

TRABZON ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
FİZİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

FİZİK ÖĞRETİMİNDE PROBLEM ÇÖZME BECERİLERİNİ
GELİŞTİRMEYE YÖNELİK TASARLANAN ETKİNLİKLERİN
DEĞERLENDİRİLMESİ:
BASINÇ VE KALDIRMA KUVVETİ ÜNİTESİ ÖRNEĞİ

DOKTORA TEZİ

Mustafa YAYLI

TRABZON

Ekim, 2018

TRABZON ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
FİZİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

FİZİK ÖĞRETİMİNDE PROBLEM ÇÖZME BECERİLERİNİ
GELİŞTİRMEYE YÖNELİK TASARLANAN ETKİNLİKLERİN
DEĞERLENDİRİLMESİ:
BASINÇ VE KALDIRMA KUVVETİ ÜNİTESİ ÖRNEĞİ

Mustafa YAYLI

Trabzon Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nce Doktora Unvanı
Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Danışmanı
Prof. Dr. Ahmet Zeki SAKA

TRABZON
Ekim, 2018

Trabzon Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü'ne

**Bu çalışma jürimiz tarafından Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi
Anabilim Dalında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir. 16/11/2018**

Tez Danışmanı :Prof. Dr. Ahmet Zeki SAKA

Üye :Prof. Dr. Ayşegül SAĞLAM ARSLAN

Üye :Prof. Dr. Mustafa EROL

Üye :Prof. Dr. Orhan KARAMUSTAFAOĞLU

Üye :Doç. Dr. Miraç AYDIN

Onay

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

**Prof. Dr. Emin AŞIKKUTLU
Enstitü Müdürü V.**

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Tezimin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı ve bu tezi Trabzon Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsünden başka bir bilim kuruluşuna akademik gaye ve unvan almak amacıyla vermediğimi; tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ediyorum.

Mustafa YAYLI

08/10/2018

ÖN SÖZ

21. yy'de, bireylerde geliştirilmesi hedeflenen en önemli becerilerden biri de problem çözme becerileridir. Bu çalışma, fizik öğretiminde öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmeye yönelik PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin, öğrencilerin PÇB gelişim düzeylerine etkisini incelemek amacıyla yürütülmüştür. Bu amaç doğrultusunda bana en büyük desteği sağlayan, lisans ve lisansüstü öğrenimim sürecinde öğrencisi olduğum tez danışmanım Prof. Dr. Ahmet Zeki SAKA'ya, bu uzun ve zorlu süreçte sağlamış olduğu destek ve rehberliğinden dolayı teşekkür eder, saygılarımı sunarım. Tez çalışmaları sürecinde görüş ve önerilerini benimle paylaşan, fikirlerinden yararlandığım, rehberlik ve yapıcı eleştirileri ile bilimsel bir bakış açısı kazanmamda emekleri olan Prof. Dr. Ayşegül Sağlam ARSLAN'a ve Doç. Dr. Miraç AYDIN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam boyunca gösterdiği sabır ve anlayış için değerli eşim Gülsüm YAYLI'ya ve bu günlere ulaşmamda maddi ve manevi olarak her türlü desteği sağlayan annem Emine YAYLI ve babam Sabri YAYLI'ya şükranlarımı sunarım. Ayrıca çalışma sürecimi maddi olarak destekleyen ve birçok farklı alanlarda araştırma ve projelere destek sağlayan TÜBİTAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Ekim, 2018
Mustafa YAYLI

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	IX
ABSTRACT	X
TABLolar LİSTESİ	XI
ŞEKİLLER LİSTESİ	XV
KISALTMALAR LİSTESİ	XVIII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Araştırmanın Amacı.....	3
1.2. Araştırmanın Gereği ve Önemi	3
1.3. Araştırmanın Sınırlılıkları	7
1.4. Araştırmanın Varsayımları	7
1.5. Tanımlar	8
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	9
2.1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi	9
2.1.1. Problem	9
2.1.1.1. Problem Türleri.....	10
2.1.1.1.1. Yapılarına Göre Problemler	11
2.1.1.1.1.1. Yapılandırılmamış Problemler	11
2.1.1.1.1.2. İyi Yapılandırılmış Problemler	12
2.1.2. Problem Çözme Süreci	12
2.1.2.1. Problem Çözme Sürecinde Gerekli Olan Bilgi Türleri.....	15
2.1.2.2. Problem Çözme Stratejileri	17
2.1.2.2.1. Fizik Alanına Özgü Problem Çözme Stratejileri	20
2.1.2.3. Uzman ve Acemi Problem Çözücüler	24
2.1.3. Problem Çözme Becerileri	26
2.1.4. Literatürdeki Çalışmalar	28
2.2. Literatür Taraması Sonucu	49
3. YÖNTEM	52
3.1. Araştırmanın Yöntemi.....	52

3.2. Araştırmanın Tasarlanması	54
3.3. Araştırmada İzlenen Aşamalar	56
3.3.1. Araştırma Konusunun Belirlenmesi	57
3.3.2. Planlama Aşaması	57
3.4. PÇEST'nin Geliştirilmesi ve Uygulanması	60
3.4.1. PÇEST Uygulama Adımlarının Belirlenmesi ve Materyallerin Geliştirilmesi	60
3.4.1.1. Problem Çözme Etkinliklerine Hazırlık Materyalinin Geliştirilmesi	63
3.4.1.2. Problem Çözme Etkinliklerde Kullanılan Problemlerin Belirlenmesi	64
3.4.1.3. Problem Çözme Materyallerinin Geliştirilmesi	67
3.4.1.4. Problem Çözme Etkinlikleri Öğretmen Rehber Materyalinin Geliştirilmesi	68
3.4.2. Pilot Uygulama Aşaması	69
3.4.3. Asıl Uygulama Aşaması	71
3.5. Çalışma Grubu	73
3.6. Veri Toplama Araçları	73
3.6.1. Problem Çözme Becerileri Testi	73
3.6.2. Problem Çözme Envanteri	74
3.6.3. Bireysel Problem Çözme Materyalleri	75
3.6.4. Klinik Mülakat	75
3.6.5. Uygulama Süreci Gözlem Formu	78
3.7. Verilerin Analizi	79
3.7.1. Problem Çözme Beceri Testinden Elde Edilen Verilerin Analizi	79
3.7.2. Problem Çözme Envanterinden Elde Edilen Verilerin Analizi	83
3.7.3. Bireysel Problem Çözme Materyallerinden Elde Edilen Verilerin Analizi	83
3.7.4. Klinik Mülakatlardan Elde Edilen Verilerin Analizi	84
3.7.5. Uygulama Süreci Gözlem Formundan Elde Edilen Verilerin Analizi	85
3.7.6. Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları	85
4. BULGULAR	87
4.1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine Yönelik Bulgular	87
4.1.1. PÇB Öntest ve Sontestinden Elde Edilen Bulgular	87
4.1.2. Bireysel Problem Çözme Materyallerinden Elde Edilen Bulgular	90
4.1.2.1. D1 Kodlu Öğrencinin Problem Çözümlerinden Elde Edilen Bulgular	91
4.1.2.2. D2 Kodlu Öğrencinin Problem Çözümlerinden Elde Edilen Bulgular	99

4.1.2.3. D3 Kodlu Öğrencinin Problem Çözümlerinden Elde Edilen Bulgular	107
4.1.2.4. D4 Kodlu Öğrencinin Problem Çözümlerinden Elde Edilen Bulgular	115
4.1.2.5. D5 Kodlu Öğrencinin Problem Çözümlerinden Elde Edilen Bulgular	123
4.1.2.6. D6 Kodlu Öğrencinin Problem Çözümlerinden Elde Edilen Bulgular	131
4.1.2.7. D7 Kodlu Öğrencinin Problem Çözümlerinden Elde Edilen Bulgular	139
4.1.2.8. D8 Kodlu Öğrencinin Problem Çözümlerinden Elde Edilen Bulgular	147
4.1.2.9. D9 Kodlu Öğrencinin Problem Çözümlerinden Elde Edilen Bulgular	154
4.1.2.10. D10 Kodlu Öğrencinin Problem Çözümlerinden Elde Edilen Bulgular	162
4.1.3. Klinik Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular	170
4.1.4. Uygulama Sürecindeki Gözlemlerden Elde Edilen Bulgular	180
4.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine Yönelik Bulgular	185
5. TARTIŞMA	187
5.1. PÇEST'ye Göre Gerçekleştirilen Problem Çözme Etkinliklerinin Öğrencilerin PÇB Gelişimi Üzerindeki Etkisine İlişkin Tartışma	187
5.1.1. Değişken Kodlu PÇB'ye İlişkin Tartışma	188
5.1.2. İlke-Yasa Kodlu PÇB'ye İlişkin Tartışma	189
5.1.3. Sözel-Anlam Kodlu PÇB'ye İlişkin Tartışma	191
5.1.4. Tablo-Grafik Kodlu PÇB'ye İlişkin Tartışma.....	193
5.1.5. Çizim Kodlu PÇB'ye İlişkin Tartışma	195
5.1.6. Yorum Kodlu PÇB'ye İlişkin Tartışma.....	197
5.1.7. Farklı Durum Kodlu PÇB'ye İlişkin Tartışma.....	198
5.1.8. Birden Çok İlke Yasa Kodlu PÇB'ye İlişkin Tartışma	200
5.1.9. Olası Hata Kodlu PÇB'ye İlişkin Tartışma	201
5.1.10. PÇ Süreci Kodlu PÇB'ye İlişkin Tartışma	203
5.2. PÇEST'ye Göre Gerçekleştirilen Problem Çözme Etkinliklerinin Öğrencilerin Öz Değerlendirmeleri Üzerindeki Etkisine İlişkin Tartışma	205

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	207
6.1. Sonuçlar	207
6.2. Öneriler	209
6.2.1. Araştırma Sonuçlarına Yönelik Öneriler	209
6.2.2. İleride Yapılabilecek Araştırmalara Yönelik Öneriler	211
7. KAYNAKLAR	213
8. EKLER	233
9. ÖZ GEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ	235



ÖZET

Fizik Öğretiminde Problem Çözme Becerilerini Geliştirmeye Yönelik Tasarlanan Etkinliklerin Değerlendirilmesi: Basınç ve Kaldırma Kuvveti Ünitesi Örneği

Birçok farklı alanda olduğu gibi fizik öğretiminde de öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştirilmesi öğretim faaliyetlerinin en önemli hedeflerinden biridir. Öğrencilere problem çözmeyi öğretebilmek ve öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirebilmek için problem çözme etkinlikleri süreci bir bütün olarak irdelenmeli ve problemlerin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak düzenlenmelidir. Bu düşünceden hareketle, Problem Çözme Etkinlikleri Süreç Tasarımı (PÇEST) geliştirilmiş ve fizik öğretiminde öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmeye yönelik PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin, öğrencilerin PÇB ve problem çözme öz değerlendirme algı düzeylerine etkisi açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Araştırma, 2016-2017 eğitim-öğretim yılında Trabzon Ortahisar'daki bir temel lisede 10. sınıfta öğrenim gören 10 öğrenci ile karma yöntem kullanılarak yürütülmüştür. PÇEST'ye göre geliştirilen materyaller, fizik öğretim programının kazanımları dikkate alınarak "Basınç ve Kaldırma Kuvveti" ünitesi kapsamında, altı haftalık süreçte uygulanmıştır. Araştırma verileri; Problem Çözme Becerileri Testi, Problem Çözme Envanteri, bireysel problem çözme materyalleri, klinik mülakatlar ve gözlem formu kullanılarak elde edilmiştir. Bu kapsamda, SPSS 20.00 paket programı kullanılarak nicel analizler, PÇB gelişim düzeyi belirleme ölçeği dikkate alınarak nitel analizler gerçekleştirilmiştir.

Araştırma kapsamında elde edilen bulgular dikkate alınarak, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin PÇB düzeylerini anlamlı şekilde geliştirdiği ve problem çözme öz değerlendirme algılarını olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır. Araştırma, öğretmenlere ve araştırmacılara yönelik öneriler ile tamamlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fizik Öğretimi, Problem Çözme, Problem Çözme Becerilerinin Geliştirilmesi, PÇEST

ABSTRACT

Evaluation of Designed Activities for Developing Problem Solving Skills in Physics Teaching: Example of Pressure and Lifting Force Unit

As in many different areas, the development of problem-solving skills for students in physics teaching is one of the most important goals of teaching activities. To be able to teach problem-solving to students and to improve problem-solving skills of students, problem-solving activities should be examined and should be organized considering the PSS included in the problems. With this thought in mind, Problem Solving Activities Process Design (PSAPD) was developed and it was aimed to evaluate the problem-solving activities performed according to the PSAPD to improve the problem-solving skills of students' in physics teaching in terms of the effect of the students' on PSS and problem-solving self-assessment perception levels.

The research was carried out with 10 students studying in the 10th grade in a basic high school in Trabzon Ortahisar in the academic year of 2016-2017 with mixed method. The materials developed according to the PSAPD were applied for six weeks in the context of the "Pressure and Lifting Force" unit, taking into consideration the achievements of the physics teaching program. Problem Solving Skills Test, Problem Solving Inventory, individual problem-solving materials, clinical interviews and observation form were used as data collection tools. In this context, qualitative analyzes were carried out by using the SPSS 20.00 package program, qualitative analysis were taken considering the scale for determining the level of PSS development.

Considering the findings obtained within the scope of the study, it was concluded that the problem solving activities carried out according to PSAPD significantly improved the students' PSS and positively affected the problem solving self-assessment perception levels. The research was completed with recommendations for teachers and researchers.

Keywords: Physics Teaching, Problem Solving, Development of Problem Solving Skills, PSAPD

TABLolar

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	PÇB Yeterlilikleri ve Özellikleri	27
2.	İyi Yapılandırılmış Problemlerin İçerdiği PÇB'ler ve PÇB Kodları	65
3.	Pilot Uygulama Süreci	70
4.	Asıl Uygulama Sürecinde Yapılan Çalışmalar	72
5.	PÇB Öntestindeki ve Sontestindeki Problemlerinin Ölçmeyi Amaçladığı PÇB'ler	74
6.	PÇB Gelişim Düzeyi Belirleme Ölçeği	80
7.	PÇBT Öntest-Sontest Öğrenci Cevap Frekansları	88
8.	PÇBT Öntest-Sontest Öğrenci Toplam Puanı Wilcoxon İlişkili İki Örneklem Testi Karşılaştırması	88
9.	PÇBT Öntest-Sontest Wilcoxon İlişkili İki Örneklem Testine Göre Karşılaştırma	89
10.	PÇBT Öntest-Sontestine Göre Öğrencilerin PÇB Gelişim Düzeyleri	90
11.	D1 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Katı Basıncı Bireysel Problem 1 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	92
12.	D1 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 10 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	92
13.	D1 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Kaldırma Kuvveti Bireysel Problem 3 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	95
14.	D1 Kodlu Öğrencinin PÇB Kodlarına Göre Bireysel Problem Çözümlerinde PÇB'leri Kullanma Seviyeleri	96
15.	D1 Kodlu Öğrencinin PÇB Seviyeleri	98
16.	D2 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Katı Basıncı Bireysel Problem 6 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	100
17.	D2 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 3 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	100
18.	D2 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 7 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	103

19.	D2 Kodlu Öğrencinin PÇB Kodlarına Göre Bireysel Problem Çözümlerinde PÇB'leri Kullanma Seviyeleri	104
20.	D2 Kodlu Öğrencinin PÇB Seviyeleri	107
21.	D3 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 10 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	107
22.	D3 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Gaz Basıncı Bireysel Problem 1 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	110
23.	D3 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 2 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	110
24.	D3 Kodlu Öğrencinin PÇB Kodlarına Göre Bireysel Problem Çözümlerinde PÇB'leri Kullanma Seviyeleri	112
25.	D3 Kodlu Öğrencinin PÇB Seviyeleri	115
26.	D4 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 2 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	115
27.	D4 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 3 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	118
28.	D4 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 4 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	119
29.	D4 Kodlu Öğrencinin PÇB Kodlarına Göre Bireysel Problem Çözümlerinde PÇB'leri Kullanma Seviyeleri	120
30.	D4 Kodlu Öğrencinin PÇB Seviyeleri	122
31.	D5 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 3 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	124
32.	D5 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 5 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	126
33.	D5 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 6 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	127
34.	D5 Kodlu Öğrencinin PÇB Kodlarına Göre Bireysel Problem Çözümlerinde PÇB'leri Kullanma Seviyeleri	129
35.	D5 Kodlu Öğrencinin PÇB Seviyeleri	131
36.	D6 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Katı Basıncı Bireysel Problem 1 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	133
37.	D6 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Katı Basıncı Bireysel Problem 4 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	133
38.	D6 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 2 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	136

39.	D6 Kodlu Öğrencinin PÇB Kodlarına Göre Bireysel Problem Çözümlerinde PÇB'leri Kullanma Seviyeleri	137
40.	D6 Kodlu Öğrencinin PÇB Seviyeleri	139
41.	D7 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Katı Basıncı Bireysel Problem 1 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	141
42.	D7 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 2 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	141
43.	D7 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Kaldırma Kuvveti Bireysel Problem 2 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	144
44.	D7 Kodlu Öğrencinin PÇB Kodlarına Göre Bireysel Problem Çözümlerinde PÇB'leri Kullanma Seviyeleri	144
45.	D7 Kodlu Öğrencinin PÇB Seviyeleri	147
46.	D8 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Katı Basıncı Bireysel Problem 1 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	147
47.	D8 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 8 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	149
48.	D8 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 8 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	151
49.	D8 Kodlu Öğrencinin PÇB Kodlarına Göre Bireysel Problem Çözümlerinde PÇB'leri Kullanma Seviyeleri	152
50.	D8 Kodlu Öğrencinin PÇB Seviyeleri	154
51.	D9 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Katı Basıncı Bireysel Problem 3 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	155
52.	D9 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Katı Basıncı Bireysel Problem 4 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	156
53.	D9 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Kaldırma Kuvveti Bireysel Problem 4 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	159
54.	D9 Kodlu Öğrencinin PÇB Kodlarına Göre Bireysel Problem Çözümlerinde PÇB'leri Kullanma Seviyeleri	159
55.	D9 Kodlu Öğrencinin PÇB Seviyeleri	161
56.	D10 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Katı Basıncı Bireysel Problem 5 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	163
57.	D10 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Katı Basıncı Bireysel Problem 6 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	163
58.	D10 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 5 Çözümünde Kullanma Düzeyleri	165

59.	D10 Kodlu Öğrencinin PÇB Kodlarına Göre Bireysel Problem Çözümlerinde PÇB'leri Kullanma Seviyeleri	167
60.	D10 Kodlu Öğrencinin PÇB Seviyeleri	169
61.	Klinik Mülakat Bulgularına Göre Öğrencilerin PÇB'leri Kullanma Seviyeleri	179
62.	PÇEST'ye Göre Gerçekleştirilen Problem Çözme Etkinliklerinde PÇB'lerin Kazanım Süreci İle İlgili Gelişim Seviyeleri	180
63.	PÇEST'nin Haftalara Göre Uygulanma Seviyesi	185
64.	PÇE Öntest ve Sontest Puanlarının Wilcoxon İlişkili İki Örneklem Testi Analiz Sonuçları	185



ŞEKİLLER

<u>Şekil No</u>	<u>Şekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Karma Yöntem Araştırma Tasarımlarında Kullanılan Matris	55
2.	Araştırma Kapsamında Kullanılan Karma Yönteme Göre Araştırmanın Tasarımı	56
3.	Araştırmanın Süreç Tasarımının Şematik Gösterimi	59
4.	PÇEST Genel Şeması	60
5.	Problem Havuzundaki Bazı Problemler ve İçerdikleri PÇB'ler	66
6.	Problem Çözme Etkinliklerinde Kullanılan Problem Çözme Materyalinin Görünümü	68
7.	D1 Kodlu Öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 1 İçin Çözümü	91
8.	D1 Kodlu Öğrencinin Sıvı Basıncı Bireysel Problem 10 İçin Çözümü	93
9.	D1 Kodlu Öğrencinin Kaldırma Kuvveti Bireysel Problem 3 İçin Çözümü	94
10.	D1 Kodlu Öğrencinin Bireysel Problem Çözümleri İçin PÇB'leri Problem Çözümlerinde Kullanma Düzeyi Grafiği	98
11.	D2 Kodlu Öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 6 İçin Çözümü	99
12.	D2 Kodlu Öğrencinin Sıvı Basıncı Bireysel Problem 3 İçin Çözümü	101
13.	D2 Kodlu Öğrencinin Sıvı Basıncı Bireysel Problem 7 İçin Çözümü	102
14.	D2 Kodlu Öğrencinin Bireysel Problem Çözümleri İçin PÇB'leri Problem Çözümlerinde Kullanma Düzeyi Grafiği	106
15.	D3 Kodlu Öğrencinin Sıvı Basıncı Bireysel Problem 10 İçin Çözümü	108
16.	D3 Kodlu Öğrencinin Gaz Basıncı Bireysel Problem 1 İçin Çözümü	109
17.	D3 Kodlu Öğrencinin Sıvı Basıncı Bireysel Problem 2 İçin Çözümü	111
18.	D3 Kodlu Öğrencinin Bireysel Problem Çözümleri İçin PÇB'leri Problem Çözümlerinde Kullanma Düzeyi Grafiği	114
19.	D4 Kodlu Öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 1 İçin Çözümü	116
20.	D4 Kodlu Öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 3 İçin Çözümü	117
21.	D4 Kodlu Öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 4 İçin Çözümü	119

22.	D4 Kodlu Öğrencinin Bireysel Problem Çözümleri İçin PÇB'leri Problem Çözümlerinde Kullanma Düzeyi Grafiği	122
23.	D5 Kodlu Öğrencinin Sıvı Basıncı Bireysel Problem 3 İçin Çözümü	123
24.	D5 Kodlu Öğrencinin Sıvı Basıncı Bireysel Problem 5 İçin Çözümü	125
25.	D5 Kodlu Öğrencinin Sıvı Basıncı Bireysel Problem 6 İçin Çözümü	127
26.	D5 Kodlu Öğrencinin Bireysel Problem Çözümleri İçin PÇB'leri Problem Çözümlerinde Kullanma Düzeyi Grafiği	131
27.	D6 Kodlu Öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 1 İçin Çözümü	132
28.	D6 Kodlu Öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 4 İçin Çözümü	134
29.	D6 Kodlu Öğrencinin Sıvı Basıncı Bireysel Problem 2 İçin Çözümü	135
30.	D6 Kodlu Öğrencinin Bireysel Problem Çözümleri İçin PÇB'leri Problem Çözümlerinde Kullanma Düzeyi Grafiği	139
31.	D7 Kodlu Öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 1 İçin Çözümü	140
32.	D7 Kodlu Öğrencinin Sıvı Basıncı Bireysel Problem 2 İçin Çözümü	142
33.	D7 Kodlu Öğrencinin Kaldırma Kuvveti Bireysel Problem 2 İçin Çözümü	143
34.	D7 Kodlu Öğrencinin Bireysel Problem Çözümleri İçin PÇB'leri Problem Çözümlerinde Kullanma Düzeyi Grafiği	146
35.	D8 Kodlu Öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 1 İçin Çözümü	148
36.	D8 Kodlu Öğrencinin Sıvı Basıncı Bireysel Problem 8 İçin Çözümü	149
37.	D8 Kodlu Öğrencinin Kaldırma Kuvveti Bireysel Problem 3 İçin Çözümü	150
38.	D8 Kodlu Öğrencinin Bireysel Problem Çözümleri İçin PÇB'leri Problem Çözümlerinde Kullanma Düzeyi Grafiği	153
39.	D9 Kodlu Öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 3 İçin Çözümü	155
40.	D9 Kodlu Öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 4 İçin Çözümü	157
41.	D9 Kodlu Öğrencinin Kaldırma Kuvveti Bireysel Problem 4 İçin Çözümü	157
42.	D9 Kodlu Öğrencinin Bireysel Problem Çözümleri İçin PÇB'leri Problem Çözümlerinde Kullanma Düzeyi Grafiği	161
43.	D10 Kodlu Öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 5 İçin Çözümü	162
44.	D10 Kodlu Öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 6 İçin Çözümü	164

45.	D10 Kodlu Öğrencinin Sıvı Basıncı Bireysel Problem 5 İçin Çözümü	165
46.	D10 Kodlu Öğrencinin Bireysel Problem Çözümleri İçin PÇB'leri Problem Çözümlerinde Kullanma Düzeyi Grafiği	169
47.	Ö1 Kodlu Öğrencinin Birinci Problem Çözümüne Yönelik Çizimi	170
48.	Ö1 Kodlu Öğrencinin Birinci Problem Çözümüne Yönelik İşlemleri	171
49.	Ö2 Kodlu Öğrencinin Birinci Problem Çözümüne Yönelik Çizimi	172
50.	Ö2 Kodlu Öğrencinin Birinci Problem Çözümüne Yönelik İşlemleri	172
51.	Ö3 Kodlu Öğrencinin Birinci Problem Çözümüne Yönelik Çizimi	173
52.	Ö3 Kodlu Öğrencinin Birinci Problem Çözümüne Yönelik İşlemleri	174
53.	Ö1 Kodlu Öğrencinin İkinci Problemin A Seçeneği İçin Çözümü	175
54.	Ö2 Kodlu Öğrencinin İkinci Problemin A Seçeneği İçin Çözümü	176
55.	Ö3 Kodlu Öğrencinin İkinci Problemin A Seçeneği İçin Çözüm	178

KISALTMALAR LİSTESİ

PÇEST	: Problem Çözme Etkinlikleri Süreç Tasarımı
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
PÇ	: Problem Çözme
PÇB	: Problem Çözme Becerileri
PÇBT	: Problem Çözme Becerileri Testi
PÇE	: Problem Çözme Envanteri
PDÖ	: Probleme Dayalı Öğrenme
PTÖ	: Proje Tabanlı Öğrenme

1. GİRİŞ

Günümüzde, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin en önemli hedefi farklı alanlarda ve oldukça hızlı bir şekilde meydana gelen gelişimlere uyum sağlayabilecek, gerekli bilgi ve beceri açısından donanımlı ve üretken bireyler yetiştirmektir. Bu hedefi gerçekleştirmede en önemli görev ve sorumlulukları ise eğitim kurumları üstlenmektedir. Eğitim kurumlarında uygulanan öğretim programları, bireylerin istenilen nitelikte yetiştirilmesinde oldukça önemli bir role sahiptir (Arslan, Ercan ve Tekbıyık, 2012). Türkiye’de, özellikle 21.yy itibariyle yenilenen ve geliştirilen öğretim programlarında bu durum dikkate alınarak, öğrencilere hazır bilgilerin sunumundan ziyade, bilgiye ulaşma, bilgiyi yapılandırma ve karşılaştıkları problemlerle başa çıkabilme yollarının öğretilmesi benimsenmektedir. Bu bağlamda, öğretim sürecinden öğrencilerin, sorgulayan, düşünen, günlük yaşantıdaki problemleri çözebilen, olaylar arasındaki neden sonuç ilişkilerini görebilen ve elde ettiği bilgileri amacına uygun şekilde kullanabilen bireyler olarak yetiştirilmesi amaçlanmaktadır (Adıgüzel, 2009; Çakıcı, 2012).

