileri gelmektedir. Bu gelişimi problemi anlama ve kontrol etme becerilerindeki gelişim takip etmektedir.
- Yöntemin rutin olmayan problem çözme becerilerinin gelişiminde etkili olmasının en önemli nedeni katılımcılarla birebir ilgilenilerek katılımcı bazlı eksikliklerin giderilmesidir. Burada aşamalı çalışmaya imkan tanıyan aşamalı çalışma kâğıtlarının önemi de yadsınamaz. Bu çalışma kâğıtları sayesinde eğitmen açısından katılımcıların eksiklikleri daha kolay tespit edilirken, katılımcı açısından ise detaylı bir bilişsel süreç gerçekleştirilmiştir. Üstelik bu bilişsel süreç on bir hafta boyunca tekrarlanarak katılımcılar problem çözmenin bütün alt aşamalarına yönelik detaylı çalışmalar gerçekleştirmişlerdir.

Çevrimiçi PDÖ sürecine yönelik görüşlere ilişkin sonuçlar

- Katılımcılar PDÖ yönteminin ezberden uzaklaştırması, problem çözme becerilerini geliştirmesi, matematiğin günlük hayata entegrasyonunu kolaylaştırması, bilgilerin uygulama alanlarını göstermesi ve çözüm üretmenin

alternatif yollarını göstererek bakış açısı kazandırması gibi nedenlerden dolayı derslerde kullanılması gerektiği görüşündedir.

- Olumsuz görülen yanları ise; çevrimiçi olması, geleneksel yönteme göre daha az sayıda problem üzerinde çalışılması, öğrenme sorumluluğunun katılımcıda olması, senaryolar üzerinde çalışma sürelerinin uzun olmasıdır.

İlk olarak çevrimiçi PDÖ, problem çözme becerilerinin gelişimi önündeki en büyük engel olan ezbercilikten uzaklaştırması bakımından uygun bir yöntemdir. Süreç kaynağını gerçek hayattan alan rutin olmayan problemler üzerinden yürütüldüğünden ve matematik bilgilerinin uygulama alanlarını göstermesinden dolayı soyut ve teorik olarak görülen konuları somut hâle dönüştürmektedir. Özetle, süreç matematik bilgilerinin günlük hayata entegrasyonunu kolaylaştırmaktadır.

Çevrimiçi PDÖ sürecinde kullanılan çalışma kâğıtlarının aşamalı yapısı katılımcıların sorgulamasına yardımcı olmaktadır. Daha önce katılımcılarda problem çözme basamaklarını atlayarak otomatikleşmiş bir biçimde çözüm sürecine geçme davranışı gözlemleniyordu. Çalışma kâğıtlarının aşamalı yapısı sayesinde katılımcılar araştırma yapmayı ve çıkarımda bulunmayı öğrenmişlerdir. Bu sayede matematik bilgilerinin nerede ve nasıl kullanılacağı öğrenilmektedir. Bu durum da matematik konularının daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır.

Süreç çevrimiçi gerçekleştirildiğinden dolayı zaman sıkıntısı yaşanmamıştır. Dolayısıyla katılımcılar detaylı bir şekilde araştırma yapma, öğrenme ve çözüm üretme zamanına sahip olmuşlardır. Sürecin çevrimiçi olmasının bir diğer artısı ise, bireysel öğrenme sorumluluğunu kazandırmasıdır. Birincil öğrenme kaynağı olarak görülen eğitmen ile aynı fiziksel ortamda olmamak katılımcıları araştırma yaparak öğrenmeye yöneltmiştir.

Son olarak çevrimiçi derslerde katılımcıların araştırmaları üzerinden eğitmenin eksiklikleri gidermesi ve senaryolar üzerine tartışmaların gerçekleşmesi yöntemin başarılı olmasını sağlamıştır.

Çevrimiçi PDÖ sürecinde kullanılan araçlarla ilgili görüşlere ilişkin sonuçlar

- Sürecin başlarında Polya' nın problem çözme modeline göre dizayn edilmiş aşamalı çalışma kâğıtları katılımcılar tarafından zaman kaybı olarak görülmüştür.

Detaylı bir şekilde düşünmenin ve araştırma yapmanın kendilerini yavaşlattığını, daha çok örnek soru görmenin önündeki en büyük engel olduğunu düşünmüşlerdir. Çevrimiçi PDÖ sürecinin ileriki dönemlerinden bu düşüncelerinden vazgeçmişlerdir.

- Çevrimiçi yapılan derslerin kayıt altına alınması ve katılımcıların diledikleri zaman dersi izleyebilmeleri olumlu olarak görülmüştür.

Eğitmenin rolüyle ilgili görüşlere ilişkin sonuçlar

- Katılımcılar eğitmenin çalışma kâğıtlarını ve değerlendirme formlarını detaylı bir şekilde inceleyerek ders esnasında ismen dönüt vermesini gelişimleri yönündeki en önemli ve etkili davranış olarak görmektedirler.
- Eğitmenin benzer sorular çözmeksizin sorumluluğu katılımcılara bırakması olumsuzluk olarak görülmektedir. Katılımcılar eğitmenin daha müdahaleci davranmasını daha detaylı bilgiler sunmasını beklemektedir.

5.2. Öneriler

Bu başlık altında araştırmanın sonuçları doğrultusunda bir takım önerilerde bulunulmuştur.

İlköğretim ve ortaöğretim matematik programı geliştiricilerine yönelik öneriler

Matematik programlarının özel amaçları arasında ‘problem çözme becerilerinin geliştirilmesi’ önemle vurulanmaktadır. Bununla birlikte problem tanımı, hangi problemlerle çalışılması gerektiği, hangi yöntemlerin takip edilmesi gerektiği ve ölçme değerlendirme sürecinin nasıl olması gerektiğine dair açıklamalar yer almamaktadır. Daha detaylı açıklamalar ve problem örnekleri verilmesi gerekmektedir.

Ders kitaplarında yapılacak değişikliklere yönelik öneriler

Ders kitaplarında problemlerin ve çözüm süreçlerinin ele alınış biçimi problem çözme becerilerinin gelişimini teşvik edici nitelikte değildir. Sorgulayarak ve araştırma yaparak çözüm yolları aramak için uygun değildir. Ders kitaplarında tek bir çözüm yolunun sunulması o çözüm yolunun mutlak doğru olarak kabul edilmesine neden olmaktadır. Bu durum ise

alternatif çözüm yolları üzerinde düşünme becerisi geliştirmenin önündeki en büyük engeldir. İlâveten ders kitaplarında sadece çözüm sürecine odaklanması, problemi anlama, plan yapma ve kontrol etme becerilerinin gelişimini engellemektedir. Dolayısıyla ders kitaplarında gerçek bir problemin gerçek çözüm süreci üzerine çalışmalar yer almalıdır. Sonuç olarak, problemi anlama çalışmaları yapmaksızın çözüm sürecine odaklanmanın anlamı olmadığı ortadadır.

Lisans öğretmen yetiştirme programı geliştiricilerine yönelik öneriler

Bu çalışmanın sonuçlarından ve literatürdeki pek çok araştırmadan yola çıkarak matematik öğretmen adaylarının matematik alan bilgilerinin oldukça yetersiz olduğunu söylemek kaçınılmazdır. Lisans eğitimi matematik öğretmen adayları için alan bilgilerinin eşitlenmesi ve geliştirilmesi için son bir şans olarak görülebilir. Nitekim öğretmen adayları farklı lise türlerinden yani farklı öğrenme ortamlarından gelmişlerdir. Matematik alan bilgisindeki derinlikleri aynı değildir. Dolayısıyla iyi bir matematik eğitiminden geçmeleri gerekmektedir. Aksi takdirde yetersiz bilgileriyle öğretmenlik mesleğine adım atmak mecburiyetinde kalacaklardır. Bu durum ise bir kısır döngünün doğmasına sebebiyet verecektir. Yetersiz öğretmenler yetersiz öğrenciler yetiştirecek, sonra o öğrenciler üniversite sıralarına oturacak ve yine yetersiz bir şekilde mezun olarak kısır döngüyü devam ettireceklerdir.

Öğretmen yetiştirme programları oldukça yoğun olmakla birlikte derslerin muhtevisiyatı ve ayrılan süreler matematik alan bilgisinin geliştirilmesi için yeterli değildir. Sınıf seviyesi ilerledikçe yeni matematik bilgileri öğrenmek ve var olanı geliştirmek için ayrılan süreler daha da azalmaktadır. Matematik alan bilgisini geliştirmek için ayrılan süreler artırılmalıdır. Mevcut öğretmen yetiştirme programı pedagojik alan bilgisine daha çok odaklanmaktadır. Alan bilgisine sahip olmaksızın pedagojik bilgiye sahip olmak olmak anlamlı değildir. Dolayısıyla matematik öğrenmek için ayrılan sürenin artması ve kullanılan ders metotlarının düzenlenmesi gerekmektedir. Geleneksel metotlardan tamamen kopmak mümkün olmasa da PDÖ gibi yöntemlerin entegre edilmesi sağlanmalıdır.

Son olarak matematik öğrenmek için ayrılan süreleri artırmak amacıyla programda yer alan bazı dersler birleştirilirebilir.Örneğin, sınıf yönetimi, okul yönetimi, eğitimde ahlak ve etik gibi meslek bilgisi dersleri öğretmenlik uygulamasının içeriğine entegre edilebilir.

Böylece bu dersler de teorik olmaktan çıkıp uygulama içinde daha anlamlı bir şekilde öğrenilebilir.

Eğitmenlere yönelik öneriler

Öğretmen adayları bireysel öğrenme sorumluluklarını almak zorundadır. Hayat boyu öğrenen ve problem çözücü olabilmeleri için PDÖ ortamlarına ihtiyaç vardır. Eğitimci olarak ders içi sürenin az olmasından yakınmaları nedeniyle PDÖ türündeki yöntemleri tercih etmemektedirler. PDÖ yönteminin tercih edilmemesinin bir diğer nedeni ise eğitmenin iş yükünün fazla olmasıdır. Yöntemde öğrenme sorumluluğu her ne kadar öğrencilerde olsa da materyalleri hazırlama, öğrencilerin haftalık olarak eksikliklerini tespit etme ve giderilmesi için ek çalışmalar hazırlama ve sınıf içi tartışma sürecinin yönetilmesi sorumluluğu eğitimcidedir. Eğitimcilerin bu sorumluluğu üstlenmeleri önerilmektedir. Aksi takdirde var olan geleneksel yöntemle rutin olmayan problem çözme becerilerini geliştirmek mümkün değildir.

Sınıf içi ve dışı uygulamalara yönelik öneriler

PDÖ yönteminin özellikle çevrimiçi yapılması önerilebilir. Bu sayede zamanın ekonomik kullanımı sağlanabilir. Bu çalışmanın pilot uygulaması yüzyüze sınıf ortamında yapılmıştı. Öğrencilerin senaryolarla ilk kez karşılaşması, üzerine düşünerek araştırma yapmaları çok zaman almaktadır. Detaylı bir şekilde düşüncelerine engel olmaktadır. Dolayısıyla senaryolar üzerinde detaylı çalışmalar ders dışı çalışma ortamlarında değerlendirilmelidir. Çevrimiçi ders yapmak mümkün olmuyorsa senaryolar öğrencilere dağıtılmalı, üzerinde detaylı araştırmalar yapmaları sağlanmalı ve elde edilen sonuçlar sınıf ortamında tartışılmalıdır.

Asıl çalışma ülkemizde yaşanan depremden dolayı çevrimiçi yapıldığından dolayı katılımcılar bireysel olarak çalışmalarını yürütmüştür. Fakat yüzyüze yapılan pilot çalışmada grup çalışması yapılmıştır. PDÖ sürecinde grup çalışması yapmak verimli olmamıştır. Grup çalışmasında birçok öğrenci senaryolar üzerinde çalışmaktansa grup arkadaşının çözüm yolunu ve cevaplarını takip etmeyi tercih etmiştir. PDÖ sürecinde bireysel çalışmaların daha çok işe yaradığı görülmüştür.

Araştırmacılara yönelik öneriler

Bu çalışma çevrimiçi olarak yürütülmüştür. Katılımcıların çevrimiçi derslere katılma motivasyonlarının oldukça düşüktür. Çevrimiçi derslerde söz almaktan ve kamera açmaktan çekinmektedirler. Kameralar, mikrofonlar kapalı bir hâlde derse katılım sağlamakta ve gerçekten derse katıldıklarına dair herhangi bir ipucu vermemektedirler. Hem çevrimiçi derslerin kendilerini pasifleştirdiğini, sıkıldıklarını, sosyalleşemediklerini ifade etmekte hem de çevrimiçi ortamda sorulan sorulara dahi cevap vermemektedirler. Bu durumun nedenleri araştırılmalıdır. Çevrimiçi derslerin veriminin ve kalitesinin artırılması amacıyla detaylı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu araştırmanın bulgularından birisi de katılımcıların matematiği ezberleyerek öğrenmeye çalışmasıdır. Ezberciliğe iten etmenler üzerine daha detaylı araştırmalara ihtiyaç vardır.

Matematik öğretmenliği programı seviyesinde kullanılabilecek rutin olmayan problem senaryosu yok denecek kadar azdır. Farklı konu alanlarında üretilmiş daha fazla gerçekçi rutin olmayan problem senaryosuna ihtiyaç duyulmaktadır. Bu senaryoların geliştirilmesi ve uygulanarak sonuçlarının rapor edilmesi önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Adam, S., Ellis, L. C. ve Beeson, B. F. (1997). Teaching mathematics with emphasis on the diagnostic approach. New York: Harper & Row.
- Ajai, J.T. ve Imoko, I.I. (2015). Gender differences in mathematics achievement and retention scores: A case of problem-based learning method. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 1(1), 45-50.
- Akgün, L., Işık, C., Tatar, E., İşleyen, T. ve Soylu, Y. (2012). Transfer of Mathematical Knowledge: Series. *Australian Journal of Teacher Education*, 37(3), 83-89. <http://dx.doi.org/10.14221/ajte.2012v37n3.2>
- Aksu, M. (1984). Matematiksel problemleri çözmede öğrenci güçlükleri, *Eğitim ve Bilim*, 8(48), 32-36.
- Akyüz, G. (2020). Non-routine Problem Solving Performances of Mathematics Teacher Candidates. *Educational Research and Reviews*, 15(5), s.214-224. DOI: 10.5897/ERR2020.3907
- Ali, R., Hukamdad, Akhter, A. ve Khan, A. (2010). Effect of using problem solving method in teaching mathematics on the achievement of mathematics students. *Asian Social Science*, 6(2), 67-72.
- Altıntaş, E., İlgün, Ş. ve Angay, M. (2022). İlköğretim matematik öğretmenlerinin problem çözme ile ilgili görüşleri. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 1223-1244. DOI: 10.17679/inuefd.1132779.
- Altun, M. (2000). İlköğretimde problem çözme öğretimi [Teaching problem solving in primary education]. *Milli Eğitim Dergisi*, 147(3), 27-33.

- Altun, M. (2016). *Ortaokullarda (5, 6, 7 ve 8. sınıflarda) matematik öğretimi*. Aktüel Yayınevi.
- Alus, M. (2013). *Probleme dayalı öğrenme modelinin ortaöğretim öğrencilerinin matematik dersindeki akademik başarılarına etkisi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Amalia ,E. , Surya, E. ve Syahputra, E. (2017). The effectiveness of using problem based learning (PBL) in mathematics problem solving ability for junior high school students. *IJARIE*, 3(2), 3402-3406.
- Anderson, K. B. ve Pingry, R. E. (1973). Problem-solving in mathematics. *The learning of mathematics: Its theory and practices*. Washington D.C.: The National Council of Teacher of mathematics.
- Anantasuk, N., (2019). Effects of Problem-Based Learning Approach on Problem-Solving Skills and Cooperative Working Ability of Eighth-Grade Students. *PEOPLE: International Journal of Social Sciences*, 4(3), 1277-1284.
- Artut, P. D. ve Tarım, K. (2006). İlköğretim öğrencilerinin rutin olmayan sözel problemleri çözme düzeylerinin, çözüm stratejilerinin ve hata türlerinin incelenmesi [Investigation of the elementary school students' problem solving levels, problem solving strategies and error types in the nonroutine word problems]. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(2), 39-50.
- Astriani, N., Surya, E. ve Syahputra, E. (2017). The effect of problem based learning to students' mathematical problem solving ability. *IJARIE-ISSN(O)-2395-4396*, 3(2), 3441-3446.
- Bal, A.P. (2015). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Rutin ve Gerçek Yaşam Problemlerine Yönelik Başarı Düzeylerinin ve Görüşlerinin İncelenmesi. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 5(3), 273-290. DOI: 10.14527/pegegog.2015.015

- Bal-İncebacak, B. ve Ersoy, E. (2016). Problem solving skills of secondary school students. *China USA Business Review*, 15(6), 275-285. doi: 10.17265/1537-1514/2016.06.002
- Barrows,H. S. (2000). *Problem-Based Learning Applied to Medical Education*, Southern Illinois University Press, Springfield.
- Baş, F. (2016). Pre-service Secondary Mathematics Teachers' Metacognitive Awareness and Metacognitive Behaviours in Problem Solving Processes. *Universal Journal of Educational Research* 4(4), 779-801.
- Battista, M.T. (1999). The mathematical miseducation of America's youth: Ignoring research and scientific study in education. *Phi Delta Kappan*, 80(6), 425-433.
- Biber, M. ve Başer, N. (2012). Probleme dayalı öğrenme sürecine yönelik nitel bir değerlendirme. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 12-33.
- Bransford, J.D. ve Stein, B.S. (1993). *The Ideal Problem Solving* (2.Ed). New York: W.H. Freeman and Company.
- Budakoğlu, İ., Coşkun, Ö. ve Özeke, V. (2018). Probleme dayalı öğrenme süreci: Mevcut durum, sorunlar ve teknoloji destekli çözüm önerileri. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 11(4), 894-921.
- Büyüköztürk, Ş. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem A akademi.
- Campbell, D.T. ve Stanley, J.C. (1959). *Experimental and Quasi-experimental Designs for Research*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- Can, S. ve Özdemir, E. (2023). 2005-2022 Yılları Arasında Matematik Eğitiminde Yapılan Problem Çözme İle İlgili Lisansüstü Tezlerin Sistematiik İncelenmesi. *BAUN Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 25(1), 331-353.

- Cantürk-Günhan, B. (2006). *İlköğretim II. kademe matematik dersinde probleme dayalı öğrenmenin uygulanabilirliği üzerine bir araştırma* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Căprioară, D. (2015). Problem Solving - Purpose And Means Of Learning Mathematics In School. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 191, 1859 – 1864.
- Chi, M.T.H. ve Glaser, R. (1983). “Problem solving abilities”. Technical Report No: 8. University of Pittsburgh Learning Research and Development Center.
- Chin, C. ve Chia, L. (2005). Problem-based learning: Using ill-structured problems in biology project work. *Published online 18 July 2005 in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com). DOI 10.1002/sce.20097.*
- Creswell, J.W. ve Plano-Clark, V.L. (2011). *Karma yöntem araştırmaları tasarımı ve yürütülmesi*, Ankara: Anı Yayıncılık.
- Creswell, J.W. (2016). *Araştırma deseni nitel, nicel ve karma yöntem yaklaşımları*, Ankara: Eğiten Kitap Yayıncılık.
- Crulikshank, D. E. ve Sheffeild, L. J. (1992). *Teaching and learning elementary school*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Cook, T.D. and Campbell, D.T. (1979) *Quasi-Experimentation: Design and Analysis Issues for Field Settings*. Boston: Houghton Mifflin.
- Coşkun, A. ve Soylu, Y. (2021). Türkiye’de Matematik Eğitimi Alanında Problem Çözmeye Yönelik Yapılan Çalışmaların Bir İçerik Analizi. *International Journal of Educational Studies In Mathematics*, 8(3), 230-251.

- Çeker, F. ve Ev Çimen, E. (2017). Ortaokul matematik öğretmenlerinin problem çözme stratejilerine ilişkin görüşleri. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi (ESTÜDAM) Eğitim Dergisi*, 2 (1), 44-60.
- Çetinkaya, L. (2019). Mobil uygulamalar aracılığıyla probleme dayalı matematik öğretiminin başarıya etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 44(197), 65-84.
- Demir, B. (2011). *Probleme dayalı öğrenme modelinin nümerik analiz dersinde uygulanması* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Demir, N., Ertem-Akbaş, E., ve Gök, M. (2021). Yenilenen ilköğretim matematik öğretmenliği lisans programı ile ilgili öğretim elemanlarının görüşleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 70-105. <http://dx.doi.org/10.33711/yyuefd.859490>
- de Simone, C. (2014). Problem-based learning in teacher education: Trajectories of change. *International Journal of Humanities and Social Science*, 4(12), 17-29
- Dewey, J. (1910). *How We Think*. Boston, New York, Chicago: D.C. Heath & Co Publishers.
- Durmuş, S. (2004). Matematikte öğrenme güçlüklerinin saptanması üzerine bir çalışma, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 12 (1), 125-128.
- Dündar, S. (2014). Öğretmen Adaylarının Seriler Konusuyla İlgili Alıştırmaları ve Rutin Olmayan Problemleri Çözme Becerilerinin İncelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(3), 1293-1310.
- Dündar, S. ve Yaman, H. (2015). How do prospective teachers solve routine and non-routine trigonometry problems?, *International Online Journal of Educational Sciences*, 7 (2), 41-57.

- Edwards, S., ve Hammer, M. (2006). Laura's story: Using problem-based learning in early childhood and primary teacher education. *Teaching & Teacher Education: An International Journal of Research and Studies*, 22, 465-477.
- Erickson, D. K. (1999). A problem-based approach to mathematics instruction. *Mathematics Teacher*, 92 (6). 516-521.
- Erol, R., Saygı, E. ve Koyuncu, M. S. (2022). An examination of primary school mathematics pre-service teachers' scores in calculus-i course according to the updated curriculum: The case of derivative concept. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1), 85-99. <http://dx.doi.org/10.18506/anemon.1003074>
- Ersoy, E. Ve Başer, N. (2011). Probleme dayalı öğrenme yönteminde uygulanan senaryoların kalıcılığa etkisi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(2), 355-366.
- Ertane-Baş, Ö. ve Özturan-Sağırlı, M. (2021). Türkiye’de Matematik Eğitimi Alanında Yapılan Problem Temalı Makalelere Yönelik Bir İçerik Analizi. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 50(2), 778-832.
- Eviyanti, C.Y., Surya,E., Syahputra, E. ve Simbolon, M. (2017). Improving rhe students' mathematical problem solving ability by applying problem based learning model in vii grade at SMPN 1 Banda Aceh Indonesia. *International Journal of Novel Research in Education and Learning*, 4(2), 138-144.
- Faulkner, F., Breen, C., Prendergast, M. ve Carr, M. (2023) Profiling mathematical procedural and problem-solving skills of undergraduate students following a new mathematics curriculum, *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 54(2), 220-249.
- Ferreira, M.M. ve Trudel, A.R. (2012). The impact of problem-based learning (PBL) on student attitudes toward science, problem-solving skills, and sense of community in the classroom, *The Journal of Classroom Interaction*, 47(1), 23-30.

- Firdaus, F.M., Wahyudin ve Herman, T. (2017). Improving primary students' mathematical literacy through problem based learning and direct instruction, *Educational Research and Reviews*, 12(4), 212-219.
- Fogarty, R. (1997). Problem based learning and other curriculum models for the multiple intelligences classroom. Australia: Hawker Brownlow Education.
- Funkhouser, C. ve Dennis, J.R. (2015). The Effects of problem-solving software on problem-solving ability, *Journal of Research on Computing in Education*, 24(3), 338-347, DOI: 10.1080/08886504.1992.10782015
- Gedikoğlu, T. (2005). Avrupa Birliği sürecinde Türk eğitim sistemi: sorunlar ve çözüm önerileri. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1 (1), 66–80.
- Genç, M. ve Akıncı, M. (2019). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının lisans eğitiminde alınan matematik konu alan derslerine ilişkin görüşleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 13(1), 483-514.
- Greeno, J. G., Collins, A., and Resnick, L. B. (1996). Cognition and learning. In Berliner, D.C., and Calfee, R. C. (eds.), *Handbook of Educational Psychology*, Macmillan, New York. 15-46.
- Goel, V. (1992). Comparison of well-structured and ill-structured task environments and problem spaces. Proceedings of the Fourteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society (s. 844– 849). Hillsdale, NJ: Erlbaum
- Gökkurt, B. ve Soylu, Y. (2012). Öğrencilerin problem çözme sürecinde anlam bilgisini kullanma düzeyleri, *Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 21(2), 469-488.
- Günbatar, M.S. ve Çavuş, H. (2011). Web tabanlı probleme dayalı öğrenmeye ilişkin öğrenci tutumları. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 44(2), 119-140.