Bireyler, eğitim sürecinde oluşturdukları birçok temel bilgi ve becerilerle günlük yaşamlarında karşılaştıkları problemleri çözmeye çalışmaktadırlar (Coutinho, 2006; Çakıcı, 2012; Mumcu, 2011; Pintrich, 2002; Taplin, 2004). Bu nedenle, Problem Çözme Becerisi (PÇB), öğrenilmesi ve geliştirilmesi gereken önemli bir beceri alanıdır (Gerace ve Beatty, 2005; Gök, 2006). Günümüzde öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmeyi amaçlayan öğretim yöntemleri, teknikleri, uygulama ve etkinlikleri öğretim faaliyetlerinin temel bileşenleri arasında yer almaktadır. Yenilenen öğretim programları incelendiğinde, problem çözme becerilerini geliştirmenin, programların en temel hedeflerinden biri olduğu görülmektedir (Gürcan-Töre, 2007; Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2007, 2013, 2017).

Fizik dersinin en önemli hedeflerinden biri öğrenciler tarafından temel fizik kavramlarının anlaşılmasını sağlamak ve öğrencilerin PÇB’lerini geliştirmektir (Ateş, 2008; Singh, 2009). Fizik öğretiminde hayati bir öneme sahip olan problem çözme, (Gök, 2010; İbrahim ve Robello, 2013; Lloyd, William, Megan, Jacinta ve George, 2014) öğrencilerin PÇB gelişimleri için vazgeçilmez bir rol üstlenmektedir (Çalışkan, Selçuk-Sezgin ve Erol, 2006; Gündüz, 2008). Yapılan araştırmalar, öğretim yöntemlerinin yetersizliği, zaman faktörü, materyal eksiklikleri, öğrencilerin bilgi eksiklikleri ve öğretmen özelliklerinin öğrencilerin problem çözme başarısını en çok etkileyen faktörler olduğunu (Bozan, Küçüközer ve Işıldak, 2008; Ogunleye, 2009) ve mevcut uygulama ve etkinliklerin öğrencilerin fizik öğretiminde geliştirilmesi hedeflenen PÇB’lerini istenilen düzeye çıkarmada yetersiz kaldığını göstermektedir (Çalışkan, 2006; Eryılmaz-Toksoy, 2014; Kan,

2013; Sutherland, 2002; Taasobhirazi ve Carr, 2008). Mesleklerinde 15 yılı tamamlayan öğretmenlerin çoğunluğu, öğrenci merkezli olmayan problem çözme etkinliklerini yürüttüğü (Kan 2013), geleneksel inançlara sahip olan öğretmenlerin PÇB'lerini geliştirmede yeterli olmayan eski yöntemler kullandığı vurgulanmaktadır (Birgin ve Baki, 2007; Kan, 2013; Nakiboğlu ve Kalın, 2003; Sarıay ve Kavcar, 2009). Ayrıca bazı öğretmenlerin derslerinde problem çözme etkinliklerine yer vermelerine rağmen, öğrencilerin PÇB'lerinin istenilen düzeyde gelişmediği belirtilmektedir (Chasteen, Pollock, Pepper ve Perkins, 2012; Johnson, 2001; Karataş, 2008; Şen, 2008; Yiğit, Alev, Tural ve Bülbül 2012).

Doğası gereğince problem çözme; durumsal, kavramsal, işlemsel/yöntemsel ve stratejik bilgiler kullanmayı gerektirmektedir. Bu bilgi türleri sıkı bir etkileşim içinde olduğundan birbirinden bağımsız düşünülemezler (De Jong ve Ferguson Hessler, 1996; Mayer, 1982). Problemler, gerekli bilgi türlerinin yanında farklı PÇB'leri de çözüm sürecinde etkili olarak kullanmayı gerektirmektedir (Watts, 1991; Watts ve Michell, 1987). Problem çözümlerinde bu bilgi ve becerilerin amacına uygun ve etkili bir şekilde kullanılabilmesi, problem çözümünün amacına uygun ve tam olarak gerçekleştirilebilmesi için oldukça önemlidir (Sutherland, 2002). Bu bağlamda problem çözme sürecinde kullanılan PÇB'lerin, problem çözme için gerekli bilgi türlerinden farklı olduğu açıkça görülmektedir. Bu durum dikkate alındığında fizik öğretiminde öğrencilerin PÇB'lerini geliştirmeyi amaçlayan çalışmalarda, problem çözümünde gerekli olan durumsal, kavramsal, işlemsel/yöntemsel ve stratejik bilgi türlerinin öğretimine yönelik farklı öğretim yöntemleri, teknikleri, uygulama ve etkinlikleri geliştirilerek öğrencilerin PÇB gelişimlerine etkisi birçok araştırmacı tarafından incelenmiş ve değerlendirilmiştir (Akay, 2006; Ataide ve Grace, 2013; Ataizi, 1999; Batı ve Kaptan, 2013; Beichner, 2002; Bozan vd., 2008; Chasteen vd., 2012; Cock, 2012; Critosmoto, 2010; Çalışkan, 2007; Foster, 2000; Gökkurt, Örnek, Hayat ve Soylu, 2015; Heppner, Witty ve Dixon, 2004; Hope, 2002; Jeon, Huffman ve Noh, 2005; Johnson, 2001; Kan, 2013; Karam, Pospiech ve Pietrocola, 2011; Karataş, 2008; Lloyd vd., 2014; Örnek, 2009). Ayrıca yapılan birçok araştırmada, PÇB'lerin gelişim düzeyi ile cinsiyet, güven faktörü, tutum, öz değerlendirme, çoklu zeka alanları, öğrenme stili, matematiği kullanma, bilişsel farkındalık ve ipucu desteği değişkenleri arasındaki ilişki incelenmiştir (Aktamış, Çalışkan ve Aktamış, 2012; Ataide ve Grace, 2013; Birgin ve Baki, 2007; Çağlayan, Taşğın ve Yıldız, 2008; Çevik ve Özmaden, 2013; Dinçol-Özgür, Temel ve Yılmaz, 2012; Düzgün, 2011; Genç, 2012; Harskamp ve Suhre, 2007; Olatoye, 2007; Öztürk, 2009; Pol, Harskamp, Suhre ve Geodhart, 2009; Yaman ve Yalçın, 2005; Yıldırım, Hacıhasanoğlu, Karakurt ve Türkleş, 2011; Yıldız ve Kuruldu, 2014).

Öğrenciler öğretim sürecinde birçok farklı türde problemle karşılaşmakta ve problem çözümlerinde farklı türde bilgi ve PÇB kullanmaları gerekmektedir. Problem çözme

öğretiminin daha etkili ve verimli hale getirilmesi için öğrencilerin PÇB'lerini geliştirmeyi amaçlayan etkinliklerde, problem çözme sürecinde gerekli bilgi türlerinin öğretimi yanında problemlerin içerdiği PÇB'lerin de ön plana çıkarılması gerekmektedir. Bununla birlikte her bir PÇB üzerine tek tek odaklanılan problem çözme etkinliklerinin gerçekleştirildiği ve literatürde PÇB gelişimine katkı sağladığı belirtilen değişkenlerin de bu sürece dahil edildiği Problem Çözme Etkinlikleri Süreç Tasarımı (PÇEST) geliştirilebilir. Böylece öğrencilerin PÇB'lerini geliştirmeye yönelik gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri, bir süreç olarak ele alınabilir ve öğrencilerin PÇB'leri öğretim programlarında hedeflenen seviyelere çıkarılabilir.

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, fizik öğretiminde öğrencilerin PÇB'lerini geliştirmeye yönelik tasarlanan PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin, öğrencilerin PÇB gelişim düzeylerine etkisini incelemektir. Bu bağlamda, araştırmanın problem cümlesi aşağıdaki gibi ifade edilmiştir.

“Fizik öğretiminde problem çözme becerilerini geliştirmeye yönelik tasarlanan PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin PÇB gelişimine etkisi nedir?” Alt problemler ise;

1. PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin, öğrencilerin iyi yapılandırılmış problemleri çözme sürecinde kullandıkları PÇB'lerin gelişim düzeylerine etkisi nedir?
2. PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin, öğrencilerin PÇB'lerine yönelik öz değerlendirmelerine etkisi nedir?

olarak belirlenmiştir.

1.2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

Yapılan literatür taraması sonucunda, yürütülen bu araştırmanın temel gerekçeleri aşağıda sıralanmıştır.

- Türkiye’de, uluslararası ve ulusal sınavlarda elde edilen sonuçlara göre (PISA 2003 yılı uygulamasına katılan 41 ülke arasında fen bilimleri ve matematik alanında 33. sırada, 2006 yılındaki uygulamasında PÇB'leri alanında 57 ülke arasında 53. sırada, 65 ülkenin katıldığı 2009 yılı uygulamasında fen bilimleri alanında 42., matematik alanında 41 ve okuma becerileri alanında 39. sırada yer almıştır (MEB, 2010, 2016), 2010 LYS’de 30 sorudan oluşan fizik sorularında ise net ortalama soru sayısı 9.5, 2013 yılında 6.46, 2014 yılında 5.28, 2015 yılında 6.48, 2016 yılında 5.03 ve 2018

yılında ise en düşük seviyede kalarak 14 soru üzerinden 0.467 olarak hesaplanmıştır (ÖSYM, 2010, 2013, 2014, 2016, 2018).) problem çözme başarısı ve becerisi açısından hedeflenen gelişim düzeyi açısından oldukça yetersiz seviyede kalması,

- Türkiye’de, özellikle son 15-20 yıl içerisinde geliştirilen öğretim programlarında; PÇB gelişiminin, öğretim programlarının en temel hedeflerinden biri olması (MEB, 2007, 2013, 2017),
- Fizik öğretiminde hayati bir öneme sahip olan problem çözme etkinliklerine öğretim sürecinde gereken önemin yeterli düzeyde gösterilmemesi (Çalışkan vd., 2006; Gerace ve Beatty, 2005; Ünsal ve Ergin, 2011; Yiğit vd., 2012), gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde, farklı problem durumlarına yeterince yer verilmemesi (Solaz, Portolés ve López, 2007) ve birçok öğretmenin öğrenci merkezli olmayan geleneksel problem çözme etkinlikleri gerçekleştirmesi (Bardak ve Karamustafaoğlu, 2016; Birgin ve Baki, 2007; Nakiboğlu ve Kalın, 2003),
- Lise düzeyindeki okullarda fizik sorularının genellikle işlemsel becerileri ölçücü nitelikte hazırlanması (Çepni, Özsevgeç ve Gökdere, 2003),
- Türkiye’de problem çözmeye ilgili yapılan çalışmaların genelde matematik dersi üzerine yoğunlaştığı ve fizik öğretiminde problem çözme konusunda yapılan çalışmaların sınırlı düzeyde kalması (Eryılmaz-Toksoy, 2014; Kan, 2013; Ünsal ve Moğol, 2007),
- Problem çözmeye güncel uygulama ve etkinliklerin öğrencilerin PÇB’lerini geleneksel yöntemlere göre daha üst düzeyde geliştirmesi (Chasteen vd., 2012; Gerace ve Beatty, 2005; Eryılmaz-Toksoy, 2014; Kan, 2013),
- PÇB gelişimine yönelik yapılan araştırmalarda, problem çözme etkinliklerinin ve bu etkinlikleri kapsayan sürecin iyi planlanmış olmasının, PÇB gelişimleri üzerinde olumlu bir etki oluşturduğuna vurgu yapılması (Altun, 2001; Beichner, 2002; Garace, 2005; Gökçurt vd., 2015; Hope, 2002; İsrail, 2003; Lloyd vd., 2014; Sutherland, 2002),
- PÇB’leri geliştirmeye ve değerlendirmeye yönelik araştırmalarda genellikle strateji öğretiminin, kullanılan öğretim yöntemi veya modelinin ve problem tasarlama etkinliklerinin, öğrencilerin problem çözme becerileri gelişimi veya problem çözme başarısını arttırması üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Literatürde, gerek konuların pekiştirilmesi amacıyla, gerekse PÇB gelişimine yönelik yapılan problem çözme uygulamalarını bir süreç olarak ele alan ve bu sürecin daha etkili hale getirilmesi için hangi aşamaların ve basamakların dikkate alınması veya nasıl gerçekleştirilmesi gerektiğine yönelik araştırmaların yer almaması.

- PÇB'lerin uygulama ve etkinliklerde istenilen düzeyde geliştirebilmesi için öğrencilerin gerekli ön bilgi, beceri ve yaşantıları gerçekleştirmiş olmasına vurgu yapılması (Senemoğlu, 2009; Topses, 2003; Yenilmez ve Kakmacı, 2008),
- Problem çözme yeteneğinin gelişimindeki anahtar bileşenlerin, öğrencilerin istenen beceriyi geliştirme sürecinde onlara yardımcı olmak için, rehberlik ve dönüt sağlama, stratejik metotları tanıtmaya ve bu metotları kullanmalarını için model olma, öğrencilerin problem çözme performanslarını gözlemlenme, dönüt verebilme, cesaretlendirme ve destek olmayı ön plana çıkarması (Gökkurt vd., 2015; Jeon vd., 2005;),
- Strateji öğretiminin öğrencilerin, PÇB'lerini geliştirmede etkili bir yöntem olması (Adesoji ve Raimi, 2004; Altun, 2001; Beichner, 2002; Çalışkan, 2007; Foster, 2000; Garace, 2005; Ghavami, 2003; Gök, 2006; Gökkurt vd., 2015; Hope, 2002; İsrail, 2003; Karataş, 2008; Lloyd vd., 2014; Reif ve Scoot, 1999; Sutherland, 2002; Yazgan ve Bintaş, 2005),
- İpucu destekli problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin PÇB'lerini geliştirmeye olumlu etki yaptığını vurgu yapılması (Dinçol vd., 2012; Eryılmaz-Toksoy, 2014; Harskamp vd., 2009; Pol vd., 2009; Yıldırım vd., 2011),
- Problem çözümlerinde gerekli bilgi ve becerilerin birbirinden farklı olduğu, problemden probleme değişebileceği ve her problemin aynı bilgi ve becerilerle çözülemeyeceğine dikkat çekilmesi (De Jong ve Ferguson Hessler, 1996; Jonassen, 2000; Mayer, 1982; Watts, 1991; Watts ve Michell, 1987),
- Problem çözme ödevleri ve ek problem çözme etkinliklerinin, öğrencilerin PÇB gelişimini olumlu yönde etkilediğinin ifade edilmesi (Chan Lin ve Chan, 2004; Chasteen vd., 2012; Johnson, 2001; Ogan ve Bekiroğlu, 2004; Ünsal, 2011).
- Fizik öğretimi ile ilgili literatürde, problem çözme etkinliklerindeki problemleri içerdiği PÇB'lere göre inceleyen ve bu durumu dikkate alarak öğrencilerin PÇB gelişimlerini değerlendiren çalışmalara yer verilmemiş olması,
- Bilgisayar destekli öğretim uygulamaları dışında, problem çözme uygulamalarında uzman ve acemi problem çözücülerin özelliklerini dikkate alınarak geliştirilen problem çözme etkinliklerinin literatürde bulunmaması.

Yukarıda belirtilen gerekçeler dikkate alınarak, yürütülen araştırmanın önemi aşağıdaki şekilde sıralanmıştır:

- Eğitim araştırmalarının en önemli hedeflerinden biri de öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştırmanın yollarını araştırmak ve geliştirmektir (Bağcı, Gülçiçek ve Moğol, 2004). Yenilenen öğretim programlarında PÇB'leri geliştirmenin programların en önemli hedeflerinden biri olduğu (MEB, 2017; Ünsal ve Moğol, 2008) düşünüldüğünde, öğrencilerin PÇB'lerini geliştirmeyi amaçlayan araştırmalar önem

kazanmaktadır (Crisostomo, 2010; Çalışkan, 2007; Kan, 2013; Lloyd vd., 2014; Sutherland, 2002; Ünsal, 2006; Yaman, 2003).

- PÇB'lerin geliştirilmesi güncel bir konu olsa da, fizik öğretiminde PÇB'leri geliştirmeye yönelik problem çözme etkinliklerine gereken önemin yeterli düzeyde gösterilmemesi (Çalışkan vd., 2006; Gerace ve Beatty, 2005; Ünsal ve Ergin, 2011; Yiğit vd., 2012) ve mevcut uygulamaların, öğrencilerin problem çözme başarılarını geliştirmede yetersiz kaldığı ifade edilmektedir (Akay, 2006; Genç, 2007; Kan, 2013; Taasobhirazi ve Carr, 2008; Yiğit vd., 2012). Bu durum, fizik öğretiminde, PÇB'lerin geliştirilmesine yönelik araştırmaların gerekliliğini ön plana çıkarmaktadır.
- PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin, yaygın olarak kullanılan ve öğrenci merkezli olmayan problem çözme etkinliklerine göre daha aktif öğrenme ortamları oluşturarak fizik öğretiminde daha başarılı sonuçlar elde edilmesine katkı sağlayacağı öngörülmektedir.
- Fizik öğretiminde PÇB'leri geliştirmeye yönelik gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri sürecini bir bütün olarak ele alan ve iyi yapılandırılmış problemlerin çözümlerinde kullanılan PÇB'leri ilgili literatür kapsamında tanımlayarak bu PÇB'lerin geliştirilmesine yönelik tasarlanan PÇEST'nin uygulama aşamalarını kapsamlı ve detaylı bir şekilde açıklayarak gerekli uygulama materyallerinin sunulduğu bu araştırma uygulamalarının öğrencilerin PÇB gelişimlerini hedeflenen düzeye ulaştırmada etkili olacağına inanılmaktadır.
- Öğrencileri problem çözme uygulamalarında seyirci olarak katılmalarından ziyade problem çözme etkinliklerinin merkezinde ve etkinliklere doğrudan katılımını sağlamak amacıyla, nitelikli uygulama yöntemlerinin öğretmenler tarafından denenerek keşfedilmesi zaman ve emek kaybına neden olmaktadır. PÇB'lerin geliştirilmesine yönelik eğitim araştırmacıları tarafından yapılacak nitelikli çalışmaların, öğretim sürecine pek çok katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Literatürde öğrencilerin PÇB gelişimlerine yönelik birçok çalışmaya rastlamak mümkündür (Chu ve Lai, 2002; Demircioğlu ve Geban, 1996; Dinç, 2000; Doğan, 2009; Lorenzo, 2005; Özkök, 2005; Saka ve Kumaş, 2009; Sarı, 1998; Seyhan, 2015; Sezgin Selçuk, 2010; Turan, 2010). Ancak bu çalışmalar içerisinde fizik öğretiminde PÇB gelişimine yönelik çalışma sayısının yok denecek kadar az olduğu (Kan, 2013; Seyhan-Eryılmaz, 2014) ve mevcut uygulamalarda öğretmen merkezli uygulamaların çoğunlukta olduğu görülmektedir (Birgin ve Baki, 2007; Kayabaşı, 2012; Şen, 2001; Yeşilyurt, 2013). PÇB'leri geliştirmenin öğretim programlarının önemli bir hedefi haline gelmesi sonucunda, PÇB gelişim düzeyini artıracak öğrenci merkezli öğretim uygulama ve etkinlikleri araştırmacılar tarafından geliştirilerek PÇB gelişimine etkileri değerlendirilmiştir (Ak, 2008; Altun ve

Memnun, 2008; Çakallıoğlu, 2008; Çınar ve Bayraktar, 2010; Jacobse ve Harskamp, 2009; Kan, 2013; Karataş, 2008; Kaymak, 2010; Kumaş, 2008; Saka ve Kumaş, 2009; Ünsal, 2006; Yiğit, 2004). Ayrıca birçok araştırmada öğrencilerin PÇB gelişimleri ile farklı değişkenler arasındaki ilişki irdelenmiştir (Dinçol vd., 2012; Kaya, Izgiol ve Kesan, 2014; Lee, 2004; Pimta, Tayruakham ve Nuangchalerm, 2009; Tekbıyık, 2010; Yenice, Özden ve Evren, 2012).

Öğretim programlarında belirtilen PÇB hedeflerine ulaşmak amacıyla, belirli bir öğretim yöntemden bağımsız, PÇB'lerinin gelişiminde önemli rolü olduğu belirtilen birçok değişkeni sürece dahil eden ve farklı problemlerin içerdđiği farklı PÇB'lerin gelişimlerine üzerine tek tek odaklanan PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin PÇB'lerini hedeflenen düzeye çıkarmaya katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

1.3. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın sınırlılıkları aşağıda sıralanmaktadır:

1. Araştırmanın pilot çalışması Rize ilindeki bir Anadolu lisesinde öğrenim gören 21 öğrenci ve asıl çalışma Trabzon ilindeki bir temel lisede öğrenim gören 10 öğrenci grubu ile sınırlıdır.
2. PÇEST kapsamında gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri 2016-2017 eğitim öğretim yılı 10. sınıf fizik öğretim programı "Basınç ve Kaldırma Kuvveti" ünitesi ve bu ünite kapsamındaki kazanımlarla sınırlandırılmıştır.
3. Araştırma kapsamında gerçekleştirilen çalışmalar, altı haftalık süreçte yürütölen fizik öğretimi uygulamalarıyla sınırlıdır.

1.4. Araştırmanın Varsayımları

Araştırmanın varsayımları aşağıda sıralanmaktadır:

1. Araştırmaya katılan öğrenciler, testlere ve envanterlere gerçek duygu ve düşüncelerini yansıtmıştır.
2. Araştırmada kullanılan ölçme araçlarının kapsam geçerliği konusunda başvuru uzman görüşleri yeterli düzeydedir.
3. Araştırmaya katılan öğrenciler sınıf dışında herhangi bir yardım almamış ve ek çalışma yapmamışlardır.

1.5. Tanımlar

Bu başlık altında, araştırma kapsamında sıklıkla kullanılan kavramların tanımları yapılacaktır.

Problem: Öğrencilerin çözüm için gerekli önbilgiye sahip olduğu ancak hemen cevap veremediği, çözüme ulaştıracak aşamaları, basamakları ve yolları önceden bilmediği fizik sorusudur (Gündüz, 2008; Toluk ve Olkun, 2002).

Problem çözme: Konu alanı bilgisini ve problem duruma uygun bilişsel stratejileri seçip kullanmayı gerektiren bir süreçtir (Senemoğlu, 2005; Toluk ve Olkun, 2002).

Problem çözme becerisi (PÇB): Beceri, bireyin yatkınlık ve öğrenim sürecindeki kazanımlarına bağlı olarak bir işi başarma ve bir işlemi tam ve amacına uygun olarak sonuçlandırma yeteneği olarak ifade edilir. Bununla birlikte, PÇB problemin tam ve amacına uygun şekilde çözümü için gerekli bilgilerin edinilme ve bu bilgilerin doğru şekilde birleştirilerek kullanılma düzeyi olarak tanımlanmaktadır (Eryılmaz-Toksoy, 2014).

2. LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde, araştırmanın kuramsal çerçevesi, araştırma kapsamında ele alınan problem çözme ve PÇB ile ilgili literatürdeki bazı araştırmalar ve yapılan literatür taraması sonucu alt başlıklar altında sunulmaktadır.

2.1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi

Bu başlık altında araştırmanın kuramsal çerçevesi kapsamında; problem, problem çözme süreci ve problem çözme becerileri ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

2.1.1. Problem

Problem çözme ile ilgili yapılan araştırmalar incelendiğinde, birçok araştırmacı tarafından farklı problem tanımlarının yapıldığı görülmektedir.

Sözcük anlamıyla problem; teoremler ve kurallar yardımıyla çözülmesi istenilen soru, mesele anlamına gelmektedir (Türk Dil Kurumu Bakanlığı [TDK], 2017). Araştırmacılar tarafından ise problem ile ilgili birçok farklı tanımlamanın yapıldığı görülmektedir (Bilen, 1996; Bingham, 2004; Çakmak, 2003; Çepni, 2006; Erden ve Akman, 2004; Gündüz, 2008; Santrock, 2004). John Dewey (1910) problemi, insan zihnini karıştıran, problem çözücüyeye meydan okuyan ve inancını belirsizleştiren bir olgu olarak tanımlarken, Altun (2001) ise problemi, en genel anlamda kişinin bir şeyler yapmak isteyip ancak ne yapacağını hemen kestiremediği, bilmediği bir durum olarak tanımlamıştır. Kneeland'a (2001) göre, bir şeyin mevcut durumu ile olması gereken durumu arasındaki fark; Erden ve Akman'a (2004) göre, bireyin üstesinden gelmek durumunda olduğu yeni bir güçlük durumu; Akdeniz'e (2006) göre ise karşılaşılan bir olayın mevcut bilgilerle o anda açıklanamama durumu olarak ifade edilmektedir. Bademci (2008), problemi, sayısal yöntem ve tekniklerle doğru cevabı bulunacak matematik soruları ve fen derslerindeki formüllerin uygulandığı sayısal sorular olarak ifade etmektedir. Problem çözme ile ilgili çalışmalar gerçekleştiren araştırmacılar problemin, bir kişinin o anda cevabını veremeyeceği bir zorlukla karşılaştığı konusunda fikir birliği içerisinde (Gök, 2010).

Yukarıda verilen tanım ve ifadelerden bir problemin, hemen çözülemeyen, çözülmesi rasyonel, akılcı veya stratejik düşünmeyi gerektiren ve yeni karşılaşılmış bir güçlük olduğu sonucuna ulaşılabilir. Bir durumun veya olayın problem olarak nitelendirilmesi, insan için bazı zorluklar oluşturması ve ona rahatsızlık vermesine bağlıdır. Bu durumla daha önceden karşılaşmamış olan kişi, bu zorluğun üstesinden gelmek için çaba gösterme ihtiyacı

duyacak, problem durumunu ortadan kaldırma uğraşı gösterecektir. Bu özelliklerden de anlaşıldığı gibi, aynı olaylar herkes için aynı derecede öneme sahip problem değildir. Bu durum kişilerin daha önceden benzer bir problemle karşılaşmış olup olmamasına, olaylara bakış açısına ve probleme yaklaşım şekline göre farklılık göstermektedir (Akay, 2006). Jonassen (2000) ise bir problemin iki önemli nitelik taşıdığını belirtmektedir. Bunlardan birincisi, bir problem bazı durumlardaki bilinmeyen bir unsur yani var olan durum ile hedef durum arasındaki farktır. İkincisi ise problem durumunu teşkil eden bilinmeyeni çözenin veya bulmanın sosyal, kültürel ve zihinsel bir değere sahip olmasıdır. Yani birey problemdeki bilinmeyeni bulmaya değer olduğuna inanmalıdır. Problem, bireyin karşılaştığı ve çözümü için hazır bir yolun, stratejinin veya araçların görünürde olmadığı yeni karşılaşılan bir durum olması sebebiyle sıradan bir “alıştırma” veya “soru” dan farklıdır. Bu bağlamda, problemin çözülmesi, öğrenilmiş bilginin sentezi ve planlanmasını gerektiren bir durumdur (Toluk ve Olkun, 2002).

Yürütülen araştırma kapsamında ele alınan fizik problemleri, öğrenilmiş bilginin sentezinin belirli bir plan çerçevesinde kullanılmasını gerektirmektedir. Ayrıca, öğrencilerin konu işleme sürecinde problem çözmeye yönelik yeterli düzeyde kavramsal bilgiler edindiği kabul edilmektedir. Bu bağlamda araştırmada kullanılan problem tanımı Schoenfeld'nin (1989) yaptığı problem tanımına uymaktadır. Araştırma kapsamında kullanılan problem, öğrencilerin çözüm için gerekli kavramsal ön bilgiye sahip oldukları ancak çözüme ulaştıracak adımları ve yolları önceden tam olarak bilmedikleri ilgi çekici soru olarak tanımlanabilir.

2.1.1.1. Problem Türleri

Doğası gereğince problemler içerik, yapı, zorluk veya süreç bakımından benzer olmayabilir ve çözümleri için farklı becerileri gerektirebilirler. Problemler, tek cevabı olan kapalı problemler; birden fazla cevabı olan ve verilerin sağlanmadığı açık problemler; kağıt kalem veya bilgisayar kullanımıyla çözülebilecek problemler; çözümü için deney yapılmasını gerektiren problemler ve gerçek yaşam problemleri şeklinde olabilir (Tsaparlis, 2005). Literatürde tek bir tanımı olmayan problemin, sahip olduğu özelliklere göre araştırmacılar tarafından farklı yaklaşımlarla sınıflandırılmaları yapılmıştır. Bu sınıflandırmalardan en yaygın ve güncel olarak sıradan-sıradan olmayan (routine - nonroutine) (Mayer ve Wittrock, 1996) ve iyi yapılandırılmış-yapılandırılmamış (well defined - ill defined) (Jonassen, 1997) problem sınıflandırmaları kullanılmaktadır. Problem çözme öğretimindeki farklılıklar esas alınarak problemler alışılmış (rutin) ve gerçek (rutin olmayan) problemler olarak ikiye ayrılmıştır. Alışılmış problemler ders kitaplarında yer alan, öğrencilerin problem senaryosundaki bilgileri eşitliklere aktarmayı öğrendikleri,

düşüncelerini şekillerle anlattıkları ve problem çözmenin gerektirdiği becerileri kazanmalarını sağlayan problemler iken; alışılmış olmayan problemler, konusu daha çok çevresel veya çevrede rastlanabilecek olaylar olan, birkaç işlemin doğru seçimiyle çözülemeyecek türden problemlerdir (Altun, 2001; Çalışkan, 2007). Ancak problem tiplerini çoğaltmak ve farklı adlarla belirtmek de mümkündür. Örneğin; Munson problemleri açık problemler ve kapalı problemler veya formal problemler ve informal problemler olarak sınıflandırmıştır (Munson, 1988'den akt., Watts, 1991, s. 8).

Güncel çalışmalardaki problem tanımları genellikle yapılandırılmışlık durumlarına göre sınıflandırılmakta ve değerlendirilmektedir. 1997 yılında Jonassen tarafından yapılan ve günümüzde de yaygın olarak kullanılan bu sınıflandırma aşağıda açıklanmaktadır.

2.1.1.1.1. Yapılarına Göre Problemler

Bu başlık altında, araştırma kapsamında ele alınan problem tanımının daha net olarak ifade edilmesi için, Jonassen (1997) tarafından yapılan ve günümüzde yaygın olarak kabul edilen sınıflandırma dikkate alınarak problem tanımı yeniden ele alınmış ve problemler iyi yapılandırılmış ve yapılandırılmamış olarak özelliklerine göre açıklanmıştır.

2.1.1.1.1.1. Yapılandırılmamış Problemler

Yapılandırılmamış problemler genellikle birden fazla çözümü olan ve birden fazla disiplinin ortak çalışmasıyla ancak çözümüne ulaşabileceği gerçek hayat problemleri olarak tanımlanabilir (Chen, 2010; Wood, 1983). Tek bir doğru cevabının olmadığı, günlük yaşamda karşılaşılan problemleri kapsayan problem türüdür. Yapılandırılmamış problemleri çözmenin amacı, problem çözmenin mantığını ve doğasını kavrama, bir problemle karşılaşıldığında uygun stratejiyi seçme, amacına uygun olarak kullanma ve sonuçları yorumlama yeteneklerini geliştirmektir (Yaman, 2003). Yapılandırılmamış problemleri çözerken sadece bir bilim dalına bağlı kalınmaz. Kişinin o zamana kadar bilgi edindiği alanlardaki bütün birikimi işe dahil olur. Bilgi, sadece gerçekleri bulmak için kullanılmaz; aynı zamanda eğitim içeriğini öğrenmek ve farklı özel konulardaki bilgiyi elde etmek için de kullanılır. Her konudaki bilgi birikimlerinden problemin çözümü sürecinde faydalanılabilir. Uzmanlar, okulda sunulan ve gerçek yaşamla ilgili problemlerin, gerçek dünyada başarılı olmak için öğrencilerin bilmesi gereken şeyler ve okulda öğrenecekleri konular arasında başarılı bir şekilde köprü görevi görebileceğini savunmaktadırlar (Blumenfeld, Soloway ve Marx, 1991). Genel olarak yapılandırılmamış problemler, problemin açık tanımının tam olarak yapılamadığı, çözümleri belirlemenin işlemlere bağlı olduğu ve çözümü değerlendirmek için ölçütlerin olduğu durumlar olarak tanımlanmaktadır (Lohman ve

Finkelstein, 2000). Günlük veya mesleki yaşamda karşılaşılan ve doğal olarak beklenmedik bir anda ortaya çıkan problemler olduğundan sınıf ortamında belli bir konu alanı ile sınırlandırılmazlar ve çözümleri kolay olmadığı gibi herhangi bir çözüm rehberi de içermemektedir (Jonassen, 2000).

2.1.1.1.1.2. İyi Yapılandırılmış Problemler

İyi yapılandırılmış problemler, genellikle tek bir doğru cevabı olan sınırlı sayıda kavram, kural ve ilkenin belirli bir strateji çerçevesinde kullanılarak doğru cevabın bulunabildiği problem türleridir (Chen, 2010; Jonassen, 1997; Kalaycı, 2001). Örneğin matematik, fizik, kimya problemleri, deneyler ve bulmacalar. Yapılandırılmış problemler ile özellikle okullarda, dersanelerde ve üniversitelerde karşılaşılır ve tipik olarak ders kitaplarındaki ünite değerlendirmelerinde ve sınavlarda yer alırlar (Çalışkan, 2007). Bu tip problemler genellikle gereksiz bilgilerin çok az veya hiç olmadığı problem türleridir (Ergün, 2010).

Bu araştırmada, öğrencilerin fizik öğretiminde sıklıkla karşılaştıkları yapılandırılmış problemler kullanılmıştır. Fizik öğretim programında vurgulanan öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirecek ve günlük hayatla ilişkili problemlerin seçilmesine dikkat edilmiştir. Bu bağlamda araştırma kapsamında problem; çözüm için gereken verilerin günlük hayatla ilişkili olarak sunulduğu, öğrencilerin anında cevap veremediği, farklı çözüm yollarıyla da olsa tek doğru cevabı olan fizik sorusu şeklinde ele alınmıştır.

2.1.2. Problem Çözme Süreci

Bu başlık altında, problem çözme sürecinde gerekli bilgi türleri, problem çözme stratejileri, uzman ve acemi problem çözümler ve literatürdeki çalışmalar ile ilgili genel bilgilere yer verilmiştir.

Problem çözme, öğrencilerin sahip oldukları bilgilerinden faydalanarak, bilişsel etkinlikleri belirli bir plan ve strateji çerçevesinde uygulayarak problemdeki sorulara cevap bulma süreci (Gündüz, 2008; Toluk ve Olkun, 2002) olarak tanımlarken Chiew ve Wang (2004) problem çözmeyi, kişide beyin fırtınası seviyesinde ortaya çıkan ve soruna bir çözüm arayan veya verilen hedefe ulaşmanın bir yolunu bulan bir bilişsel süreç olarak tanımlamıştır. Diğer yandan problem çözme, Mayern (1983) tarafından, problem çözümlerinin problemi irdelediği, çözüme geçtiği ve geçmiş deneyimleri ile bunlar arasında ilişkiler kurduğu çok basamaklı bir süreç olarak ifade edilmektedir (Foshay ve Kirkley, 2003'ten akt., Çalışkan, 2007, s. 17). Problem çözme, bilgiyi kullanarak ve buna orijinallik, yaratıcılık veya hayal gücünü ekleyerek çözüme ulaşma süreci olarak açıklanabilir ve problem çözümü

bazen sıradan olmayan, her biri farklı bilgi ve yetenek gerektiren çeşitli kavramsal davranışlar gerektirir (Bowen ve Roth'dan akt., Çakmak ve Tertemiz, 2004, s. 13). Bu anlamda problem çözme, yüksek düzeyde bilişsel bir süreç olup, belirli bir hedefe ulaşmak için karşılaşılan engelleri aşmaya yönelik bir dizi işlemler içermektedir (Ünsal ve Ergin, 2012).

Problem durumunun farkına varılmasıyla başlayan problem çözme sürecinde temel aşamalar bu alanda araştırma yapan araştırmacılar tarafından benzer biçimde sunulmaktadır. Problemin fark edilmesi, ifade edilmesi, problem hakkında çözüm üreten seçeneklerin sıralanması, en uygun olanın seçilmesi, uygulanması ve sonucun değerlendirilmesi genelde problem çözme süreçlerinde izlenen temel ve genel aşamalardır (Çakmak ve Tertemiz, 2002). Ancak problem çözme sürecinin amacına uygun olarak tamamlanabilmesi için gerekli adımların seçilmesi, uygulanması ve sürecin kontrol edilmesi de gerekmektedir (Öztürk, 2009). Bireyin gerek günlük yaşantısında gerekse okulda veya iş yerinde karşılaştığı problemlerin üstünden gelebilmesi için belirli basamakları izleyerek çözüme ulaşması gerektiği düşünülmektedir. Problem çözme süreci, ilk olarak Polya (1957) tarafından,

1. Problemin anlaşılması
2. Çözüm stratejisinin veya stratejilerinin belirlenmesi
3. Stratejinin veya stratejilerinin uygulanması
4. Çözümün incelenmesi ve değerlendirilmesi

şeklinde basamaklandırırken, Mertoğlu ve Öztuna (2004) ise Dewey'in geliştirdiği problem çözme modelinin bir öğretim yöntemi olarak uygulanması sürecinde izlenecek aşamaları aşağıdaki şekilde basamaklandırmıştır:

1. Problemin farkına varma
2. Problemi tanımlama
3. Problemin çözümü olabilecek seçenekleri saptama
4. Seçenekleri değerlendirmede kullanılacak verileri toplama
5. Verileri değerlendirme
6. Genellemelere ve sonuçlara ulaşma
7. Çözümü uygulamaya koyma ve etkililiğini değerlendirme.

Problemlerin ve problem çözenin öğretim yöntemi olarak kullanılması öğrencileri araştırma yapmaya, kaynakları tamamlamaya, öğrendiklerini birbiriyle paylaşmaya yönlendirecektir (Açıkgöz, 2000). Her şeyden önce öğrenciye kendi öğrenmesinin sorumluluğunu alma ve sonunda problemi çözerek amacına uygun ve tam bir sonuç elde etmiş olma fırsatı verilmiş olacaktır (Açıkgöz, 2000). Bununla birlikte, problem çözme öğrenciye bilişsel ve duyuşsal olarak birçok katkı sağlamaktadır. Bu anlamda, problem

çözme veya çözüm yollarını geliştirme süreci, her zaman konunun daha iyi kavratılmasını sağlamaktadır. Problem çözme etkinlikleri, öğrenmede başarıyı ve başarıyla birlikte öğrencilerde geliştirilmesi hedeflenen becerilerin gelişimini gerçekleştirmektedir. Öğretim sürecinde problem çözme uygulamalarının faydaları kısaca aşağıdaki şekilde belirtilebilir (Tertemiz ve Çakmak, 2004);

1. Öğrencilerin değerlendirme yeteneklerini geliştirir.
2. Öğrenmeye ilgiyi artırır.
3. Kalıcı öğrenmeye imkan sağlar.
4. Bilimsel yöntemleri etkili kullanmayı öğretir.
5. Motivasyonu artırır.
6. Öğrencilerin başarısız oldukları durumlarda da öğrenme gerçekleştirir.
7. Öğrencilerin kendine güvenini artırır.

Problemlerin çözümü, disiplinler arası bilgiyi, çok yönlü düşünmeyi ve yaratıcı olmayı gerektirir (Senemoğlu, 2005) ve bireyler problem çözme sürecinde, sahip oldukları bilgi ve becerileri harmanlayarak yeniden düzenler ve kullanırlar (Ünsal ve Ergin, 2011). Bu süreçte rol oynayan ve süreci etkileyen birçok faktör vardır. Bu faktörlerin önceden belirlenmesi, problem çözme etkinliklerinin amacına ulaşmasında oldukça önemlidir. Çünkü öğrencilerin PÇB'lerinin gelişimini engelleyen ve destekleyen faktörler belirlenerek öğrencilerin PÇB gelişimlerini daha üst düzeylere çıkarabilecek problem çözme etkinlikleri geliştirilebilir.

Öğrencilerin problem çözme sürecini etkileyen faktörler bilişsel, duyuşsal ve deneyim olarak sınıflandırılabilir. Bilişsel faktörler, problemi çözmek için gerekli kavramların bilgisi, mantıksal düşünme ve akıl yürütme gücü, ilişkilendirebilme, hafıza, hesaplama becerisi ve tahmin gibi zihinsel süreçleri içermektedir (Charles ve Lester, 1982'den akt., Eryılmaz-Toksoy, 2014, s. 15). Duyuşsal faktörler ise problem çözmeye isteklilik, kendine güven, güdülenme, stres ve kaygı, belirsizlik, sabır ve azim, problem çözmeye veya problem durumlarına ilgi, motivasyon, başarılı olma isteği, öğretmeni memnun etme isteği gibi faktörlerden oluşmaktadır. Konuyla ilgili problemlerle karşılaşma, belirli problem çözme stratejilerini önceden öğrenmiş veya kullanmış olma ve verilen probleme benzer bir problemi daha önce çözmüş olma deneyim faktörünü oluşturmaktadır. Problem çözme sürecinde etkili olan ve problem çözücüye önemli yararlar sağlayan faktörler, Fisher (1990) tarafından da üç boyutta toplanmıştır. Bu boyutlar:

1. Tutum boyutu: İlgi, güdü, güven ve endişe,
2. Deneyim boyutu: Yaş, önceki bilgiler, çözüm stratejilerine aşinalık ve problemin içeriğine aşinalık,
3. Bilişsel yetenek boyutu: Hafıza, okuma yeteneği, eleştirel düşünme becerileri, yaratıcı düşünme becerileri ve kişinin ne bildiğinin farkında olması,

olarak belirtilmiştir. Araştırmacılar tarafından belirtilen bu faktörler problem çözme sürecinde birbirini etkiler ve birbirinden etkilenirler. Bununla birlikte problem çözme sürecinde bireyin zihninde ne tür zihinsel süreçlerin gerçekleştiği, problem çözme işinin ve bu sürecin hangi aşamalardan oluştuğu tam olarak bilinmemektedir (Çalışkan, 2007).

2.1.2.1. Problem Çözme Sürecinde Gerekli Olan Bilgi Türleri

Bu başlık altında, problem çözme sürecinde önemli bir yeri olan PÇB'lerin yanında problem çözme sürecinde kullanılan ve problem çözümünün tam ve doğru olarak sonuçlandırılabilmesinde etkili bir faktör olan problem çözümede gerekli bilgi türlerinin açıklaması yapılmıştır.

Literatür incelendiğinde, problem çözme sürecinde kullanılan bilgi türlerinin araştırmacılar tarafından farklı şekillerde sınıflandırıldığı görülmektedir (De Jong ve Hessler, 1996; Mayer, 1982). Problem çözümünde gerekli bilgi türleri matematik problemleri dikkate alınarak Mayer (1982) tarafından anlam bilgisi, şematik bilgi, algoritmik bilgi ve stratejik bilgi olarak sınıflandırılırken De Jong ve Hessler (1996) tarafından ise fizik problemleri dikkate alınarak durumsal bilgi, kavramsal bilgi, işlemsel bilgi ve stratejik bilgi olarak sınıflandırılmıştır.

Mayer (1982) tarafından sınıflandırılan ve matematik eğitimi alanında yaygın olarak kullanılan bilgi türleri aşağıda açıklanmıştır.

Anlam Bilgisi: Problem çözümünün başlangıç aşaması olan problemin anlaşılması için gerekli bilgilerdir. Öğrenci, anlam bilgisini kullanarak problemde belirtilen durumu matematiksel ifadelerle dönüştürebilir. Değişken kullanma, değişkenler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi ve sonucun ne ifade ettiğini açıklama anlam bilgisine örnektir.

Şematik Bilgi: Öğrencinin, karşılaştığı problemdeki bilgi yapılarını önceden çözdüğü benzer problem türleri ile ilişkilendirmesi için gerekli bilgilerdir. Öğrenci bir problemle karşılaştığında, bu problemin benzer problemlerle ilişkisini düşünerek, problemi ait olduğu gruba göre sınıflandırarak şematik bilgisini oluşturur. Öğrenci daha sonra benzer bir problemle karşılaştığında doğru şemayı belirleyerek çözüme daha kolay ve daha hızlı ulaşabilir. Problem şemasına; hareket problemleri, yaş problemleri, havuz problemleri gibi genel sınıflandırmalar ve daha alt sınıflandırmalar da örnek olarak verilebilir. Problemde yer alan değişkenler arasındaki ilişkiyi belirleme ve problem çözümü için eşitliğe dönüştürme ise anlam bilgisinin yanında şematik bilgiyi de gerektirmektedir.

Algoritmik Bilgi: Problemin çözümüne yönelik eşitlikleri oluşturduktan veya denklemleri yazdıktan sonra çözüm için gerekli bilgi türüdür. Eşitlik veya denklemi çözmek için öğrencinin algoritmik bilgiye sahip olması gerekir. Örneğin öğrenci " $20=6x-4$ " denklemiindeki x değerini bulabilmek için algoritmik bilgisini kullanır. Buradaki algoritmik

bilgi, ilk adımda denklemin her iki tarafının aynı sayı ile (4 ile) toplanması ikinci adımda ise eşitliğin her iki tarafının aynı sayıya (6'ya) bölünmesidir.