- Güneş, F. (2020). Eğitimde Ezber Tartışmaları. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 6(3), 409-418.
- Gürbüz, R. ve Güder, Y. (2016). Matematik Öğretmenlerinin Problem Çözmede Kullandıkları Stratejiler. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(2), 371-386.
- Gürten, E. (2011). Probleme dayalı öğrenmenin öğrenme ürünlerine, problem çözme becerisine, öz-yeterlik algı düzeyine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40, 221-232.
- Gürsul, F. ve Keser, H. (2009). The effects of online and face to face problem based learning environments in mathematics education on student's academic achievement. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 1, 2817-2824.
- Güven, B. ve Cabakcor, B.O. (2013). Factors influencing mathematical problem-solving achievement of seventh grade Turkish students. *Learning and Individual Differences*, 23, 131-137.
- Hatay, AG. ve Cihangir, A. (2021). 7. Sınıf matematik ders kitaplarının problem çözme becerilerini geliştirmesi ve stratejilerini içermesi bakımından incelenmesi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(1), 117-146.
- Hatırasu, V. (2015). Probleme dayalı öğrenme yönteminin uygulandığı matematik derslerinde öğrenci gelişiminin incelenmesi. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 14(2), 459-477.
- Hayes, J. R. (1981). The complete problem solver. Philadelphia: The Franklin Institute Press.
- Hendriana, H., Johanto, T. ve Sumarmo, U. (2018). The role of problem-based learning to improve students' mathematical problem-solving ability and self confidence. *Journal on Mathematics Education*, 9(2), 291-300.

- Hmelo-Silver, C. E. (2000). Knowledge recycling: Crisscrossing the landscape of educational psychology in a Problem-Based Learning Course for Preservice Teachers. *J. Excell. Coll. Teach.* 11: 41–56.
- Hmelo-Silver, C. E. (2002). Collaborative ways of knowing: Issues in facilitation. In Stahl, G.(ed.), *Proceedings of CSCL 2002*, Erlbaum, Hillsdale, NJ, pp. 199–208.
- Hmelo-Silver, C.E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn?. *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.
- Hiğde, E. ve Aktamış, H. (2023). Covid-19 pandemi sürecinde probleme dayalı harmanlanmış öğrenmeye yönelik öğrencilerin görüşleri, *Trakya Eğitim Dergisi*, 13(1), 260-279.
- İlhan, A., Tutak, T., ve Poçan, S. (2021). Matematik öğretmen adaylarının uygulanan güncel ve eski lisans programlarına ilişkin görüşleri. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24(46), 895-921. <http://dx.doi.org/10.31795/baunsobed.926763>.
- Johansson, M. (2003). *Textbooks in mathematics education: A study of textbooks as the potentially implemented curriculum* [Unpublished doctoral dissertation]. Luleå Tekniska Universitet.
- Jonassen, D. H. (1991). Objectivism versus constructivism: do we need a new philosophical paradigm? *Educational Technology Research and Development*, 39 (3), 5-14.
- Kablan, Z. ve Bozkuş, F. (2021). Liselere Giriş Sınavı Matematik Problemlerine İlişkin Öğretmen ve Öğrenci Görüşleri. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 211-231.
- Kadir, A., Abdullah, N.H., Anthony, E., Salleh, B.H. ve Kamarulzaman, R. (2016). Does problem-based learning improve problem solving skills?- A study among business undergraduates at Malaysian Premier Technical University. *International Education Studies*, 9(5), 166-172.

- Kaya, S. ve Kablan, Z. (2018). The Analysis of the Studies on Non-Routine Problem. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 12(1), 25-44.
- Kazemi, F. ve Ghoraishi, M. (2012). Comparison of problem-based learning approach and traditional on attitude, misconceptions and mathematics performance of university students. *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, 46, 3852-3856.
- Khoiriyah, A.J. ve Husamah (2018). Problem-based learning: creative thinking skills, problem-solving skills and learning outcome of seventh grade students. *Indonesian Journal of Biology Education*, 4(2), 151-160.
- Kıraç, B. ve Elaldı, Ş. (2023). Probleme dayalı öğrenme yönteminin üst-düzey düşünme becerilerine etkisinin değerlendirilmesi: Bir meta-tematik analiz. *Turkish Academic Research Review*, 8(3), 1200-1216.
- Kıral-Demir, B. ve Katrancı, Y. (2023). Examining the problems in the middle school mathematics textbooks according to the problem-solving stages. *Educational Academic Research*, 10.5152/AUJKKEF.2023.22001.
- Klegeris, A. ve Hurren, H. (2011). Impact of problem-based learning in a large classroom setting: student perception and problem-solving skills. *Adv Physiol Educ*, 35, 408-415.
- Krulik, S. ve Rudnick, J.A. (1988). *Problem Solving: A Handbook for Elementary School Teachers*. Boston, London, Sydney, Toronto: Allyn and Bacon, Inc.
- Koçakoğlu, M. (2010). Probleme dayalı öğrenme: yapılandırmacılığın özü. *Milli Eğitim*, 188, 68-82.
- Korkmaz, E., Tutak, T. ve İlhan, A., (2020). Ortaokul Matematik Ders Kitaplarının Matematik Öğretmenleri Tarafından Değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (18), 118-128.

- Koschmann, T. D., Myers, A. C., Feltovich, P. J. ve Barrows, H. S. (1994). Using technology to assist in realizing effective learning and instruction: A principled approach to the use of computers in collaborative learning. *J. Learn. Sci.* 3: 225–262.
- Kuhns, L.J. (1977). Teaching for permanent learning, *NACTA Journal*, 14-16.
- Kyeong, H.R. (2003). Problem-based learning in mathematics. *ERIC/CSMEE*.
- Lampert, M. (2001). *Teaching Problems and the Problems of Teaching*, Yale University Press, New Haven, CT.
- Lajoie, S. P. (1995). A framework for authentic assessment in mathematics. In T. A. Romberg (Ed.), *Reform in school mathematics and authentic assessment* (pp. 19-37). Albany, New York: State University of New York.
- Lesh, R. (1981). Applied mathematical problem solving, *Educational Studies in Mathematics*, 12, 235-264.
- Marchis, I. (2012). Non-routine problems in primary mathematics workbooks from Romania, *Acta Didactica Napocensia*, 5(3), 49-56.
- Masitoh, L.F. ve Fitriyani, H. (2018). Improving students' mathematics self-efficacy through problem based learning. *Malikussaleh Journal of Mathematics Learning*, 1(1), 26-30.
- McMillan, J. H. ve Hearn, J. (2008). Student self-assessment: The key to stronger student motivation and higher achievement. *Educational Horizons*, 87(1), 40–49. <https://www.jstor.org/stable/42923742>
- Meke, K.D.P., Wutsqa, D.U. ve Alfi, H.D. (2018). The effectiveness of problem-based learning using manipulative materials approach on cognitive ability in mathematics learning. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1097, 1-6, doi :10.1088/1742-6596/1097/1/012135

- Miles, M. B. ve Huberman, A. M. (2015). Anlamlandırmak: sonuç çıkarmak ve doğrulamak (H. Ç. Yıldırım ve S. Akayoglu, Çev.), *Nitel veri analizi*. S. Akbaba Altun ve A. Ersoy (Çev. Ed.). Ankara: Pegem Akademi
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2018). Matematik Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar). Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Mkhatshwa, T.P. (2023). Opportunity to learn about optimization problems provided by undergraduate calculus textbooks: A case study. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(10). DOI: <https://doi.org/10.29333/ejmste/13575>.
- Mogari, D. ve Chirove, M. (2017). Comparing grades 10–12 mathematics learners’ non-routine problem solving. *Eurasia J. Math. Sci. Technol. Educ.*, 13, 4523–4551.
- Mulyanto, H., Gunarhadi ve Indriayu, M.(2018). The effect of problem based learning model on student mathematics learning outcomes viewed from critical thinking skills. *Internatipnal Journal of Educational Research Review*, 3(2), 37-45.
- Namsou, S.H. (1998). *The Relationship Between Well-Structured and ill-structured problem solving in multimedia simulation*, (Doktora Tezi, The Pennsylvania State University The Graduate School College of Education).
- Neisser, U. (1976). Cognition and reality: Principles and implications of cognitive psychology. New York: W. H. Freeman and Company
- Newman, M.J. (2005). Problem based lerning: An introduction and overview of the key features of the approach. *JVME*, 32(1). 12-20.
- Nurkaeti, N. (2018). Polya’s strategy: An analysis of mathematical problem solving difficulty in 5th grade elementary school. *EduHumaniora*, 10(2), 140-147.

- Nurlaily, V.A., Soegiyanto, H. ve Usodo, B. (2019). Elementary school teachers' obstacles in the implementation of problem-based learning model in mathematics learning. *Journal of Mathematics Education*, 10(2), 229-238.
- Nunes, S., Oliveira, T.A. ve Oliveira, A. (2016). Problem Based Learning- A Brief Review. *International Conference of Numerical Analysis and Applied Mathematics (ICNAAM 2016) AIP Conf. Proc.* 1863, 550001-1–550001-5; doi: 10.1063/1.4992682 Published by AIP Publishing. 978-0-7354-1538-6/\$30.00
- OECD (2013), PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264190511-en>
- Özdemir, F., Çelik, H. C. ve Çelik, E. (2023). Yabancı uyruklu öğretmen adaylarının matematikte problem çözme ve problem kurma becerilerinin incelenmesi: Siirt Üniversitesi örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 25(1), 16-33.
- Özgen, K. ve Pesen, C. (2008). Probleme dayalı öğrenme yaklaşımı ve öğrencilerin matematiğe yönelik tutumları. *D.Ü. Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11, 69-83.
- Özgen, K. ve Pesen, C. (2010). Probleme dayalı öğrenme (PDÖ) yaklaşımı ile işlenen matematik dersinde öğrencilerin problem çözme becerilerinin analizi, *Milli Eğitim*, 186, 27-37.
- Özsoy, G. (2005). Problem çözme becerisi ile matematik başarısı arasındaki ilişki. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(3), 179-190.
- Padmavathy, R.D. ve Mareesh, K. (2013). Effectiveness of problem based learning in mathematics. *International Multidisciplinary e-Journal*, 2(1), 45-51.
- Pallant, J. (2016). *SPSS kullanma kılavuzu*. Ankara: Anı Yayıncılık.

- Peker, M. ve Geçici, M.E. (2023). Öğretmenlik mesleği genel yeterlikleri çerçevesine göre ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının 2018 öncesi ve 2018 lisans programlarındaki derslere yönelik görüşleri. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 57, 2059-2087.
- Phonapichat, P., Wongwanich, S. ve Sujiva, S. (2014). An Analysis of Elementary School Students' Difficulties in Mathematical Problem Solving. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 116. 3169-3174.
- Polanco, R., Calderón, R. ve Delgado, F. (2004) Effects of a problem-based learning program on engineering students' academic achievements in a Mexican university , *Innovations in Education and Teaching International*, 41(2), 145-155, DOI: 10.1080/1470329042000208675.
- Polya, G. (1973). How to solve it: A new aspect of mathematical method, Princeton University Press.
- Polya, G. (1981). *Mathematical discovery: On understanding, learning and teaching problem solving*. New York: Wiley.
- Rahman, S. ve Gidener, S. (2021). Covid-19 pandemisinde uygulanan e-PDÖ oturumlarına öğrencilerin ve eğitim yönlendiricilerin bakış açıları; bir tıp fakültesi örneği. *Tıp Eğitimi Dünyası*, 20(62), 115-122.
- Rahmi, N., Arnawa, I.M. ve Yerizon. (2019). Preparation development of learning device problem based learning model with scientific approach to improve mathematical problem solving ability. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 8(8), 522-529.
- Resnick, L. B. (1987). The 1987 Presidential Address Learning In School and Out. *Educational Researcher*, 16(9), 13-54.
- Rosli, R., Goldsby, D. ve Capraro, M.M. (2013). Assessing students' mathematical problem-solving and problem-posing skills. *Asian Social Science*, 9(16), 54-60.

- Sanford, F.H. ve Hemphill, J.K. (1952). An evaluation of a brief course in psychology at the U.S. Naval Academy. *Educ. Psychol Measmt*, 12, 194-216.
- Saragih, S. ve Habeahan, W.L. (2014). The improving of problem solving ability and students' creativity mathematical by using problem based learning in SMP Negeri 2 Siantar, *Journal of Education and Practice*, 5(35), 123-132.
- Savery, J. R. (2006). Overview of Problem-based learning: definitions and distinctions, *The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 1(1).
- Schmidt, H. G., De Volder, M. L., De Grave, W. S., Moust, J. H. C., and Patel, V. L. (1989). Explanatory models in the processing of science text: The role of prior knowledge activation through small-group discussion. *J. Educ. Psychol.* 81: 610–619.
- Schraw, G., M.E., Dunkle ve L.D., Bendixen.(1995). Cognitive process in well-defined and ill-defined problem solving. *Applied Cognitive Phsycology*, 9, 523-538.
- Schoenfeld, A.H. (1985). Mathematical Problem Solving. Lawrence Erlbaum Associates.
- Sekin, S. (2008). Türkiye’de ezberci eğitim ve nedenleri, *Marmara Coğrafya Dergisi*, 18, 211-222.
- Sezgin-Selçuk, G. ve Şahin, M. (2008). Probleme dayalı öğrenme yöntemi ve öğretmen eğitimi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(12), 12-19.
- Siagian, M.V., Saragih, S. ve Sinaga, B. (2019). Development of learning materials oriented on problem-based learning model to improve students' mathematical problem solving ability and metacognition ability, *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(2), 331-340.

- Shin, N., Jonassen, D. H., ve McGee, S. (2003). Predictors of well-structured and ill-structured problem solving in an astronomy simulation. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(1), 6 – 33
- Simamora, R.E., Sidabutar, D.R. ve Surya, E. (2017). Improving learning activity and students' problem solving skill through problem based learning (PBL) in junior high school. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 33(2), 321-331.
- Smith, C. M. (1998). A Discourse on discourse: Wrestling with teaching rational equations. *The Mathematics Teacher*, 91 (9). 749- 753.
- Simon, H. A. (1973). *The structure of ill structured problems*. *Artificial Intelligence*, 4(3-4), 181–201. doi:10.1016/0004-3702(73)90011-8.
- Şengül, S. ve Işık, S.T. (2014). 8. sınıf öğrencilerinin Üstbilişsel becerilerinin “Webb’in bilgi derinliği seviyeleri” ne ait problemleri çözme sürecindeki rolü. *The Journal of Academic Social Science Studies*. 24, 93-127.
- Tambychick, T. ve Meerah, T.S.M. (2010). Students' difficulties in mathematics problem solving: What do they say?, *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 8, 142–151.
- Tan, S., Zou,L., Wijaya, T.T. ve Dewi, N.S.S. (2020). Improving student creative thinking ability with problem based learning approach using hawgent dynamic mathematics software. *Journal on Education*, 2(4), 303-312.
- Tarmizi, R.A. ve Bayat, S. (2010). Effects of problem-based learning approach in learning of statistics among university students, *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 8, 384-392.
- Topbaş-Tat, E. (2020). Elementary teachers' beliefs about mathematical problem solving, *Erciyes Journal of Education*, 4(2), 35-46.

- Torp, L., and Sage, S. (2002). *Problems as Possibilities: Problem-Based Learning for K-12 Education*, 2nd edn., ASCD, Alexandria, VA.
- Uygun, N. ve Tertemiz, N.I. (2014). Matematik dersinde probleme dayalı öğrenmenin öğrencilerin derse ilişkin tutum, başarı ve kalıcılık düzeylerine etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 39(174), 75-90.
- Valaitis, R.K., Sword, W.A., Jones, B. ve Hodges, A. (2005). Problem-based learning online: perceptions of health science students. *Advances in Health Sciences Education*, 10(3), 231-252.
- Voss, J.F. (2005). Toulmin's model and the solving of ill-structured problems. *Argumentation*, 19, 321-329.
- Wilson, J.W., Fernandez, M. ve Hadaway, N. (1993). Mathematical problem solving. *Research Ideas for the Classroom: High School Mathematics* (Chapter 4). New York: MacMillan.
- Yıldız, A. ve Güven, B. (2016). Matematik öğretmenlerinin problem çözme ortamlarında öğrencilerinin Üstbilişlerini harekete geçirmeye yönelik davranışları. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*. 17(1), 575-598
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008). Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri. Ankara: Seçkin yay.
- Yılmaz, K. (2021). *Öğretmen adaylarının problem çözme süreçlerinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Yılmaz, K. ve Altinkurt, Y. (2011). Öğretmen adaylarının Türk eğitim sisteminin sorunlarına ilişkin görüşleri. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 8(1), 943-973.

- Yılmaz, R. (2018). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Rutin Olmayan Problemleri Çözme Süreçleri. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(2), 30-49.
- Yılmaz, K. ve Kanbolat, O. (2022). Öğretmen adaylarının problem çözme süreçlerinin incelenmesi. *Kesit Akademi Dergisi*, 8 (30), 497-527.
- Yurtseven, R. ve Oğuz, A. (2016). Öğretmen eğitiminde probleme dayalı öğrenmeye ilişkin yapılan araştırmaların değerlendirilmesi. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 9(2), 266-284.
- Zhu, Y. ve Fan, L. (2006). Focus on the representation of problem types in intended curriculum: A comparison of selected mathematics textbooks from Mainland China and the United States. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 4, 609-626.

EKLER

EK 1: DENEY ve KONTROL GRUBUNUN ANALİZ 1 PUANLARI

Deney Grubu	Analiz 1 Puanları	Kontrol Grubu	Analiz 1 Puanları
D1	80	K1	87
D2	43	K2	82
D3	78	K3	72
D4	43	K4	82
D5	69	K5	77
D6	73	K6	82
D7	51	K7	77
D8	56	K8	72
D9	67	K9	62
D10	81	K10	72
D11	79	K11	77
D12	100	K12	82
D13	50	K13	72
D14	71	K14	77
		K15	67
		K16	82
		K17	72
		K18	78
		K19	78
		K20	78
		K21	78
		K22	78

EK 2: DENEY ve KONTROL GRUBUNUN PROBLEM ÇÖZME BECERİLERİ SON TESTİ UYGULANMADAN ÖNCE ALDIKLARI LİSANS DERSLERİ

Dönemler	Kod	Katılımcıların Aldıkları Dersler	Haftalık Ders Saati
Birinci Yarıyıl	GK*	Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi 1	2
	MB**	Eğitime Giriş	2
	MB	Eğitim Sosyolojisi	2
	GK	Yabancı Dil 1	2
	GK	Bilişim Teknolojileri	3
	AE***	Matematiğin Temelleri 1	2
	AE	Analiz 1	2
	AE	Matematik Tarihi	2
	GK	Türk Dili 1	3
İkinci Yarıyıl	GK	Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi 2	2
	MB	Eğitim Psikolojisi	2
	MB	Eğitim Felsefesi	2
	GK	Yabancı Dil 2	2
	AE	Matematiğin Temelleri 2	2
	AE	Analiz 2	2
	AE	Soyut Matematik	2
	GK	Türk Dili 2	3
Üçüncü Yarıyıl	MB	Meslek Bilgisi Seçmeli Ders	2
	MB	Öğretim İlke ve Yöntemleri	2
	MB	Öğretim Teknolojileri	2
	GK	Genel Kültür Seçmeli Ders 1	2
	AE	Alan Eğitimi Seçmeli Ders 1	2
	AE	Lineer Cebir 1	2
	AE	Analiz 3	2
	AE	Analitik Geometri	2
	AE	Matematik Öğrenme ve Öğretme Yaklaşımları	2
Dördüncü Yarıyıl	MB	Eğitimde Araştırma Yöntemleri	2
	MB	Türk Eğitim Tarihi	2

	MB	Meslek Bilgisi Seçmeli Ders	2
	GK	Topluma Hizmet Uygulamaları	3
	GK	Genel Kültür Seçmeli Ders	2
	AE	Lineer Cebir 2	2
	AE	Algoritma ve Programlama	2
	AE	Olasılık	2
	AE	Ortaokul Matematik Öğretim Programları	2
	AE	Alan Eğitimi Seçmeli Ders	2
Beşinci Yarıyıl	MB	Meslek Bilgisi Seçmeli Ders 3	2
	MB	Sınıf Yönetimi	2
	MB	Eğitimde Ahlak ve Etik	2
	GK	Genel Kültür Seçmeli Ders 3	2
	AE	Alan Eğitimi Seçmeli Ders 3	2
	AE	Sayıların Öğretimi	3
	AE	Geometri ve Ölçme Öğretimi	3
	AE	İstatistik	2
	AE	Cebir	2
Altıncı Yarıyıl	MB	Meslek Bilgisi Seçmeli Ders 4	2
	MB	Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme	2
	MB	Türk Eğitim Sistemi ve Okul Yönetimi	2
	GK	Genel Kültür Seçmeli Ders 4	2
	AE	Alan Eğitimi Seçmeli Ders 4	2
	AE	Cebir Öğretimi	3
	AE	Olasılık ve İstatistik Öğretimi	3
	AE	Matematik Öğretiminde İlişkilendirme	3

*GK: Genel Kültür, **MB: Meslek Bilgisi, ***AE: Alan Eğitimi

EK-3: RUTİN OLMAYAN PROBLEM SENARYOLARI ve ÇALIŞMA KÂĞITLARI

BİRİNCİ PERFORMANS GÖREVİ

DOĞA DOSTU ALOHA MAOLİ¹

Herkesin bildiği gibi bir dönem Marmara denizi müsilaj (deniz salyası) ile kaplanmış durumdaydı. Türkiye'nin sanayi kentlerinin atıklarının arıtılmadan denize aktarılması sonucu ortaya çıkan müsilaj, insanları bir hayli endişelendirmişti.

Müsilaj, deniz suyuyla atmosferin bağlantısını keserek su altındaki oksijenin azalmasına neden olmaktadır. Bu durum deniz canlılarının hayatını tehdit etmektedir. Balıklar gibi hareket halindeki deniz canlıları müsilaj tabakasından sıyrılmayı başarsa da, deniz altında hareketsiz olan sünger, deniz patlıcanı, midye gibi canlılar müsilaj yapısından olumsuz etkilenmektedir. Müsilaj tabakası tarafından çevrelenen bu canlılar ne yazık ki ölmektedir.

Bu durum hakkında endişe duyan bir grup biyolog yeni buldukları bir tür olan 'Aloha Maoli'nin deniz kirliliği ile ilgili problemlerin engellenmesinde çözüm olabileceği üzerine bir çalışma yapmak istemektedir.

Aloha Maoli, dünya üzerinde en geniş yaşam alanına sahip tek hücreli organizmalardan oluşan bir gruptur. İlk keşfedilen Aloha Maolilerin birçoğu ekstrem koşullarda yaşamaktadırlar. Kimisi gayzerler, okyanus bacaları veya petrol kuyuları gibi sıcaklığın 100 santigrat derecenin üzerine çıktığı yerlerde yaşarken bazıları ise aşırı tuzlu, aşırı asidik, aşırı alkali sularda yaşamaktadırlar.

Aloha Maoliler, endüstride zehirli atıkların zehir oranının azaltılmasında da kullanılmaktadır. Ağır metaller, sentetik ve organik atıklar bakımından aşırı kirlilik içeren yerleri temizleyerek diğer canlılar için de yaşanabilir hâle getirmektedirler. Aloha Maoliler, kirlenmiş suların yeniden kullanılabilir hâle getirilmesinde de kullanılmaktadır.