Stratejik Bilgi: Genel problem çözme sürecinde yer alan ve problem çözümü için öğrenciye yardımcı olacak tekniğin bilinmesi ile ilgili bilgi türüdür. Sonuca ulaşmak için bilinenleri eşitliğin bir tarafına bilinmeyenleri ise diğer tarafa toplamak en çok kullanılan stratejik bilgi örneğidir. Stratejik bilgi yardımıyla problem çözümleri daha basit hale getirilebilir.

De Jong ve Hessler (1996) fizik problemlerini çözerken gerekli bilgi türlerini durumsal, kavramsal, işlemsel ve stratejik bilgiler olarak sınıflandırmaktadır. Araştırmacılar bu bilgileri tanımlamak ve farklılıkları ortaya koymak için üniversite 1. sınıf kitabından mekanikle ilgili “m kütleli tahta blok yatayla α açısı yapan eğik düzlemden kaymaktadır. Kütle yüzeye paralel doğrultudaki bir iple durdurulmaktadır. İp eğik düzlemin tepesinden geçmekte ve diğer tarafta asılı olan başka bir M kütleli tutmaktadır. m kütlesi ile eğik düzlem arasındaki sürtünme katsayısı μ 'dür. Her iki cismin hareket yönünü ve ivmesini bulunuz.” problemini irdelemiş ve bu problemdeki bilgi türlerini aşağıdaki gibi açıklamışlardır:

Durumsal Bilgi: Genellikle belirli bir alana özgü durumları anlamak için gerekli bilgi türüdür. Problemin bir temsilini oluşturmaya, problemi daha net ve anlaşılır hale getirmeye yarar. Problem çözücünün, problem metninde sunulan durumu ve durum ile ilgili bilgileri incelemesini gerektirir. Verilen problemdeki; pürüzlü yüzeyin, harekete karşı koyan bir sürtünme kuvveti anlamına geldiği veya belirtilen kuvvetin dışında sürtünmenin de normal bir kuvvet olduğu durumsal bilgi türünü ifade etmektedir.

Kavramsal Bilgi: Belirli bir alanda kullanılan kavramlar, ilkeler ve olgular hakkındaki değişmeyen/statik bilgilerdir. Problem çözücü, bu bilgilerini problem durumuyla birleştirerek çözümde kullanır. Verilen problemdeki kavramsal bilgi, sürtünme kuvvetinin sürtünme katsayısı ile normal kuvvetinin çarpımı olduğu veya net kuvvetin kütle ile ivmenin çarpımı olduğu bilgisidir.

İşlemsel/Yöntemsel Bilgi: Belirli bir alanla ilgili bilinenlerin yeni durumlara uygun olarak düzenlenmesini gerektirir. İşlemsel/yöntemsel bilgi, öğrencinin çözdüğü bir problemin çözümünden yararlanarak farklı bir problemin çözümünü gerçekleştirmeye yardımcı olan bilgidir. Bu bilgi, konu alanıyla ilgili özel veya genel bir bilgi olabilir. Verilen problemdeki işlemsel bilgi, koordinat sisteminin nasıl seçileceği, birbiriyle etkileşimli iki mekanik sistemin tanımlanması, sınırlandırılması, aralarındaki ilişkilerin belirlenmesi ve kütlelere etkiyen kuvvetlerin tespit edilmesi ile ilgili bilgilerdir.

Stratejik Bilgi: Problem çözümünü tam ve doğru olarak gerçekleştirebilmek için problem çözümünde hangi adımların takip edileceğini belirlemeye yardımcı olan bilgi türüdür. Problemdeki stratejik bilgi, verilen bilgilerin nasıl yorumlanacağı ve düzenleneceği

ile ilgili diyagram oluşturma, mekanik sistemleri belirleme ve tanımlama, iç ve dış kuvvetleri belirleme, sistemlere etkiyen dış kuvvetleri listeleme, ivmeye ulaşmak için diyagramları eşitliklere dönüştürme olarak ifade edilebilir.

Bilişsel öğrenme kuramı, problem çözmeyi çeşitli bilişsel beceri ve davranışları içeren karmaşık zihinsel bir süreç olarak tanımlarken (L. W. Morse ve D. T. Morse, 1995; Solaz-Portolés ve Sanjosé, 2007) problem çözmeye gerekli bilgi türleriyle ilgili farklı sınıflandırmalarda stratejik bilginin ortak bilgi türü olduğu açıkça görülmektedir.

2.1.2.2. Problem Çözme Stratejileri

Bilişsel öğrenme kuramına göre problem çözme, hem konu alan bilgisini hem de çeşitli bilişsel beceri ve davranışları içeren ve problem durumuna uygun stratejileri seçip uygulamayı gerektiren yüksek düzeyli bilişsel etkinlik olarak tanımlanmaktadır (Avramiotis ve Tsaparlis, 2013). Bu bağlamda problem çözme sürecinin en temel öğelerinden biri olan problem çözme stratejileri 30 yılı aşkın bir süredir problem çözme ile ilgili araştırmaların odak noktası haline gelmiş ve özellikle son yıllarda çok sayıda araştırmacının konusu olmuştur (Çalışkan, 2007).

Problem çözme stratejileri literatürde, problemleri çözerken takip edilmesi önerilen yollar veya aşamalar olarak tanımlanmaktadır (Açıkgöz, 2000; İsrail, 2003; Schunn, McGregor ve Saner, 2005). Bununla birlikte problem çözme stratejilerinin, aşamalı problem çözme davranışlarından oluşan, problem çözme sürecinde sistematik olarak uygulanan kurallar veya bu süreçte izlenen aşamalar olduğu söylenebilir. Araştırmacılar tarafından problem çözme sürecinde takip edilen aşamalar genellikle farklı isimlerle adlandırılmaktadır. Ünlü matematikçi Polya'nın tasarladığı dört basamaklı problem çözme stratejisi, problem çözme stratejilerinin en iyi bilineni olup stratejilerin temeli olarak kabul edilir. Bu stratejiyi oluşturan problem çözme aşamaları (genel stratejiler) ve her aşamanın içerdiği özel problem çözme stratejileri aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

1. Problemi anlama:

Neyi arıyorum?

Problemde hangi bilgiler verilmiş?

Problem çözücü bu aşamada problemi kendi ifadeleri, şekil ve grafikleri ile yeniden ifade eder. Problemi önce kendisinin anlayabileceği şekle dönüştürür. Problem çözme etkinliği grup çalışması şeklinde gerçekleştiriliyorsa, bu aşamada birey problemi grup arkadaşlarının da anlayacağı şekilde yeniden ifade eder yazar, çizer veya anlatır.

2. Çözüm için plan yapma:

Benzer bir problem çözümünü hatırlıyor muyum?

Bu problemi daha önce çözdüğüm basit bir problemle ilişkilendirebilir miyim?

Problemi yeniden ifade edebilir miyim?

Bu aşamada problem çözücü problemin yapısını belirlemeye çalışırken, verilenleri ve istenenleri de tespit ederek bu bilgileri çözüm yollarını geliştirmede kullanır. Çözümünü gerçekleştireceği ilişki, eşitlik, formül ve algoritmaları tespit eder. Çözüme yardımcı tablo ve grafikleri tasarlar.

3. Planı uygulama:

Problem çözümü ile ilgili matematiksel işlemleri yapma.

Bu aşamada kullanılacak ilişki, eşitlik, formül veya algoritma denenir. İhtiyaç duyulan tablolar oluşturulur ve gerekli grafikler çizilerek irdelenir ve çözüme ulaşmaya çalışılır.

4. Geriye bakma:

İşlemlerin ve sonucun doğruluğunu kontrol etme.

Farklı bir çözüm yolu kullanarak aynı sonuca ulaşmaya çalışma.

Bu çözüm yolunun farklı bir problemde de kullanılıp kullanılmayacağını sorgulama ve deneme (örneğin bir ev ödevi probleminde).

Bu aşamayı Polya: "Geriye dönerek problem çözümü için hazırlanan planın değerlendirmesini yapmak" olarak ifade etmiştir. Bu aşamada problem çözücü, çözüm yolunu gözden geçirir, çözüm yolu doğru ve tam sonuca ulaştırmışsa başka yollar olabilir mi veya koşullar değiştirildiğinde aynı çözüm yolunun çalışıp çalışmayacağını deneyerek kontrol eder. Eğer seçilen çözüm yolu ile sonuca ulaşamamış ise çözüm planı yeniden tasarlanır, gerekli düzenlemeler yapılarak sonuca ulaşmaya çalışılır (Polya, 1957).

Problem çözme sürecini açıklayan aşamaların her biri ayrı ayrı ve farklı birer beceri olarak ele alınırken, her bir aşama kendi içerisinde farklı tür alt becerileri etkili şekilde kullanabilmeyi gerektirmektedir. Örneğin; problemi anlama, bilişsel bir genel stratejidir. Çoğu zaman genel bir problem çözme stratejisini oluşturan problem çözme basamaklarının birinci basamağıdır ve verilen bir problemi çözmeden önce problemin tam olarak neyi ifade ettiğini anlamak üzere izlenen yolları içermektedir. Problemi daha iyi anlamak için kullanılan özel problem çözme stratejileri (izlenebilecek yollar) ise problemi birden fazla dikkatle okuma, problemi çizim yoluyla görselleştirme, problemi nitel boyutta analiz etme, benzetim (analoji) ve problemi ayrıştırma olarak belirtilmektedir (Çalışkan, 2007).

Araştırmacılar tarafından fen ve matematik alanlarında kullanılabilecek, farklı bilim dalları için birçok problem çözme stratejisi geliştirilerek değerlendirilmiştir. Farklı bilim dallarında farklı problem çözme stratejilerinin geliştirilmesi, o alanda problem çözmenin daha iyi anlaşılmasına, öğrenilmesine ve amacına uygun olarak kullanılmasına imkan

sağlamaktadır. Çeşitli bilim dallarında problem çözümleri tarafından problem çözümlerinin daha etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi amacıyla farklı problem çözme stratejileri geliştirilmiştir (Beichner, 2002; Çalışkan, 2007; Heller, Keith ve Anderson, 1992; Maccini ve Hughes, 2000; Sutherland, 2002). Yapılan literatür taramasına dayalı olarak problem çözme ile ilgili araştırmalarda geliştirilen bazı problem çözme stratejileri sunulmaktadır:

Bransford, Sherwood ve Sturdevant (1984) tarafından problemleri çözmek üzere geliştirilen ve İngilizce akronimi IDEAL olan beş basamaklı bu strateji genel problem çözme stratejisidir. Bu stratejiyi oluşturan basamaklar aşağıda sıralanmaktadır:

1. I (Identify) : Problemi belirleme,
2. D (Define): Problem durumuyla ilgili bilgileri tanımlama,
3. E (Explore): Beyin fırtınası yaparak alternatif çözüm yollarını keşfetme,
4. A (Act): Stratejileri takip etme,
5. L (Look back): Geri dönme ve problem çözme etkinliğini değerlendirme.

Maccini ve Hughes (2000) tarafından matematikteki cebir problemlerini çözmek için geliştirilen ve İngilizce akronimi STAR olarak ifade edilen stratejinin uygulama aşamaları aşağıda sıralanmaktadır:

1. S (Search): Problemi araştırma
 Problem metnini dikkatli bir şekilde okuma
 Kendine sorular sorma (Problemlerle ilgili bildiklerim nedir?, Neyi bulacağım?)
 Olayı/problem durumunu yazma
2. T (Translate): Problem durumunu bir resme veya bir denkleme dönüştürme
 Değişkenleri belirleme
 Çözüm için gerekli işlemleri tanımlama
 Problemi cebirsel olarak ifade etme (Somut Uygulama)
 Problemi görselleştirme (Yarı-Somut Uygulama)
 Cebirsel bir denklem oluşturma (Soyut Uygulama)
3. A (Answer): Çözümü gerçekleştirme
4. R (Review): Problemi ve çözümü yeniden gözden geçirme
 Problemi yeniden okuma
 Çözüm mantıklı mı?
 Çözümü kontrol etme.

Sutherland (2002) tarafından geliştirilen, kimya alanına yönelik problem çözme stratejisi ise İngilizce akronimi RURRR olan beş basamaklı Soru Analiz Etme Stratejisi'dir. Bu stratejiyi oluşturan genel aşamalar ve bu aşamaların özel alt stratejileri aşağıda sıralanmaktadır:

1. R (Read): Problem metnini dikkatli bir şekilde okuma
2. U (Underline): Anahtar kelimeleri belirleme ve altını çizme
3. R (Reorganise): Sadece okuduğunuz bölümdeki bilgileri yeniden düzenleme
Cümleler neyi ifade ediyor?
Verilen bilgilerden hangileri önemli?
Bütün bilgileri dikkate aldım mı?
4. R (Recall): Kimya bilgilerini hatırlama
Anahtar kelimelerden ihtiyaç duyulan kimya kavramları nelerdir?
İhtiyacımız olan bütün kimya kavramlarını göz önüne aldım mı?
5. R (Relate): Problemdeki değişkenler ile kimya bilgilerini ilişkilendirme
Bu kavramlar problemdeki bilgiler ile nasıl uygun hale getirilebilir?
Problemdeki bütün kavramları/koşulları dikkate aldım mı?

2.1.2.2.1. Fizik Alanına Özgü Problem Çözme Stratejileri

Fizik problemlerinin çözümünde kullanılması amacıyla geliştirilen problem çözme stratejileri, problem çözme sürecinin bir sistematik içerisinde gerçekleştirilmesine, problem çözme sürecinin dahi iyi anlaşılmasına ve problemin tam ve doğru şekilde amacına uygun olarak çözülmesine rehberlik ettiğinden, bu fizik problemlerinin çözümünde kullanılmak üzere geliştirilen bazı problem çözme modelleri/stratejileri açıklanmaktadır.

Wright ve Williams (1986) tarafından geliştirilen ve genellikle fiziğe giriş derslerinde kullanılan problem çözme stratejilerinden birisi akronimi WISE olan, dört aşamalı bir stratejidir. WISE stratejisi, öğrencilerin yaptıkları işin daha doğru ve organize olmasına yardım etme, ezberleme yerine anlamayı sağlama, problem çözmeye yönelik güveni artırma ve öğrencinin arkadaşları ve öğretmeni ile etkili iletişim kurmasını geliştirmeyi amaçlayan Açık Yapılandırılmış Fizik Öğretimi (ESPI) programının en önemli öğelerinden biridir. Bu stratejiyi oluşturan genel strateji aşamaları ve alt basamaklarında yer alan özel problem çözme stratejileri aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

1. W (What's happening): Ne oluyor?
Fiziksel İlke: Problemin ilgili olduğu fiziksel ilkeyi belirleme,
Diyagram: Diyagram veya taslak bir şekil çizme,
Verilenler-İstenilenler: Problemde verilenleri ve istenilenleri uygun birimleriyle belirleme,
2. I (Isolate the unknown): Bilinmeyeni belirleme
Bir Denklem Seçme: Bilinmeyeni bulmayı sağlayabilecek bir denklem belirleme veya eşitlik oluşturma,
Sembolik Çözme: Bilinmeyeni bulmak için sadece sembolleri kullanma,

Sistemik Araştırma: Bir denklem veya eşitlik yeterli değilse, ardışık çözümleri sağlayacak diğer denklemleri veya eşitlikleri belirlemek için temel ilke ve yasalardan yararlanma,

3. S (Substitute): Yerine koyma

Sayısal verileri birimleri ile birlikte, dikkatlice yerine yazma ve çalışma,

4. E (Evaluate): Değerlendirme

Çözümdeki işaret, büyüklük ve birimler doğru mu?,

Sezgileri ve bilgileri kullanarak ifadeleri karşılaştırma,

Yanıttan memnun olunursa, sonucun birimini kontrol etme.

Heller vd., (1992) tarafından Minnesota Üniversitesinde fiziğe giriş dersleri için geliştirilen beş basamaklı problem çözme stratejisini (Minnesota problem çözme stratejisi) oluşturan genel strateji aşamaları ve bu aşamaların alt basamaklarındaki özel problem çözme stratejileri aşağıda sıralanmaktadır:

1. Problemi görselleştirme/somutlaştırma (Probleme odaklanma)

Problem durumunu temsil eden bir taslak şekil çizme,

Verilen ve istenilen değişkenleri sınırlılıkları da dikkate alarak tanımlama,

Problemi yeniden ifade etme,

Problem ile ilgili genel yaklaşımı belirleme (duruma uygun kavram, ilke ve yasaların neler olduğu),

2. Fiziksel betimleme

Tanımlanan kavram, ilke ve yasalar kapsamında vektör diyagramı oluşturma,

Verilen ve istenilen değişkenleri sembolleştirme,

Hedef değişkeni sembolik olarak tanımlama (h_{max} , V_0 , gibi),

3. Çözüm planı geliştirme

Tanımlanmış fizik kavram ve ilkelerini denklem veya eşitlik formunda oluşturma,

Her nesneye veya duruma sistemik bir şekilde ilke veya yasaları uygulama,

Problemi çözmek için gerekli ve yeterli bilgileri belirleyip belirleyemediği ile ilgili geriye doğru çalışma (hedef değişkene geri dönme),

Problem çözümü ile ilgili matematiksel işlemleri özelleştirme (çözüm bağıntısına ulaşma gibi),

4. Çözüm planını uygulama,

Planları uygun matematiksel işlem ve eşitliklere dönüştürme,

Matematiksel işlemleri yapma,

5. Kontrol etme ve değerlendirme,

Çözümün tam ve doğru olup olmadığını kontrol etme,

Elde edilen sonucun işaretinin ve biriminin doğru olup olmadığını kontrol etme,

Sonucun büyüklüğünün mantıklı olup olmadığını değerlendirme,

Fizik alanında belirlenen problem çözme stratejilerinden biri de Beichner (2002) tarafından fizik problemleri için geliştirmiş olduğu ve Serway ve Beichner'in (2002) fizik ders kitaplarında yer verdikleri dört aşamalı ve İngilizce akronimi GOAL olan problem çözme stratejisidir. Bu stratejiyi oluşturan genel aşamalar ve bu aşamaların alt stratejileri aşağıda sıralanmaktadır:

1. G (Gather): Problem çözümü ile ilgili bilgi toplama
 - a. Verilen bilgilerin belirlenmesi
 - b. İstenilenin belirlenmesi
 - c. Problemdeki fiziksel durumun görselleştirilmesi
 - d. Fizik konusu ile ilgili deneyimlerini hatırlama
 - e. Çözümü tahmin etme
2. O (Organize): Çözüm yaklaşımını organize etme
 - a. Alt problemleri belirleme
 - b. Problemi alt problemlere ayırıştırma ve bu problemler için kullanılan genel yaklaşımı belirleme
 - c. Problem durumu için fiziksel betimlemelerin yapılması (serbest cisim diyagramı, grafik vb.)
 - d. Problemdeki önemli kavramların sembollerle temsil edilmesi
3. A (Analyze): Problemi analiz etme
 - a. Çözümde kullanılacak kavram, ilke ve yasaların belirlenmesi
 - b. Çözüm için gerekli matematiksel işlemlerin yapılması
4. L (Learn): Çabalarınızdan öğrendikleriniz
 - a. Tahmin edilen cevap ile elde edilen sonucun uyumunun kontrol edilmesi
 - b. Cevabın doğruluğunun sorgulanması
 - c. Çözümün mantıklı olup olmadığının irdelenmesi
 - d. Problem çözümünden öğrenilmesi gerekenin öğrenilip öğrenilmediğinin sorgulanması
 - e. Sonraki problemlerin çözümünde kullanılacak bir eşitlik veya pratik bilginin öğrenilip öğrenilmediğinin sorgulanması.

Gaigher, Rogan ve Braun (2007) tarafından geliştirilen ve fizik problemlerinin çözümünde kullanılan yapılandırılmış problem çözme stratejisinin, PÇB'ler ve kavramsal anlama üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu kapsamda problemlerin nitel boyutuna odaklanılmış ve sayısal işlemler çözümün yalnızca küçük bir bölümünü oluşturmuştur. Yedi basamaktan oluşan bu problem çözme stratejisinin basamakları aşağıda sıralanmaktadır:

1. Problem durumunu açıklamak için basit bir diyagram oluşturmak,
2. Değişkenleri diyagram üzerinde belirtmek,
3. Bilinmeyen değişkeni tespit etmek,
4. Fiziksel ilke, yasa veya prensiplere göre problemi analiz etmek,
5. Çözümle ilgili eşitlik veya denklemleri yazmak,
6. Bilinenleri denklemlerde veya eşitliklerde yerine yazarak işlemler yapmak,
7. Elde edilen sonuç veya sonuçları yorumlamak.

Bu problem çözme stratejisinin odağında, problem çözme ile ilgili şekil ve grafik çizme bulunmaktadır. Özellikle şekil üzerinde verilenler ve hedef belirtilmekte, böylece problemi betimlemede soyut fiziksel kavramların somut hale getirilmesi amaçlanmaktadır. Bir şekil çizilirken öğrenci, problemde ifade edilen somut durumun iki boyutlu bir temsiliyi çizer. Problemde verilen değişkenleri şekil üzerine gruplandırarak belirtir. Böylece, tek bir şekil üzerinde verilen ve istenilenlerin gruplar halinde gösterilmesinin, çözümde kullanılacak kavram, ilke, yasa ve prensiplerin ön plana çıkarılmasını ve problemdeki farklı parçaların birleştirilmesini sağlayacağı belirtilmektedir (Gaigher vd., 2007).

Çalışkan (2007) tarafından geliştirilen ve akronimi ANAPUK+KD olan problem çözme stratejisinin aşamaları ve özel problem çözme stratejileri aşağıda sıralanmaktadır:

1. Problemi Anlama: Problemin daha iyi anlaşılması için uygulanan stratejileri içeren aşamadır.
 - a. Problemi dikkatle okuma,
 - b. Problemi kendi cümleleri ile yeniden ifade etme/yazma,
 - c. Problemde verilenleri ve istenilenleri problem çözümüne uygun birimleriyle birlikte listeleme,
 - d. Problemde istenilenleri birimleriyle birlikte listeleme,
 - e. Çizim yaparak problemi görselleştirme veya diyagram oluşturma,
 - f. Verilen ve istenilen değişkenlerin skaler-vektörel özelliklerini belirleme,
2. Problemi Nitel Olarak Analiz Etme: Problemi anladıktan sonra, problemi çözmeye başlamadan önce, problemin çözüm sürecine yönelik gerekli fizik ilke, yasa ve kanunları bakımından çözümlenmek üzere izlenen yollardır.
 - a. Problemin fizik alanı ile ilgili önemli temel kavramlarını belirleme,
 - b. Problem çözümü için genel yaklaşımı belirleme,
 - c. Problemin ilgili olduğu temel ilke, yasa ve kanunları neden ve nasıl kullanacağını kestirme,
3. Problemin Çözüm Planı: Problem çözümünde neleri nasıl yapacağını çözüme geçmeden önce belirleme aşamasıdır. Bu aşamada verilenlerden istenilenlere nasıl ulaşılacağı belirlenir.

- a. Problemdaki verilenleri kullanarak istenilene nasıl ulaşılabileceğini planlama,
 - b. Problemin ilgili olduğu bağıntı veya eşitlikleri yazma,
 - c. Problem için yazılan bağıntı veya eşitliklerin mantıklı olup olmadığını irdeleme,
 - d. Matematiksel işlem yapmadan sonuca ulaştıracak bağıntı veya eşitliği oluşturma,
 - e. Sonuç bağıntısı veya eşitliğinde bilinmeyen olup olmadığını kontrol etme,
4. Çözüm Planını Uygulama: Matematiksel işlemlerin gerçekleştirildiği aşamadır.
- a. Problemden verilenleri uygun birimleriyle bağıntılarda kullanma
 - b. Matematiksel işlemleri dikkatli bir şekilde yapma
5. Kontrol Etme: Bu aşamada, elde edilen sonucun büyüklüğünün ne olabileceği, biriminin ve işaretinin doğru olup olmadığı irdelenerek, cevabın mantıklı olup olmadığını kontrol edilir.
- a. Bütün istenilenlerin bulunup bulunmadığını kontrol etme,
 - b. Elde edilen sonucun mantıklı olup olmadığını düşünme,
 - c. Sonucun birimini kontrol etme,
 - d. Çözümün tamamını gözden geçirme
6. + Kendini Değerlendirme: Öğrencinin problem çözme sürecindeki çalışmalarının değerlendirilmesiyle ilgili genel bir stratejidir. Problem çözücü bu aşamada, hedefe ulaşmasını sağlayan davranışlarını değerlendirir, problemi çözerken edindiği tecrübeler ve yaptığı hatalar üzerinde düşünür.