Biyologlar Aloha Maolilerin deniz kirliliğini önleme açısından gerçekten etkili olup olamayacağı konusundaki araştırmalarını derinleştirmek istemektedirler. Bunun için inşa ettikleri yapay deniz

¹ Bu problem senaryosu tek hücreli organizmalardan oluşan bir grup olan Arkelerin özelliklerinden esinlenilerek oluşturulmuştur. 'Aloha Maoli', Hawai dilinde 'doğa dostu' anlamına gelmektedir.

ortamlarına zaman içerisinde çeşitli müdahalelerde bulunmuşlar ve bir hafta boyunca gözlem yapmışlardır. Bu süreçte, bazı günler müsilağ parçacıklarının olduğu ortama canlıları yerleştirerek müsilağ miktarını kontrol etmişlerdir. Bu günlerde müsilağ miktarının azaldığını gözlemlemişlerdir. Bütün bu deneysel çalışma sonucunda biyologlardan biri denizdeki müsilağ miktarını veren fonksiyonu,

$$f(x) = x^3 - 6x^2 + 9x ; (x \text{ değişkeni, günü temsil etmektedir.})$$

şeklinde modellemiştir. Fakat biyolog modelinin deneysel süreçte gözlemlenenlere uygunluğu konusunda bir türlü emin olamamaktadır. Bunun için de matematik alanında uzman birilerinden yardım almak istemektedir.

Siz bir matematik uzmanı olarak modelin doğru ve mantıklı olup olmadığına yönelik bir çalışma yaparak biyologun sonuçlarını matematiksel olarak doğru bir şekilde rapor etmesine yardımcı olunuz. Bunun için aşağıdaki çalışma kağıtlarını kullanınız.

Çalışma Kağıdı

1. Senaryoya göre biyologların çözmeye çalıştığı problem nedir?
2. Söz konusu problemi çözmek için Aloha Maolilerin hangi özelliklerinden yararlanmak istemektedirler?
3. Çözüm üretebilmek için size verilen bilgiler:
4. Çözüm üretebilmek için sizden istenen bilgiler:
5. Verilen bilgileri kullanarak istenen bilgilere nasıl ulaşacağına yönelik bir olan yap\bir strateji belirle:
6. Planını İşleme Dök\ Stratejini Uygula:
7. Biyolog, Aloha Maolilerin müsilağ sorununun çözümünde etkili olabileceği konusunda bir sunum yaparak dinleyicileri ikna etmek istiyor. Sizin sayenizde elde ettiği matematiksel verileri nasıl açıklarsa dinleyiciler ikna olur? Sizce, sizin hazırladığınız rapordaki hangi bilgilere vurgu yapılmalıdır?

İKİNCİ PERFORMANS GÖREVİ

EKLEM AĞRILARINA ÇARE



Bilgisayar karşısında uzun süre oturarak çalışmak ve hareketsiz bir yaşam omurga eklemlerinde kireçlenmelere ve hayat kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Kronik ağrılara neden olan **eklem kireçlenmeleri**, doğru tanı konulması ve tedavi edilmesi gereken bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır.

Eklem kireçlenmesi, kemiklerin arasındaki kıkırdığın aşınması sonucunda ortaya çıkan bir rahatsızlıktır. Aşınma sonucu kıkırdak yüzeyi bozulmakta ve kıkırdak besleyen eklem sıvısının miktarı azalmaktadır. Bu kayıpları telafi etmek amacıyla etken maddesi hiyalüronik asit olan ilaçları enjeksiyon yoluyla eklem içine vererek kıkırdaktaki hasarı kısmen onarmak mümkündür. Bu ilaçlar genellikle horoz ibiğinden yapılmakta ve sentetik yollardan elde edilmektedir.

Bir ilaç şirketi eklem ağrılarıyla ilgili rahatsızlıkları en aza indirgeyecek formüller üzerinde çalışmaktadır. Şirketin hedef kitlesi özellikle masa başı çalışma ortamına sahip meslek gruplarıdır. İlaç şirketinin amacı eklem rahatsızlığı olan kişilerin bütün gününü ağrısız bir şekilde geçirmesini sağlayarak yaşam kalitesini arttıracak bir ilaç üretmektir. Bunun için bir grup deneysel çalışmaya gerçekleştirmişlerdir. Çalışmalarından birinde eklem rahatsızlığı olan bir hastanın damarına sağ kolundan bir ilaç enjekte edilmiştir. Hastanın sol kolundaki damarlarında enjeksiyondan t saat sonra bulunan ilaç konsantrasyonunu şu şekilde modellemişlerdir:

$$C(t) = \frac{0.28t}{t^2 + 4} ; 0 < t < 24$$

Çalışma Kâğıdı

1. Senaryoya göre ilaç firmasının amacı nedir?
2. İlaç firmasının yaptığı deneysel çalışmayı göz önünde bulundurursak sizce ilaç şirketi hangi sorunun cevabını aramaktadır? Yani senaryoda verilen tüm bilgiler doğrultusunda problem senaryosunun yer aldığı sayfada boş bırakılan alana hangi problem sorusunun yazılması uygun olur?
3. Probleminizi çözmek için senaryoda hangi bilgiler verilmiştir?
4. Bilinenlerden yola çıkarak bilinmeyene ulaştıracak bir plan yap\Strateji belirle (Hangi matematiksel bilgileri, hangi sırada kullanacaksın? Nedenleriyle birlikte adım adım açıkla):
5. Planını İşleme Dök\ Çözümünü Yap:
6. Alternatif bir çözüm yolu düşün. Farklı bir stratejiyle çözmeyi dene.

ÜÇÜNCÜ PERFORMANS GÖREVİ

GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE BEBEK ARABALARI

Geçmişten günümüze insanlar bebeklerini taşımak için farklı yollar kullanmışlardır. Bebek arabası ilk olarak 1733 yılında 3. Devonshire dükünün çocukları için tasarlanmıştır. Bebek arabasının tasarımcısı İngiliz William Kent, 18. Yüzyılın başlarında seçkin bir mimar, peyzaj mimarı, ressam ve moda tasarımcısıydı.



Yukarıda soldaki resimde de görüldüğü üzere bu amatör araçlar bebeğin içine konulacağı bir sepeti bir keçi veya midilliye taşımak suretiyle tasarlanmıştır. Mimar William Kent'in icadından uzun zaman sonra Benjamin Potter Crandall, 1830'ların başında Amerika'da ürettiği ilk modern bebek arabasını satışa çıkarmıştır. Oğlu Jesse Crandall babasından miras kalan bu standart ürünü çeşitli eklemeler yaparak geliştirmiş ve patentini almıştır. Bu eklemeler arasında fren mekanizması, katlanabilirlik özelliği, güneş/yağmur şemsiyesi ve şemsiye askısı bulunmaktadır. 1840'lara gelindiğinde artık bebek arabası dünya çapında moda olmuş ve talepte adeta patlama yaşanmıştır.

Çocuk arabalarının veya bebek arabalarının kullanımı 1990'larda tüm ekonomik sınıflar arasında yaygınlaşmıştır. Öyle ki yoksul annelere hayır kurumları tarafından bile verilmeye başlanmıştır. Yukarıda sağdaki resimde de görüleceği üzere günümüzdeki bebek arabaları ise ebeveynlerin neredeyse tüm ihtiyaçlarını karşılayan ve ergonomik tasarımlarla üretilen arabalar olarak sunulmaya başlanmıştır.

Her geçen yüzyıl üzerine çeşitli eklemeler yapılarak güvenliği ve konforu arttırılan bebek arabalarıyla ilgili reklam kampanyalarına da büyük önem verilmiştir. Bebek arabaları bu reklam kampanyaları sayesinde daha geniş kitlelere ulaşmış ve halk tarafından her zaman yoğun ilgiyle karşılanmıştır. Bebek arabası satan mağazalar bu reklam kampanyaları sayesinde ciddi oranda büyük kârlar elde etmişlerdir.

Reklam kampanyalarına başlamadan önce üzerinde durulması gerekli bazı önemli noktalar bulunmaktadır. Bu noktalardan biri de verimliliğin yok olma noktasıdır.

Bir şirket reklam yapmak için yapılan harcamaları artırmaya karar verdiğinde, satışların artmasını bekleyecektir. İlk başta, satışlar giderek artan bir oranda artacak ve daha sonra giderek azalan bir oranda artacaktır. Satış değişikliği oranının artandan azalana döndüğü zamanki x değerine **verimliliğin yok olma noktası** denir. Bu nokta aynı zamanda değişme oranının maksimum değere ulaştığı noktadır. Bu noktadan sonra harcanan para, satışları artırabilir ancak bu artış daha düşük bir oranda olacaktır.

Bir bebek ürünleri satan mağaza ayda 200 adet son model bebek arabası satmaktadır. Eğer bu mağaza reklam kampanyasına x bin TL yatırım yaparsa, reklam şirketinin öngördüğü satış artışı yaklaşık olarak,

$$N(x) = 3x^3 - 0.25x^4 + 200, 0 \leq x \leq 9$$

fonksiyonu ile ifade edilmektedir.

Reklam şirketinin ön gördüğü satış değişikliği oranını gösteren grafiği çizerek yorumlayınız.

Çalışma Kâğıdı

1. Bebek arabalarının satışında reklamların rolü nasıl açıklanmaktadır?
2. Senaryoya göre verimliliğin yok olma noktası nedir? Kendi cümlelerinizle açıklayınız.
3. Senaryoda grafiği çizmeye yardımcı olacak hangi bilgiler verilmiştir?
4. Bir fonksiyonun grafiğini çizmek için ihtiyaç duyulan bir takım bilgiler aşağıda verilmiştir. Bu bilgilerin ne işe yaradığını karşılarına yazınız.

Fonksiyonun tanım kümesi:

Asimptot:

Fonksiyonun birinci türevi:

Kritik Noktalar:

Yerel maksimum:

Yerel minimum:

Fonksiyonun ikinci türevi:

Fonksiyonun konveks olduğu aralıklar:

Fonksiyonun konkav olduğu aralıklar:

5. Adım adım bir grafiğin nasıl çizilmesi gerektiğini açıklayınız.
6. Yukarıda açıkladığınız adımları takip ederek grafiğinizi çizin (Geogebra vs kullanmayın bu adımda).
7. Çizdiğiniz grafik ‘ verimliliğin yok olma noktası’ tanımında ifade edilenleri yansıtıyor mu? Açıklayınız.

DÖRDÜNCÜ PERFORMANS GÖREVİ

ŞANS KAPIYI ÇALINCA

Şans Kapiyı Çalınca, 1997-2000 yılları arasında Seray Sever ve Kayra Şenocak' ın sunumuyla gerçekleştirilen Japonya kökenli bir yarışma programıdır. Her hafta aile reislerine verilen oyunun bir hafta boyunca çalışılması sonucu stüdyoda gerçekleşen ve "kader anı" olarak adlandırılan final bölümü ile yarışmacı ailelerin büyük ödüller kazandığı bir yarışma programıdır. Yarışmacıların tüm aile bireyleri ile birlikte aile reisini yarışmaya hazırlamaları ve bu hazırlıkların amatör kamerayla her anının görüntülenmesi ve final öncesi ekrana getirilmesi formatın öne çıkan özellikleri arasında yer almıştır.

1) HOŞGÖRÜSÜZLÜK – 1916	31) HİROŞİMA SEVGİLİM – 1959
2) ALTINA HÜCUM – 1925	32) DÖRTYÜZ DARBE – 1959
3) POTEMKİN ZİRHİSİ – 1925	33) BAZILARI SICAK SEVER – 1959
4) METROPOLİS – 1926	34) SERSERİ AŞIKLAR – 1960
5) ALTIN ÇAĞ – 1930	35) MACERA – 1960
6) MAVİ MELEK – 1930	36) TATLI HAYAT – 1960
7) FRANKENŞTAYN – 1931	37) SAPIK – 1960
8) KİNG KONG – 1933	38) BATI YAKASININ HİKAYESİ – 1961
9) BÜYÜK ALDANIŞ – 1937	39) ŞERBURG ŞEMSİYELERİ – 1964
10) RÜZGAR GİBİ GEÇTİ – 1939	40) ANDREY RUBLEV – 1966
11) GAZAP ÜZÜMLERİ – 1940	41) CİNAYETİ GÖRDÜM – 1966
12) YURTDAŞ KEYN – 1941	42) BONİ VE KLAYD – 1967
13) MALTA ŞAHİNİ – 1941	43) 2001 UZAY YOLU MACERASI – 1968
14) KAZAPLANKA – 1942	44) KONFORMİST – 1969
15) ÇİFTE TAZMİNAT – 1944	45) ARABULUCU – 1970
16) KORKUNÇ İVAN 2 – 1944	46) OTOMATİK PORTAKAL – 1971
17) ROMA AÇIK ŞEHİR - 1945	47) BABA 1 – 1972
18) GİLDA – 1946	48) TAKSİ ŞOFÖRÜ – 1976
19) BİSİKLET HİRSIZLARI – 1948	49) ÖZEL BİR GÜN – 1977
20) SANSET BULVARI – 1950	50) YILDIZ SAVAŞLARI – 1977
21) PARİSTE BİR AMERİKALI – 1951	51) KIYAMET – 1979
22) RAŞOMON – 1951	52) MEFİSTO – 1981
23) SAHNE IŞIKLARI – 1952	53) E.T. – 1982
24) YAĞMUR ALTINDA – 1952	54) YOL – 1982
25) İNSANLAR YAŞADIKÇA – 1953	55) RAN – 1985
26) RIHTIMLAR ÜZERİNDE – 1954	56) ROBOKOP – 1987
27) AŞİ GENÇLİK – 1955	57) MASUM SANIK – 1988
28) ÇÖL ASLANI – 1956	58) OYUNCU – 1992
29) YABAN ÇİLEKLERİ – 1957	59) UCUZ ROMAN – 1994
30) ÖLÜM KORKUSU - 1958	60) ULİS'İN BAKIŞI - 1995

Tarihler 1999 yılını gösterdiğinde yarışmaya Köse ailesi katılır. Aile reisi Eşref Bey'in görevi, yukarıda yer alan sinema klasiği 60 filmin adını ve yapım yılını ezberlemektir. Kader anına geldiğinde ise 60 filmlik listeden karışık olarak 30 filmin adı söylenecektir. Eşref Bey'in, en geç 10 saniye içinde o filmin yapım yılını söylemesi gerekmektedir. Eşref Bey 30 tane filmin yapım yılını doğru olarak söyleyebilirse ailesine ödülü kazandırabilecektir. Yarışmaya sıkı hazırlanan Eşref Bey, kendisine sorulan bütün filmlerin yapım yılını doğru bilerek ödülü kazanmıştır.

Elbette Şans Kapiyı Çalınca sadece bir yarışma programıdır. Bir üniversite öğrencisi için 60 filmlik listeyi yapım yıllarıyla beraber bir haftada ezberlemek zorlayıcı olmayabilir. Fakat öğrencinin finaller öncesinde sayfalar dolusu bilgiyi öğrenmesi gerektiğinde işler değişebilir.

Varsayalım ki bir üniversite öğrencisinin n saatte çalışabildiği sayfa sayısını veren fonksiyon,

$$T(n) = 0.08n^3 - 1.2n^2 + 6n, n \geq 0$$

biçiminde verilmiş olsun.

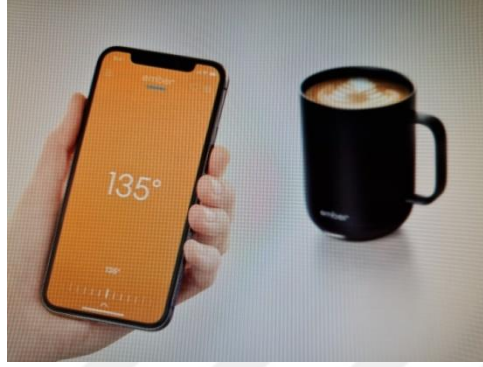
Yukarıda verilen fonksiyondan yola çıkarak öğrencinin çalışma hızını yorumlayınız. Varsayalım ki bu öğrencinin aldığı bir dersin final sınavına yaklaşık olarak 5 saati kalmışken henüz çalışmadığı 15 sayfası kalmış olsun. Araştırmalarınıza göre öğrenci kalan sayfalara çalışmayı sınavdan önce tamamlayabilir mi? Aşağıdaki çalışma kağıdını kullanarak yorumlamaya çalışınız.

Çalışma Kâğıdı
1.Eşref Bey'in yarışmadaki görevi ile üniversite öğrencisinin hangi görevi ilişkilendirilmiştir?
2.Üniversite öğrencisinin çalışması gereken sayfa sayısına bağlı olarak gereken zaman hakkında araştırma yapabilmek için hangi bilgiler verilmiştir?
3.Senaryoda size ne soruluyor?
4.Soruyu çözmek için hangi matematiksel bilgileri nasıl kullanacağınıza yönelik planınızı adım adım açıklayınız.
5.Planınızı uygulayınız.
6.Planınız sonucunda öğrencinin çalışma hızı ile ilgili elde ettiğiniz bilgilerin mantıklı olup olmadığını sorgulayınız. Kanıtlar sunarak açıklayınız.
7.Öğrencinin çalışma hızından yola çıkarak sınavına 5 saat kalmışken 15 sayfayı tamamlayabilmesi mümkün olacak mıdır? Açıklayınız.

BEŞİNCİ PERFORMANS GÖREVİ

SICAKLIK KONTROLLÜ SERAMİK KUPA

Çoğumuz ders çalışırken, kitap okurken ya da kendimizi heyecanlı bir filme kaptırmışken bir şeyler içmekten hoşlanırsınız. Çoğu zaman yaptığımız işle o kadar meşgul oluruz ki çayımız ya da kahvemiz buz gibi olur. Bir girişimci bu durumun farkına varır ve sıcaklığı muhafaza eden bir seramik kupa tasarlamak ister.

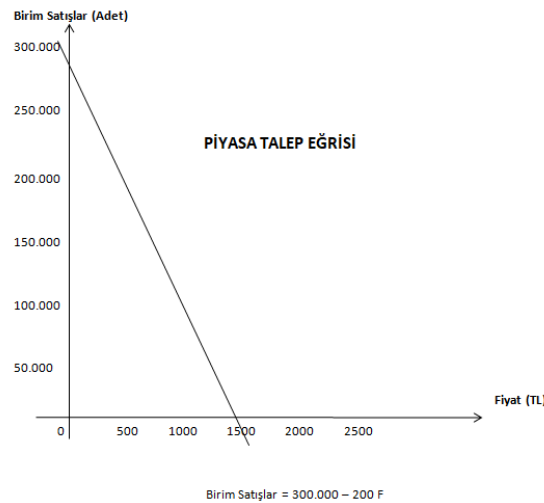


Tasarladığı bu seramik kupa, akıllı telefonunuza yükleyeceğiniz bir uygulama ile kontrol edilebilir. Bu uygulama ile kupanızın üzerindeki LED ışığın rengini değiştirebilir, ısı birimi seçimi yapabilir, her çeşit içeceğiniz için ayrı ayrı sıcaklık seviyesi ayarlayabilirsiniz. Mesela çayınızı çok sıcak içmek hoşunuza giderken kahvenizi daha ılık içmek isteyebilirsiniz. Tasarlanan bu seramik kupa şarj edilebilir ve tercih ettiğiniz içeceği yaklaşık üç saat boyunca ayarladığınız sıcaklıkta tutabilme özelliğine sahiptir.

Girişimci bu sıcaklık kontrollü seramik kupaları seri üretime geçirmek ve bu satıştan kâr elde etmek istiyor. Sıcaklık kontrollü seramik kupanın maliyetleri şu şekildedir:

- Üretim, reklam, pazarlama, dağıtım vs. için 500.000-TL,
- Her bir sıcaklık koruyucu seramik kupayı üretmek için 500-TL.

Sıcaklık kontrollü seramik kupayı piyasa sürmeden önce diğer termoslu bardakların satış durumunu da göz önünde bulundurmak gerekiyor. Bu durumda termoslu bardaklar için verilmiş olan ‘Piyasa Talep Eğrisini’ dikkate alabilirsiniz.



Bu durumda girişimciyi kâra geçirecek en iyi fiyat nedir ve kaç tane sıcaklık kontrollü seramik kupa üretmek gerekir?

ÇALIŞMA KAĞIDI

1. Senaryo neyle ilgilidir? Kısaca özetleyiniz.
2. Piyase talep eğrisi nedir ve ne işe yarar? (1-2 cümleyle kısaca açıklayınız.)
3. Maliyet, birim satış ve kâr nedir? (1-2 cümleyle kısaca açıklayınız.)
4. Senaryoda çözüm üretmeye yarayacak hangi bilgiler verilmiştir?
5. Senaryoda verilen bilgileri nasıl kullanacaksınız? Planınızı adım adım açıklayınız.
6. Planınızı uygulayın. (İşlemlerinizi bu adımda yapın.)
7. Elde ettiğiniz sonuç doğru ve mantıklı mı? Senaryoyle ilişkilendirerek açıklayınız. (İşlemlerinizin sağlamasını yapın. Doğru ve mantıklı bir sonuç elde ettiğinizden nasıl emin olduğunuzu bu adımda açıklayın.)

ALTINCI PERFORMANS GÖREVİ

CEVİZ BAHÇESİ



Kolayca erişilebilirliği, uzun süre saklanabilmesi, gıdalara farklı şekilde katılabilmesi ve Türk damak tadına uygunluğu ile günlük diyeteye eklenmesi oldukça kolay olan cevizin faydaları saymakla bitmez.

Son derece besleyici olan taze cevizin faydaları son 50 yıldır birçok araştırmaya konu olmuştur. Diğer kuruyemişlere göre içerdiği yüksek omega-3 yağları ve sahip olduğu antioksidan aktivite dikkat çekmektedir. Günümüzde de faydaları araştırılmaya devam eden cevizin şu ana kadar kalp sağlığından bağışıklık sistemini güçlendirmesine, obezite ve tansiyon gibi kronik rahatsızlıklardan beyin sağlığına yaptığı katkı göze çarpmaktadır.

Bütün faydaları dikkate alındığında ceviz ağacı dikmek ve organik olarak yetiştirmek oldukça cazip görünmektedir. Ali bir ceviz bahçesi kurmak istemektedir. Bunun için de cevizle ilgili bilgi edinmek için araştırmalara başlamıştır.

Ceviz ticareti yapan bir üreticiden aldığı bir bilgiye göre, dönüm başına 20 ağaç dikildiğinde her ağaç yılda ortalama 30 kg. ceviz vermektedir. Eğer dönüm başına dikilecek her bir ilave ağaç için ortalama mahsülün, ağaç başına 1kg. azaldığını varsayarsak Ali'nin maksimum ürün alabilmesi için ne yapması gerekir? Elde ettiği mahsülü nasıl yorumlarsınız?

Çalışma Kâğıdı

1. Senaryodaki problem nedir? (Bir cümleyle açıklayınız.)
2. Senaryoda problemi çözmeye yarayacak hangi bilgiler verilmiştir?
3. Problemi çözmek için hangi matematiksel bilgileri neden tercih ettiğinizi açıklayınız.
4. Problemi çözün. (İşlemlerinizi bu adımda yapın.)
5. Elde ettiğiniz sonucun doğru olduğunu nasıl kanıtlarsınız? Açıklayınız.

YEDİNCİ PERFORMANS GÖREVİ

INDEPENDENTA FACIASI

Tarihler 15 Kasım 1979'u gösterdiğinde Türkiye saati ile sabah saat 5:30 civarında İstanbul Boğazı'nın 800 metre açığında Libya'dan yüklediği 94.600 ton ham petrolü Romanya'ya taşıyan Rumen bandıralı *Independenta* adlı tanker gemisi, Karadeniz yönünden gelen Yunan bandıralı *Evriyali* adlı kuru yük gemisine çarpmış ve büyük bir patlama olmuştur. Patlama sonrası çıkan yangında gemi tamamen yanmış ve kullanılamaz hâle gelmiştir.