2.1.2.3. Uzman ve Acemi Problem Çözücüler

Problem çözücüler, çözdükleri problemin hangi dersle ilgili olduğu dikkate alınmadan, sahip oldukları özelliklere göre, genel olarak problem çözmeye başarısız olanlar “acemi problem çözücüler” ve problem çözmeye başarılı olanlar “usta problem çözücüler” olarak sınıflandırılmaktadır (Schunn vd., 2005; Zajchowski ve Martin, 1993). Literatür incelendiğinde uzman ve acemi problem çözücüler arasındaki farklılıkların; problem çözmeye bakış açıları, problemi anlamak için gösterilen çaba, alternatif çözüm yollarına sahip olma, problemleri sınıflandırma, alan bilgisi ve bilgileri hatırlama boyutlarında olduğu vurgulanmaktadır (De Jong ve Ferguson-Hessler, 1986; Sutherland, 2002; Teong, 2003). Uzman ve acemi problem çözücülerin sahip olduğu bazı temel özellikler aşağıda maddeler halinde sıralanmaktadır:

- Uzman problem çözücüler, planlama aşamasına önem vererek problemleri daha kısa zamanda çözerken, acemi problem çözücüler ise problem çözmeye daha çok formüllere önem vererek problem çözümlerine daha çok zaman harcamaktadırlar. (Malone, 2007).

- Uzman problem çözücüler, acemi problem çözücülere kıyasla uzun süreli belleklerinde daha geniş bilgi ağlarına sahip olmalarının yanında, acemilere göre uzmanların, bir işi odaklanmadan yerine getirme becerileri çok daha fazladır (Cooper, 1998). Diğer taraftan, acemi problem çözücülerin kavramsal ve işlemsel bilgi şemaları arasında bağ olmamasının yanında, kavramsal bilgi şemalarında da kavramlar arasında zengin bir etkileşim ve aşamalılık ilişkisi yoktur (Gerace, 2001).
- Uzman problem çözücüler, bilgilerini genelden özele doğru aşamalı bir yapıda düzenler. Problemleri çözerken verilenden istenilene ileriye doğru uygun bağıntıları kurduktan sonra, matematiksel işlemleri yapar. Acemi problem çözücüler ise bilgilerini kötü bir şekilde düzenleme ve dağınık bir şekilde birleştirme eğilimi gösterirler (Larkin, McDermott, Simon ve Simon, 1980).
- Acemi problem çözücüler, problemin analizi sürecinde yetersiz stratejik bilgiye sahipken, uzman problem çözücüler problemdeki bilgiyle ilişkili işlemsel ve kavramsal bilgilerini kullanarak daha kapsamlı problem betimlemesi gerçekleştirirler (Barak ve Mesika, 2007).
- Uzman problem çözücüler, acemi problem çözücülere göre işlemlerini daha çok değerlendirme becerisine sahiptirler (Cummings ve Lockwood, 2004'ten akt., Bozan, 2008, s. 62). Acemi problem çözücüler ise çözümde yaptıkları hataların farkına kolaylıkla varamazlar ve kendilerini sonuca ulaştırmayan bazı yöntemleri kullanırlar. Problemdeki bilgileri belirlemede ve kullanmakta başarısızdırlar. Acemi problem çözücüler, genel olarak çözümlerini kontrol etmediklerinden cevabın yanlış olduğunu gördüklerinde hatalarının gerçek nedenlerini bulmakta zorlanırlar. Oysa, uzmanlar çözümlerini etkili bir şekilde gözleme ve kontrol etme becerilerine sahiptirler (Chi, Bassok, Lewis, Reimann ve Glaser; 1989; Dufresne, Leonard ve Gerace, 1997).
- Acemi problem çözücüler, doğru cevaba ulaşmada sık sık başarısızlığa uğramakta ve doğru cevabı elde ettiklerine inandıklarında ise bu yanlış cevap olabilmektedir. Nedeni yanlış olan doğru cevaba ulaştıklarında da kavram yanılgıları güçlenmekte ve bunların üstesinden gelmek daha da zorlaşmaktadır. Uzman problem çözücüler ise, doğru cevaba ulaşmakta ve cevabın niçin doğru olduğunu açıklayabilmektedirler (Temel, 2009).
- Acemi problem çözücüler, bilimsel kavramları yorumlamada zayıftırlar ve kavramsal problemlerden daha çok algoritmik problemleri çözmeye daha yüksek düzeyde başarı sergilerler (Nakhleh, 1993).
- Uzman problem çözücüler, problemi çözmek amacıyla nitel bir yordama yapmak için ilk betimlemeyi prensip, ilke, yasa ve kanunlarla ilişkilendirir. Acemi problem

çözümler ise nitel düşünmeyi çözüm sürecine yansıtmayarak sayısal bir çözüme ulaşmak için formül ve denklemlere odaklanarak yalnızca matematiksel işlem yaparlar (Heyworth,1999; Savelsbergh, Jong ve Ferguson-Hessler, 2002).

- Acemi problem çözümler ile uzman problem çözümlerinin problemleri sınıflandırmaları arasında belirgin farklılıklar vardır. Örneğin; acemi problem çözümler, kuvvet içeren problemleri makara problemi, blok problemi, sürat problemi ve eğik düzlem problemi şeklinde sınıflandırmaktadır. Oysa, uzman problem çözümler bu problemleri Newton'un II. yasa problemleri, enerji korunumu ve dönüşümü problemleri, çarpışma problemleri, dönme problemleri olarak sınıflandırmaktadır (Şen, 2008). Acemi problem çözümler, problem durumundaki yüzeysel veya algısal özelliklere odaklanırken, uzman problem çözümler ise acemilerin farkına varmadıkları özellikleri ve örüntüleri ayırt ederler (Huang, 2004).
- Uzman problem çözümler, problem çözmeyi zihinsel işlemler gerektiren bir süreç olarak betimlemektedirler. Acemi problem çözümler ise problem çözmeyi hatırlatıcı bir görev olarak nitelendirirler. Uzman problem çözümler, problemin çözümü için gerekli bilgi ve becerilerin neler olduğuna, çözüm için bu bilgi ve becerilerin nasıl düzenlenip kullanılacağına odaklanırlar. Acemi problem çözümler ise belirli problem tiplerine ve bunların çözümlerine odaklanarak bunları hatırlamaya çalışma eğilimindedirler. Uzman problem çözümler verilenlerden istenilenlere doğru olan aşamaları dikkate alırken, acemi problem çözümler ise tam tersi yönde yani istenilenlerden verilenlere doğru olan aşamaları dikkate almaktadırlar (Örnek, 2009).

Literatürde belirtilen, uzman ve acemi problem çözümlerinin sahip olduğu özelliklerin bilinmesi ve bu özelliklerin öğretim faaliyetleri sürecinde dikkate alınarak tasarlanan etkinliklerin gerçekleştirilmesinin, verimliliği artıracağına, uzman problem çözümlerinin özelliklerinin pekiştirileceğine ve acemi problem çözümlere kazandırılması amaçlanan niteliklere sahip olmaya ise önemli bir katkı sağlayacağına inanılmaktadır. Bu nedenle, uzman ve acemi problem çözümlerinin sahip olduğu özelliklerin öğretim faaliyetlerini gerçekleştiren öğretmenler veya konu ile ilgili çalışmalar yapan araştırmacılar tarafından bilinmesi ve bu özelliklerin tasarlanan etkinliklerde dikkate alınması oldukça önemlidir.

2.1.3. Problem Çözme Becerileri

Beceri, kişinin ilgili alana yatkınlık ve öğrenimine bağlı olarak bir işin üstesinden gelme ve bir işlemi tam ve amaca uygun olarak sonuçlandırma yeteneği olarak ifade edilmektedir. PÇB, problemin çözümünü içeren bilgilerin edinilme ve bu bilgilerin doğru şekilde bir araya getirilerek kullanılabilme düzeyi olarak tanımlanmaktadır. Diğer taraftan PÇB, bireyin birey

olma ve çevresiyle baş etme sürecindeki rollerinden biri olarak ifade edilmektedir (Güçlü, 2003). PÇB'lerin neler olduğu ise en genel olarak Watts (1991) tarafından tanımlanarak sınıflandırılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. PÇB Yeterlilikleri ve Özellikleri

Problem Çözme Yeterlilikleri	Problem Çözme Yeterliliklerin Özellikleri
1. Keşif Yeterlilikleri	<ul style="list-style-type: none"> • Problemi ayırt etme ve tanımlama • Problemin belirgin niteliklerini tespit etme • Olası çözüm yolları üretme • Çözüm yollarını sınıama • Sonuç çıkarma
2. Hayal Yeterlilikleri	<ul style="list-style-type: none"> • Kendini başka yer, zaman ve rolde görebilme • Deneyimlerin sonucuna göre hayalleri yeniden düzenleme
3. Gözlem Yeterlilikleri	<ul style="list-style-type: none"> • Gözlenen durum, varlık ve olayların renk, şekil, büyüklük, dağılım vb. gibi niteliklerini belirleme • Doğru ve hassas gözlemler yapma • Gözlem verilerini kaydetme, sınıflama, sıralama • Gözlemleri yorumlama
4. İnceleme ve Düzenleme Yeterlilikler	<ul style="list-style-type: none"> • Bilgi toplama • Bilgileri aralarındaki ilişkilere göre sınıflama • Bilgileri yorumlayıp kanıtları değerlendirme • Zamanı iyi değerlendirme
5. Sayısal Yeterlilikler	<ul style="list-style-type: none"> • Tahmin etme, kestirme • Ölçme • Sayısal ilişkileri kavrama ve oluşturma • Şekil, diyagram ve yapıları kavrama • Matematiksel işlemleri yapabilme
6. Pratik yeterlilikler	<ul style="list-style-type: none"> • El ve beden becerileri • Araç gereç kullanma becerileri
7. İletişim Yeterlilikleri	<ul style="list-style-type: none"> • Sözlü ifade, yazılı metin, şekil, grafik ve diğer sembolik dokümanları doğru anlama • Yanlış anlaşılmaya neden olmayacak şekilde sözlü, yazılı ve diğer sembolik yollarla düşündüğünü ifade etme
8. Sosyal Yeterlilikler	<ul style="list-style-type: none"> • Başkalarıyla etkili iletişim kurabilme • Grup çalışması • Fikirleri farklı şekillerde ifade etme

Farklı araştırmacılar ise, PÇB'lerin dört aşamadan oluştuğuna dikkat çekmektedirler (D'Zurilla ve Nezu, 1990):

1. Problemi tanıma ve formülleştirme: Problemlerle ilgili gerçek bilgilere ulaşma, problemin doğasını anlama ve problemi çözmek için plan yapma,

2. En iyi çözümü bulabilmek için alternatif çözüm yolları geliştirme,
3. Karar alma, farklı çözüm yollarını karşılaştırarak problem çözümü için en iyi olanı belirleme,
4. Çözümün uygulanması ve doğrulanması: Problemi daha anlaşılır hale getirme.

PÇB'leri gelişmiş bireylerin özellikleri (Koberg and Bagnal 1981'den akt., Temel, 2009, s. 69) tarafından aşağıdaki gibi sıralanmışlardır;

1. Yenilikçidir,
2. Tercih ve kararlarını açıkça belirtir,
3. Sorumluluk alabilir,
4. Esnek düşüner,
5. Cesaretli ve maceracıdır,
6. Farklı fikirler üretebilir,
7. Kendine güvenir,
8. İlgi alanları geniştir,
9. Mantıklı ve nesnel davranır,
10. Rahat ve duygusaldır,
11. Aktif ve enerji doludur,
12. Yaratıcı ve üreticidir,
13. Eleştirel bir yapıya sahiptir.

Öğrencilerin PÇB'lerinin geliştirilmesi, öğretim programlarında da belirtildiği gibi, öğretim faaliyetlerinde edinilmesi amaçlanan önemli bir kazanımdır. Bu nedenle, fizik öğretiminde hayati bir öneme sahip olan problem çözme uygulama ve etkinlik süreçlerinin PÇB'lerin de dikkate alınarak tasarlanması, bu PÇB'lerin daha etkili şekilde geliştirilmesinde oldukça etkili olacaktır.

2.1.4. Literatürdeki Çalışmalar

Bu başlık altında, araştırma ile ilgili literatürdeki bazı çalışmaların özeti kronolojik sıralamaya göre verilmekte ve bu araştırmaların irdelenilmesinden elde edilen sonuçlar genel olarak sunulmaktadır.

Chun ve James (1999) tarafından yapılan araştırmada, problem çözme stratejilerinin öğrenci başarısı ve alternatif çalışmalardaki etkisini incelemişlerdir. Çalışmada, deney grubundaki öğrencilere altı haftalık problem çözmeye dayalı uygulama gerçekleştirilmiştir. Liselere giriş sınavında çıkan sorular arasından seçilen sorular, deney grubundaki öğrencilerin başarılarını ölçmek amacı ile kullanılmıştır. Ayrıca öğrencilerin kavramsal değişimlerini belirlemek amacı ile açık uçlu sorular da kullanılmıştır. Araştırma sonucunda

problem çözme temelli eğitim modelinin özellikle öğrencilerin uygulama düzeyindeki başarılarını geliştirdiğini göstermiştir.

Johnson (2001) tarafından yapılan çalışmada, öğrencilerin Fiziğe Giriş dersinde öğrendikleri bilgi ve becerilere yönelik yapılacak nitelikli uygulama etkinlikleri için bir çalışma tasarlayarak uygulanmıştır. Araştırmada, küçük gruplarla yapılan problem çözme uygulamalarına odaklanılmıştır. Araştırma sonucunda, küçük gruplarla çalışmanın konu ile ilgili bilgi ve becerileri geliştirme açısından büyük fayda sağladığı vurgulanmaktadır.

Crown (2002) tarafından yapılan çalışmada, ulusal bir matematik projesine katılan yedinci ve sekizinci sınıfta öğrenim gören başarılı öğrencilerin, problem çözme davranışlarını incelenmiştir. Araştırma verileri, Amerika'nın farklı bölgelerindeki öğretmenlere gönderilen anketler, görüşmelere gönüllü olarak katılan öğrenciler ve onların öğretmenleriyle gerçekleştirilen informal görüşmelerden elde edilmiştir. Video kayıtlarının incelenmesiyle, araştırmaya katılan öğrencilerin problem çözme stratejileri ve matematiksel davranışları analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda; öğretmenlerin çoğunun, problem çözme davranışının cinsiyet ile ilişkili olmadığı konusunda ortak fikre sahip olduğu belirlenmiştir. Fakat bazı öğretmenler, erkek öğrencilerin kızlara oranla daha az matematiksel beceri kullandığı, daha çok zihinsel işlem yaptığı ve problemi somutlaştırarak yanıtlar tahmin ettiğini belirtmişlerdir. Bazı öğretmenler ise kız öğrencilerin erkek öğrencilere göre resim, şekil, tablo ve diyagramları daha fazla kullandığını tespit etmişlerdir. Elde edilen bulguların değerlendirilmesiyle, problem çözme stratejilerini tercih eden öğrenciler arasında çok az oranda cinsiyet farklılığının olduğuna dikkat çekilmiştir.

Doğan (2002) tarafından yapılan çalışmada, strateji öğretiminin işbirlikli öğrenme uygulamalarında ve geleneksel sınıflarda, okuduğunu anlama becerileri, güdü ve hatırd tutma üzerindeki etkilerini ve bu etkilerin cinsiyet ile ilişkilerini incelenmiştir. Araştırma kapsamında, ön test- son test kontrol gruplu deney desenine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Strateji öğretimi, birinci deney grubunda işbirlikli öğrenme yöntemi kullanılarak yapılmış, ikinci deney grubunda ise geleneksel yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, strateji öğretiminin okuduğunu anlama becerileri, güdü ve hatırd tutma üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Ancak her iki grupta yapılan strateji öğretiminin etkileri arasında, önemli farklılıkların olmadığı tespit edilmiş ve strateji öğretiminin, okuduğunu anlama becerileri, güdü ve hatırd tutma üzerindeki etkilerinin cinsiyete göre önemli farklılıklar göstermediği ifade edilmiştir.

Hope (2002) tarafından yapılan çalışmada, genel problem çözme becerilerini tartışmış ve bir problem çözme modeli önerilmiştir. Araştırmacı gerçekleştirdiği değerlendirmeler sonucunda, karşılaşılan her yeni problemin problem çözücüyeye yeni kazanımlar yükleyerek problem çözme becerisini geliştirebileceği vurgulanmıştır.

Kaptan ve Korkmaz (2002) tarafından yapılan araştırmada, fen eğitiminde roje tabanlı öğrenme (PTÖ) yönteminin, ilköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin; yaratıcı düşünme, problem çözme becerileri ve akademik risk alma düzeylerine etkisi araştırılmıştır. Deneysel desenli bir yaklaşımla gerçekleştirilen araştırmada, yaratıcı düşünme, problem çözme becerileri ve akademik risk alma düzeyleri açısından deney grubu lehine anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir.

Kaptan ve Korkmaz (2002) tarafından yapılan araştırmada, hizmet öncesi sınıf öğretmenlerinin ve fen bilimleri öğretmenlerinin problem çözme yeterliliklerine yönelik algıları açısından aralarında anlamlı bir farkın olup olmadığını incelenmiştir. "Problem Çözme Envanteri" ve "Kişisel Bilgi Formu" kullanılarak elde edilen verilerin analizinden elde edilen araştırma sonucuna göre fen bilgisi öğretmen adayları lehine anlamlı bir farkın olduğu belirlenmiştir. Hizmet öncesi sınıf öğretmenlerinin ve fen bilimleri öğretmenlerinin aldıkları dersler ve bu derslerin içerik ve özelliklerinin öğretmen adaylarının problem çözme becerilerini etkilediği belirtilmiştir.

Lin, Hung ve Hung (2002) tarafından yapılan araştırmada, fen bilimi tarihi öğretiminin öğrencilerin problem çözme yeteneğini geliştirme üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Benzer akademik başarıya sahip iki sınıf seçilmiş ve rasgele olarak sınıflardan biri deney grubu ve diğeri ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar, tarihsel açıdan zenginleştirilmiş iki farklı materyal paketi geliştirmiştir. Bu materyallerin kullanımıyla gerçekleştirilen etkinliklerde, bilimsel bir kavram veya teorinin gelişim sürecinin vurgulanması amaçlanmıştır. Geçmişte, bilim insanların bir konu üzerine nasıl tartıştığı, hipotez kurduğu ve deney yaptığı öğrencilere açıklanmıştır. Ayrıca, bilim insanların deneylerine veya fikirlerine benzer demonstrasyonlar ve yaparak yaşayarak öğrenme çalışmaları öğrencilere uygun zamanlarda gösterilmiştir. Deney grubunda bu etkinlikler gerçekleştirilirken kontrol grubu öğrencileri için ders kitabı referans materyal olarak kullanılmış ve her iki grubun derslerini aynı eğitmen aynı sürede eşzamanlı olarak geliştirmiştir. Bir yıllık eğitimden sonra, yapılan istatistiksel analizler sonucunda, deney grubu öğrencilerinin performanslarının kontrol grubundakilere göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Sınıf içi öğrenme ortamına dayanarak, bu çalışmaların öğrencilerin bilimsel kavramları anlamalarına yardımcı olduğu çalışmanın, öğrencilerin problem çözme becerisini geliştirmede önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Sarıtaş (2002) tarafından yapılan araştırmada, işbirlikli ve geleneksel uygulamaların geliştirdiği sınıflardaki başarılı ve başarısız problem çözücülerin kullandıkları öğrenme stratejileri, tutumları ve edinim düzeylerini incelemeyi amaçlanmıştır. Araştırma, ilköğretim dördüncü sınıf öğrencileriyle kontrol gruplu ön test-son test deney modeline uygun olarak geliştirilmiştir. Araştırmada, deney grubunda işbirlikli öğrenme tekniklerinden birlikte

öğrenme tekniği, kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemleri kullanılmıştır. Uygulamalar yedi hafta boyunca gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonunda, işbirlikli öğrenme yönteminin uygulandığı deney grubu ile geleneksel öğretim yöntemlerinin uygulandığı kontrol grubunun başarı düzeyleri ve problem çözmeye karşı tutumları arasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir. Son test sonucuna göre deney grubundaki başarısız problem çözümlerinin kullandıkları öğrenme stratejilerinin, başarılı öğrencilerin kullandığı stratejilerle benzerlik gösterdiği ifade edilmiştir.

Sutherland (2002) tarafından yapılan araştırmada, ders analizi tabanlı bir araştırma projesinin uygulanması ve değerlendirilmesiyle ilgili bir rapor hazırlarken acemi kimya öğrencilerinin problem çözme uzmanlığının geliştirilmesine yönelik bir soru analizi stratejisinde öğretim etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma, lise öğrencilerinin kimya sorunlarındaki bilginin analizi ile ilgili becerilerin kazanılmasını kolaylaştırmak ve etkili bir problem gösterimini oluşturmak için geliştirilen soru analizi stratejisinin açıklamasını içermektedir. Daha sonra, iki farklı yapılandırılmış destek biçiminin ve öğrencilerin PÇB'lerinin geliştirilmesine yönelik üç uygulama koşulunun etkisini ve bu projenin uygulanmasını tartışıyor. Araştırma sonucunda, öğrencilerin problem çözme performansındaki değişiklikleri değerlendirmek için kullanılan nicel ve nitel analizler strateji öğretiminin öğrencilerin problem çözme performansına olumlu katkı sağladığı belirtilmektedir.

Karataş ve Güven (2003) tarafından yapılan araştırmada, PÇB'lerin değerlendirildiği yöntemleri tartışılmıştır. Araştırmanın ilk bölümünde problem çözme ve problem çözme becerilerinin öğrencilere kazandırılmasının önemi üzerine açıklamalar yapılırken ikinci bölümde ise PÇB'lerin değerlendirildiği alternatif yöntemlerden standart testler, performans değerlendirme, yazılı cevap gerektiren sorular ve klinik mülakat yöntemleri irdelenmiştir. Ele alınan bu yöntemlerin problem çözme becerilerini değerlendirmedeki üstün ve üstün olmayan yanları tartışılmıştır. Araştırmanın son bölümünde problem çözme becerilerini değerlendirmede bir klinik mülakat örneğine yer verilerek klinik mülakat yönteminin uygulanması sırasında dikkat edilecek hususlar öneriler halinde sıralanmıştır.

Yaman (2003) tarafından yapılan araştırmada, probleme dayalı öğrenme (PDÖ) yaklaşımının sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerisi, yaratıcı düşünme, akademik başarı ve fen bilimleri öğretimine yönelik öz-yeterlik inanç düzeylerine etkisini araştırmıştır. Deney grubundaki öğrencilere PDÖ yaklaşımı, kontrol grubuna ise geleneksel yöntemi uygulanmıştır. Araştırmada, sınıf öğretmeni adaylarının fen bilimleri laboratuvarındaki uygulamalarda aktif rol almaları, kendi belirledikleri problemler üzerinde çalışarak bu problemleri çözmeleri ve sonucunda bir ürünü ortaya koymaları hedeflenmiştir. Çalışma sürecinde elde edilen verilere göre, PDÖ'nün öğrencilere birçok farklı öğrenme

ortamı sunduğu, araştırma yapma ve problem çözme becerilerini geliştirdiği, fen bilimleri öğretimine yönelik öz-yeterlik inanç seviyelerini yükselttiği, öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini geliştirdiği, akademik başarılarını arttırdığı, fen biliminin önemini kavramalarına ve fen bilimlerine karşı pozitif tutum düzeylerini artmasını sağladığı vurgulanmaktadır.

Özdemir (2005) tarafından yapılan çalışmada, sosyal bilgiler dersinin öğretiminde işbirlikli PDÖ etkinliklerinin problem çözme becerileri gelişimi üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu kapsamda, işbirlikli PDÖ etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme başarısını geliştirdiğine dikkat çekilmektedir. Ayrıca çalışmada öğrencilerin, sosyal bilgiler dersindeki problem çözme başarıları ile sosyal bilgiler dersine olan ilgileri arasında olumlu bir ilişki olduğu; öğrencilerin problem çözme başarı puanları ile problem çözmeye yönelik tutumları arasında anlamlı ilişki olduğu vurgulanmaktadır.

Tsaparlis (2005) tarafından yapılan çalışmada, temel fizikokimya problemlerini çözmeye çeşitli bilişsel değişkenlerin rolünü incelemeyi amaçlamıştır. Bu bilişsel değişkenler; bilimsel muhakeme, işleyen bellek kapasitesi, işlevsel zihinsel kapasite ve alana bağlılık-alandan bağımsızlık derecesi yeteneğidir. Araştırmada yedi farklı temel fizikokimya problemini içeren toplam dokuz bireysel çalışma gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel analizler sonucunda alana bağlılık/alandan bağımsızlık yeteneğinin ve fonksiyonel işlevsel zihinsel kapasitesinin (bilgiyi tutma ve işleme kapasitesi) bu araştırma kapsamında kullanılan problem türlerinin çözümünde önemli bir rol oynadığı tespit edilmiştir.

Yaman ve Yalçın (2005) tarafından yapılan çalışmada, öğretmen adaylarının problem çözme becerilerini ve fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inanç düzeylerini geliştirmede PDÖ yönteminin etkisini tespit etmeyi amaçlamışlardır. Deneysel yöntem kullanılarak gerçekleştirilen çalışmada farklı yöntemlerle öğrenim gören öğretmen adayların problem çözme ve öz-yeterlik inanç düzeyleri karşılaştırılmıştır. Araştırma sonuçları, deney grubundaki öğretmen adaylarının problem çözme becerileri ve fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inanç düzeylerinin kontrol grubundaki öğrencilere kıyasla daha fazla geliştiğini göstermektedir. Bu durum PDÖ yönteminin öğrencilerin farklı becerilerini geliştirmede geleneksel yöntemlerden daha etkili olduğunu ön plana çıkarmaktadır.

Akay (2006) tarafından yapılan çalışmada, problem kurma yaklaşımının, üniversite birinci sınıf Matematik-II dersi integral ve uygulamaları ünitesinin öğretiminde öğrencilerin akademik başarısı, problem çözme becerisi ve yaratıcılıkları üzerindeki etkisini incelemektir. Araştırmaya deneysel desen modeline göre gerçekleştirilmiş ve veri toplama aracı olarak akademik başarı ölçeği, problem çözme envanteri ve yaratıcılık ölçeği kullanılmıştır. Araştırma verilerinin analizinden elde edilen bulgulara göre; Matematik-II

dersinde integral ve uygulamaları ünitesinin öğretiminde problem kurma yaklaşımının, öğrencilerin akademik başarılarını ve PÇB'lerini pozitif yönde anlamlı düzeyde etkilediği tespit edilmiştir.

Cardellini (2006) tarafından yapılan araştırmada, öğrencilerin problemleri analiz etmeleri ve problem çözümlerinde yeni yöntemleri kullanmalarını hedeflenmiştir. Problem çözmeyi öğretmek için analiz, sentez ve soruşturma yöntemine dayalı bir yaklaşımı küçük grup çalışmasını içeren işbirlikçi yöntemle birlikte kullanmıştır. Sınıf üç kişilik gruplara ayrılmış ve problem çözüm uygulamalarına başlamadan önce öğrencilere, kavram haritalarının kullanımı ve grup çalışması teknikleri hakkında bilgiler sunulmuştur. Öğrenciler gruplarda problemleri çözdükten sonra bu çözümler sınıfla tartışılmıştır. Her dersin sonunda, bazı problemler öğrencilere ev ödevi olarak verilmiştir. Her derse başlamadan önce, bir gün önce toplanan ve kontrol edilen problemler üzerinde irdelemeler yapılmıştır. Uygulama süreci sonucunda elde edilen bulgular, öğrencilerin üçte birinin yaratıcı bir çözüm bulmak için mantıklarını kullanarak problemleri çözebildiklerini göstermiştir.

Reigosaa ve Jiménez-Aleixandre (2007) tarafından yapılan araştırmada, öğrencilerin fizik ve kimya laboratuvarında problem çözme görevlerini yerine getirme sürecindeki performanslarını incelenmiş ve öğretmen desteğinden özerk problem çözmeye doğru olan sorumluluk alma sürecinde yaşadıkları farklı türdeki zorluklar üzerine odaklanılmıştır. Araştırma 10. sınıfta öğrenim gören 18 öğrencinin katılımı ile gruplar halinde beş pratik görevi yerine getirerek gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, öğrencilerin özel ve fiziksel hareketlerinin video ve teyp kayıtları ile her görev için hazırlanan raporlar veri kaynaklarını oluşturmuştur. Elde edilen verilerin analizi sonucunda; öğrencilerin karşılaştıkları ilk zorluğun, problemlerin güçlüğünün onlara uygun olmaması olduğu, laboratuvarında öğrencilerin sorumluluk almasını engelleyen ikinci zorluğun, klişeleşmiş okul kültürü olduğu, yüksek seviyeli özerklik yeteneğinin gelişimini engelleyen üçüncü zorluğun ise, grup üyeleri arasındaki sosyal etkileşimlerle ve onların üstlendiği rollerle ilgili olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda, yalnızca ürünün değerlendirilmesini değil ayrıca sürecin değerlendirilmesini dikkate alan değerlendirmelerin sorumluluk almayı destekleyeceği üzerine vurgu yapılmaktadır.

Ünsal (2006) tarafından yapılan araştırmada, işbirliğine dayalı öğrenme ve problem çözme felsefesinin bir sentezine dayanan bir öğretim tekniği olan İşbirliğine Dayalı Öğrenme Takımlarıyla Sürdürülen Problem Çözme Seansları'nın etkililiğini incelemiştir. Araştırmanın örneklemini, Gazi Eğitim Fakültesi, Fizik Eğitimi Anabilim Dalı birinci sınıfta okuyan 39 lisans öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırma ön test-son test kontrol gruplu deneysel desenine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Problem çözme etkinlikleri deney grubunda İşbirliğine Dayalı Öğrenme Takımlarıyla Sürdürülen Problem Çözme Seansları'na uygun olarak

gerçekleştirilirken, kontrol grubunda ise geleneksel öğretimine göre gerçekleştirilmiştir. Uygulamalardan elde edilen verilerin analizinde, işbirlikli takımlar halinde gerçekleştirilen problem çözme seanslarının öğretmen adaylarının akademik başarısını arttırdığı, problem çözmeye yönelik olumlu tutumlar geliştirdiği ve geliştirilen problem çözme tekniğine yönelik öğrencilerden olumlu dönütler alındığı belirtilmiştir.

Bozan ve Küçüközer (2007) tarafından yapılan araştırmada, ilköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin basınç ünitesi ile ilgili olarak problem çözümlerinde yaptıkları hataları tespit etmek ve bu hatalar arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Veriler, basınç ünitesindeki konuların tamamını kapsayan sekiz maddelik bir test uygulanarak elde edilmiştir. Araştırma sonucunda, öğrencilerin problem çözme sürecinde en çok işlemsel ve kavramsal hatalar yaptıkları belirlenmiştir. Ayrıca basınç ünitesinde yer alan farklı konulara ait kavramsal hataların kendi aralarında ortak hata kümeleri oluşturdukları ve işlemsel hataların ise bu kavramsal hata kümelerine dağıldığı tespit edilmiştir. Kavramsal hatalar ile metnin tam olarak anlaşılmasından kaynaklanan hataların ilişkili olduğu belirlenmiştir. Eşitlik ve formüllerden kaynaklanan hataların başka hata kümeleri ile ilişkili olmadıkları tespit edilmiştir. Problemlerin çözümünde kullanılan strateji ile ilgili hataların; problemin amacını yanlış belirleme ve çözümün ilk aşamasında yapılan hatalarla uyumluluk gösterdiği belirlenmiştir. Basınç problemlerinin çözümünde karşılaşılan zorlukların başında problemde ne sorulduğunu anlamama ve problem çözümündeki işlemleri kontrol etmemeleri gelmektedir.

Coştu (2007) tarafından yapılan araştırmada, öğrencilerin kavramsal, algoritmik ve grafiksel sorulardaki performansları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını tespit etmek amaçlanmıştır. Lise birinci sınıfta öğrenim gören 71 öğrencinin katıldığı araştırmada öğrencilerin gazlar ve gaz yasaları ile ilgili problemleri çözme performanslarını değerlendirmek amacıyla kavramsal, algoritmik ve grafiksel testlerden faydalanılmıştır. Testlerin analiz edilmesiyle çoğu öğrencinin kavramsal sorulara doğru cevap verdiği, grafik sorularında ise güçlük çektiği ve diğer sorulara nazaran algoritmik soruları cevaplamadığı tespit edilmiştir. Soru tipleri arasındaki farkları belirlemek için gerçekleştirilen istatistiksel analizler sonucunda, öğrencilerin tüm soru tipleri arasında en iyi performansı kavramsal sorularda gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, öğrencilerin tüm soru tiplerindeki performansları karşılaştırıldığında yüksek algoritmik-yüksek kavramsal kategorisindeki performans düzeyinin tüm kategoriler içerisinde en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Düşük algoritmik-yüksek kavramsal kategorisindeki performans oranının düşük olması, öğrencilerin kavramsal bilgi düzeyinin yüksek olmasında rağmen kimya problemlerini tam ve doğru olarak çözmedikleri belirlenmiştir.

Haláková ve Prokša (2007) tarafından yapılan araştırmada, öğrencilerin sözel ve resimsel kavramları içeren problemleri çözme başarılarını karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Bu amaçla öğrencilere her biri yedi resimsel ve yedi sözel kavramsal problem içeren ve içeriği eşdeğer soru çiftlerinin olduğu testi uygulanmıştır. 61 öğrenci rasgele olarak iki farklı gruba ayrılmıştır. Öğrencilerin resimsel madde puanı %34,89 olurken, sözel madde puanı 38,52 ve toplam ortalama puan %36,71 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bu sonuçlar, başarı üzerinde farklı bir faktörün problemin sunulma şekline daha önemli olduğunu göstermektedir. Kavramsal problemlerdeki (sözel veya resimsel) düşük başarı oranının, öğrencilerin kavramsal anlama eksikliği ile ilişkili olabileceği ifade edilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar, içerik ve kavramsal anlama eksikliğinin bu sonuçlarda önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Öğrencilerin bir problemi kavramsal veya algoritmik olarak düşünüp düşünmediğini tespit etmede onların tecrübelerinin ve bilgilerinin önemli olduğu belirlenmiştir. Öğrencilere daha çok fırsat ve imkan sağlandığında, bu tür kimya problemlerini çözme becerilerinin daha üst düzeyde olabileceği ifade edilirken öğrencilere yeni deneyimler ve bilgiler edindirerek yaşantılarını zenginleştirmenin yollarından birinin de kavramsal problemler olduğu ortaya konulmuştur.

Öztürk-Karataş (2007) tarafından yapılan araştırmada, ilköğretim öğrencilerinin fen bilgisi derslerinde yaratıcı düşüncelerini ve problem çözme becerilerini geliştirmek ve uygulanan testlerle bu gelişmenin ne seviyede olduğunu belirlemeyi amaçlamıştır. İlköğretim yedinci sınıfa giden 80 öğrenci örneklem grubunu oluşturmuştur. Yaratıcı düşünmeye dayalı fen öğretiminin gerçekleştirildiği deney grubu öğrencileri ile öğretmen merkezli öğretimin gerçekleştirildiği kontrol grubu öğrencilerinin yaratıcı düşünme düzeyleri ve PÇB düzeyleri arasında deney grubunun lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Yaratıcı düşünmeye dayalı fen öğretiminin yapıldığı deney grubu öğrencileri ile öğretmen merkezli öğretimin yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin, deneysel işlem sonrası yaratıcı düşünme becerilerinin; akıcılık, esneklik, ayrıntınlık ve orijinallik boyutları açısından deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir.

Selçuk-Sezgin, Çalışkan ve Erol (2007) tarafından yapılan araştırmada, fizik alanında öğrenim gören öğrencilerin problem çözme stratejilerini kullanma düzeyi ve bu düzey üzerinde cinsiyet ve öğrenim düzeyinin etkisi incelenmiştir. Araştırmanın örneklemini fizik öğretmenliği bölümünde öğrenim gören 141 öğrenci katılmıştır. Verilerin analizi sonucunda; kullanım sıklığına göre öğrencilerin sırasıyla problemi tekrar okuma, problemi anlamaya çalışma, probleme ilişkin kavram veya kavramları düşünme, problemi kendi cümleleriyle yeniden ifade etme, problemle değişkenleri belirleme, değerlerini yazma ve değişkenler arasındaki ilişkileri düşünme, problemi şekil veya diyagram çizerek görselleştirme, probleme ilişkin ilke, yasa veya kuralları irdeleme, problemi daha önce çözdüğü bir

problemlerle ilişkilendirmeye çalışma, çözüm için deneme yanılma metodunu kullanma, problemdeki somut kavramlar üzerine odaklanma, probleme ilişkin sesli düşünme, problemin muhtemel çözümlerini bulma, problemin çözümünü tahmin etme, problemin çözümünü irdeleme, problemin çözümünde kullanılan işlem basamaklarını kontrol etme, problemi alt problemlere ayırma, probleme ilişkin hatırlanan formülleri yazma, problemin cevabının mantıklı olup olmadığını düşünme, ilk hatırlanan çözümü uygulama, farklı bir çözüm yolu deneme, problemin ne olduğunu düşünme, problemin benzer problemlerden farklı olan boyutlarını düşünme, problemdeki verileri sınıflandırma, problemi sade bir dille tanımlama, problemdeki önemli noktaların altını çizme, problemin çözümü üzerine odaklanma, problemde elde edilen sonuçları yorumlama, problemdeki sınırlılıkları düşünme ve çözümü planlama stratejilerini kullandıkları tespit edilmiştir. Ayrıca araştırmada kız öğrencilerin erkek öğrencilere ve üst sınıflardaki öğrencilerin alt sınıflardaki öğrencilere göre daha sıklıkla problem çözme stratejilerini kullandıkları belirlenmiştir.

Bozan (2008) tarafından yapılan araştırmada, ilköğretim 7. sınıf fen ve teknoloji dersindeki basınç konusuna yönelik olarak tasarlanan ve uygulanan problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin başarısına, fene, problem çözmeye ve üstbilgi beceriler geliştirmeye karşı tutumlarına olan etkisini belirlemeyi amaçlanmıştır. Araştırmaya 269 öğrenci ile ön test-son test yarı deneysel yöntemle dayalı olarak yürütülmüştür. Deney grubunda problem çözme çalışmalarında hazırlanan problem çözme etkinlikleri destekli öğretim gerçekleştirilmiştir. Veriler anketler ve görüşmelerle toplanarak nitel ve nicel olarak analiz edilmiştir. Elde edilen veriler, deney grubunda gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirdiğini göstermiştir. Basınç ünitesi başarı ve tutum anketlerinin son test puanlarında, deney ve kontrol grupları arasında, deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Ayrıca problem çözme becerileri puanlarındaki artış, deney grubunda daha fazla olmuştur. Problem çözümündeki hatalar dikkate alındığında, son testte, kontrol grubu tüm hata kategorilerinde deney grubuna göre iki kat fazla hata yapmıştır. Kullanılan ifadeler dikkate alındığında deney grubu daha çok sonucu ifade etmek ve yorumlamak, verilenler ve problemdeki olayı nitelendirmek ile ilgili cümlelere önem verirken, kontrol grubu büyük oranda sonucu belirtmekle ilgili cümleler kurmaktadır. Deney grubu problem çözümlerinde; gözlem yapma, düzenleme, değerlendirme ve planlama gibi üstbilgi becerileri kontrol grubu öğrencilerine göre daha sıklıkla ve bilinçli şekilde kullandıkları belirlenmiştir.

Bozan ve diğerleri (2008) tarafından yapılan araştırmada, öğrencilerin basınç ünitesi hakkında tutumlarının ve problem çözme becerilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Anlatım, soru-cevap ve gösteri yöntem-teknipleriyle 12 hafta süren bir öğretim uygulaması gerçekleştirilmiştir. 192 ilköğretim öğrencisinin katılımıyla araştırmada, öğretimin sonunda

konu, tutum ve problem çözüme ile ilgili geliştirilen bir anket kullanılarak veriler toplanmıştır. Analizler sonunda öğrencilerin basınç ünitesini zor bulduklarını; kendine sorular sormak, bir stratejiye sahip olmak ve problem çözümünü gerçekleştirirken ara değerlendirmelerde bulunmak gibi üst bilişsel problem çözüme becerilerini kullanmada yetersiz olduklarını; konu ile ilgili bilgi ve problem çözüme karşı isteğin problem çözüme etkileyen en önemli faktörler olduğunu düşündükleri ifade edilmektedir. Problem çözüme konusunda öğrencilerin çoğunluğunun fen ve teknoloji dersinde problem çözüme yeterli düzeyde beceriye sahip olmadıkları, öğrencilerin problem çözüme ile ilgili bütün bilgilerinin matematik ve işlem odaklı olarak geliştiği belirtilmektedir.

Demirtaş ve Dönmez (2008) tarafından yapılan araştırmada, ortaöğretimde görev yapan öğretmenlerin problem çözüme becerilerine ilişkin algılarının düzeyini ve bu algılar arasında cinsiyet, kıdem, branş, medeni durum, çocuk sayısı, en son mezun olduğu okul, anne ve babanın eğitim düzeyi değişkenlerine göre farklılık olup olmadığını tespit edilmeye çalışılmıştır. Araştırma Malatya şehir merkezinde görev yapan 445 lise öğretmenin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma verileri, "Problem Çözme Envanteri-A Formu" yardımıyla toplanmıştır. Araştırma sonunda, öğretmenlerin problem çözüme becerilerinin düzeyini "orta" olarak algıladıkları, öğretmenlerin problem çözüme becerilerine ilişkin algıları arasında kıdem, en son mezun olduğu okul, anne ve babanın eğitim düzeyi değişkenlerine göre istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu belirlenmiştir.

Erdemir (2008) tarafından yapılan araştırmada, öğretmen yönlendirmeli ve kendine yönelik problem çözüme stratejilerinin öğrencilerin fizik tutumları üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Türkiye'deki farklı liselerden 270 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilen araştırmada, deney grubunda problem çözüme stratejileri kullanılırken kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemleri kullanılmıştır. Araştırmada elde edilen bulgular, strateji öğretiminin öğrencilerde fiziğe karşı olumlu tutum geliştirmede önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca ipuçlarını değerlendirme, problem çözüme basamaklarını daha iyi oluşturma, yanlış çözüm adımlarını kullanılma, keşfetme, alternatif çözüm yolları üretme, bir yanlış anlama gerçekleştiğinde durma, yanlış prosedürleri açıklanma, fikirleri hemen uygulama ve denklem ve eşitlikleri belirleme üzerinde de etkili olduğu belirtilmiştir. Öğretmenlerin problem temelli stratejileri öğretim uygulamalarında aktif olarak kullanmalarının, öğrencilerinin fiziğe karşı olumlu tutum geliştirmelerine ve buna bağlı olarak fizik öğretiminde öğrenci başarısını arttıracakları vurgulanmaktadır.

Gonen ve Basaran (2008) tarafından yapılan araştırmada, elektronik öğrenme ortamında, fizik dersleri ve laboratuvarlarında gerçekleştirilen problem çözüme etkinlikleriyle öğrencilerin öğrenme düzeyleri hakkında etkili geribildirimler almayı, öğrencilerin istedikleri yerde takip ettiği konuları tekrar etmeleri ve sorunları çözmeleri için bir eğitim materyali

geliştirmeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla, ilk aşamada, sınıfta ve laboratuvarlarda fizik ve konu anlatımlarıyla ilgili problemler dijital ortama aktararak e-öğrenme materyalleri geliştirilmiştir. İkinci aşamada ise bu materyaller standart SCORM (Paylaşılabilir İçerik Nesnesi Referans Modeli) paketine dönüştürülerek Ders Yönetim Sistemine (CMS) ile bütünleştirilmiştir. Geliştirilen materyalde ortak bir standardın (CMS ve SCORM) kullanılması içerik paylaşımını, öğrencinin etkinliğini takip etmeyi ve öğrencilerin problem çözme performansının değerlendirilmesini sağlayacağına vurgu yapılmıştır.

Şen (2008) tarafından yapılan araştırmada, öğrencilerin çalışma kağıtları ile örnek problemi çözdükten sonra karşılaştıkları yeni problem durumu için benzer modeller oluşturabilme durumlarını incelemiştir. Bu amaçla doğrultusunda sınıf öğretmenliği üçüncü sınıfta öğrenim gören 156 öğrenci ve 54 lise öğrencisi ile dinamik ve kinematik konuları üzerinde araştırmayı gerçekleştirmiştir. Van Heuvelan (1991) tarafından önerilen çalışma yapıları mevcut müfredattaki bazı konulara uyarlanarak etkinliklerde kullanılmıştır. Araştırmanın verileri, mülakat ve anket yöntemleri kullanılarak elde edilmiştir. Verilerin analizi sonucunda, öğrencilerin fizik problemleriyle karşılaştıklarında, kendilerine bir çözüm yolu belirlemekten uzak ve problemde verilen sayısal değerleri anlamlandırmadan işlem yapma ve sonuca ulaşma çabası içerisinde oldukları; problemlerdeki görsel ve fiziksel modelleri dikkate almadan matematiksel modeller kullanarak sonucu ulaşmaya çalıştıkları tespit edilmiştir.

Yıldırım ve Yalçın (2008) tarafından yapılan araştırmada, eleştirel düşünme becerilerini temel alan fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme beceri düzeyleri üzerine etkisini, cinsiyet ve mezun olunan lise türünü de dikkate alarak incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma Gazi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği üçüncü sınıfta öğrenim gören 90 öğrenci ile Laboratuvar Uygulamaları-I dersinde yarı deneysel yöneme uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Uygulama sürecinde kontrol grubunda geleneksel öğretim yaklaşımı, deney grubunda ise eleştirel düşünme becerilerini temel alan fen eğitimine yönelik etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, eleştirel düşünme becerilerini temel alan fen eğitiminin geleneksel öğretime göre, öğrencilerin problem çözme becerilerini daha üst düzeye çıkardığı tespit edilmiş, mezun olunan lise türü ve cinsiyet değişkenlerinin, öğrencilerin problem çözme beceri düzeylerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Demirci ve Uyanık (2009) tarafından yapılan araştırmada, 10. sınıf öğrencilerinin grafik çizme ve anlama becerileri ile kinematik grafiklerini yorumlama becerileri arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırmanın verileri, Kinematik Grafiklerini Anlama Testi ve Grafik Çizme Anlama ve Yorumlama Testi ile toplanmıştır. Araştırma dokuz farklı liseden 501 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda grafik çizme ve anlama

becerisi ile kinematik grafiklerini yorumlama becerisi arasında anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Kartal-Taşoğlu (2009) tarafından yapılan çalışmada, fizik eğitiminde PDÖ'nün öğrencilerin başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve problem çözme tutumlarına etkisini araştırılmıştır. Araştırma, Buca Eğitim Fakültesi Fizik Öğretmenliği birinci sınıfta öğrenim gören 46 öğrencinin katılımıyla kontrol gruplu öntest-sontest deney deseni yöntemine kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Mekanik konularından biri olan İş-Enerji ünitesi, kontrol grubunda geleneksel yöntem, deney grubunda ise PDÖ yöntemi kullanılarak öğretilmiştir. Araştırmanın verileri, İş-Enerji Ünitesi Başarı Testi, Mekanik Konuları Bilimsel Süreç Becerileri Testi ve Fizik Dersine Yönelik Problem Çözme Tutum Ölçeği kullanılarak toplanırken bulguları desteklemek amacıyla öğrencilerle görüşmeler yapılmıştır. Araştırma sonucunda, PDÖ yönteminin öğrencilerin başarı düzeylerini artırdığı, kavramsal gelişimlerini olumlu yönde etkilediği, bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği ve fizik problemlerini çözmeye karşı tutum puanlarını anlamlı düzeyde artırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca, öğrencilerin PDÖ yöntemi ile ilgili olumlu görüşler ifade ettikleri belirtilmiştir.