Romanya filosunun göz bebeği ham petrol yüklü *Independenta* isimli gemi, 27 gün süren büyük bir yangına ve çevre felaketine yol açtığı için kaza geminin ismiyle anılmaktadır. Kazada 46 gemi mürettebatından 43'ü hayatını kaybetmiştir.

1979 yılının Aralık ayı başında gemide ikinci bir patlama daha meydana gelmiş ve ara ara yaşanan bu patlamalar enkaz kaldırma ve söndürme çalışmalarının aksamasına neden olmuştur. Ayrıca bu kaza Boğaz'da büyük bir çevre felaketine de yol açmış olup araştırmalara göre deniz dibindeki canlıların yüzde 96'sı suyun kirlenmesi nedeniyle ölmüştür.

1981 yılında Türkiye Çevre Sorunları Vakfı, kazanın deniz hayatı ve çevreye maliyetinin o dönemin parasıyla 40 milyar lira olarak hesapladıklarını açıklamıştır. Bu, o döneme göre ciddi sayılabilecek bir rakamdı. Geminin enkazı, 1987 yılında Tuzla'ya çekilmiştir. Haydarpaşa açıklarında meydana gelen *Independenta* kazası, hâlâ dünyanın en büyük 10 deniz kazası arasında yer almaktadır.

Dünyada, kaza sonucu denize akan petrol miktarı sıralamasında 11'inci sırada yer alan *Independenta* faciası, Boğazların, özellikle çevresinde 13 milyondan fazla kişinin yaşadığı İstanbul Boğazı'nın ne kadar büyük bir tehlike altında olduğunu kanıtlayan felaketlerden biri olarak görülmektedir.

İstanbul Boğazı, dünyada en fazla petrolün taşındığı suyollarından bir tanesi konumunda bulunmaktadır. Denizcilik Müsteşarlığı verilerine göre yılda 50 binin üzerinde gemi boğazlardan geçmektedir. Boğazlar üzerinden dünya denizlerine yılda yaklaşık 2 milyar ton petrol taşınmaktadır. Bu da yılda 200 milyon tondan fazla ham petrolün Boğazlardan taşındığı anlamına gelmektedir.

Durumun ciddiyetinin farkına varan bir su kalite kontrol ajansı tanker felaketleriyle ilgili önlemlerin alınması ve gerekli testlerin yapıp Boğazlardaki petrol nedeniyle oluşan kirliliğin ortadan kaldırılması için denizcilikle uğraşan şirketlerin katkıları ile bir para havuzu oluşturmak istiyor. Gerekli para havuzu (milyon dolar cinsinden) su kalite kontrol ajansı tarafından aşağıdaki gibi modellenmiştir:

$$P(x) = \frac{2x}{1-x}, \quad 0 \leq x < 1$$

Burada x, temizlenen toplam atık (ondalık kesir olarak ifade edilen) yüzdesidir. Su kalite kontrol ajansı bununla ilgili olarak şirketleri ikna etmek için bir sunum yapmak istiyor. Sunum için, gerekli para havuzuna yönelik modellenen fonksiyonun grafiğine ihtiyaç duyulmaktadır. Modeli temsil eden grafiğin nasıl olacağı üzerine bir çalışma yapınız.

Çalışma Kâğıdı

1. Su kalite kontrol ajansının amacı nedir?
2. Aşağıda grafik çizerken ihtiyaç duyacağınız metinden alınmış bilgiler yer almaktadır. Bu bilgilerin karşısına açıklamalarını yazınız.

$P(x)$:

x :

$0 \leq x < 1$:

3. Yukarıda açıklamalarını yaptığınız bilgileri kullanarak grafiği nasıl çizeceğinizi adım adım açıklayınız.
4. Grafiğinizi çiziniz.
5. Çizdiğiniz grafiğin doğru olduğundan nasıl emin olabilirsiniz? Çizdiğiniz grafiği yorumlayarak gerekçeleriyle açıklayınız.

SEKİZİNCİ PERFORMANS GÖREVİ

HATIRLAMA TESTİ

Salıncak, kolye, gökdelen, tatil, öğretmen, kalem, saat, telefon, kitap, ayakkabı, robdöşambr, piyano, tahta, yüzük, kukla, bilgisayar, sütlaç, tablo, tablet, makas, kolonya, berjer, takvim, şişe, internet, asfalt, şifonyer, halı, araba, fincan

Bir psikoloji sınıfındaki öğrencilerin her birine yukarıdaki kutuda yer alan 30 kelimedenden oluşan listeyi ezberlemeleri için bir günlük süre veriliyor. Günün sonunda listeler toplanıyor ve daha sonraki 30 gün boyunca her gün öğrencilerin hatırlayabildikleri kelimeleri yazdıkları bir liste alınıyor. 30 gün boyunca öğrencilerin hatırladıklarını yazdıkları her bir listenin ortalaması alınıyor ve

$$N(t) = \frac{5t+20}{t}, t \geq 1$$

eşitliği elde ediliyor. Bu eşitliğin, t gün sonra akılda kalan ortalama kelime sayısı N(t) için iyi bir hesaplama ortaya çıkardığı bulunuyor.

Öğrencilerin hatırlama ortalamalarını veren grafiği çizin ve yorumlayınız.

Çalışma Kâğıdı

1. Psikoloji sınıfındaki öğrencilerle nasıl bir deney yapıldığını kendi ifadelerinizle bir cümleyle kısa ve net bir şekilde açıklayınız.
2. Senaryoda verilen eşitlik neyle ilgilidir?
3. 't ≥ 1' aralığı neyi ifade etmektedir?
4. Öğrencilerin hatırlama ortalamalarını veren grafiği çizmek için senaryoda verilen bilgilerden hangilerini kullanmak gereklidir? Açıklayınız.
5. Sizden istenen grafiği çizmek için hangi matematiksel bilgileri neden ve nasıl kullanacağınıza yönelik bir plan yapınız.
6. Planınızı işleme dökün.
7. Grafiğinizin doğru ve mantıklı olduğundan nasıl emin olabilirsiniz? Senaryodaki bilgileri de kullanarak açıklayınız.

EK 4: DEĞERLENDİRME FORMU

DEĞERLENDİRME FORMU
1. Etkinlikte hangi soruları cevaplamak sizi zorladı? Nedenini açıklayınız.
2. ... / ... / 2023 tarihli çevrimiçi ders sizin için faydalı oldu mu? Olumlu ve olumsuz eleştirileriniz nelerdir?

EK 5: DERS PLANI ÖRNEĞİ

Dersin Adı	Analiz 1
Sınıf	Lisans
Konu	Türevin Uygulamaları
Geliştirilmesi Hedeflenen Temel Beceriler	Problem Çözme Becerileri • Problemi Anlama ○ Senaryoyu kendi ifadeleriyle açıklama ○ Senaryoda bilinenleri ve bilinmeyenleri tespit etme • Problemin Çözümü İçin Bir Plan Yapma ○ Bilinenlerle bilinmeyenler arasında ilişki kurma ○ Benzer problemler üzerinde düşünme ○ Çözüm için uygun bir strateji belirleme • Seçilen Planın Uygulanması ○ Fikirlerin işleme dökülmesi ve çözüme ulaşılması • Sürecin ve Sonucun Kontrol Edilmesi ○ Bilinenlerle bilinmeyenler arasındaki ilişkinin kontrol edilmesi, ○ İşlemlerin kontrol edilmesi, ○ Farklı stratejilerin denenmesi, ○ Sürecin ve elde edilen sonucun mantıklı ve geçerli olduğunun matematiksel bilgilerden ve senaryoda yer alan bilgilerden yararlanılarak kanıtlanması.
Önerilen Süre	Ders Öncesi Katılımcıların Araştırma Yapması İçin Ortalama Süre: 4 gün Çevrim içi Ortalama Ders Süresi: 50 - 60 dakika
Etkinliğin Uygulanması Gereken Hafta	1. Hafta
Öğretim Materyali	Doğa Dostu Aloha Maoliler
Yöntem-Teknik	Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ) Yöntemi
Araç-Gereç	• Problem senaryosunun yer aldığı kâğıt • Senaryoya ait çalışma kâğıdı • Değerlendirme formu • Microsoft Teams • Microsoft Whiteboard • Geogebra • ÖYS (Öğrenci Yönetim Sistemi: Uygulamanın yapıldığı üniversitede öğretim elemanının materyallerini paylaşabildiği, öğrencilerin çalışmalarını yükleyebildiği sistem) • Örnek Bir Çalışma Kâğıdı (Dersin sonunda katılımcılarla paylaşılır)
Katılımcının Senaryodaki Problem Durumuna Çözüm Üretebilmesi İçin Sahip Olması Gereken Matematiksel Bilgiler	Temel matematik bilgilerinin yanı sıra şu bilgilere sahip olunması gerekmektedir: • Verilen bir $f(x)$ fonksiyonunun tanım kümesini bulur. • $f(x)$ fonksiyonunun bölüntü sayılarını bulur. • Bölüntü sayılarının $f(x)$'in tanım kümesinde bulunup bulunmadığını kontrol eder ve kritik noktalara karar verir. • Yerel min. ve yerel max. noktaları ve bu noktalarda aldığı

	değerleri bulur. - Grafiği verilen bir fonksiyonun artan ve azalan olduğu aralıkları gösterir. - Yerel min. ve max. noktaları gösterir ve yorumunu yapar.
Etkinliklerin Uygulanma Süreci İle İlgili Genel Bilgiler	PDÖ yönteminin temel amacı öğrencinin bireysel öğrenme yükümlülüğünü üstlenmesidir. Bu yükümlülüğü üstlenebilmesinin yöntemi de: - Öğrenciyi edilgen bilgi alıcısı olmaktan çıkarıp aktif, özgür ve kendi kendine öğrenen ve problem çözen bir kişi yaparak eğitim programının vurgusunu öğretmekten öğrenmeye kaydırmak, - Ezberlenmesi gereken bilgiyi sınırlandırıp öğrenciyi yüklü içerikler yerine çözülecek problemlerle karşı karşıya bırakarak yeni bilgiler edinmesini sağlayacak beceri ve tutumları geliştirmesini sağlamak, - Öğretim elemanının öğretene yerine kolaylaştıran olduğu, öğrencilerin problemleri çözmek için uğraş verdiği ortamlar yaratmaktır. Bu durumu gerçekleştirmek için katılımcılara öğrenme sorumluluklarının kendilerine ait olduğu açıklanmalıdır. ‘Doğa Dostu Aloha Maoli’ senaryosunun gerekliliklerinin yerine getirilebilmesi için katılımcıların temel olarak yukarıda belirtilen matematiksel bilgilere sahip olması gerekmektedir.
Katılımcıların Görevleri	- Senaryo ve çalışma kâğıdında yer alan soruların yanıtlanması için detaylı bir araştırma yapmak, - Araştırma sürecinde internet, kitap ve Geogebra gibi materyalleri aktif kullanmak, - Özgün araştırma sonuçları ortaya çıkarmak, - Araştırma sonuçlarını, öğretim elemanının belirttiği tarihe kadar ÖYS’ ye yüklemiş olmak, - ÖYS üzerinden yapılan paylaşımları düzenli bir şekilde takip etmek, sınıf arkadaşlarıyla ve öğretim elemanı ile etkileşim içinde olmak, - Çevrimiçi derslere aktif katılım sağlamak.
Öğretim Elemanının Görevleri	- Katılımcıların çalışma kâğıtlarını çevrimiçi dersten önce kontrol ederek eksikliklerini/kavram yanlışlarını/yanlış anlamaları vs analiz etmek, - Çevrimiçi ders sürecinde problem senaryoları üzerine aktif tartışma ortamı oluşturmak, - Çevrimiçi ders sona ermeden süreç boyunca edinilen tüm bilgilerin özetini yapmak, - Sonraki çevrimiçi derste üzerine konuşulacak problem senaryosunun tanıtımını yapmak ve katılımcıların erişebilmesi için ÖYS’ ye yüklemek.
Çevrimiçi Ders Süreci	Çevrimiçi ders süreci üç aşamalı olarak gerçekleştirilmelidir. 1.Aşama (Derse Giriş): Derse giriş aşaması temelde problem senaryosunun anlaşılması üzerine kurgulanmıştır. Öğretim elemanı birkaç katılımcıdan senaryoda yer alan problem durumunu özetlemelerini ister. İhtiyaç duyulursa senaryoya ilgili bir takım

	sorular yöneltilebilir. Sorulacak sorulara örnek vermek gerekirse; • Senaryoya göre biyologların çözmeye çalıştıkları problem nedir? • Söz konusu problemi çözmek için Aloha Maolilerin hangi özelliklerinden yararlanmak istemektedirler? • Senaryoda biyologları amaçlarına ulaştıracak hangi bilgilere yer verilmiştir? • Yapay deniz ortamında yapılan deneyde Aloha Maolilerin sayısındaki değişimle ilgili hangi bilgilere yer verilmiştir? • Hangi günlerde sayılarındaki değişimin arttığını/azaldığını ya da değişmediğini nasıl tespit edebiliriz? • Aloha Maolilerin sayılarındaki değişimi inceleyebilmek için hangi matematiksel bilgilere başvurmak gerekir? • Senaryoda verilenler dışında başka hangi bilgilere ihtiyacımız vardır? Bu bilgilere nasıl ulaşabiliriz? Katılımcıların durumuna göre ders içi tartışmada sorulacak soruların sayısı artırılabilir ya da azaltılabilir. Fakat belli düzen ve sırada sormak önem arz etmektedir. Örneğin ‘...değişimi inceleyebilmek için hangi matematiksel bilgilere başvurmak gerekir?’, sorusunun cevabını almadan türev bilgilerini nasıl kullanılabileceğine yönelik bir soru sorulmamalıdır. Bu soruların amacı problemin çözülmesine yönelik bir stratejinin belirlenmesi\bir planın yapılması ve uygulanabilmesi için bir zemin hazırlamaktır. 2. AŞAMA: Problem durumunun anlaşılmasının ardından ikinci aşama çözüme yönelik bir planın yapılması, uygulanması ve sürecin ve sonucun kontrol edilmesini içerecek şekilde planlanmıştır. Bu aşamada öğretim elemanı katılımcıların çalışma kâğıtlarına referanslar vererek açıklamalar yapması önem arz ettiğinden ders öncesinde öğretim elemanının katılımcılara ait çalışma kâğıtlarının analizini yaparak eksiklikleri, yanlış anlaşılımları vs tespit etmesi gerekmektedir. Problem çözme sürecinde alan bilgisi önemli olduğundan katılımcıların eksikliklerinin giderilmesi ve sonraki senaryolar için zemin hazırlanması bakımından bu aşama kritik bir öneme sahiptir. - ÇÖZÜM İÇİN PLAN YAPMAK- Senaryoda Marmara Denizi’nde gerçekleşen musilaj meselesiyle ilgili bir takım bilgiler verildikten sonra Aloha Maoli adı verilen bir canlı türü tanıtlmıştır. Ardından ise çözüm üretmeye yarayacak bir takım bilgiler sunulmuştur. Bunlar; • Yapay deniz ortamında 1 hafta boyunca gözlemler yapılması, • Müsilaj parçacıklarının olduğu ortama Aloha Maoliler yerleştirildiğinde bu günlerde müsilaj miktarında azalma gözlemlenmesi (Yani Aloha Maoli canlılarının sayısının artması müsilaj miktarını azaltıyor), • $f(x)=x^3-6x^2+9x$ (müsilaj miktarını veren model) Katılımcılardan yukarıdaki bilgileri kullanarak problemi çözmeye yarayacak planlarını adım adım açıklamaları beklenmektedir. Bu aşamada öğretim elemanının, katılımcıların çalışma kâğıtlarına
--	---

referanslarda bulunarak açıklamalar yapması gerekmektedir.

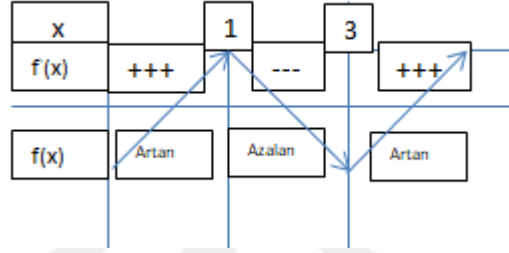
-PLANIN UYGULANMASI-

Değişimin nerelerde gerçekleştiğini tespit etmek için fonksiyonun türevinin incelenmesi gerekmektedir. Şöyle ki;

$$f'(x)=3x^2-12x+9=0$$

$$3(x^2-4x+3)=0$$

$3(x-3)(x-1)=0$ ise $x=3$ ve $x=1$ olur. Yani deneyin başlangıcından itibaren 1. ve 3. Günlerde Aloha Maolilerin sayısı ekstrem değerlere ulaşmıştır. Ama hangi gün minimum değere sahip hangi gün maksimum seviyeye ulaşmış hâlâ bilinmemektedir. Bunun için işaret çizelgesinin incelenmesi gerekmektedir.



Senaryoda verilen modelin (0,1) aralığında artan olduğu anlaşılmaktadır. Yani yapay deniz ortamındaki müsilaj ve atık miktarı artmıştır. O halde deneyin ilk gününde yapay deniz ortamının kirletilmeye başlandığını ve 1.günün sonunda maksimum seviyeye çıktığı anlaşılmaktadır. Buradan, deneyin ilk gününde Aloha Maoliler kullanılarak deneysel ortama bir müdahalede bulunulmadığı anlaşılmaktadır.

(1,3) aralığını yorumlamak gerekirse, 1. ve 3. günler arasında kirlilik azalmaktadır. Aloha Maoliler yapay ortama yerleştirilmeye başlandığı anlaşıyor. 3. güne kadar da bu durum devam etmektedir.

3. günden sonraki zaman diliminde ise kirlilik tekrar artmaktadır. Buradan da canlıların yapay ortamdan uzaklaştırıldığını anlamak mümkün olabilir.

Yukarıda yer alan bilgiler katılımcıların ulaşması istenen çıkarımlardır. Fakat edinmeleri gereken başka bilgiler de bulunmaktadır. İşaret çizelgesi yapıp incelemek iyi bir strateji olmakla birlikte bazı noktaların aydınlatılması için yeterli gözükmemektedir. Bu nedenle de başka stratejilere/yöntemlere de ihtiyaç duyulmaktadır. Modelin grafiğini çizmek iyi bir yöntem olabilir.

Aşağıda yer alan grafik senaryoda verilen $f(x)$ fonksiyonunun grafiğidir. Görüldüğü üzere grafik negatif değerler alabilmektedir. 'Müsilaj miktarı negatif olabilir mi?' Herhangi bir şeyin miktarının negatif olması düşünülemez. Dolayısıyla Biyologun modellemesi mantıklı gözükmemektedir. Dolayısıyla bu modeli sınırlandırması gerekmektedir.

	Modelin hangi aralıkta geçerli olduğunun tespit edilmesi açısından grafik çizmek ve yorumlamak faydalı olabilir. Grafiği manuel olarak çizebilecekleri gibi Geogebra gibi yazılımlardan faydalanmak da gerekebilir. Katılımcıların bunun gibi farklı stratejiler üzerinde çalışmaları sağlanmalıdır. Bu sayede sürecin ve sonucun kontrolü de yapılacaktır. -Sonucun ve Sürecin Gözden Geçirilmesi- Katılımcıların problem çözme sürecinin ve elde ettiği sonucun mutlaka kontrol etmesi sağlanmalıdır. Bu süreçte senaryoya ait ‘Örnek Bir Çalışma Kâğıdı’ndaki noktalara dikkat edilmelidir. 3.Aşama (Sürecin Özetlenmesi ve Değerlendirilmesi): Son aşama olan 3.aşamada elde edilen bütün bilgiler senaryoya ve süreç içerisinde katılımcılardan gelen cevaplara referansta bulunarak öğretim elemanı tarafından özetlenir.
Sonraki Çevrimiçi Dersin Araştırma Senaryosu	‘Eklem Ağrılarına Çare’

EK 6: ÇALIŞMA KÂĞITLARI SERGİLENMESİ BEKLENEN DAVRANIŞLAR TABLOSU

BİRİNCİ SENARYO: DOĞA DOSTU ALOHA MAOLİLER	
Senaryoya göre biyologların çözmeye çalıştığı problem nedir?	Sizden senaryodaki problemi kendi ifadelerinizle kısa ve net bir şekilde özetlemeniz beklenmektedir. 'Biyologlar denizlerde meydana gelen müsilağ meselesini çözmek istemektedirler.'
Söz konusu problemi çözmek için Aloha Maolilerin hangi özelliklerinden yararlanmak istemektedirler?	Aloha Maoli gibi ekstrem koşullara adapte olabilen bir canlının kirlenmiş suları yeniden kullanılabilir hale getirmesi özelliğinden yararlanmak istemektedirler.
Çözüm üretebilmek için size verilen bilgiler:	Sizden bir matematik uzmanı olarak yardım istendiğinden matematiksel işlem yapmaya yarayacak verilere odaklanmanız beklenmektedir. <i>Müsilağ parçacıklarının olduğu ortama Aloha Maoliler yerleştirildiği zaman müsilağ miktarında azalma gerçekleşiyormuş (Aloha Maoli sayısının artması müsilağ miktarını azaltıyor),</i> <i>Yapay deniz ortamında gerçekleşen deney 1 hafta (7 gün) sürüyor,</i> <i>Müsilağ miktarının günler içinde değişimini veren fonksiyon $f(x)=x^3-6x^2+9x$ (x; gün)</i>
Çözüm üretebilmek için sizden istenen bilgiler:	Senaryoda verilen $f(x)$ fonksiyonu biyologun gözlemlerini yansıtacak doğru bir model mi?
Verilen bilgileri kullanarak istenen bilgilere nasıl ulaşacağına yönelik bir plan yap\bir strateji belirle:	Senaryoda müsilağ parçacıklarının bulunduğu ortama belli günlerde müdahalelerde bulunulduğunu ve müsilağ miktarının değişim gösterdiğini anlıyoruz. $f(x)$ fonksiyonu müsilağ miktarındaki değişimi vermektedir. Değişimin matematiksel karşılığı türev olduğu için türev bilgilerimi kullanacak şekilde bir plan yapmalıyım. 1. Bir matematikçi olarak ilk etapta $f(x)$ fonksiyonunun özelliklerini incelemeliyim (Nasıl bir fonksiyon? Özellikleri nelerdir? Tanımlı olduğu küme nedir?) 2. $f(x)$ fonksiyonunun davranışlarındaki değişimi inceleyeceğim için $f(x)$ fonksiyonunu bulup $f'(x)$ fonksiyonunu da incelemeliyim. • Kritik noktalar bulunmalı (senaryoda müdahalede bulunan günlere karşılık gelir) • Yerel min ve yerel max noktalar bulunmalı (işaret çizelgesi yardımıyla) (Müsilağ miktarının hangi günlerde min veya max seviyeye ulaşip değişimin nasıl olduğu hakkında bilgi verir) 3. İkinci adımda elde ettiğim matematiksel verileri biyologun elde ettiği verileri de göz önünde bulundurarak yorumlarım.

Planını İşleme Dök\ Stratejini Uygula:

1. $f(x) = x^3 - 6x^2 + 9x$
 $f(x)$ bir polinom fonksiyon olduğundan bütün reel sayılarda tanımlıdır.

$$\begin{aligned} 2. \quad f'(x) &= 3x^2 - 12x + 9 = 0 \\ &= 3(x^2 - 4x + 3) = 0 \\ &= (x-3)(x-1) = 0 \\ x &= 3 \text{ ve } x = 1 \text{ (Bölüntü sayıları)} \end{aligned}$$

Bölüntü sayıları $f(x)$ fonksiyonunun tanım kümesinde de yer alıyorsa bu noktalara kritik nokta adı verilir. $x=1$ ve $x=3$ reel sayılar kümesinin elemanı olduğundan bu bölüntü sayıları aynı zamanda kritik noktalardır. Bu noktalar hangi günlerde Aloha Maolilerin yapay deniz ortamına yerleştirildiğinin bilgisini vermektedir.

x	$-\infty$	1	3	∞
$f'(x)$	+++++		-----	+++++
$f(x)$				

Fonksiyon $(-\infty, 1)$ aralığında artandır. Senaryodan anlaşılacağı üzere x günü temsil ettiğinden negatif değerler alamaz. O halde $(0,1)$ aralığında artandır demeliyiz. Fonksiyon $(1,3)$ aralığında azalandır. $(3, \infty)$ aralığında ise tekrar artandır. Senaryodan deneyin bir hafta boyunca yapıldığını anlıyoruz. Dolayısıyla 7.günden sonraki gözlem bilgileri biyologda mevcut değildir. O halde fonksiyonunun artan olduğu bu aralığı kısıtlamalıyız. O halde $(3,7)$ aralığında artandır.