Serin, Bulut-Serin ve Saygılı (2009) tarafından yapılan çalışmada, 5. sınıf öğrencilerinin eğitim teknolojilerinin ve materyal destekli bilim ve teknoloji öğretiminin, Dünya, Güneş ve Ay konusu öğretiminde kullanılan yazılımın problem çözme becerilerine etkisini incelemiştir. Araştırmacılar bilim ve teknoloji ders konularını Macromedia Flash 8 programını kullanarak yeniden hazırlamışlardır. Araştırma, 80 beşinci sınıf öğrencisinin katılımıyla yarı deneysel yöntemle uygun olarak yürütülmüş ve veri toplama aracı olarak Problem Çözme Becerileri Ölçeği kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, araştırmacılar tarafından geliştirilen programın öğrencilerin problem çözme becerileri algılama düzeyleri üzerinde pozitif bir etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Adeoye (2010) tarafından yapılan çalışmada, problem çözme ve işbirlikçi öğrenme stratejilerinin ilköğretim ikinci kademe son sınıf öğrencilerinin fizik öğretimindeki başarıları üzerindeki etkilerini araştırılmıştır. Araştırma, 141 öğrencinin katılımıyla deneysel araştırma yöntemine dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Beş hafta süren araştırma uygulamalarında, birinci deney grubunda problem çözme stratejileri, ikinci deney grubunda işbirlikçi öğrenme stratejisi kontrol grubunda geleneksel öğretim stratejisi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, işbirlikçi öğrenme stratejisinin uygulandığı öğrenci grubunda başarı düzeyinin diğer gruplara kıyasla daha üst düzeyde olduğu ve geleneksel öğretim stratejilerinin uygulandığı öğrenci grubunda ise başarı düzeyinin en düşük olduğu tespit edilmiştir.

Crisostomo (2010) tarafından yapılan çalışmada, kavramsal problem çözme stratejisinin üniversite öğrencilerinin Newton'un hareket kanunları konusundaki problemleri çözme başarıları üzerindeki etkisi ve problem çözümlerinde güçlük çektikleri basamakların

belirlenmesi amaçlanmıştır. 27 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilen deneysel desenli araştırmada veriler bağlam temelli problemlerin olduğu problem çözme yaprakları, kavramsal problem çözme stratejisini değerlendirme formu ve mülakat yöntemi ile toplanmıştır. Araştırma sonucunda, strateji öğretiminin öğrencilerin problem çözme becerilerini olumlu etkilediği ve öğrencilerin matematiksel işlemler gerektiren problem çözme basamaklarında güçlük çektikleri tespit edilmiştir.

Ergün (2010) tarafından yapılan araştırmada, problem tasarlama yönteminin öğrencilerin kavramsal öğrenme ve problem çözme performansları üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırmada ayrıca öğrenciler tarafından tasarlanan problemlerin değerlendirilmesine yönelik bir analitik rubrik geliştirilmiştir. Araştırma, üniversite birinci sınıf fizik dersinde 110 öğrencinin katılımıyla deneysel araştırma yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Fizik öğretimi, deney grubunda problem tasarlayarak öğrenme yöntemiyle, kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Nitel veriler, çalışma kağıtları, sınıf içi tartışmalar ve gözlemlerden elde edilirken nicel veriler ise Kuvvet Kavramı Testi ve Klasik Fizik Sınavı ile toplanmıştır. Klasik Fizik Sınav problem çözümleri Problem Çözme Dereceleme Rubriği kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda, problem tasarlama yönteminin öğrencilerin kavramsal öğrenme ve problem çözme performansları üzerindeki istatistiksel olarak pozitif anlamlı bir fark oluşturduğu belirlenmiştir.

Mason ve Singh (2010) tarafından yapılan araştırmada, Marx ve Cumming'in problem çözme tutumlarını genişletmiş ve fizik yüksek lisans öğrencilerine uygulayarak problem çözme anketine ilişkin öğrenci tutum ve yaklaşımlarını değerlendirilmiştir. Araştırmada, fizik yüksek lisans öğrencilerinin anket sorularına verdikleri cevaplar, fiziğe giriş ve astronomi dersi alan öğrenciler ve fizik öğretim üyelerinin verdiği cevaplar ile de karşılaştırılmıştır. Lisansüstü ve fiziğe giriş düzeyindeki öğrencileri problem çözme anket davranışlarının karşılaştırılmasından, lisansüstü öğrencileri cevaplarının genel olarak fiziğe giriş öğrencilerinin cevaplarına göre daha uzman olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca elde edilen bulgulardan lisansüstü öğrencilerin çeşitli önlemlerle ilgili yüksek lisans düzeyinde problem çözme becerilerinin, fiziğe giriş öğrencilerinin tanıtıcı düzeydeki problem çözme eğilimleri ile oldukça benzer olduğu belirlenmiştir.

Sezgin-Selçuk (2010) tarafından yapılan araştırmada, PDÖ yönteminin öğrencilerin fiziğe giriş derslerine yaklaşımları ve tutumlarına etkilerini incelenmiştir. Araştırma yarı deneysel ön test-son test desenine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda PDÖ yönteminin, öğrencilerin sadece öğrenmeye derinlemesine yaklaşmalarını değil, aynı zamanda fizik kursuna yönelik artan bir ilgide (tutum bileşeni) oluşturduğunu da ortaya

koymaktadır. Ayrıca, PDÖ yöntemine göre gerçekleştirilen fizik öğretiminin başarıyı olumlu etkilediği tespit edilmiştir.

Düzgün (2011) tarafından yapılan çalışmada, Fen ve Teknoloji öğretmenlerinin düşünme stilleri ile problem çözme becerileri arasındaki ilişkiyi farklı değişkenler açısından incelenmiştir. Araştırma, İstanbul ilinde görev yapan 261 fen ve teknoloji öğretmenin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Problem Çözme Envanteri ile elde edilen verilerin analizi sonucunda, problem çözme becerisine güven faktörünün, mesleki kıdemlere göre farklılaşma gösterdiğini, fen ve teknoloji öğretmenlerinin düşünme stilleri ile problem çözme becerileri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler olduğu tespit edilmiştir. Hiyerarşik düşünme şekli ile kendini kontrol etme problem çözme yeteneği arasında güçlü düzeyde, hiyerarşik düşünme stili ile problem çözüme kendine güven yeteneği arasında orta düzeyde ve problem çözme becerileri ile hiyerarşik düşünme şekli arasında orta düzeyde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Mumcu (2011) tarafından yapılan çalışmada, 12. sınıf öğrencilerinin matematiği kullanma becerilerini yorumlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda öncelikli olarak geniş bir literatür taramasından sonra “matematiği kullanma” kavramı araştırmacı tarafından tanımlanmıştır. Öğrencilerin matematiği kullanma becerilerini tanımlamak amacıyla konu ile ilgili daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen veriler analiz edilip birleştirilerek bir sentez oluşturulmuştur. Belirlenen bu becerileri yorumlamak amacıyla öğrencilere uygulanacak gerçek yaşam problemleri tasarlanmış ve bu problemler üzerinden öğrencilerle klinik mülakatlar gerçekleştirilerek araştırma verileri elde edilmiştir. Araştırma sonucunda, öğrencilerin gerçek yaşam problemlerinde matematiği yeni öğretim programının hedeflediği amaç ve düzeyde kullanamadıkları tespit edilmiştir.

Starling (2011) tarafından yapılan çalışmada, teknoloji ile matematik öğretimi kapsamında ele alınan çevrimiçi eş zamanlı ve yüz yüze tartışma ortamlarında, öğretmen adaylarının istatistiksel bilgileri anlamalarındaki değişkenliği ve gruplar arasındaki söylemlerin rolünü araştırılmıştır. Nitel araştırma yaklaşımının benimsendiği bu araştırma 42 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Beş haftalık zaman diliminde gerçekleştirilen uygulamalarda, grup çalışmalarındaki öğrenci etkinlikleri video kaydına alınarak öğrencilere ait söylemler tespit edilmiştir. Grup çalışmalarındaki video kayıtlarının transkripti sonucu ortaya çıkan öğrenci söylemlerinin analizinde, gruplardaki öğrencilerin gerek birbirleri ile gerekse öğretmenle etkileşim içerisinde oldukları, çevrimiçi ve yüz yüze gruplar arasında istatistiksel kavramlarla ilgili tartışmalarda benzerlikler yaşanmasının yanı sıra ciddi anlamda farklılaşmalarında olduğu tespit edilmiştir. Her iki ortamda kullanılan dilin yaygın ve karşılaştırılabilir olduğu bu çalışmada, çevrimiçi ortamdaki öğrencilerin farklı iletişim kanallarını kullanarak etkileşimde bulunmaları, grup çalışmalarına daha az zaman ayırdığı

ve bu durum sonucunda oluşan bağımsız çalışma isteğinden dolayı daha az üretken oldukları belirlenmiştir.

Aktamış ve diğerleri (2012) tarafından yapılan araştırmada, lise öğrencilerinin sınıf düzeyine göre fizik problemlerini çözmeye yönelik tutumlarındaki değişimi incelenmiştir. Araştırmadan elde edilen verilerin analizi sonucunda, sınıf düzeyi arttıkça problem çözmeye yönelik tutum düzeyinin azalmakta olduğu tespit edilmiştir. Özellikle 9. sınıf öğrenci tutumlarının üst sınıflardaki öğrencilere kıyasla daha olumlu olduğu belirlenmiştir. Bu durum programda yer verilen problem çözme becerisi kazanımlarının öğrencilere yeterince kazandırılmadığı veya öğretmenlerin bu becerileri kazandırmaya yönelik etkinliklere derslerde yeteri kadar önem göstermedikleri şeklinde yorumlanmış ve derslerde problem çözme becerilerini geliştirmeye yönelik ek uygulama ve yöntemlerin geliştirilip kullanılmasına dikkat çekilmiştir.

Chasteen ve diğerleri (2012) tarafından yapılan araştırmada, fizik öğretiminde ek problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerilerini ne düzeyde etkilediği belirlenmeye çalışılmıştır. Üniversite öğrencilerinin katılımıyla gerçekleştirilen bu araştırma, deneysel araştırma yöntemine göre tasarlanmıştır. Araştırma sonucunda, deney grubu öğrencileriyle gerçekleştirilen ek problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerilerini geleneksel yöntemlere göre daha üst düzeyde geliştirdiğini tespit etmiştir.

Dinçol-Özgür ve diğerleri (2012) tarafından yapılan araştırmada, kimya öğretmen adaylarının öğrenme stillerinin problem çözme becerisi algılarına ve problem çözme başarılarına etkisini araştırılmıştır. 46 kimya öğretmen adayının katılımıyla yürütülen araştırmanın verileri öğrenme stilleri ölçeği, problem çözme becerileri ölçeği ve araştırmacılar tarafından geliştirilen başarı testi kullanılarak elde edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda öğretmen adaylarının öğrenme stilleri ile problem çözme becerileri algı düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı, problem çözme başarı puanları ile öğrenme stilleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Gökkurt ve Soylu (2013) tarafından yapılan araştırmada, problem çözme sürecinde kullanılan anlam bilgisinin 11. sınıf öğrencileri tarafından kullanılma düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma verileri öğrencilerin seviyelerine göre belirlenen dört sözel problem kullanılarak klinik mülakat yöntemiyle toplanmıştır. Araştırmanın sonucunda, öğrencilerin problem çözme sürecinde anlam bilgisini amacına uygun ve etkili bir şekilde kullanamadıkları, problemde verilenleri doğru ve tam olarak tanımlayamadıkları, problem çözümü sonucunda elde ettikleri değerlerin neyi ifade ettiğini açıklamada yetersiz kaldıkları ve problemde geçen ilişki ifadeleri doğru eşitliklere dönüştürmede oldukça zorlandıkları tespit edilmiştir.

İnel (2012) tarafından yapılan araştırmada, Fen ve Teknoloji öğretiminde kavram karikatürleri destekli PDÖ yönteminin kullanılmanın öğrencilerin problem çözme becerileri algıları, fen öğrenmeye yönelik motivasyonları ve kavramsal anlama düzeyleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Ayrıca araştırmada, öğrencilerin kavram karikatürleriyle destekli PDÖ yöntemine ilişkin görüşlerinin de belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma ön test - son test kontrol gruplu yarı deneysel desene uygun olarak ilköğretim öğrencileriyle gerçekleştirilmiş ve araştırmanın verileri problem çözme becerilerine yönelik algı ölçeği, fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeği, kavramsal anlama testi ve kavram karikatürleri destekli PDÖ yöntemine ilişkin yarı yapılandırılmış görüşme soruları kullanılarak toplanmıştır. Araştırmadan elde edilen verilerin analizi sonucunda, öğrencilerin problem çözme becerileri algıları, fen öğrenmeye yönelik motivasyonları ve kavramsal anlama düzeyleri arasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, deney grubunda yer alan öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler sonucunda, öğrencilerin kavram karikatürleri destekli PDÖ yönteminin öğrenme sürecine ve öğrenmelerine olan etkilerine ilişkin olumlu görüşlere sahip oldukları tespit edilmiştir.

Pamuk (2012) tarafından yapılan araştırmada, problem çözme becerisini geliştirme programının düşük problem çözme beceri düzeyine sahip ortaöğretim dokuzuncu sınıf öğrencilerinin problem çözme becerileri gelişim düzeyine etkisi incelenmiştir. Problem çözme becerisini geliştirmeye yönelik gerçekleştirilen sekiz oturumluk programın öncesinde ve sonrasında problem çözme envanteri uygulanmıştır. Deney grubunda problem çözme becerilerini geliştirme programı uygulanırken, kontrol grubunda herhangi bir işlem yapılmamıştır. Araştırma sonucunda, problem çözme becerisi geliştirme programının düşük problem çözme becerilerine sahip ortaöğretim 9. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerilerini geliştirmede istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkili olduğu ortaya konulmuştur.

Yiğit ve diğerleri (2012) tarafından yapılan araştırmada, fen bilgisi 1. sınıf öğretmen adaylarının elektrik konusundaki problemleri anlama ve çözme durumları üzerine bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Üniversitedeki Temel Fizik derslerinde öğrencilerin başarılarını ölçmek için yapılan sınav problemlerini öğrencilerin nasıl algıladıkları tespit edilmeye çalışılmıştır. 40 öğrenciye farklı zamanlarda elektrik konularıyla ilgili problemler yöneltilerek problemlerin ait tanımlamaların göstergelerinden biri olan çizimler detaylı olarak analiz edilmiştir. Araştırmanın bulguları, metin ve şekil olarak öğrencilere sunulan problemlerde tam olarak ne anlatıldığıının ve ne istendiğinin öğrenciler tarafından eksiksiz olarak ifade edilemediği tespit edilmiştir. Problemlerin aceleci bir yaklaşımla çözülmesi ve konuyla ilgili kavramsal anlama yetersizliklerinin temelinde, Türkiye'deki genel ölçme-değerlendirme sisteminin olması şeklinde değerlendirilmiştir. Bundan dolayı, öğrencilere düşünmeyi,

sorgulamayı öğreten fizik gibi temel derslerde, öğrencilerin okuduğunu anlama, problemde verilen ve istenenleri belirleme ve problem durumu için uygun çözüm yollarını bulma ve uygulama becerilerini geliştirecek düzenlemelerin yapısal olarak gerçekleştirilmesi gerektiğine vurgu yapmışlardır.

Aydurmuş (2013) tarafından yapılan araştırmada, 8. sınıf öğrencilerinin problem çözüme sürecinde kullandıkları üstbilişsel stratejileri tespit etmeyi amaçlamıştır. Bu amaçla matematik dersi kapsamında beş öğrenci ile kapsamlı çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Araştırmada veriler rutin olmayan problemlerden oluşan problem çözüme envanteri, gözlem formu, öğrenci geri bildirim formu ve klinik mülakat kullanılarak toplanmıştır. Araştırma sonucunda, üstbiliş becerileri olan tahmin, planlama, izleme ve değerlendirmeye ait stratejilerin öğrencilerin kullanım amaçlarına göre bilişsel veya üstbilişsel stratejiler olabileceği belirlenmiştir. Üstbiliş stratejilerinin en yoğun kullanıldığı beceri izleme, en az kullanıldığı beceri de değerlendirme olarak tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin tahmin, planlama, izleme ve değerlendirme için üstbiliş stratejileri kullanmalarının problem çözüme başarılarının belirlenmesi konusunda karar vermek için tek başına yeterli olmadığı belirtilmiştir.

Eryılmaz ve Akdeniz (2013) tarafından yapılan araştırmada, öğretmenlerin 10. sınıf Kuvvet ve Hareket ünitesinin öğretim sürecinde problem çözüme sürecinde sergiledikleri basamakları belirlemeyi amaçlanmıştır. Bu temel amacın yanı sıra üniteye çözülen problemlerin fizik öğretim programına uygunluk düzeyi de tespit edilmeye çalışılmıştır. Öğretmenlerin problem çözümlerinde her zaman belirli ve sıralı basamakları takip etmediği tespit edilmiştir. Öğretmenlerin problemleri çözerken genel olarak sergiledikleri basamaklar; güdüleme, problemi betimleme, fiziksel betimleme, plan yapma, planı uygulama, çözümün anlaşılmasını sağlama, çözümü genişletme ve problemi genişletme olarak belirlenmiştir. Ayrıca öğretmenlerin genel problem çözüme basamaklarında kullandıkları özel problem çözüme adımları da tespit edilmiştir. Çözülen problemlerin çoğunun programda önerilen aksine güncel yaşam problemlerine uygun olmadığı ve problemlerin çoğunlukla tahtada öğretmen tarafından çözüldüğü gözlenmiştir.

Kan (2013) tarafından yapılan araştırmada, PTÖ ve PDÖ yöntemlerine dayalı olarak geliştirilen fizik uygulamalarını, öğrencilerin problem çözüme becerilerinin gelişimine etkisi açısından değerlendirilmiştir. Araştırmanın uygulaması, fizik öğretim programının Elektrik ve Manyetizma ünitesi kapsamında, proje tabanlı ve PDÖ yöntemlerine uygun olarak geliştirilen öğretim materyalleri kullanılarak, toplam yedi haftalık süreçte gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında; problem çözüme envanteri, problem çözüme becerileri testi, klinik mülakat ve gözlemler veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Elde edilen veriler, nitel ve nicel yöntemler kullanılarak analiz edilirken araştırmada kullanılan öğretim materyalleri de

doküman analizi yöntemi ile incelenmiştir. Araştırma sonucunda, PTÖ uygulamalarına katılan öğrencilerin ders dışında gerçekleştirdikleri hazırlığın etkisi ile problem çözme becerilerinin, PDÖ uygulamalarına katılan öğrencilerin problem çözme becerilerine kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştiği tespit edilmiştir. Ayrıca, proje tabanlı ve PDÖ uygulamalarının, öğrencilerin problem çözme öz değerlendirme algı düzeyleri gelişimine katkı sağladığı ve her iki yöntemin fizik öğretiminde öğrencilerin ilgilerini çeken oldukça etkili yöntemler olduğu belirtilmiştir.

Demirci (2014) tarafından yapılan araştırmada, sistematik yaratıcı problem çözme etkinliklerinin ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin ışık konusundaki kuramsal, deneysel, günlük yaşam ve yaratıcı problemleri çözmeleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Deneysel desene uygun olarak gerçekleştirilen araştırmanın verileri, çoktan seçmeli ve açık uçlu türdeki kuramsal, deneysel ve günlük yaşam problemleri bölümlerini içeren bilimsel başarı testi ve yaratıcı problem testi kullanılarak toplanmıştır. Ayrıca, deney grubu öğrencilerinin sistematik yaratıcı problem çözme ile ilgili görüşlerinin belirlenmesi amacıyla görüşme tekniğinden yararlanılmıştır. Araştırmanın sonucunda, bilimsel başarı testinin çoktan seçmeli kuramsal problemler dışındaki tüm testlerinde deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu belirlenmiştir. Bu durum, sistematik yaratıcı problem çözenin, üst düzey düşünme becerilerini kullanmayı gerektiren çoktan seçmeli deneysel, günlük yaşam ve açık uçlu kuramsal; deneysel ve günlük yaşam problemlerini çözme üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu şeklinde değerlendirilmiştir. Ayrıca sistematik yaratıcı problem çözme uygulamaların deney grubundaki öğrencilerin yaratıcı çözümler üretme konusundaki başarılarını kontrol grubundaki öğrencilere kıyasla daha üst düzeyde geliştirdiği tespit edilmiştir. Akademik başarı ve hatırlama düzeyi açısından gruplar karşılaştırıldıklarında ise deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu tespit edilmiştir.

Deniz, Arslan ve Hamarta (2014) tarafından yapılan araştırmada, lise öğrencilerinin problem çözme becerileri cinsiyet, okul türü, anne-babasının eğitim düzeyi ve okuduğu alan türü değişkenleri açısından incelenmiştir. Araştırma, genel tarama modeline uygun olarak 145 lise öğrencisinin katılımıyla gerçekleştirilirken araştırma verileri problem çözme envanteri kullanılarak toplanmıştır. Araştırmada sonucunda, okul türü, anne ve baba eğitim düzeyi, cinsiyet ve lise alan türü değişkenlerine göre problem çözme envanteri toplam puanı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Ancak, problem çözme envanteri alt boyutları açısından değerlendirme yapıldığında, problem çözme becerileri ile cinsiyet, okul türü, annenin eğitim düzeyi ve lise alan türü bağımsız değişkenleri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir.

Eryılmaz-Toksoy (2014) tarafından yapılan araştırmada, öğrencilerin Kuvvet ve Hareket ünitesi ile ilgili problemleri çözme süreçlerini, ihtiyaç duydukları ipuçları kapsamında geliştirilen İpucu Destekli Problem Çözme Aracı (İDEPÇA) ile incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, öğrencilerin problem çözme sürecinde ihtiyaç duydukları ipuçlarına ulaşabilecekleri 19 problemden oluşan İDEPÇA tasarlanmıştır. Uygulama sürecinde öğrenciler beş hafta boyunca 19 problemi haftada bir ders saati olmak üzere İDEPÇA'yı kullanarak çözmüşlerdir. Araştırma verileri, yarı yapılandırılmış mülakatlar, sistem kayıtları, ve alan notları ile toplanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda, öğrencilerin en fazla problemi anlama ve çözüm planı oluşturma aşamalarında güçlük yaşadıkları; problemlerin çözümü sürecinde ihtiyaç duyulan ipuçlarının öğrencilere ve problemlere göre farklılık gösterdiği; öğrencilerin İDEPÇA'da yer alan problemleri çözmek için kullandıkları ipuçlarının düzenli şekilde azalmadığı ve öğrencilere problemleri çözebilmeleri için belirli bir seviyede yardımcı olunabileceği tespit edilmiştir. Ayrıca, öğrenciler problem çözme sürecinde İDEPÇA'yı kullanırken ihtiyaç duydukları ipuçlarına ulaşabilmeyi beğendiklerini ve İDEPÇA ile problem çözmenin sınıf ortamında geleneksel yöntemlerle problem çözmeye göre daha avantajlı olduğunu belirtmişlerdir.