Biyolog, Aloha Maolilerin müsilağ sorununun çözümünde etkili olabileceği konusunda bir sunum yaparak dinleyicileri ikna etmek istiyor. Sizin sayenizde elde ettiği matematiksel verileri nasıl açıklarsa dinleyiciler ikna olur? Sizce, sizin hazırladığınız rapordaki hangi bilgilere vurgu yapılmalıdır?

Modelin (0,1) aralığında artan olduğu anlaşılıyor. Yani müsilağ miktarı artmış. O halde deneyin ilk gününde yapay deniz ortamının kirlenmeye başlandığını ve 1.günün sonunda max seviyeye çıktığını anlıyoruz. İlk gün Aloha Maoliler kullanılarak bir müdahalede bulunulmamış olabilir.

(1,3) aralığı;

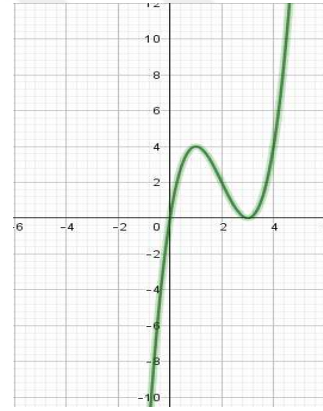
Modele göre 1.ve 3. günler arasında kirlilik azalıyor. Buradan Aloha Maolilerin yapay ortama konmaya başlandığını anlıyoruz. 3.güne kadar bu durum devam ediyor.

(3,7) aralığı;

3.günden sonra ise kirlilik tekrar artıyor. Canlılar yapay deniz ortamından uzaklaştırılmış olabilir.

Matematiksel olarak doğru ifade edebilmek için bazı düzenlemeler yapılması gerekmektedir.

Öncelikle $f(x)$ fonksiyonu bir polinom fonksiyon olduğundan tüm reel sayılarda tanımlıdır. Bu durumu $f(x)$ fonksiyonunun grafiğini çizerek de açıklayabiliriz.



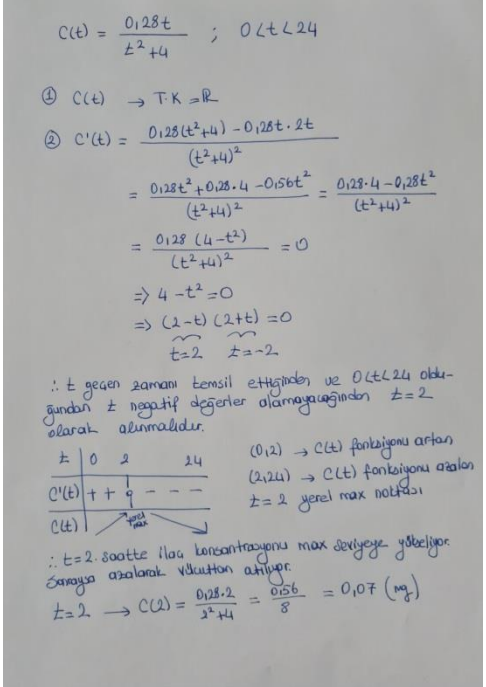
Yukarıda grafiği de verilmiş olan modelin hangi aralıkta geçerli olduğunun açıklanması gerekmektedir. Deneysel çalışmanın 1 hafta (7 gün) sürdüğü belirtilmiştir. O halde $x < 7$ olmalıdır. Ayrıca x günü ifade ettiğinden negatif olamayacağından $x > 0$ olmalıdır. O halde $0 < x < 7$ için bu model geçerlidir.

Ayrıca $f(x)$ 'in geçen günler bazında denizdeki müsilağ miktarını veren bir fonksiyon olduğu açıklanmıştır.

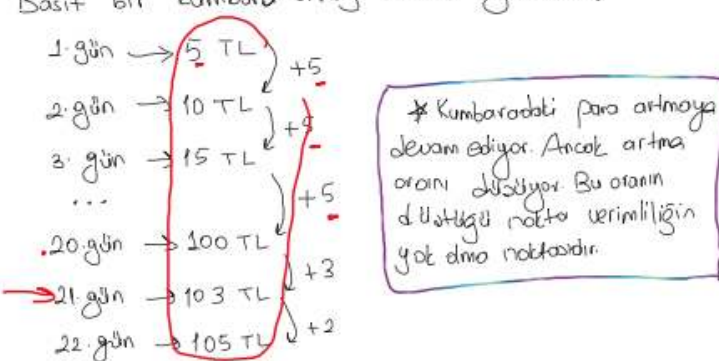
Müsilağ miktarı da negatif olamaz.

Raporda model $f(x) = x^3 - 6x^2 + 9x$, $0 < x < 7$ şeklinde kısıtlanarak sunulmalıdır.

İKİNCİ SENARYO: EKLEM AĞRILARINA ÇARE		
Öğrencilere Yöneltilen Sorular		Beklenen Davranış Örnekleri
Problemin Anlaşılması	Senaryoya göre ilaç firmasının amacı nedir?	Öğrencinin senaryodaki problemi kendi ifadeleriyle kısa ve net bir şekilde özetlemesi beklenmektedir. Örnek cevap: 'Eklem rahatsızlığı olan kişilerin bütün gününü ağrısız bir şekilde geçirmesini sağlayacak bir ilaç üretmektir.'
	Senaryoya göre İlaç firmasını amacına ulaştıracak hangi bilgilere yer verilmiştir?	Örnek cevap: 'Eklem kireçlenmesi kırıldak yüzeyi bozulduğu için eklem sıvısı azalıyor. Bu durumu telafi etmek için etken maddesi hiyalüronik asit olan ilaçlar eklem içine enjekte edilerek hasar kısmen onarılabilenmiştir.'
	İlaç firmasının yaptığı deneysel çalışmayı göz önünde bulundurursak sizce ilaç şirketi hangi sorunun cevabını aramaktadır? Yani senaryoda verilen tüm bilgiler doğrultusunda problem senaryosunun yer aldığı sayfada boş bırakılan alana hangi problem sorusunun yazılması uygun olur?	Örnek cevap: 'İlaç firmasının üzerinde deney yaptığı ilaç, firmanın hedeflediği gibi eklem rahatsızlıkları olan hastaların bütün gününü ağrısız bir şekilde geçirmesini sağlar mı? İlaç şirketi amacına ulaşmış mıdır?'
Plan Yapma	Probleminizi çözmek için senaryoda hangi bilgiler verilmiştir?	• İlacın sağ kola enjeksiyonundan sonra geçen süre (t) • Sol koldaki ilaç konsantrasyonunu veren model (C(t)) • Gözlem yapılan aralık ($0 < t < 24$)
	İlaç şirketinin henüz bilmediği ve bulmaya çalıştığı bilgiler nelerdir?	Bu soru kurulan problem cümlesiyle bağlantılıdır. Örneğin problem cümlesi, 'İlaç firmasının üzerinde deney yaptığı ilaç, firmanın hedeflediği gibi eklem rahatsızlıkları olan hastaların bütün gününü ağrısız bir şekilde geçirmesini sağlar mı? İlaç şirketi amacına ulaşmış mıdır?' şeklinde kurulduysa ilaç firmasının bulmaya çalıştığı bilgiler: • İlacın vücutta yayılma hızı nedir? • İlacın vücuttan atılma hızı nedir? • İlaç ne kadar sürede etkili olur? • İlacın etkisi ne kadar sürer?

	Bilinenlerden yola çıkarak bilinmeyene ulaştıracak bir plan yap\Strateji belirle (Hangi matematiksel bilgileri, hangi sırada kullanacaksın? Nedenleriyle birlikte adım adım açıkla):	İlaç şirketi ilacı hastanın sağ kolundan verip sol kolundaki miktarına baktığına göre ilacın insan vücudundaki değişimini incelemek istiyorlar. İlaç konsantrasyonunun ne zaman maksimum ne zaman minimum seviyelerde olduğu merak edilmektedir? Konsantrasyon ne zaman artıyor? Ne zaman azalıyor? İlaç vücuttan ne zaman atılıyor? Tüm bu soruların cevaplarını bulabilmek için Birinci Türev testini uygulamak gerekmektedir. Bunun için; 1. $C(t)$'yi incelerim 2. $C'(t)$'yi incelerim (Kritik noktalar, işaret çizelgesi yardımıyla yerel minimum ve yerel maksimum noktalarını incelerim.) 3. Elde ettiğim bilgileri senaryoda verilen bilgiler ve kurduğum problem cümlesi doğrultusunda yorumlarım.
Planın Uygulanması	Planımı İşleme Dök\ Çözümünü Yap:	 Planın uygulanması neticesinde $t=2$.saatte ilaç konsantrasyonunun maksimum seviyeye ulaştığı ve 0,07 (mg) olduğu bulunmuştur. Fakat bu sonuçları doğru bir şekilde yorumlayabilmek için ilaçla ilgili başka bilgiler de verilmelidir. Örneğin ilaç firmasının amacı eklem ağrıların en kısa sürede geçmesini sağlamaksa ilaç etkisini 2 saate kadar gösterebiliyor. Klasik ağrı kesicilerde bu sürenin 30-60 dakika olduğu biliniyor. Dolayısıyla 'kısa sürede ağrının geçmesi' iddiası bu sonuç ile bağdaşmaz. İlacın bütün gün rahat ettirme iddiasına gelince ise hangi miktar aralıklarında etkili olduğunun bilinmesi gerekmektedir. Ayrıca vücuttan tam anlamıyla ne zaman atıldığının da bilinmesi gerekmektedir. Bu bilgiler için alternatif bir yol olarak grafik çiziminden (geogebra yardımıyla olabilir) yararlanmak gerekebilir.
Kontrol	Alternatif bir çözüm yolu düşün. Farklı bir stratejiyle çözmeyi dene.	Geogebra yardımıyla grafik çizimi alternatif olarak düşünülebilir. Pratik bir yol olmasa da $0 < t < 24$ aralığındaki değerlerin $C(t)$ modelinde aldığı sonuçlar değerlendirilebilir.

ÜÇÜNCÜ SENARYO: GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE BEBEK ARABALARI

Öğrencilere Yöneltilen Sorular	Beklenen Davranış Örnekleri
Bebek arabalarının satışında reklamların rolü nasıl açıklanmaktadır?	Öğrencinin senaryodaki problemi kendi ifadeleriyle kısa ve net bir şekilde özetlemesi beklenmektedir. Örnek cevap: Geçmişten günümüze, bebek arabalarıyla ilgili olarak yapılan reklamlar sayesinde bebek arabaları daha geniş kitlelere yayılmış ve yoğun bir ilgiyle karşılanmıştır.
Senaryoya göre verimliliğin yok olma noktası nedir? Kendi cümlelerinizle açıklayınız.	Örnek Cevap: Verimliliğin yok olma noktası kısaca artıdaki azalmadır. Metne göre reklam yapıldıktan sonra bebek arabalarının satışı artacaktır. Ancak belli bir noktadan sonra satılan bebek arabası sayısı artsa da ilk zamanlardaki gibi olmayacaktır. Yani bu noktadan sonra harcanan para satışları arttırabilir fakat bu artış daha düşük bir oranda olacaktır. Örnek Cevap 2 : Uygun bir örnekle açıklama yapılabilir. Basit bir kumbara örneği vermek gerekirse; 
Senaryoda grafiği çizmene yardımcı olacak hangi bilgiler verilmiştir?	Burada sadece istenen bilgiyi bulmaya hizmet edecek verileri odaklanılması beklenmektedir. Örnek Cevap: • Ayda 200 adet son model bebek arabası satılması, • x (TL cinsinden para birimi), • $N(x) = 3x^3 - 0.25x^4 + 200$ (satış artışını veren fonksiyon) • $0 \leq x \leq 9$ (reklam kampanyasına yapılacak yatırımın (bin) TL cinsinden aralığı) • Verimliliğin yok olma noktası tanımı

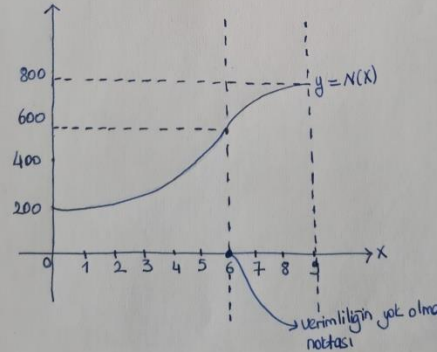
Plan Yapma	Adım adım bir grafiğin nasıl çizilmesi gerektiğini açıklayınız.	Senaryoda satış değişikliği oranını veren grafiği çizip yorumlamamız beklenmektedir. Bunun için ihtiyacımız olan verileri bir önceki soruda sıralamıştık. Grafiği çizerken dikkat edilecek en önemli noktalardan bir tanesi de bu senaryo için verimliliğin yok olma noktasıdır. Senaryoda ‘satış değişikliği oranının artandan azalan döndüğü nokta’ şeklinde ifade edilmektedir. Dolayısıyla $N(x)$ fonksiyonunda bu noktanın tespiti önemlidir. Fonksiyonun senaryoda verilen aralığın hangi bölümünde artan/azalan olduğunu ve bu artanlığın/azalanlığın hızını tespit etmemiz gerekmektedir. Bunu için de fonksiyonun özelliklerini incelemenin yanı sıra birinci ve ikinci türev testinin uygulanarak fonksiyonda meydana gelen değişiklikleri incelememiz gerekmektedir. Bu nedenle aşağıdaki adımların sırasıyla yerine getirilmesi gerekir: 1. $N(x)$ fonksiyonunun özelliklerinin incelenmesi gerekmektedir. Yani fonksiyonun tanım kümesini, eksen kestiği noktaları ve varsa asimptotlarının bulunması gerekmektedir. 2. Fonksiyonun hangi aralıklarda arttığını/azaldığını, max-min seviyeye ulaştığını vs. bulmak için birinci türev testini uygulayım. 3. Fonksiyonun artan/azalan olduğu aralıklardaki artma/azalma hızını bulmak için yani konveks ya da konkavlığını tespit etmek için ikinci türev testini uygulayım. 4. İlk üç adımdaki verileri harmanlayarak grafiği çizer ve yorumlarım.
------------	--	---

Yukarıda açıkladığınız adımları takip ederek grafiğinizi çiziniz (Geogebra vs kullanmayın bu adımda).

① $N(x) = 3x^3 - 0,25x^4 + 200$ fonksiyonu bir polinom fonksiyondur. Dolayısıyla tüm reel sayılar kümesinde tanımlıdır. Fakat senaryoyu incelediğimizde $0 \leq x \leq 9$ aralığında tanımlanmıştır. Dolayısıyla bu aralık dahilinde incelemelerimizi yapmalıyız.
 $N(x)$, bir polinom fonksiyon olduğundan asimptotu yoktur.

②-③ $N(x) = 3x^3 - 0,25x^4 + 200$, $0 \leq x \leq 9$
 $N'(x) = 9x^2 - x^3 = 0$
 $= x^2(9-x) = 0 \Rightarrow x_{1,2} = 0, x_3 = 9$
 $N''(x) = 18x - 3x^2 = 0$
 $= 3x(6-x) = 0 \Rightarrow x_1 = 0, x_2 = 6$

x	0	6	9	x	$N'(x)$	$N''(x)$	$N(x)$
$N'(x)$	++	0	++	$0 < x < 6$	(+) Artan	(+) Konveks	Konveks Artan
$N''(x)$	--	0	++	$x = 6$	(+) Yerel max	0	Bölün Noktası
$N(x)$	200	524	746,75	$6 < x < 9$	(-) Artan	(-) Konkav	Konkav Artan



a) Çizdiğiniz grafik 'verimliliğin yok olma noktası' tanımında ifade edilenleri yansıtıyor mu? Açıklayınız.

a) Çizdiğim grafik 'verimliliğin yok olma noktası' tanımında ifade edilenleri yansıtmaktadır. Çünkü reklamlarla birlikte ürünün satış oranında artış beklenmektedir. Ancak 'verimliliğin yok olma noktası' tanımına göre belli bir noktadan sonra satışlardaki artış düşecektir. Yine satış olacaktır fakat ilk zamanlardaki gibi olmayacaktır. Yani artış daha düşük bir oranda gerçekleşecektir. Elde ettiğimiz verilere göre verimliliğin yok olma noktası 6'dır.
 $0 < x < 6$ aralığında fonksiyon konveks artan bir hareket izliyor. Bu durum satış artışının hızlı bir şekilde ilerlediğini gösterir.
 $6 < x < 9$ aralığında ise fonksiyon konkav artan bir hareket izliyor. Bu durumda da satış oranı yine artıyor ama $x=6$ noktasından önce olduğu kadar değildir.

DÖRDÜNCÜ SENARYO: ŞANS KAPIYI ÇALINCA		
Öğrencilere Yöneltilen Sorular		Beklenen Davranış Örnekleri
Problemin Anlaşılması	Eşref Bey'in yarışmadaki görevi ile üniversite öğrencisinin hangi görevi ilişkilendirilmiştir?	Örnek Cevap: Her ikisinin de belirli bir zaman diliminde yerine getirmesi/tamamlaması gereken görevleri var.
	Üniversite öğrencisinin çalışması gereken sayfa sayısına bağlı olarak gereken zaman hakkında araştırma yapabilmek için hangi bilgiler verilmiştir?	Çalışması gereken sayfa sayısı ile bu sayfaları çalışmak için ihtiyaç duyacağı zaman arasındaki ilişkiyi veren model $T(n)=0,08n^3-1,2n^2+6n, n \geq 0$ (Burada gereğinden fazla bilgi verilmesi de kısmen doğru şekilde puanlanmıştır.)
	Senaryoda size ne soruluyor?	Öncelikle $T(n)$ modelinden yola çıkılarak öğrencinin çalışma hızı hakkında bilgi toplamamız beklenmektedir. Ardından ise bu bilgileri kullanarak sınava yaklaşık 5 saat kalmışken kalan 15 sayfayı tamamlayıp tamamlayamayacağına karar verilmesi beklenmektedir.
Plan Yapma	Soruyu çözmek için hangi matematiksel bilgileri nasıl kullanacağınıza yönelik planınızı adım adım açıklayınız.	Öğrencinin çalışma hızı grafik çizerek daha rahat yorumlanabilir. Öğrencinin çalışma hızı geçen saatler bazında çalıştığı sayfa sayısı ile ilişkilendirilmiştir. Bu çerçevede adım adım cevaplanması gereken sorular bulunmaktadır. Bunlar; 1. Çalıştığı sayfa sayısı hangi aralıklarda artar/azalır? (Birinci türev testi yardımıyla kritik noktaların ve artan/azalan olduğu aralıkların bulunması gerekmektedir.) 2. Çalıştığı sayfa sayısının artışı ya da azalışı nasıl gerçekleşiyor? (İkinci türev testi yardımıyla büküm noktasının, konveks/konkav olduğu aralıkların bulunması gerekmektedir.) 2.1. Çalıştığı sayfa sayısı giderek artan bir oranda mı artıyor/azalıyor? Öyleyse bu durum hangi aralıklarda gerçekleşiyor? 2.2. Çalıştığı sayfa sayısı giderek azalan bir oranda mı artıyor/azalıyor? Öyleyse bu durum hangi aralıklarda gerçekleşiyor?

Planınızı uygulayınız.

$$T(n) = 0.08n^3 - 1.2n^2 + 6n, \quad n \geq 0$$

① $T.K \Rightarrow n \geq 0$

$$n=0 \rightarrow T(0)=0 \rightarrow (0,0)$$

② Asimptot yok.

③ $T'(n) = 0.24n^2 - 2.4n + 6 = 0$

$$= 24n^2 - 240n + 600 = 0$$

$$= n^2 - 10n + 25 = 0$$

$$= (n-5)^2 = 0 \Rightarrow n_{1,2} = 5 \quad (\text{Çift kök var!})$$

$$\downarrow$$

$$n=5 \in n \geq 0$$

$n=5$ bölünür sağlığı tanım kümesinin elemanı olduğundan bir kritik noktadır.

④ $T''(n) = 2n - 10 = 0$

$$= n - 5 = 0 \Rightarrow n = 5$$

$$\Rightarrow n = 5 \in n \geq 0$$

$n=5$ bir bölünür noktadır.

Bu değerler tanım kümesinin elemanı olduğunda işaret tablosuna eklenmelidir !!!

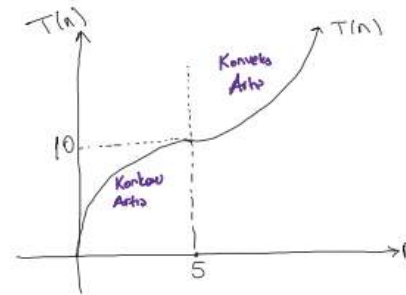
n	0	5	∞
$T'(n)$	+	+	+
$T''(n)$	-	-	+
$T(n)$			

Konkav Artan

Konveks Artan

• $[0,5] \Rightarrow$ Konkav artıyor
 $\Rightarrow$ Çoğu sayfa sayısı daha yavaş bir şekilde ilerliyor.

• $[5,\infty) \Rightarrow$ Konveks artıyor
 $\Rightarrow$ Çoğu sayfa sayısı daha hızlı bir şekilde ilerliyor.

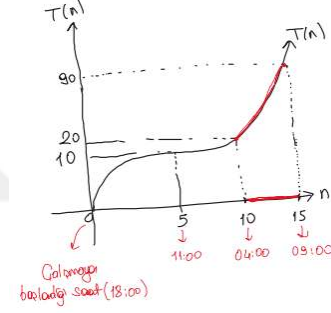


Kontrol	Planınız sonucunda öğrencinin çalışma hızı ile ilgili elde ettiğiniz bilgilerin mantıklı olup olmadığını sorgulayınız. Kanıtlar sunarak açıklayınız. KONTROL ETME/GÖZDEN GEÇİRME/KARAR VERME	İlk 5 saatte çalışabildiği sayfa sayısı 5. saatten sonraki sayfa sayısına göre daha yavaş ilerlediğini gözlemliyoruz. Bu durum mantıklı olabilir. Çünkü öğrencinin çalışmaya başladığı konuya aşinalığı olmayabilir, bilmediği kavramlar olabilir. Bu durumda da ekstra araştırma gerekebileceği için ilerlemesi daha yavaş gerçekleşebilir. 5. saatte 10 sayfa çalışabildiğini anlıyoruz. 5. saatten sonra ise konveks olarak sayfa sayısı artıyor. Bu da mantıklı. Çalıştığı konuyla ilgili bilgi birikiminin artması daha hızlı bir şekilde ilerlemesini sağlayabilir. Ya da daha önceden üzerinde uzmanlaşmış olduğu konu başlıklarını hızlı bir şekilde gözden geçiriyor da olabilir.
----------------	---	--

Öğrencinin çalışma hızından yola çıkarak sınavına 5 saat kalmışken 15 sayfayı tamamlayabilmesi mümkün olacak mıdır? Açıklayınız.

Öğrencinin kalan 15 sayfayı tamamlayıp tamamlayamamasında birden fazla durum söz konusu olabilir.

Birinci durum: Tamamlaması mümkün olabilir. Fakat aşağıda açıklanan gibi bir durum söz konusu olursa;



Varsayalım ki bugünün tarihi 23/03/2023 olsun. Sınav da ertesi sabah saat 9:00'da yapılacak olsun. Öğrenci de sınavdan yaklaşık 15 saat önce çalışmaya başlasın:

23/03/2023 (Perşembe) → saat : 18⁰⁰
24/03/2023 (Cuma) → saat : 4⁰⁰
24/03/2023 (Cuma) → saat : 9⁰⁰

10 saat
5 saat (15 sayfa'lık)

Öğrencinin çalışma hızından yola çıkarak sınavına 5 saat kalmışken 15 sayfayı tamamlayabilmesi mümkün olacak mıdır? Açıklayınız.

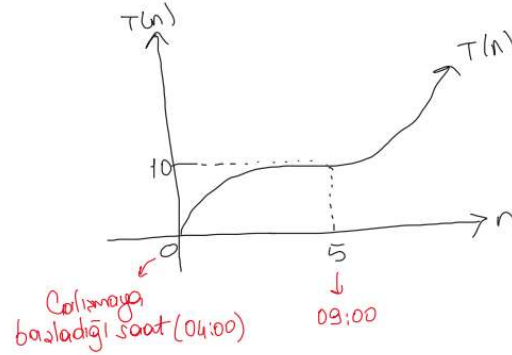
Son 5 saat $T(n)$ fonksiyonunda $T(15) - T(10)$ aralığına denk gelmektedir.

$$T(15) = 270 - 270 + 90 = 90 \text{ sayfa}$$

$$T(10) = 80 - 120 + 60 = 20 \text{ sayfa}$$

Birinci durumda yer alan varsayımlara göre öğrenci 20-90 sayfa arası çalışma hızına sahiptir. Birinci durumdaki koşullar altında öğrencinin çalışma hızı verilerine göre sınava 5 saat kalmışken son 15 sayfayı tamamlayabilir.

İkinci Durum: Tamamlaması mümkün değildir. Fakat aşağıdaki gibi bir durum söz konusu olursa;



Varsayalım ki öğrenci sınavına son 5 saat kala çalışmaya başlasın. İlk kez çalışmaya başladığı ilk 5 saatte 10 sayfa çalışabiliyor. Bu durumda son 15 sayfa yetişmeyecektir. Öğrenciye ait $T(n)$ çalışma hızını dikkate alacaksa 5 saatte 10 sayfa çalışabildiğini görüyoruz. Bu durumda kalan sayfaları yetiştiremez. İlk kez çalışmaya başladığında ilerleyen zamanlara kıyasla daha az sayıda sayfa çalışmasının çeşitli sebepleri olabilir. (Konuya aşina olmayabilir, çalışacağı konuda bilmediği terimler vs olup araştırarak çalışması gerekebilir vs vs).

n.durum: Öğrencinin sınava son 5 saat kala 15 sayfayı yetiştirip yetiştiremeyeceği;

- Sınavdan kaç saat önce çalışmaya başladığına,
- Çalıştığı sayfalara aşina olup olmadığına vs. bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Bütün olasılıkları değerlendirerek düşünüp cevap vermek gerekmektedir.

BEŞİNCİ SENARYO: SICAKLIK KORUMLARI SERAMİK KUPA		
BE CERİLER	SORULAR	BEKLENEN DAVRANIŞLAR
PROBLEMİ ANLAMA	Senaryo neyle ilgilidir? Kısaca özetleyiniz.	Senaryo, piyasaya yeni bir ürün sürmek isteyen bir girişimcinin kâra geçmesi amacıyla kaç adet ürün üretilmesi ve kaç liradan satılması gerektiğinin belirlenmesini konu alan bir senaryodur.
	Piyase talep eğrisi nedir ve ne işe yarar? (1-2 cümleyle kısaca açıklayınız.)	Tüm tüketicilerin belirli bir dönemde satın almak istedikleri ve satın alma gücüne sahip oldukları mal miktarına, piyasa talebi; bir malın piyasa talebini o malın fiyatı ile ilişkilendiren eğriye de piyasa talep eğrisi denir.
	Maliyet, birim satış ve kâr nedir? (1-2 cümleyle kısaca açıklayınız.)	Maliyet: Üretimde, bir ürün elde edilinceye değin ona harcanan değerlerin tümüdür. Birim Satış: Belirlenen fiyata göre satılması gereken ürün sayısıdır. Kâr: Bir mal veya hizmet üretiminde elde edilen gelirin maliyetten yüksek olma durumudur.
	Senaryoda çözüm üretmeye yarayacak hangi bilgiler verilmiştir?	- Senaryoda ürünün maliyetine ilişkin aşağıdaki bilgilere yer verilmiştir; - Üretim, reklam, pazarlama, dağıtım vs. için 500.000-TL, - Her bir ısı koruyucu seramik kupayı üretmek için 500-TL. - Piyasa talep eğrisi - Senaryoda piyasa talep eğrisi göz önünde bulundurularak birim satış denklemi ‘300.000-200F’ olarak verilmiştir.
PLAN YAPMA	Senaryoda verilen bilgileri nasıl kullanacaksınız? Planınızı adım adım açıklayınız.	Girişimci kâra geçmek istiyor. Dolayısıyla kâra geçirecek fonksiyonunun bulunması gerekiyor. - Kâr = Satış – Maliyet şeklindedir. Yani kâr denklemini bulabilmek için ürünlerin satışından elde ettiğim gelirden ürün için harcadığım tüm parayı çıkarmam gerekir. - Kâr denklemindeki ‘satış fiyatını’ bulmak gerekir. Satış fiyatını ‘F’ ile ifade edersek, satış fiyatı=birim satış x F - Kâr denklemindeki maliyeti bulmak gerekir. Maliyet ürün ortaya çıkıncaya kadar harcanan tüm harcamalardır. - Kâr denklemini oluşturmak için satış fiyatından maliyet çıkarılır. - Girişimci en yüksek kâra ulaşmak için satış yapabileceği en yüksek fiyatın belirlenmesi gerekir. (Max fiyatı bulmak için birinci türev testinden yararlanılabilir.) - Birinci türev testinin ardından denklem çözülür ve girişimciyi kâra geçirecek en iyi fiyat bulunur. - En iyi fiyat bulunduktan sonra da senaryoda verilen birim satış denklemi kullanılarak en iyi fiyat üzerinden kaç adet kupa satılması gerektiği bulunur.

PLANI UYGULAMA	Planınızı uygulayın. (İşlemlerinizi bu adımda yapın.)	1. $Kâr = \text{Satış} - \text{Maliyet}$ 2. $\text{Birim Satış} = 300.000 - 200F$ $\text{TL cinsinden Satışlar} = \text{Birim Satış} \times \text{Fiyat}$ $= (300.000 - 200F) \times F$ (fiyatı F ile gösterelim) $= 300.000F - 200F^2$ (satış fiyatı) 3. $\text{Maliyet} = 500.000 + 500 \times (300.000 - 200F)$ $= 500.000 + 150.000.000 - 100.000F$ $= 150.500.000 - 100.000F$ 4. $Kâr = \text{Satış} - \text{Maliyet}$ $= 300.000F - 200F^2 - 150.500.000 + 100.000F$ $= -200F^2 + 400.000F - 150.500.000$ 5. $(Kâr)' = (-200F^2 + 400.000F - 150.500.000)'$ $= -400F + 400.000 = 0$ $400F = 400.000$ 6. $F = 1000$-TL (En karlı satış fiyatı) 7. Peki bu fiyattan kaç adet satılması gerekiyor? Kaç adet satılması gerektiği $(300.000 - 200F)'$ ten bulunabilir; $= 300.000 - 200 \times 1000$ $= 300.000 - 200.000 = 100.000$ adet
--	--	--

KONTROL ETME	Elde ettiğiniz sonuç doğru ve mantıklı mı? Senaryoyla ilişkilendirerek açıklayınız. (İşlemlerinizin sağlamasını yapın. Doğru ve mantıklı bir sonuç elde ettiğinizden nasıl emin olduğunuzu bu adımda açıklayın.)	Tüm ürünlerin toplam satış fiyatı; $= 300.000F - 200F^2$ $= 300.000 \times 1000 - 200 \times 1000^2$ $= 300.000.000 - 200.000.000 = 100.000.000\text{-TL}$ Ürünlerin maliyetini hesaplamak istersek; Maliyet = $150.500.000 - 100.000 F$ $= 150.500.000 - 100.000.000$ $= 50.500.000\text{-TL}$ Kâr hesabı ise; Kâr = Satış – Maliyet $= 100.000.000 - 50.500.000$ $= 49.500.000\text{-TL}$ Sonuç olarak; her biri 1000-TL olacak şekilde 100.000 adet sıcaklık korumalı seramik kupa satarsa kâra geçecektir. Sonucun doğruluğundan kesin bir şekilde emin olmak için Piyasa Talep Eğrisini inceleyebiliriz; Piyasa talep eğrisini incelediğimizde 1500-TL’de hiç satış yapılmadığını bu fiyattan sonra da talep olmadığını görüyoruz. Biz 1000-TL’ye satılması gerektiğini bulmuştuk. O halde bu cevap mantıklı gözüküyor. Peki 1500-TL’nin altında örneğin 750-TL’ye satsaydı piyasa talebine göre daha çok ürün satılacağı aşıkardır. Peki bu maliyetler göz önüne alındığında kârlı olur muydu? F= 750-TL olsaydı; Birim Satış = $300.000 - 200 \times 750 = 150.000$ adet Kâr = $750 \times 150.000 - (500.000 + 500 \times 150.000)$ $= 112.500.000 - 75.500.000$ $= 37.000.000\text{-TL}$ F= 1200-TL olsaydı; B.S. = $300.000 - 200 \times 1200 = 60.000$ adet Kâr = $1200 \times 60.000 - (500.000 + 500 \times 60.000)$ $= 72.000.000 - 30.500.000$ $= 41.500.000\text{-TL}$ Farklı değerler verilerek kontrol sağlanabilir.
--	---	--

ALTINCI SENARYO: CEVİZ BAHÇESİ		
BECERİLER	SORULAR	BEKLENEN DAVRANIŞLAR
PROBLEMİ ANLAMA	Senaryodaki problem nedir? (Bir cümleyle açıklayınız.)	Ceviz üreticisinden alınan bilgilerden yola çıkarak Ali'nin maksimum ürün alabileceği ağaç sayısını tespit etmektir.
	Senaryoda <u>problemi çözmeye yarayacak</u> hangi bilgiler verilmiştir?	Dönüm başına 20 ağaç dikilirse her bir ağaçtan ortalama 30 kg. mahsül alınabiliyormuş. Dönüm başına ağaç sayısı bir arttırılırsa ağaç başına alınacak mahsül miktarı 1 kg. azalmaktadır.
PLAN YAPMA	Problemi çözmek için <u>hangi</u> matematiksel bilgileri <u>neden</u> tercih ettiğinizi açıklayınız.	Maksimum ürün alabileceği durumun tespit edilmesi gerekmektedir. Bunun için maksimum ürünü bulmaya yarayacak optimizasyon fonksiyonunun bulunması gerekmektedir. Bunun için şu adımlar uygulanmalıdır: 1. Maksimum ürünü verecek fonksiyonun bulunması, 2. Fonksiyona birinci türev testi uygulanarak ekstremum noktalarının bulunması gerekmektedir. 3. Maksimum ürün için dikilebilecek maksimum ağaç sayısının tespit edilmesi 4. Sürecin ve sonucun kontrol edilmesi
PLANI UYGULAMA	Problemi çözün. (İşlemlerinizi bu adımda yapın.)	Dikilecek ağaç sayısı x olsun. $x \geq 0$ olmak üzere mahsül miktarı $M(x)$ olsun. $M(x) = (20 + x)(30 - x)$ $= 600 - 20x + 30x - x^2$ $= 600 + 10x - x^2$ 'Maksimum ürün elde edilmesi için dönüm başına en fazla kaç ağaç dikilmesi gerekir?' sorusunun cevabının verilmesi gerekmektedir. $M'(x) = 10 - 2x = 0$ $x = 5$ Maksimum ürün alınabilmesi için her bir dönüm için 20 ağaca ek olarak en fazla 5 ağaç dikilmesi gerekmektedir.

KONTROL ETME

Elde ettiğiniz sonucun doğru olduğunu nasıl kanıtlarsınız? Açıklayınız.

1.Kontrol Yolu: Değer Verme

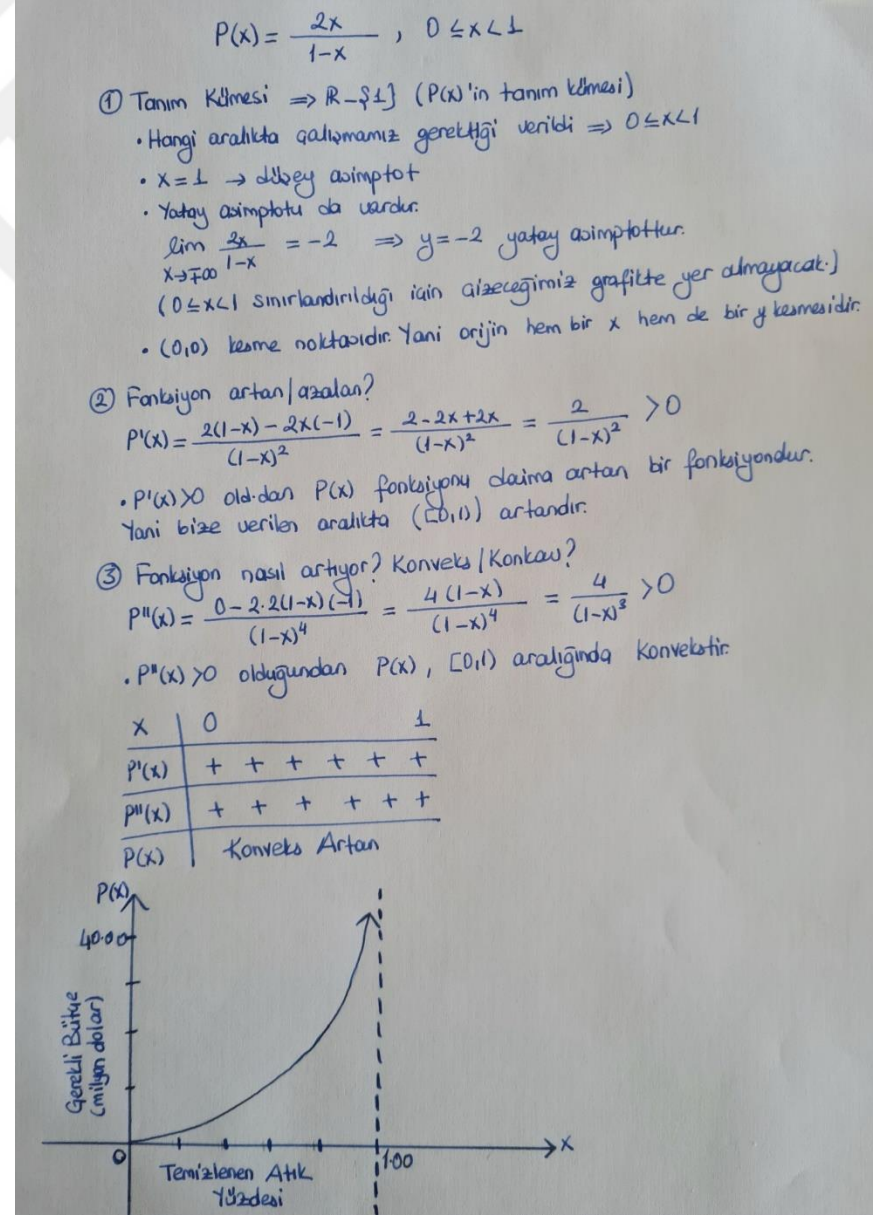
$$\begin{array}{lcl}
 +1 & 20 & \longrightarrow 20 \times 30 = 600 \text{ kg.} \\
 \text{agac} & 21 & \longrightarrow 21 \times 29 = 609 \text{ kg.} \\
 & 22 & \longrightarrow 22 \times 28 = 616 \text{ kg.} \\
 & 23 & \longrightarrow 23 \times 27 = 621 \text{ kg.} \\
 & 24 & \longrightarrow 24 \times 26 = 624 \text{ kg.} \\
 & 25 & \longrightarrow 25 \times 25 = 625 \text{ kg.} \\
 & 26 & \longrightarrow 26 \times 24 = 624 \text{ kg.}
 \end{array}$$

2.Kontrol Yolu: Parabolik Fonksiyonun Özelliklerini Kullanma

- $M(x) = (20+x)(30-x)$
 $= 600 + 10x - x^2 \rightarrow \text{parabolik fonk.}$
- Tepe Noktası $= r = -\frac{b}{2a} = -\frac{10}{2(-1)} = 5$
 $(r, M(r))$
- $M(5) = 625$
- Tepe Noktası $\Rightarrow (5, 625)$

YEDİNCİ SENARYO: INDEPENDENTA FACİASI		
Öğrencilere Yöneltilen Sorular		Beklenen Davranış Örnekleri
Problemin Anlaşılması	1.Su kalite kontrol ajansının amacı nedir?	Öğrencinin senaryodaki problemi kendi ifadeleriyle kısa ve net bir şekilde özetlemesi beklenmektedir. Örnek cevap: Su kalite kontrol ajansı hem yaşanabilecek tanker felaketleriyle ilgili önlemlerin alınabilmesi hem de gerekli testlerin yapılarak Boğazlarda petrol nedeniyle oluşan kirliliğin ortadan kaldırılabilmesi için denizcilikle uğraşan şirketlerin katkısıyla bir bütçe oluşturmayı amaçlamaktadır.
	Aşağıda grafik çizerken ihtiyaç duyacağınız metinden alınmış bilgiler yer almaktadır. Bu bilgilerin karşısına açıklamalarını yazınız. $P(x)$: x : $0 \leq x < 1$:	Örnek cevap: $P(x)$: Temizlenen atık yüzdesine göre gerekli olan bütçenin milyon dolar cinsinden modellenmesi x : Temizlenen toplam atık yüzdesini sembolize etmektedir. x 'in ondalık kesir olarak ifade edildiği açıklanmaktadır. $0 \leq x < 1$: Temizlenen atık yüzdesinin aralığı. 0 ile 1 arasında değerler alabilir.
Plan Yapma	Yukarıda açıklamalarını yaptığınız bilgileri kullanarak grafiği nasıl çizeceğinizi adım adım açıklayınız.	İstenen grafiği çizebilmek için ihtiyaç duyulan bir takım bilgiler bulunmaktadır. Bunlar; 1. Grafiği çizilecek fonksiyonun özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. (Fonksiyonun tanım kümesinin, eksen kestiği noktaların ve varsa asimptotlarının tespit edilmesi gerekmektedir.) 2. Fonksiyondaki ($P(x)$) değişim nasıl gerçekleşmektedir? Fonksiyon hangi aralıklarda artıyor/azalıyor? (Birinci türev testi yardımıyla kritik noktaların, ekstremum noktaların tespit edilmesi gerekmektedir.) 3. Fonksiyondaki artma/azalma nasıl gerçekleşmektedir? Fonksiyon hangi aralıklarda konveks/konkavdır? (İkinci türev testi yardımıyla büküm noktalarının tespit edilmesi gerekmektedir.)

Grafiğinizi çiziniz.



Kontrol	Çizdiğiniz grafiğin doğru olduğundan nasıl emin olabilirsiniz? Çizdiğiniz grafiği yorumlayarak gerekçeleriyle açıklayınız.	Öncelikle temizlenen atık yüzdesi arttıkça ihtiyaç duyulacak para miktarının da artacağı kuvvetle muhtemeldir. O halde elde ettiğimiz grafiğin artan olması doğru ve mantıklıdır. Ayrıca elde edilen grafik konveks artan bir grafikdir. Temizlenen atık yüzdesinin 1'e yani %100'ye yaklaşırken para havuzundaki paranın da hızlı bir şekilde arttığını gözlemliyoruz. Bu sonuç da mantıklıdır. Temizlenen atık yüzdesi arttıkça harcanacak para da konveks bir şekilde artabilir. $x=1$'de asimptot olmasını nasıl yorumlamalıyız? Asimptot kısaca bir fonksiyon grafiğinin hiçbir zaman kesemeyeceği doğrular veya eğriler olarak tanımlanabilir. Yani fonksiyonun grafiği sonsuza giderken asimptota yaklaşıp ama hiçbir zaman kesmez. Fonksiyonun grafiğinin $x=1$'de asimptota sahip olması doğru ve mantıklıdır. $x=1$'in asimptot olması demek temizlenen atık yüzdesinin %100'e yaklaşabileceği ama hiçbir zaman %100 olamayacağı anlamına gelmektedir. Denizin %100'ünü yani tamamını temizlemek mümkün olmayabilir. Çünkü denizlerde temizleme işlemi yapılırken bir yandan da hatalı işlemlerin önlenememesi nedeniyle kirlenmeye devam edecektir. Senaryoda bahsedildiği üzere, Türkiye, deniz ulaştırması açısından dünyanın en önemli geçiş bölgelerinden biridir. Karadeniz ile Akdeniz arasındaki tek deniz ulaşım yolu İstanbul ve Çanakkale Boğazları ile Marmara denizi vasıtasıyla sağlanmaktadır. Boğazlarımızdaki deniz trafiği, özellikle İstanbul Boğazı gibi yoğun yapılaşmanın görüldüğü noktalarda doğal ve yapay çevre bakımından çok ciddi çevresel riskler oluşturmaktadır. Gemilerin limanlarda yükleme ve boşaltma işlemleri ve temizlik işlemleri sırasında meydana gelen kirlilik en önemli kirlilik konularından birini teşkil etmektedir. Özellikle petrol tanklarının yıkanması sırasında ortaya çıkan kirlilik büyük problem oluşturmaktadır. Gemilerin sintine sularını denizlere basmaları, gemilerdeki diğer pis suların ve ambar temizleme işlemi sırasında çıkarılan çöp ve atıkların denizlere atılması, kirli balast sularının denize verilmesi, gemilerin gaz-free işlemlerinden kaynaklanan kirliliklerin verilmesi denizlerin kirlenmesine neden olmaktadır (Kaynak: cevreonline.com). Yani denizlerde temizleme ve kirliliğin önlenmesi işlemleri devam ederken bir yandan da denetimsizlik yüzünden kirlenme devam edecektir. Bu da denizlerin tamamının tam olarak temizlenememesi olarak yorumlanabilir.
---------	---	--

SEKİZİNCİ SENARYO: HATIRLAMA TESTİ		
Öğrencilere Yöneltilen Sorular		Beklenen Davranış Örnekleri
Problemin Anlaşılması	Psikoloji sınıfındaki öğrencilerle nasıl bir deney yapıldığını kendi ifadelerinizle bir cümleyle kısa ve net bir şekilde açıklayınız.	Öğrencilerden 30 kelimelik listeyi bir günde ezberlemeleri istenmiş olup daha sonraki 30 gün boyunca her gün hatırlayabildikleri kelimeleri yazdıkları bir liste alınmıştır.
	Senaryoda verilen eşitlik neyle ilgilidir?	Öğrencilerin 30 günlük deney sürecinde her bir gün için hatırlayabildiği kelime sayısının ortalamasını veren fonksiyondur. Yani $N(t)$ eşitliği t gün sonra akılda kalan ortalama kelime sayısını vermektedir.
	' $t \geq 1$ ' aralığı neyi ifade etmektedir?	T değişkeni deneyin başlangıcından itibaren geçen süreyi gün cinsinden temsil etmektedir. Yani t değişkeni gün cinsinden zamanı temsil etmektedir. Eşitsizliğin 1'den başlaması ve sonsuza doğru gitmesi deneyin birinci günü ve sonraki günleri ifade etmektedir.
	Öğrencilerin hatırlama ortalamalarını veren grafiği çizmek için senaryoda verilen bilgilerden hangilerini kullanmak gereklidir? Açıklayınız.	Grafiği çizebilmek için akılda kalan ortalama kelime sayısını veren $N(t)$ fonksiyonu ve $t \geq 1$ aralığını kullanmak gereklidir. Bu bilgiler dışında öğrencilerin 30 kelime ezberledikleri ve 30 gün boyunca her gün akıllarında kalanları yazmalaları bilgisi grafik çizebilmek için gerekli değildir.
Plan Yapma	Sizden istenen grafiği çizmek için <u>hangi</u> matematiksel bilgileri <u>neden ve nasıl</u> kullanacağımıza yönelik bir plan yapınız.	İstenen grafiği çizebilmek için ihtiyaç duyulan bir takım bilgiler bulunmaktadır. Bunlar; 4. Grafiği çizilecek fonksiyonun özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. (Fonksiyonun tanım kümesinin, eksen kestiği noktaların ve varsa asimptotlarının tespit edilmesi gerekmektedir.) 5. Fonksiyondaki değişim nasıl gerçekleşmektedir? Fonksiyon hangi aralıklarda artıyor/azalıyor? (Birinci türev testi yardımıyla kritik noktaların, ekstremum noktaların tespit edilmesi gerekmektedir.) 6. Fonksiyondaki artma/azalma nasıl gerçekleşmektedir? Fonksiyon hangi aralıklarda konveks/konkavdır? (İkinci türev testi yardımıyla büküm noktalarının tespit edilmesi gerekmektedir.)

Kontrol	Grafığınızın doğru ve mantıklı olduğundan nasıl emin olabilirsiniz? Senaryodaki bilgileri de kullanarak açıklayınız.	Elde ettiğimiz grafik konveks azalan bir grafikdir. Grafığe göre 30 günlük deneyin ilk gününde öğrencilerin hatırladıkları kelimelerin ortalamasının 25 kelime olduğu görülmektedir. Zaman içerisinde ezberlenenlerin bir kısmının unutulması beklenen bir durumdur. Nitekim grafikte bu durumu doğrular şekildedir. Deneyin başlangıcından 30.güne kadar ve hatta sonraki günlerde hatırlanılan kelime ortalamalarında azalma olduğu gözlemlenmektedir. Ayrıca elde edilen bilgilere göre $y=5$'te yatay asimptot olduğu bulunmuştur. Yani grafik yatay asimptotu kesemez ve altına inemez. O halde öğrencilerin hatırlayabildikleri kelimelerin ortalamalarının en az 5 kelimeye kadar inemediğini anlıyoruz. Hatta deneyin sona erdiği 30.günden sonraki günlerde bile hatırlanılan kelime ortalamasının 5 kelimenin altına inmediğini anlıyoruz. Senaryoda öğrencilerin deney sürecindeki davranışlarına ilişkin herhangi bir açıklamada bulunulmamıştır. Sadece deneyin nasıl yapıldığına ilişkin kısa bir bilgilendirme yapılmıştır. Fakat verilen $N(t)$ eşitliğinden yola çıkarak yukarıdaki açıklamaları yapabilmek mümkündür. Grafikte $y=5$ 'te yatay asimptot olduğu için hatırlanılan kelime ortalamasının asla 5 kelimenin altına inmeyeceğini açıklamıştık. Varsayalım ki araştırmacılar deney sürecini 30 günle kısıtlamaktansa uzun bir zamana yaymayı tercih etsinler. Örneğin 1 yıl boyunca deneysel süreçteki işlemleri tekrarlasınlar yani 365 gün boyunca her gün öğrencilerden hatırlayabildikleri kelimeleri yazdıkları listeleri toplansınlar. 365 gün sonunda hatırlayabildikleri kelime sayısı ortalaması; $N(365) = (5 \cdot 365 + 20) / 365 = 5,05$ 2.yılın sonundaki ortalama; $N(730) = (5 \cdot 730 + 20) / 730 = 5,03$ 10.yılın sonundaki ortalama; $N(3650) = (5 \cdot 3650 + 20) / 3650 = 5,005$ şeklinde devam eder. Geogebra ve Microsoft Excel yardımıyla da bu sonucun doğrulanması mümkündür. Varsayalım ki başka bir araştırmacı öğrencilerin 30 kelimelik listeyi ezberlediği günün üzerinden uzun yıllar geçmesine rağmen hatırladıkları kelime ortalamasının 5 kelimenin altına inmemesini gerçekçi bulmayarak ortalama en fazla 3 kelimeye kadar olabilir iddiasında bulunsun. $N(t)=3 = (5t+20)/t$ $3t = 5t+20$ $-2t = 20$ $t = -10$ olur. t deneyin başlangıcından itibaren geçen gün sayısını temsil etmekteydi. Günün negatif karşılığının olması düşünülemez. Ayrıca t'nin tanımlı olduğu aralık '$t \geq 1$' şeklinde verilmiştir.
---	---	---

EK 7: PROBLEM ÇÖZME BECERİLERİ TESTİ

Farklı kişisel gelişim konularında seminerler veren bir şirket, zamanı verimli kullanmak üzerine bir seminer vermek istiyor. Semineri kişi başına 400 lira olarak fiyatlandırdığı zaman, seminere 1000 kişi katılıyor. Şirketin hesaplamalarına göre, fiyata yapılacak her 5 liralık indirim karşılığında, seminere 20 kişi daha katılacak. Şirketin maksimum gelir elde edebilmesi için seminere kişi başı ne kadar ücret alınmalıdır?

1. Yukarıda yer alan problem senaryosunda size ne soruluyor? Kendi ifadelerinizle açıklayınız.

2. Problemi çözebilmek için senaryodaki hangi bilgileri kullanmalısınız?

3. Problemi çözebilmek için hangi matematiksel bilgileri nasıl kullanacağınıza yönelik planınızı adım adım yazınız.

4. Planınızı işleme dökünüz.

5. Elde ettiğiniz sonucun doğru ve mantıklı olduğunu nasıl kanıtlarsınız?

6. Problemi çözemediğinizi düşünüyorsanız nedeni ne olabilir?

Alerji vücudumuzda bulunan antikorların, başkaları için zararsız olabilecek maddelere karşı savaş açması ve reaksiyon oluşturmalarıdır. Bu maddeler toz, besinler, solunum yoluyla alınan maddeler, polen, akarlar ve hayvan türleri olabilir. Bilim insanları alerjik hastalıkları tedavi etmek için hap şeklinde bakteri koşumları üretmeyi hedeflemektedirler. Araştırmalarına göre, Clostridium isimli bakteri grubunun insanları alerjiye yol açan maddelere karşı koruduğu ortaya çıkmıştır. Bu bakterilerin üremesini arttıran bir ilaç bakteri kolonisine uygulanmıştır. t dakika sonra bakterilerin N(t) sayısı yaklaşık olarak,

$$N(t)=1000+30t^2-t^3, 0\leq t\leq 20$$

fonksiyonuyla modellenmiştir. İlaç bakteri kolonisine uygulandıktan kaç dakika sonra bakteri büyüme oranı maksimum olur?

1. Yukarıda yer alan problem senaryosunda size ne soruluyor? Kendi ifadelerinizle açıklayınız.

2. Problemi çözebilmek için senaryodaki hangi bilgileri kullanmalısınız?

3. Problemi çözebilmek için hangi matematiksel bilgileri nasıl kullanacağınıza yönelik planınızı adım adım yazınız.

4. Planınızı işleme dökünüz.

5. Elde ettiğiniz sonucun doğru ve mantıklı olduğunu nasıl kanıtlarsınız?

6. Problemi çözemediğinizi düşünüyorsanız nedeni ne olabilir?

Kol saati üreten bir firma işe aldığı personele ilk aşamada saatlerin parçalarını nasıl monte edeceklerine yönelik bir eğitim vermektedir. Firmanın araştırmalarına göre, yeni bir çalışanın iş başında eğitim almaya başladıktan t gün sonra günde ortalama $N(t)$ adet saati monte edebildikleri belirlenmiştir. t ile $N(t)$ arasındaki ilişkiyi şu şekilde modellemişlerdir;

$$N(t) = \frac{100t}{t+9}, \quad t \geq 0$$

Firmanın modellemesi mantıklı mıdır? Açıklamanızı grafik çizerek yapınız.

1. Yukarıda yer alan problem senaryosunda size ne soruluyor? Kendi ifadelerinizle açıklayınız.

2. Problemi çözebilmek için senaryodaki hangi bilgileri kullanmalısınız?

3. Problemi çözebilmek için hangi matematiksel bilgileri nasıl kullanacağınıza yönelik planınızı adım adım yazınız.

4. Planınızı işleme dökünüz.

5. Elde ettiğiniz grafiğe göre firmanın modellemesi mantıklı mıdır? Grafiğinizi yorumlayarak açıklayınız.

6. Problemi çözemediğinizi düşünüyorsanız nedeni ne olabilir?

Bir ilaç şirketi eklem rahatsızlıklarını en aza indireyecek formüller üzerinde çalışmaktadır. İlaç şirketinin amacı eklem rahatsızlığı olan masa başı çalışanların ağrısının en kısa sürede geçmesini sağlayarak yaşam kalitesini arttıracak bir ilaç üretmektir. Bunun için bir grup deneysel çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmalarının birinde eklem rahatsızlığı olan bir hastanın damarına sağ kolundan bir ilaç enjekte edilmiştir. Hastanın sol kolundaki damarlarında enjeksiyondan t saat sonra bulunan ilaç konsantrasyonunu şu şekilde modellemişlerdir;

$$C(t) = \frac{0.3t}{t^2 + 6t + 9}, \quad 0 < t < 12$$

İlaç şirketinin modeline göre ilacın kaçınıcı saatte etkisini gösterdiğini nasıl açıklarsınız?

1. Yukarıda yer alan problem senaryosunda size ne soruluyor? Kendi ifadelerinizle açıklayınız.

2. Problemi çözebilmek için senaryodaki hangi bilgileri kullanmalısınız?

3. Problemi çözebilmek için hangi matematiksel bilgileri nasıl kullanacağınıza yönelik planınızı adım adım yazınız.

4. Planınızı işleme dökünüz.

5. Elde ettiğiniz sonucun doğru ve mantıklı olduğunu nasıl kanıtlarsınız?

6. Problemi çözemediğinizi düşünüyorsanız nedeni ne olabilir?

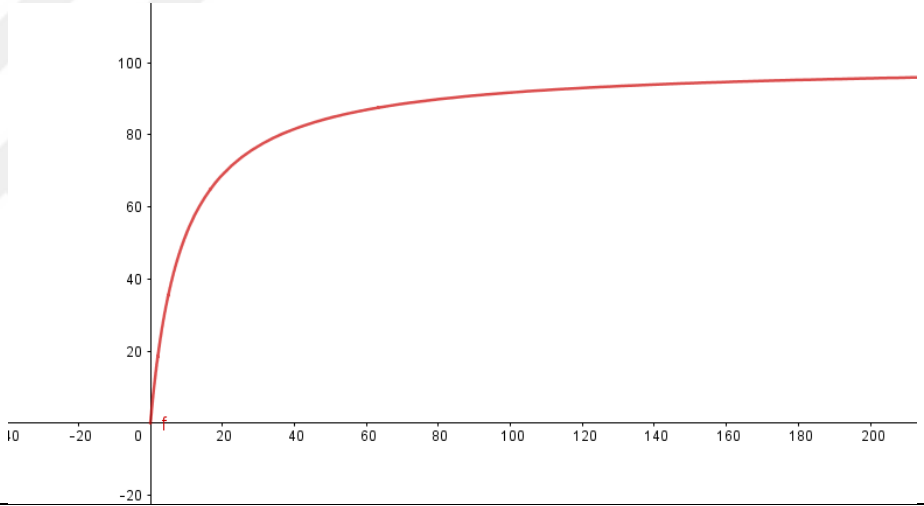
EK 8: PROBLEM ÇÖZME BECERİLERİ TESTİ SERGİLENMESİ BEKLENEN DAVRANIŞLAR TABLOSU

1.PROBLEM SENARYOSU		
PROBLEMİ ANLAMA	Yukarıda yer alan problem senaryosunda sizden istenen nedir? Kendi ifadelerinizle açıklayınız.	<i>“Şirketin en iyi geliri elde etmesi için kişi başı alınması gereken ücret soruluyor.”</i> <i>“Şirket max. gelir elde etmek amacıyla seminer için kişi başı gelirin ne kadar olması gerektiğini bilmek istiyor.”</i> <i>“Max gelir elde etmek istiyorum, ücret ne olmalı?”</i>
	Problemi çözmek için gerekli bilgiler nelerdir?	• Seminer için düşünülen ilk fiyat (400-TL) • İlk fiyat üzerinden katılacak kişi sayısı (1000 kişi) • İlk fiyat üzerinden yapılacak indirim (5-TL) • Her 5-TL’lik indirim karşılığında seminere katılacak kişi sayısı (20 kişi)
PLAN YAPMA	Problemi çözebilmek için hangi matematiksel bilgileri nasıl kullanacağınıza yönelik adım adım plan yapınız.	1. Şirketin gelirini veren denklemi kurarım (strateji olarak denklem kurmayı seçmek) 2. Müşteri başına düşen fiyat = $400-5x$ 3. Müşteri sayısı= $1000+20x$ 4. Gelir=(müşteri başına düşen fiyat)x(müşteri sayısı) 5. $R(x)= (400-5x)(1000+20x)$ (değişkenleri yerine yazma) 6. Gelirin max olması için $R(x)$’in türevini alırım. 7. x değerini bulurum. 8. $R(x)$ değerini bulurum.
PLANINI UYGULAMA	Planınızı işleme dökün.	$R(x)=(400-5x)(1000+20x)$ $R(x)=400000+8000x-5000x-100x^2$ $=400000+3000x-100x^2$ $R'(x)= 3000-200x=0$ $200x=3000$ $x=15$ $R(15)=422500$-TL $400-5x=400-5*15$ $=400-75=325$-TL

KONTROL ETME	Elde ettiğiniz sonucun doğru ve mantıklı olduğunu nasıl kanıtlarsınız?	ÖRNEK BİR AÇIKLAMA: Sonucum mantıklı. Çünkü; müşteri başına düşen fiyatı $(400-5x)$ olarak modelledim. Fiyat negatif olamayacağından $400-5x \geq 0$ olur. Burada x yapılan 5-TL'lik indirimlerin sayısını temsil etmektedir. $400-5x \geq 0$ $80 \geq x$ O halde $0 \leq x \leq 80$ olur. Ayrıca, $R(x) = (400-5x)(1000+20x)$ şeklinde bulmuştum. Max bulmak için türevini aldım. $x=15$ buldum. Bulduğum bu sonuç yukarıdaki aralıkta çıktı. O halde doğru yoldayım demektir. x'i denklemde yerine koyarak max geliri ve seminer ücretini buldum. $[0,80]$ aralığında 15 dışında değerler verdiğimde 422500-TL değerine ulaştıracak başka değerler olmadığını gördüm. Bu da sonucumun mantıklı olduğunun bir başka kanıtıdır.
2.PROBLEM SENARYOSU		
PROBLEMİ ANLAMA	Yukarıda yer alan problem senaryosunda sizden istenen nedir? Kendi ifadelerinizle açıklayınız.	TAM PUAN ÖRNEĞİ: <i>"Alerjenlere karşı koruyan bir bakteri grubunun üremesini arttıran bir ilaç bu bakteri kolonisine uygulanıyor ve elde edilen sonuçlar bir $N(t)$ fonksiyonu ile modelleniyor. Bu modeli kullanarak bakteri büyüme oranının ne zaman maksimum olacağı soruluyor."</i>
	Problemi çözmek için gerekli bilgiler nelerdir?	- İlacın bakteri kolonisine uygulandıktan sonra geçen süre (t) t dakika sonraki bakteri sayısını veren model ($N(t)$) - Modelin hangi aralıkta çalıştığı ($0 \leq t \leq 20$)
PLAN YAPMA	Problemi çözebilmek için hangi matematiksel bilgileri nasıl kullanacağınıza yönelik adım adım plan yapınız.	Soruda büyüme oranı ne zaman max olur diye soruluyor. Bakteri kolonisinin büyüme hızı ne zaman max olur deseydi $N'(t)$ incelerdik. Ama soruda bakteri büyüme oranını incelememiz gerektiğinden $N''(t)$ incelememiz gerekir. Yani burada bize değişimdeki değişim lazım. Yani 2.türev almak gerekiyor. $N(t) \rightarrow N'(t) \rightarrow N''(t)$ 2.türevde t değerini bulurum. ($0 \leq t \leq 20$ aralığında olmasına dikkat ederek) - Bir çizelge yardımıyla bulduğum t değerlerinde modelin davranışlarını incelerim.

		Büyüme oranının kaçınıcı dakikada max olduğunu bulurum.												
PLANINI UYGULAMA	Planınızı işleme dökün.	1. $N(t)=1000+30t^2-t^3$, $0 \leq t \leq 20$ $N'(t)=60t-3t^2 \rightarrow t(60-3t)=0 \rightarrow t=0, t=20$ $N''(t)=60-6t=0$ 2. $t=10$ <table><tr><td>t</td><td>0</td><td>10</td><td>20</td></tr><tr><td>$N''(t)$</td><td>+++++++</td><td>-----</td><td>+++++++</td></tr><tr><td>$N'(t)$</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> (0,10)→artan (10,20)→azalan $t=10 \rightarrow$ büküm noktası 3. $t=10$.dakikada koloninin büyüme oranı max olur. Sayıca ne kadar olduğunu bulmak için ise $N'(10)=60*10-3(10)^2=600-300=300$	t	0	10	20	$N''(t)$	+++++++	-----	+++++++	$N'(t)$			
t	0	10	20											
$N''(t)$	+++++++	-----	+++++++											
$N'(t)$														
KONTROL ETME	Elde ettiğiniz sonucun doğru ve mantıklı olduğunu nasıl kanıtlarsınız?	ÖRNEK BİR AÇIKLAMA: (Kanıtlama) Bakteri büyüme oranı $t=20$.dakikada max oluyor. t değerini $N'(t)$'de yerine yazarsam; $N'(t)=60*10-3(10)^2=600-300=300$ (max büyüme oranı) $t=15$ için $N'(t)=60*9-3(9)^2=540-243=297$ $t=25$ için $N'(t)=60*15-3(15)^2=900-675=225$ olduğunu görürüz. Ya da grafik çizerek kanıtlanabilir. $t=10$'da max seviyede $t=10$'dan sonra da bakteri kolonisinin büyüdüğünü görülür. Fakat büyüme oranında azalış yaşanarak büyüme gerçekleşiyor.												
3.PROBLEM SENARYOSU														
PROBLEMİ ANLAMA	Yukarıda yer alan problem senaryosunda sizden istenen nedir? Kendi ifadelerinizle açıklayınız.	TAM PUAN ÖRNEĞİ: “Kol saati üreten bir firma monte eğitimi verdikleri yeni işçilerinin eğitim almaya başladıktan t gün sonra kaç saat monte edebildiklerini $N(t)$ ile modellemişler ve bu modelin ne derece doğruyu yansıttığını/mantıklı olduğunu öğrenmek istiyorlar. Strateji olarak da grafik çizmemiz isteniyor.”												
	Problemi çözmek için gerekli bilgiler nelerdir?	- Eğitim almaya başladıktan sonra geçen zaman (t) t gün sonra monte edilen ortalama saat sayısını veren model ($N(t)$)												

		$t \geq 0$									
PLAN YAPMA	Problemi çözebilmek için hangi matematiksel bilgileri nasıl kullanacağınıza yönelik adım adım plan yapınız.	Grafik çizebilmek için gerekli adımlar: $N(t)$ incelerim. N''nin tanım kümesini bulurum. - Kesme noktalarını bulurum. - Varsa asimptotları bulurum. $N'(t)$'yi incelerim $N'(t)$'nin bölüntü sayılarını ve kritik değerleri bulurum. $N'(t)$ için bir işaret çizelgesi oluştururum. N''nin arttığı ve azaldığı aralıkları belirleyip yerel max ve yerel min bulurum. $N''(t)$ incelerim. N'' bölüntü sayılarını bulurum. N'' işaret çizelgesi oluştururum. N''nin grafiğinin yukarı bükey ve aşağı bükey olduğu aralıkları belirleyip büküm noktalarını bulurum. Yukarıdaki bilgilerden yararlanarak N''nin grafiğini çizerek yorumlarım.									
PLANINI UYGULAMA	Planınızı işleme dökün.	$N(t) = \frac{100t}{t+9}, \quad t \geq 0$ $TK = \mathbb{R}^+$ $t=0 \rightarrow N(t)=0$ $N(t)=0 \rightarrow t=0$ - Asimptot yok. $N'(t) = \frac{900}{(t+9)^2} > 0$ (Daima Artan) <table border="1"> <tr> <td>t</td><td>0</td><td>∞</td></tr> <tr> <td>$N'(t)$</td><td>+++++</td><td>+++++</td></tr> <tr> <td>$N(t)$</td><td colspan="2"></td></tr> </table> $N''(t) = \frac{-1800}{(t+9)^3} < 0$ $N'' < 0 \rightarrow N$ konkav (iç bükey) olur.	t	0	∞	$N'(t)$	+++++	+++++	$N(t)$		
t	0	∞									
$N'(t)$	+++++	+++++									
$N(t)$											

		Başlangıçtan itibaren artan bir grafik elde ederiz. 
KONTROL ETME	Elde ettiğiniz sonucun doğru ve mantıklı olduğunu nasıl kanıtlarsınız?	ÖRNEK BİR AÇIKLAMA: Cevabım mantıklı. Çünkü bir konuda acemi olan bir kişinin gerekli eğitimleri aldıktan sonra bir konuda ilk duruma göre daha uzman olması beklenir. Bu problemde de personele t gün eğitim veriliyor ve günde kaç kol saati monte edebildiklerini veren bir model ortaya konuyor. Çizdiğim grafiğe göre başlangıç gününden sonraki günlerde monte edilen ortalama kol saati sayısının arttığını gözlemledim. Elde ettikleri model mantıklıdır. Ayrıca $t \geq 0$ olarak verilmiş. t zamanı ifade ettiğinden 0'ı ilk gün olarak ele alırsak t'nin pozitif olarak ayrıca belirtilmesi de mantıklıdır.
4.PROBLEM SENARYOSU		
PROBLEMİ ANLAMA	Yukarıda yer alan problem senaryosunda sizden istenen nedir? Kendi ifadelerinizle açıklayınız.	TAM PUAN ÖRNEĞİ: <i>"Eklem ağrılarını en aza indirecek bir ilacın deneysel çalışmalarında ilaç sağ koldan enjekte edilip t saat sonra sol koldaki damardaki konsantrasyonuna bakılmış ve çıkan sonuçta C(t) ile modellenmiş. Bu model $0 < t < 12$ iken geçerli bir model. İlacın kaçınıcı saatte etki ettiği soruluyor."</i>
	Problemi çözmek için gerekli bilgiler nelerdir?	- İlaç sağ kola enjekte edildikten sonra geçen zaman (t) - Sol koldaki ilaç konsantrasyonunu veren model (C(t)) Gözlem yapılan zaman aralığı ($0 < t < 12$)
PLAN YAPMA	Problemi çözebilmek için hangi	1. Hastanın sol kolundaki ilaç konsantrasyonunun değişimini inceleyebilmek için C(t)'nin

	matematiksel bilgileri nasıl kullanacağınıza yönelik adım adım plan yapınız.	türevini alırım. 2. t'nin alabileceği değerleri bulurum. 3. Bulduğum t değerlerinden 0<t<12 aralığında olanı kullanırım. 4. İşaret çizelgesi yardımıyla C(t)'nin davranışlarını incelerim. 5. Çizelge yardımıyla deneysel süreci yorumlamaya çalışırım.												
PLANINI UYGULAMA	Planınızı işleme dökün.	$C(t)=\frac{0,3t}{t^2+6t+9}, 0<t<12$ $C'(t)=\frac{-0,3t^2+2,7}{(t^2+6t+3)^2}=0$ $-0,3t^2+2,7=0$ $0,3t^2=2,7$ $t^2=9; t=3 \text{ ve } t=-3$ <table><tr><td>t</td><td>0</td><td>3</td><td>12</td></tr><tr><td>C'(t)</td><td>+++++</td><td>-----</td><td></td></tr><tr><td>C(t)</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> - t=3.saatte ilaç konsantrasyonu max seviyeye yükseliyor. $t \rightarrow 3 \ C(3)=\frac{0,3*3}{3^2+6*3+9}=\frac{0,9}{36}=\frac{1}{40}=0,025 \text{ mg}$	t	0	3	12	C'(t)	+++++	-----		C(t)			
t	0	3	12											
C'(t)	+++++	-----												
C(t)														
KONTROL ETME	Elde ettiğiniz sonucun doğru ve mantıklı olduğunu nasıl kanıtlarsınız?	Planım mantıklı. Çünkü söz konusu ilacın konsantrasyonundaki değişimi incelemem gerekiyor. Yani vücuda enjekte edildiğinde vücuttaki dolaşımını ne kadar sürede tamamlıyor, ne zaman max seviyeye ulaşıp vücuttan ne zaman atılmaya başlanıyor bilmek gerekir. Dolayısıyla matematiksel anlamda türev bilgilerine başvurmak gerekir. Matematiksel süreç sonunda t=3.saatte ilaç konsantrasyonunun max seviyeye ulaştığını ve 0,025 mg olduğunu buldum. Fakat bu sonuçları doğru bir şekilde yorumlayabilmek için ilaçla ilgili başka bilgiler de verilmeliydi. Örneğin ilaç şirketinin amacı eklem ağrısının en kısa sürede geçmesini sağlamak. İlaç bunu 3 saate kadar gerçekleştiriyor. Klasik ağrı kesicilerde bu sürenin 30-60 dakika olduğu biliniyor. Dolayısıyla 'kısa sürede geçirmek' iddiasıyla bu sonuç bağdaşmıyor. Bundan daha önemli mesele ise vücutta kalma oranı ve hangi miktarlarda etkili olduğunun bilinmemesidir.												

EK 9: GENEL DERECELİ DEĞERLENDİRME RUBRİĞİ

Puanlar Beceriler	Sorular	Başarılı (2 puan) (Sergilenmesi beklenen davranışların tamamını doğru sergilemeli)	Kabul edilebilir (1 puan) (Beklenen davranışın en az %50'sini sergilemeli)	Geliştirilmeli (0 puan)
Problemi Anlama	Senaryoyla ilgili sorular	Cevabı kendi ifadeleriyle açık ve net bir şekilde açıklamak, beklenen davranışları tam olarak sergiler	Cevabı olduğu gibi metinde yer alan kelimelerle kopyala yapıştır yaparak açıklamak	Boş bırakma, Yanlış cevap verme, Gereksiz bilgiler verme
	Verilenler	Problemin çözümü için gereken verilerin tamamını tespit etme, beklenen davranışları tam olarak sergiler	Problemin çözümü için gereken verileri eksik/fazla tespit etme	Boş bırakma, Verilenleri yanlış tespit etme, Çözüme doğrudan hizmet etmeyecek verileri yazma
	İstenenler	Ne istendiğini kendi ifadeleriyle açık ve net bir şekilde açıklayabilme, beklenen davranışları tam olarak sergiler	Ne istendiğini metinde yer alan kelimeleri kopyala yapıştır yaparak açıklamak	Boş bırakma, Yanlış cevap verme
Bir Plan Yapma	Strateji, plan belirleme	Uygun stratejiyi seçer, verilenler ve istenenler arasında ilişki kurar, çözüm için seçtiği matematiksel bilgileri neden seçtiğini ve nasıl kullanacağını açıklar, 'problemi çözmek için ne yapmam gerekiyor?' sorusunun yanıtı vardır, bilinmeyen bulmak için ne yapması gerektiğini ve hangi sırada yapması gerektiğini bilir, beklenen davranışları tam olarak sergiler	Uygun strateji seçer, Verilenlerle istenen arasında ilişki kurmaz, Kullandığı matematiksel bilgiyi neden seçtiğini açıklamaz,	Boş bırakma, yanlış strateji uygulama, birbiriyle ilişkisi olmayan çözüme katkısı olmayan birden fazla plan yapma
Planı Uygulama	İşleme Dökme	Planını tam ve doğru bir şekilde işleme döker, beklenen davranışları tam olarak sergiler	Çözüm üretmek için doğru stratejiye/plana sahiptir fakat işleme dökerken işlem hatası, yanlış türev alma vs sergiler, beklenen davranışları kısmen sergiler	Boş bırakma, yanlış strateji nedeniyle yanlış çözüm, çözüme hizmet etmeyen stratejiyi doğru uygulama
Kontrol Etme	Süreci kontrol et, farklı bir stratejiyle çözme	Beklenen davranış tam olarak sergiler, hem senaryoya hem de matematiksel bilgilerine başvurarak sonucunun ve problem çözme sürecinin doğruluğuna doğru ve güvenilir kanıtlar getirebilir.	Doğru alternatif çözüm yolu önerir fakat gerekli açıklamayı yapmaz, Önerdiği çözümü kısmen doğru bir şekilde açıklayabilir. Sürecin ve sonucun doğruluğuna yönelik kısmen kabul edilebilir kanıtlar sunar.	Boş bırakma, çözümünün doğruluğuna kanıtlar getirememe, çözümünün neden doğru olduğunu mantıklı/mantıksız olduğunu açıklayamama, alternatif çözüm yolları bulamama, yanlış alternatif çözüm yolu önerme

EK 10: GÖRÜŞME SORULARI

GÖRÜŞME SORULARI	
1.	Sizce matematik derslerinde Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ) yöntemi (Meliha Hoca'yla yapılan dersler) kullanılmalı mı? Nedenleriyle açıklayınız.
2.	Türevi üniversite birinci sınıf Analiz 1 dersinde de görmüştünüz. Şimdi de aynı konuları PDÖ yöntemiyle işlediniz. Hangi derste daha çok öğrendiğinizi ve kendinizi geliştirdiğinizi düşünüyorsunuz? Neden?
3.	Birinci sınıf analiz 1 dersini ve problem senaryolarıyla işlenen analiz dersini karşılaştırmak gerekse; a. Her iki ders için benzerlikler nelerdir? Farklılıklar nelerdir? b. Birinci sınıftaki Analiz 1 dersinin avantajları nelerdi? Dezavantajları nelerdi? c. Problem senaryolarıyla işlenen dersin avantajları nelerdi? Dezavantajları nelerdi?
4.	Ders yapma sürecinde neler farklı yapılsaydı sizin için daha öğretici olurdu ve problem çözme becerilerinizi geliştirici olurdu? Nedenleriyle birlikte açıklayınız.
5.	Derslerde kullanılan problem senaryolarının problem çözme becerilerinizi geliştirdiğini düşünüyor musunuz? Nedenleriyle birlikte açıklayınız. (problem çözme becerileri; okuduğunu anlama, problemi nasıl çözeceğini belirleme (plan yapma), planını uygulayarak işleme dökme, elde ettiğin sonucun doğru ve mantıklı olmasına ilişkin kanıtlar sunma, alternatif çözüm yolları geliştirme vs.)
6.	Problem senaryolarıyla çalışırken hangi sorulara yanıt aramak seni zorladı? Neden?
7.	Eğitmenin dersi yönetme süreciyle ilgili görüşleriniz nelerdir? Hoşunuza giden ve gitmeyen noktalar nelerdi?
8.	Eğitmenin dersi yönetme süreciyle ilgili olarak farklı olsaydı daha verimli olurdu dediğiniz noktalar nelerdir?
9.	Matematik konularına çalışırken ezber yaptığınız oldu mu? Yanıtınız evetse; a. Hangi koşullar altında ezber yapmayı tercih ediyorsunuz? Açıklayınız. b. İlköğretimden şimdiki sınıf seviyenize kadar ki matematik derslerini düşündüğünüzde hangi konuları ezberleme ihtiyacı hissettiniz? Nedenini açıklayınız.
10.	Derste işlediğiniz matematik konularını kolayca unutur musunuz? a. Yanıtınız evetse; ne kadar sürede unuttuğunuzu fark ettiniz? Açıklayınız. b. Yanıtınız hayırsa; konuların sizde kalıcı olmasını sağlayan etmenler nelerdir? Açıklayınız.

EK 11: PROBLEM ÇÖZME BECERİLERİ TESTİ UZMAN DEĞERLENDİRME FORMU

Değerli Öğretim Elemanı,

Bu uzman değerlendirme ve öneri formu doktora tez çalışması kapsamında lisans öğrencilerinin problem çözme becerilerini değerlendirmek amacıyla dizayn edilmiş problem çözme becerileri ön ve son testinin uygunluğunu değerlendirmek amacıyla oluşturulmuştur. Size verilen problem çözme becerileri ön ve son testte yer alan problem senaryolarını ve senaryolara ait soruları okuduktan sonra aşağıdaki tabloda yer alan özelliklere sahip olma düzeylerini belirlemeniz beklenmektedir. İlaveten senaryolarla ilgili önerileriniz varsa lütfen öneri formunda belirtiniz. Çalışmaya katkılarınızdan dolayı teşekkür ederim.

PROBLEM SENARYOLARINI DEĞERLENDİRME FORMU

Yeterlilik Düzeyleri: 3 – Yeterli 2 – Orta 1 – Zayıf Yandaki her bir senaryo için aşağıdaki yer alan ifadelerin karşısına yeterlilik düzeyine göre derecelendirme yapınız.				
	1.SENARYO	2.SENARYO	3.SENARYO	4.SENARYO
Problem senaryosu lisans seviyesine uygundur.				
Problem senaryosu öğrencilerin günlük hayatta karşılaşılabilecekleri türden olayları içermektedir.				
Problem senaryosunda kullanılan dil basit ve anlaşılır bir şekilde sunulmuştur.				
Problem senaryosu rutin olmayan problem* kategorisinde değerlendirilebilir.				
Problem senaryosunda öğrencinin okuduğunu anlama becerisini değerlendirmek için sorulan ‘Yukarıdaki senaryoda yer alan problem nedir? Kendi ifadelerinizle açıklayınız’ ve ‘probleme çözüm üretebilecek hangi bilgilere yer verilmiştir’ soruları yeterlidir ve doğru bir şekilde sorulmuştur.				
Problem senaryosunda öğrencinin probleme çözüm üretmek için bir strateji belirlemesini isteyen ‘Çözüm üretmek için verilen bilgiler yeterli midir? Eksik ya da fazla bilgi var mı? Açıklayınız’ ve ‘Çözüm üretmek için planınız nedir?’ soruları yeterlidir ve doğru bir şekilde sorulmuştur.				
Problem senaryosunda öğrencinin probleme çözüm üretmek için belirlediği stratejiyi doğru uygulayıp uygulamadığına yönelik ‘Planınız sayesinde nasıl bir sonuç elde ettiniz? Açıklayınız.’ sorusu yeterlidir ve doğru bir şekilde sorulmuştur.				
Problem senaryosunda öğrencinin elde ettiği sonucun akla yatkınlığına yönelik sorulan ‘Elde ettiğiniz sonuç mantıklı mı? Açıklayınız.’ sorusu yeterlidir ve doğru bir şekilde sorulmuştur.				
Problem senaryosunda matematiksel dil doğru kullanılmıştır.				

* Rutin olmayan problemler, bilinen bir yöntem veya formül ile çözülemeyen, çözümü öğrencilerin verileri dikkatli analiz etmesini, yaratıcı girişimde bulunmasını, bir veya daha fazla strateji kullanmasını gerektiren problemlerdir.

ÖNERİ FORMU

Değerlendirme formunda yer alan ifadeler dışında eklemek istedikleriniz varsa ya da testlerde yer alan problem senaryoları ve senaryolara ait sorulara yönelik önerileriniz varsa lütfen aşağıdaki formda belirtiniz.

Problem Senaryosu	Önerileriniz
1. Senaryo	
2. Senaryo	
3. Senaryo	
4. Senaryo	

EK 12: PERFORMANS GÖREVLERİ UZMAN DEĞERLENDİRME FORMU

Değerli Öğretim Elemanı,

Bu uzman değerlendirme ve öneri formu doktora tez çalışması kapsamında kullanılacak olan Genel Matematik 1\Analiz 1 dersi türevin uygulamaları alt öğrenme alanına ilişkin senaryoların, PDÖ yaklaşımı için uygunluğunu belirlemek amacıyla oluşturulmuştur. Size verilen senaryoları ve ders planlarını okuduktan sonra aşağıdaki tabloda yer alan özelliklere sahip olma düzeylerini belirlemeniz beklenmektedir. İlaveten senaryolarla ilgili önerileriniz varsa lütfen öneri formunda belirtiniz. Çalışmaya katkılarınızdan dolayı teşekkür ederim.

Yeterlilik Düzeyleri: 3 – Yeterli 2 – Orta 1 – Zayıf Yandaki her bir senaryo için aşağıdaki yer alan ifadelerin karşısına yeterlilik düzeyine göre derecelendirme yapınız.	SENARYOLAR							
	EKLEM AĞRILARINA ÇARE	DOĞA DOSTU ALOHA MAOLİ	ŞANS KAPIYI ÇALINCA	GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE BEBEK ARABALARI	HATIRLAMA TESTİ	INDEPENDENT A FACIASI	CEVİZ BAHÇESİ	SICAKLIK KORUMALI SERAMİK KUPA
Senaryo öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirecek şekilde tasarlanmıştır.								
Senaryo öğrencilerin seviyesine uygundur.								
Senaryo öğrencilerin günlük hayatta karşılaşılabilecekleri türden olayları içermektedir.								
Senaryoda yer alan problem türleri grup içi ve gruplar arası tartışmalara olanak sağlayacak niteliktedir.								
Senaryoda kullanılan dil basit ve anlaşılır bir şekilde sunulmuştur.								
Senaryo türevin uygulamaları alt öğrenme alanını kapsayacak şekilde oluşturulmuştur.								
Senaryoda yer alan problem durumlarına birden fazla çözüm yolu üretebilmek mümkündür.								
Senaryo bireysel öğrenmeyi teşvik edicidir.								
Senaryo işbirliği yapmayı teşvik edicidir.								
Senaryo öğrencinin farklı kaynaklardan araştırma yapmaya yönlendirmektedir.								
Senaryoda yer alan problem durumu ders planlarında belirlenen ön koşul kazanımları kullanarak çözüm üretmeye uygundur.								
Senaryo için önerilen süre yeterlidir.								

PERFORMANS GÖREVLERİ	ÖNERİLERİNİZ
EKLEM AĞRILARINA ÇARE	
DOĞA DOSTU ALOHA MAOLİ	
ŞANS KAPIYI ÇALINCA	
GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE BEBEK ARABALARI	
HATIRLAMA TESTİ	
INDEPENDENTA FACİASI	
CEVİZ BAHÇESİ	
SICAKLIK KORUMALI SERAMİK KUPA	

EK 13: ETİK KURUL VE ARAŞTIRMA İZNİ

Ekzrak Tarih ve Sayısı: 19.10.2022-171274



1993

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
Akademik Değerlendirme Koordinatörlüğü

Sayı : E-62310886-605.99-171274
Konu : Etik Kurul İzni (Meliha Atasoy)

19.10.2022

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 06.10.2022 tarih ve 167695 sayılı yazınız.

Enstitünüz İlköğretim Matematik Eğitimi Doktora Programı öğrencisi Meliha Atasoy'un, Prof. Dr. Şeref Mirasyedioğlu danışmanlığında yürütmeyi planladığı, "Probleme Dayalı Öğrenme Yönetiminin Öğrencilerin Genel Matematik Dersindeki Rutin Olmayan Problemleri Çözme Becerilerine Etkisinin Bazı Değişkenler Üzerinden İncelenmesi" adlı tezine ait tez önerisi değerlendirilmiş ve bilgilerinize ekte sunulmuştur.

Prof. Dr. M. Abdülkadir VAROĞLU
Kurul Başkanı

Ek: Değerlendirme Formu

EK 13 (DEVAM): ETİK KURUL İMZA SAYFASI

Sayı : 17162298.600-233
Konu : Tez Önerisi

14 EKİM 2022

İlgili Makama

Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Matematik Eğitimi Doktora Programı öğrencisi Meliha Atasoy'un, Prof. Dr. Şeref Mirasyedioğlu danışmanlığında yürütmeyi planladığı, "Probleme Dayalı Öğrenme Yönetiminin Öğrencilerin Genel Matematik Dersindeki Rutin Olmayan Problemleri Çözme Becerilerine Etkisinin Bazı Değişkenler Üzerinden İncelenmesi" adlı tezine ait tez önerisi değerlendirilmiş ve yapılmasında bir sakınca olmadığı tespit edilmiştir. Bilgilerinize saygılarımızla sunarız.

Başkent Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler ve Sanat Araştırma Kurulu

Ad, Soyad	Değerlendirme	İmza
Prof. Dr. M. Abdülkadir Varoğlu	Olumlu/ Olumsuz	
Prof. Dr. Kudret Güven	Olumlu/Olumsuz	
Prof. Ali Sevgi	Olumlu/Olumsuz	
Prof. Dr. Işıl Bulut	Olumlu/Olumsuz	
Prof. Dr. Sadegül Akbaba Altun	Olumlu/ Olumsuz	
Prof. Dr. Can Mehmet Hersek	Olumlu/ Olumsuz	
Prof. Dr. Özcan Yağcı	Olumlu/ Olumsuz	

EK 13 (DEVAM): ARAŞTIRMA İZNİ

Form Tarih ve Sayısı: 30.12.2022-192010



1993

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ

Eğitim Fakültesi Dekanlığı

Sayı : E-17284067-600-192010

Konu : Araştırma İznİ (Meliha Atasoy) Fbk.

30.12.2022

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 29.12.2022 tarih ve 191398 sayılı yazınız.

Enstitünüzün ilgi yazı ile belirtilen, İlköğretim Matematik Eğitimi Doktora Programı öğrencisi Meliha Atasoy, Prof. Dr. Şeref Mirasyoğlu danışmanlığında "**Probleme Dayalı Öğrenme Yönteminin Öğrencilerin Genel Matematik Dersindeki Rutin Olmayan Problemleri Çözme Becerilerine Etkisinin Bazı Değişkenler Üzerinden İncelenmesi**" adlı tezi için anket çalışmasını Fakültemiz Matematik ve Fen Bilimleri Bölümü İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programı 2. sınıf öğrencileri ile uygulama isteği Dekanlığımızca uygun görülmüştür.

Gereği için bilgilerinize rica ederim.

Saygılarımla

Prof. Dr. Sadegül AKBABA ALTUN
Dekan

EK 14: ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Meliha ATASOY

e-posta:

EĞİTİM BİLGİLERİ

Doktora	İlköğretim Matematik Eğitimi, Başkent Üniversitesi	2017 - 2023
Yüksek Lisans	İlköğretim Matematik Eğitimi, Başkent Üniversitesi	2015 - 2017
Lisans	Matematik Öğretmenliği Programı, Başkent Üniversitesi	2009 - 2015

İŞ DENEYİMİ

Kilis 7 Aralık Üniversitesi Muallim Rıfat Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Bölümü Araştırma Görevlisi	04/2017- 05/2023
---	------------------

TEZ & PROJELER

Yüksek Lisans Tezi:	2016-2017
----------------------------	-----------

Türkiye ve Singapur ortaokul son sınıf matematik ders kitaplarının analizi: Gerçekçi matematik eğitimi perspektifi

Tezin amacı, uluslararası arenada başarısını ispatlamış matematik alanına özgü bir eğitim yaklaşımı olan Gerçekçi Matematik Eğitimi'nin öğretim ilkeleri doğrultusunda Talim ve Terbiye Kurulu tarafından onaylanmış ve ülkemizde en yaygın kullanıma sahip olan ortaokul son sınıf matematik ders kitabı ile Singapur ortaokul son sınıf matematik ders kitabını karşılaştırmalı analize tabi tutmaktır. Hedef, GME' nin özünü oluşturan ilkeleri ortaya çıkararak bu ilkelerin bahsi geçen kitaplarda nasıl bir dağılım gösterdiğini araştırmaktır.

Metrik Uzaylar

Üç kişilik bir takım çalışması şeklinde yürütülen projede, metrik tanımı ile çeşitli metrik uzay örnekleri ve metrik uzayların bazı topolojik özellikleri üzerine çalışılmıştır. Ayrıca çalışmada tamlık ispatları üzerine örnekler, Cantor ve Baire teoremleri ve tam olmayan metrik uzay örnekleri ile büzülme dönüşümleri, kompakt metrik uzaylar ve Arzela-Ascoli teoremleri üzerine çalışılmıştır.

YAYINLAR

Atasoy, M., Yiğitcan-Nayir, Ö. Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Sürecinde Sergiledikleri Bilişsel ve Üstbilişsel Davranışların İncelenmesi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 2021; 11(3), 1326-1348.

Atasoy M, Yiğitcan Nayir Ö. Eğitim Bilişim Ağı (EBA) Video Modüllerinin Matematik Dersinde Kullanımına İlişkin Öğrenci Görüşleri. *International Journal of Science and Education*, 2019; 2(1): 24-37.

Atasoy M, Yiğitcan Nayir Ö. İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Optimizasyon Problemi Çözme Süreçlerinin Toulmin Modeli'ne Göre Analizi. *İhlara Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 2019; 4(2), 206-221.

YAZILAN ULUSAL KİTAPLAR veya KİTAPLARDA BÖLÜMLER

İnan, B. ve **Atasoy, M.** (2020). Matematik eğitimi ve mülteci öğrenciler. M. A. Karaman, Z. Amaç, F. Bektaş, & Y. Doğan (Editörler). In *Panik yok!!! Ben mülteciyim*. Vize Yayıncılık.

SUNUM & KONGRELER

- **Atasoy M**, Mirasyedioğlu, Ş. Çevrimiçi Eğitim Sürecinde İlköğretim Matematik Öğretmenliği Öğrencilerinin Rutin Olmayan Problem Çözme Becerilerinin Geliştirilmesi. *TURCOMAT 2023 6th International Symposium of Turkish Computer and Mathematics Education*: Ankara; 28/10/2023-30/10/2023
- **Atasoy M**, Yiğitcan Nayir Ö. İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Tartışma Sürecinin Toulmin Modeline Göre Analizi. *EJER 2019 Vİth International Eurasian Educational Research Congress*: Ankara; 19/06/2019-22/06/2019

- **Atasoy M**, Yiğitcan Nayir Ö, Yörük S. Eğitim Bilişim Ağı (EBA) Videolarının Matematik Dersinde Kullanımına İlişkin Öğrenci Görüşleri. ICES-UEBK 2019 28. Uluslararası Eğitim Bilimleri Kongresi: Ankara; 25/04/2019-28/04/2019
- **Atasoy M**, Yiğitcan Nayir Ö. Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Süreçlerindeki Üst Biliş Farkındalıklarının İncelenmesi. 13. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi: Denizli; 04/10/2018 - 06/10/2018
- **Atasoy M**. Öğrenmek İçin Okumak: Hong Kong Örneği. Uluslararası Bilim ve Eğitim Kongresi: Afyonkarahisar; 23/03/2018 – 25/03/2018
- **Atasoy M**. TIMSS 2015 Sonuçlarına Göre 8. Sınıf Düzeyindeki Öğrencilerin Matematikte Başarılı Olup- Olmama Durumlarının Kestirilmesinde Etkili Olan Değişkenlerin İncelenmesi. EJER 2018 Vth International Eurasian Educational Research Congress: Ankara; 2/05/2018-5/05/2018

ÖDÜLLER & BURSLAR

Bölüm Birinciliği , Matematik Öğretmenliği Programı, Başkent Üniversitesi	2015
Yüksek Onur Öğrencisi , Matematik Öğretmenliği Programı, Başkent Üniversitesi	2009 -2015
Başarı Bursu , Matematik Öğretmenliği Programı, Başkent Üniversitesi	2009 - 2015

BİLGİSAYAR BİLGİSİ

Word, Excel, Powerpoint: Çok iyi
SPSS: İyi

YABANCI DİL BİLGİSİ

İngilizce Reading: High-Intermediate, Writing: High-Intermediate, Speaking: High-Intermediate (TOEFL IBT Score: 75 (03/08/2019))

VERİLEN DERSLER

2018 – 2019 Akademik Yılı

Güz Dönemi: Matematik Öğretimi 1
Okul Deneyimi

Bahar Dönemi: Matematik Öğretimi 2
Öğretmenlik Uygulaması

2019 – 2020 Akademik Yılı

Güz Dönemi: Matematik Öğretimi 1
Okul Deneyimi