Lloyd ve diğerleri (2014) tarafından yapılan araştırmada, hizmet öncesi öğretmen adaylarının ısı transferi ile ilgili problemleri çözme becerileri konusunda rehberli soruşturmaya "açık öğretim genel stratejisi (EGPS)" eklemenin etkisini incelemişlerdir. Bu çalışma dört yıllık bir üniversitede hizmet öncesi öğretmen eğitimi sürecindeki öğretmen adayları ile kimya dersinin iki bölümünde gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya katılan öğrenciler iki gruba ayrılarak birinci grupta açık genel problem çözme yaklaşımı yöntemi diğer grupta ise rehberli soruşturma yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen nicel verilerden iki öğretim yaklaşımının puanları arasında anlamlı farklılık oluşmazken nitel veriler, katılımcıların öğretim yaklaşımından bağımsız olarak problemleri çözme biçiminde azda olsa farklılık olduğunu göstermiştir. Araştırma sonucunda, kavramsal anlayışın öğretim yaklaşımı ile değil öğrencilerin yeteneği ile ilişkili olduğu belirtilmiştir.

Birbiri-İleritürk ve Yavaş-Kıncal (2016) tarafından yapılan araştırmada, 2003 ve 2012 yılı PISA uygulamaları problem çözme becerileri sonuçlarını Türkiye açısından, cinsiyet, eğitim programı ve okul türüne göre irdelenmiştir. Araştırma verileri doküman analizi yöntemi kullanılarak veriler elde edilmiştir. Araştırmada OECD ve MEB tarafından yayımlanan raporlar veri toplama araçları olarak kullanılmış ve verilerin yorumlanmasında bunlara ek olarak 2004 ve 2014 yılları arasında yayımlanan bilimsel araştırmalardan faydalanılmıştır. Araştırma sonucuna göre, 2003 ve 2012 yıllarına ait uygulamalar arasında alınan başarı puanı ve başarı sıralamasında bir farklılık olmasına rağmen bulunduğu yeterlik düzeyi açısından herhangi bir değişiklik belirlenmemiştir. Araştırma değişkenleri

açısından sonuçlar incelendiğinde, PISA 2003'te en fazla başarı gösteren okul türü fen liseleri olmasına rağmen; PISA 2012 problem çözme becerileri sınav sonuçlarına göre diğer alanlara kıyasla meslek lisesi öğrencilerinin bu alanda daha başarılı oldukları tespit edilmiştir. PISA 2003 ve 2012'de problem çözme becerileri düzeyinde erkek öğrenciler kız öğrencilere göre daha başarılı olduğu tespit edilmiştir. Ancak farkın istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir.

Canan-Hamurcu (2016) tarafından yapılan araştırmada, ilköğretim 7. sınıf Türkçe dersinde otantik öğrenmeye dayalı uygulamaların, öğrencilerin problem çözme ve okuduğunu anlama becerileri ile derse karşı tutumları üzerindeki etkisi incelenmiştir. 48 öğrenciyle gerçekleştirilen araştırmada karma yöntem kullanılmıştır. Araştırma verileri, Türkçe dersine yönelik tutum ölçeği, problem çözme becerisi testi, okuduğunu anlama başarı testi ve yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılarak toplanmıştır. Araştırma sonucunda, otantik öğrenme uygulamasının, deney grubundaki öğrencilerin problem çözme becerilerini, okuduğunu anlama becerilerini ve derse ilişkin tutum puanlarının artmasında oldukça etkili olduğu tespit edilmiştir.

Ulu (2017) tarafından yapılan araştırmada, akıcı okuma, anlama ve problem çözme stratejilerinin öğrencileri yüksek ve düşük problem çözme başarılarına göre sınıflandırmadaki etkisi araştırılmıştır. Araştırmanın örneklemi ilköğretim 4. sınıfta öğretim gören 279 öğrenciden oluşturmaktadır. Araştırma sonucunda, akıcı okuma becerisinin problem çözme başarısına göre öğrencileri sınıflandırmada hiçbir etkisi sahip olmadığı belirlenmiştir. Anlama becerisinin problem çözme başarısını sınıflandırma açısından %77 etkili olduğu, ancak çıkarımsal anlamının anıların anlaşılmasına göre daha yüksek etkiye olduğu tespit edilmiştir. Problem çözme stratejilerinin, yüksek ve düşük problem çözme başarı düzeyine sahip öğrencileri sınıflandırmada %88 düzeyinde etkili olduğu; sınıflandırmada en önemli faktörlerin tahmin ve kontrol, sistematik listeleme, desen aramak ve şekil ve şema çizmek olduğu; başarılı ve başarısız öğrencilerin sınıflandırılmasında diğer eğitim stratejilerinin yetersiz kaldığı saptanmıştır. Matematikte, cümle kurma stratejisinin öğrencileri yüksek ve düşük problem çözme başarısına göre sınıflandırmada en önemli strateji olarak görüldüğü ancak negatif bir korelasyon değerine sahip olduğu belirtilmiştir.

Reddy ve Panacharoensawad (2017) tarafından yapılan araştırmada, öğrencilerin problem çözme becerilerini ve fizikte problem çözme güçlüğüne etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Araştırmaya fizik öğrenimi gören 303 öğrenci katılmıştır. Araştırmanın sonucunda, zayıf matematiksel beceriler ve problemin anlaşılmasının, fizikte alanında problem çözme becerilerini etkileyen en temel güçlükler olduğu tespit edilmiştir. Bu güçlüklerin üstesinden gelmek için, öğretmenlerin yeterli ve nitelikli ödev vermeleri ve fizik öğretmenlerinin niteliklerinin geliştirilmesine vurgu yapılmıştır.

Literatür taraması sonucunda, problem çözme ile ilgili birçok araştırmanın olduğu görülmektedir (Aktamış vd., 2012; Ataide ve Grace, 2013; Birgin ve Baki, 2007; Bodner ve Domin, 2000; Brad, 2011; Çağlayan vd., 2008; Çalışkan vd., 2006; Çelik ve Güler, 2013; Çevik ve Özmaden, 2013; Dinçol Özgür vd., 2012; Fidan, 2006; Gök ve Sılay, 2009; Hammouri, 2003; Harskamp ve Suhre, 2007; Ishida, 2002; Jeon vd., 2005; Kanadlı ve Sağlam, 2013; Karataş, 2002; Korkmaz ve Gür, 2006; Lazakidou ve Retalis, 2010; Macpherson, 2002; Ogunleye, 2009; Olatoye, 2007; Öztürk, 2009; Park ve Lee, 2004; Pol vd., 2009; Singh, 2002; Wong, Lawson ve Keeves, 2002; Yazgan ve Bintaş, 2005; Yıldırım vd., 2011; Yıldız, Baltacı ve Güven, 2011; Yıldız ve Kuruldu, 2014; Zhang ve Chu, 2016; Konu, 2017). Bu araştırmalar genel olarak; problem çözme sürecini inceleyen araştırmalar, problem çözme sürecinde etkili olan faktörler ve bu faktörler arasındaki ilişki düzeyleri üzerine odaklanan araştırmalar ve problem çözme becerilerini geliştirmeye ve değerlendirmeye yönelik araştırmalar olarak sınıflandırılabilir. Problem çözme ile ilgili araştırmalarda veriler; mülakatlar, gözlemler, video kayıtları, bilgisayar yazılımları ve programlar, raporlar, anketler, ölçekler ve testler yoluyla elde edilmiştir. Araştırmalardaki örneklem grupları ise ilkokul, ortaokul, lise, üniversite öğrencileri ve öğretmenlerinden oluşmaktadır.

Problem çözme sürecini inceleyen araştırmalarda genel olarak, öğrencilerin problem çözme süreci hakkındaki bilgileri ve bilgileri uygulama düzeyleri, problem çözme sürecinde dikkate alınan problem çözme basamakları ve kullanılan stratejiler, farklı tür problemleri çözerken izlenen aşamalar ve bu aşamaların uygulama basamakları ve problem çözme sürecinde karşılaşılan zorlukların belirlenmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Yapılan araştırmalarda problem çözme sürecinin belirli aşamaları belirlenebilmiştir. Ancak yine bu araştırmalarda, problem çözme sürecinin tam ve detaylarıyla birlikte belirlenemeyeceği belirtilerek araştırmacıların bu alandaki araştırmalarını sürdürmeleri konusunda farklı önerilerde bulunulmuştur.

Problem çözme sürecinde etkili olan faktörler ve bu faktörler arasındaki ilişkilerin tespit edilmesi ile ilgili yapılan araştırmalarda, genellikle problem çözme ile demografik özellikler arasındaki ilişkiler ve bilişsel farkındalık, öz değerlendirme, derse karşı tutum, öğretmen davranışları, başarı güdüsü, motivasyon, öğretmen davranışları, ipucu desteği, problemlerin sunum şekli gibi faktörlerin problem çözme üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırmalar sonucunda, birçok faktör arasındaki olumlu ve olumsuz yönlü ilişkiler ve bu ilişkilerin düzeyi tespit edilerek bu faktörlerin problem çözme sürecinde ve etkinliklerinde dikkate alınması yönünde farklı önerilerde bulunulmuştur.

Problem çözme becerilerini geliştirmeye ve değerlendirmeye yönelik araştırmaların ise genellikle; strateji öğretiminin, kullanılan öğretim yönteminin ve problem çözme veya

tasarlama etkinliklerinin, öğrencilerin problem çözme becerileri gelişimini veya problem çözme başarısını arttırmadaki etkisi üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Bu tür araştırmalarda genellikle deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilmiş olup öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmek için mevcut uygulama ve etkinliklerin, öğretim programlarında belirtilen hedeflerin gerçekleştirilmesi amacıyla, yetersiz kaldığı öğrenci merkezli uygulama ve etkinliklerin geliştirilmesi ve öğretim ortamlarında aktif olarak kullanılmasına yönelik önerilerde bulunulmuştur.

2.2. Literatür Taraması Sonucu

Araştırma kapsamında yapılan literatür taraması sonucunda, Türkiye’de problem çözme ile ilgili araştırmaların genellikle matematik alanında yoğunlaştığı ve problem çözenin önemli bir yere sahip olduğu fizik alanına yönelik problem çözme ilgili araştırmaların sınırlı sayıda olduğu tespit edilmiştir. Yapılan araştırmalar incelendiğinde, araştırma konularının problem çözme sürecini inceleme, problem çözme becerisini etkileyen faktörleri belirleme ve bu faktörler arasındaki ilişkileri tespit etme, problem çözme becerisini geliştirme ve değerlendirme başlıkları altında toplandığı ifade edilebilir. Ancak bu araştırmalar dikkate alındığında, problem çözme becerilerini geliştirmeye yönelik araştırmalara gereken önemin yeteri kadar verilmediği ve mevcut araştırmaların diğer araştırmalara kıyasla oldukça az sayıda olduğu görülmektedir.

Problem çözme sürecini incelemeye yönelik araştırmalarda, öğrencilerin problem çözerken kullandıkları stratejilerinin/problem çözme basamaklarının ve gerçekleştirdikleri zihinsel süreçlerin açıklanması amaçlanmıştır. Bu tür araştırmalarda genellikle yapılandırılmış veya yarı yapılandırılmış mülakat ve klinik mülakat yöntemlerinden yararlanılmıştır. Veri toplama aracı olarak ise genellikle problem çözme değerlendirme formu, problem çözme raporları, modelleme testi, video kayıtları, gözlemler ve anketler tercih edilmiştir. Araştırmalarda genellikle problem çözme stratejilerinin/problem çözme basamaklarının, kullanılan bilgi türlerinin, problem çözme sürecini bilme ve uygulayabilme düzeylerinin, problem çözümede uzaman ve acemi olan öğrencilerin bu süreçte kullandıkları stratejilerin/problem çözme basamaklarının ve problem çözümede güçlük çekilen noktaların belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmalarda, problem çözme süreci hakkında genel bir çerçeve oluşturulmuş ancak problem çözme sürecinin, bireysel özelliklerle yakından ilgili olmasından dolayı, problem çözme süreci tam ve net olarak ortaya konulamamıştır. Yapılandırılmış veri toplama araçları ile elde edilen verilere kıyasla mülakatlar ile elde edilen verilerin araştırmacılara problem çözme sürecinin tespit edilmesinde daha fazla katkı sağladığı görülmektedir.

Problem çözme becerilerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve bu faktörler arasındaki ilişkilerin tespit edilmesine yönelik araştırmalarda, genellikle araştırmacılar tarafından geliştirilen anketler ve ölçekler kullanılmıştır. Araştırmacılar tarafından, genellikle birden fazla ölçüm aracı ile toplanan verilerin ortak analizinden elde ettiği verileri ve bu veriler arasındaki ilişkileri açıklanmıştır. Problem çözme becerilerini belirlemede genellikle Heppner ve Peterson (1982) tarafından geliştirilen ve araştırmacılar tarafından Türkçe'ye uyarlanan problem çözme becerilerini algılama ölçeği (PÇE) kullanılmıştır. Benzer araştırmalarda farklı birçok değişkenin problem çözme üzerindeki etkisini tespit etmek için ise genellikle başarı testleri, tutum ölçekleri ve demografik bilgi formları kullanılmıştır. Araştırmalar sonucunda, problem çözme becerisini etkileyen birçok faktörün olduğu belirlenmiş ve bu faktörler arasındaki ilişkiler tespit edilmiştir.

Problem çözme becerisini geliştirmeyi amaçlayan araştırmalarda, fizik öğretimi genellikle strateji öğretileri veya belirli bir öğretim yöntemi/modeli kullanılarak yürütülmüştür. Genellikle deneysel araştırma yöntemine uygun olarak gerçekleştirilen araştırmalarda, strateji öğretiminden veya konunun belirlenen yöntemle/modelle öğretiminden önce ve sonra problem çözme becerisini/performansını tespit etmeye yönelik ölçekler veya testler kullanılarak değerlendirmeler yapılmıştır. Strateji öğretiminin veya öğrenci merkezli öğretim yöntemlerinin/modellerinin kullanıldığı öğretim faaliyetleri sonucunda öğrencilerin problem çözme becerileri gelişiminin daha üst seviyelere çıktığı tespit edilmiştir. Problem çözme becerilerinin değerlendirilmesine yönelik oldukça sınırlı sayıda araştırmanın olduğu, yapılan bu araştırmalarda ise problem çözme becerilerin değerlendirilmesinde kullanılabilecek farklı yöntemlerin geliştirildiği görülmektedir. Problem çözme becerilerini değerlendirmeye yönelik gerçekleştirilen araştırmalarda veriler, genellikle gözlemler, video kayıtları, klinik mülakatlar, açık uçlu sorular ve testler kullanılarak elde edilmiştir.

Fizik öğretiminde, problem çözmenin önemi ve problem çözme becerilerinin gelişimi ile ilgili yapılan vurgu dikkate alındığında, mevcut uygulama ve etkinliklerin problem çözme becerileri gelişiminde yetersiz olduğu ve öğrenci merkezli uygulama ve etkinliklerin geliştirilmesi, ulusal ve uluslararası literatürdeki çalışmaların tamamına yakınında, ifade edilmektedir. Bununla birlikte yapılan çalışmalarda araştırmacılar genellikle problem çözme basamakları/stratejileri öğretimi ve öğretim yöntemi/modelinin problem çözme becerileri gelişimi üzerindeki etkisi açısından konuyu ele aldıkları dikkat çekmektedir. Bu durum dikkate alındığında, fizik öğretiminde gerek konuların öğretilmesinde gerekse konuların pekiştirilmesinde hayati bir öneme sahip olan iyi yapılandırılmış problem çözme uygulamalarının gerçekleştirildiği problem çözme etkinlik süreçlerini bir bütün olarak ele alan, problem çözümlerinde kullanılan her bir problem çözme becerisinin gelişimi üzerine

ayrı ayrı odaklanan ve problem çözme sürecinde etkili olan birçok faktörün etkinlik sürecinde dikkate alındığı bir PÇEST geliştirilebilir. PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin, öğrencilerin problem çözme becerilerini hedeflenen düzeylere çıkarmada mevcut uygulama ve etkinliklere göre daha etkili olacağına inanılmaktadır.



3. YÖNTEM

Araştırma problemlerinin belirlenmesi, araştırma yöntemine karar verilmesi, veri toplama araçlarının geliştirilmesi, pilot uygulamanın yapılması, asıl uygulamanın yapılması ve veri analizi, araştırmanın genel aşamalarını oluşturmaktadır. Bu bölümde, araştırmada dikkate alınan yöntem, araştırmanın nasıl tasarlandığı, araştırmada izlenen aşamalar, PÇEST'nin geliştirilmesi ve uygulanması, araştırma grubu, veri toplama araçlarının geliştirilmesi ve verilerin analiz sürecinde yapılan işlemler ile ilgili kapsamlı bilgiler sunulmaktadır.

3.1. Araştırmanın Yöntemi

Bilimsel araştırmalarda, elde edilen veriler arasındaki ilişkilerin en iyi şekilde düzenlenip yorumlanmasını sağlayabilecek bir çalışma yönteminin seçilmesi, gerek araştırmanın güvenilirliğine gerekse araştırmacıya önemli avantajlar sağlamaktadır. Davranışların, becerilerin veya kazanımların farklı boyutlarda ele alınıp ölçülmeye ve gelişimlerinin değerlendirilmeye çalışıldığı araştırmalarda nitel ve nicel yöntemlerin birlikte kullanılması, daha etkili verilerin elde edilmesine olanak sağlar (Creswell, 2014). Beceriler, açık uçlu soruların cevaplandırılmasıyla belirlenebileceği gibi; davranış ve düşünce olarak da tespit edilebilir. Bu anlamda, becerilerin yalnızca açık uçlu, çoktan seçmeli ve derecelendirmeli soru tipleriyle tespit edilmesi oldukça yetersiz kalabilmektedir.

Bu araştırma, PÇB gelişimlerinin daha etkili bir şekilde tespit edilebilmesi için nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin birlikte kullanıldığı karma yöntemle yürütülmüştür. Araştırma çerçevesinde karma yöntemin mantığı, hipotezin doğrulanması boyutunda tümdengelim (teori ve hipotezlerin test edilmesi) yöntemi olup araştırmada tamamlayıcılık ve gelişim amaçlı karma yöntem kullanılması uygundur. Çünkü bu araştırmada, tamamlayıcı karma yöntemde tanımlandığı gibi nicel verilerden elde edilen istatistikî bulguları ayrıntılı hale getirmek ve bulguların yorumlanabilirliğini artırmak için nitel veriler kullanılacaktır. Ayrıca, araştırmada nicel ve nitel yöntemler sıralı zaman dilimleri içinde kullanıldığından ve nitel veriler araştırmanın nicel boyutunun gelişimine yardımcı olmak için kullanılacağından karma yöntem gelişim amaçlı tasarlanmıştır. Burada temel amaç, nitel ve nicel araştırmaların üstün yönlerini arttırıp zayıf yönlerini azaltmaktır. Bu durum, araştırmacıya farklı yöntem ve stratejileri araştırma sürecinde kullanarak araştırma çerçevesinde daha kapsamlı veri toplama olanağı sağlamaktadır (Johnson ve Onwuegbuzie, 2004; Johnson ve Turner, 2003). Birden fazla veri toplama yönteminin kullanılması ve farklı analiz şekillerinin geliştirilmesine bağlı olarak araştırmalarda, daha nitelikli yöntemler kullanılmaya

başlanmıştır. Bu yöntemler, aynı zamanda araştırmacının daha anlaşılır bir araştırma tasarımı yapabilmesine imkan sağlamaktadır (Baki ve Gökçek, 2012; Creswell, 2003; Greene, 2005). Felsefi olarak, karma araştırmalar pragmatik yöntem ve sistemleri kullanmaktadır. Karma yöntemin temel mantığı; desenlerin ortaya çıkarılması (tümevarım), teori ve hipotezlerin test edilmesi (tümdengelim) ve bir kişiden elde edilen sonuçları anlamak için bir grup açıklamadan en iyi olanların ortaya çıkarılarak onlara güvenilmesi (abduction) (de Waal, 2001) olarak ifade edilmektedir. Araştırmacılar karma yönetime göre araştırma yapma ile ilgili beş temel gerekçeyi aşağıdaki şekilde sıralamaktadır:

Üçgenleme: Aynı olayı incelerken nitel ve nicel veriler, aynı anda fakat birbirinden bağımsız kullanılarak birbirine yakın veya tutarlı sonuçlar test edilmektedir. Bu süreçte, farklı yöntem ve tasarımlardan edinilen sonuçların birbirini destekleme durumu araştırılır (Giannakaki, 2005; Greene, Caracelli ve Graham, 1989).

Tamamlayıcılık: Bir yöntemden elde edilen bulgular diğer yöntem kullanılarak açıklanır ve ortaya konulur. Tamamlayıcı karma yöntem, nitel ve nicel veriler ile ilgili çakışmaların olduğu durumları belirlemek ve olayı farklı açılardan ele alarak zengin ve ayrıntılı bir hale getirmek için kullanılmakta olup üçgenlemedeki gibi aynı olayın değerlendirilmesinde farklı yöntemler kullanmanın bulguların tutarlılığını artırması veya sağlaması amacı yoktur (Giannakaki, 2005; Greene vd., 1989).

Gelişim: Bir yöntemden elde edilen veriler ve sonuçlar, araştırma sürecinde daha sonra kullanılan yöntem veya aşamaları şekillendirmektedir. Diğer bir ifadeyle, gelişim sürecinde iki yöntem sıralı bir zaman içinde kullanılmakta ve nitel veriler çalışmanın nicel boyutunun gelişimine yardımcı olmak amacıyla değerlendirilmektedir (Giannakaki, 2005; Greene vd., 1989).

Başlangıç: Araştırma sorusunu yeni bir şekle sokmak için her iki yöntemden elde edilen sonuçların birbirinden ayrıldığı yerleri ortaya çıkarmak için kullanılır. Böylece, araştırma sorusunu yeniden şekillendirmeye neden olan ikilemler ve çelişkiler ortaya çıkarılır. Yeni araştırma sorularının oluşturulması teşvik edilir veya bir yöntem kullanılarak elde edilen sonuçlar zenginleştirilir (Giannakaki, 2005; Greene vd., 1989).

Genişleme: Araştırmanın farklı bileşenleri için farklı yöntemler kullanılarak, araştırmanın sınırları genişletilir. Başka bir ifadeyle, birbirinden ayrı olguları incelemek için farklı araştırma yöntemleri kullanılarak, araştırmanın sınırlarının genişletilmesi hedeflenir. Örneğin, araştırmacı eğitim programlarını değerlendirmek amacıyla programın sürecini ölçmek için nitel verileri, programın sonuçlarını değerlendirmek için de nicel verileri kullanabilir (Giannakaki, 2005; Greene vd., 1989). Bu araştırmada nicel ve nitel veriler, ayrı zamanlarda toplandığı için zamana göre sıralı; yöntemin önemine göre ise nicel veriler daha baskın derecede önem taşıdığından nitel veriler nicel verileri desteklemek için kullanılmıştır.

Uygulama sürecinde nicel verilerin elde edilmesinde ön deneysel çalışma türlerinden tek gruplu ön-son test modeli kullanılmıştır. Deneysel araştırma; etkisi ölçülecek bir etkenin, belirli kurallar ve koşullar çerçevesinde deneklere uygulanması, deneklerin etkene verdiği tepkilerin ölçülmesi ve elde edilen sonuçların karşılaştırılarak değerlendirilmesini gerektirmektedir (Çepni, 2007).

PÇSET'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin, öğrencilerin PÇB'leri gelişimine etkisinin, öntest-sontest ve nitel verilerle desteklendiği bu araştırmada ön-deneysel çalışma türlerinden tek gruplu öntest-sontest modeli kullanılmıştır. Bundan dolayı tek grup öntest-sontest modelinde belirlenen bir değişken, yine kendisi ile karşılaştırılmakta ve aynı değişken uygulamadan önce ve uygulamadan sonra ölçülmektedir. Uygulamanın etki düzeyini belirlemek amacıyla iki ölçüm arasındaki farklılıklar değerlendirilmektedir. Bu tür deneysel araştırma yönteminde karşılaştırma yapmak amacıyla kontrol grubu kullanılmamaktadır. Tek grup öntest-sontest modelinde, öntest uygulayarak öğrencilerin uygulama öncesi mevcut düzeylerinin belirlenmesi, olumlu bir özellik olarak belirtilmektedir. Bu sayede bağımlı değişkende herhangi bir değişim olup olmadığı tespit edilebilmektedir. Bu tür araştırmalarda, yalnızca bağımsız değişkenin etkisini ölçmek için uygulamalar yapılması önerilmektedir (Karasar, 2005).

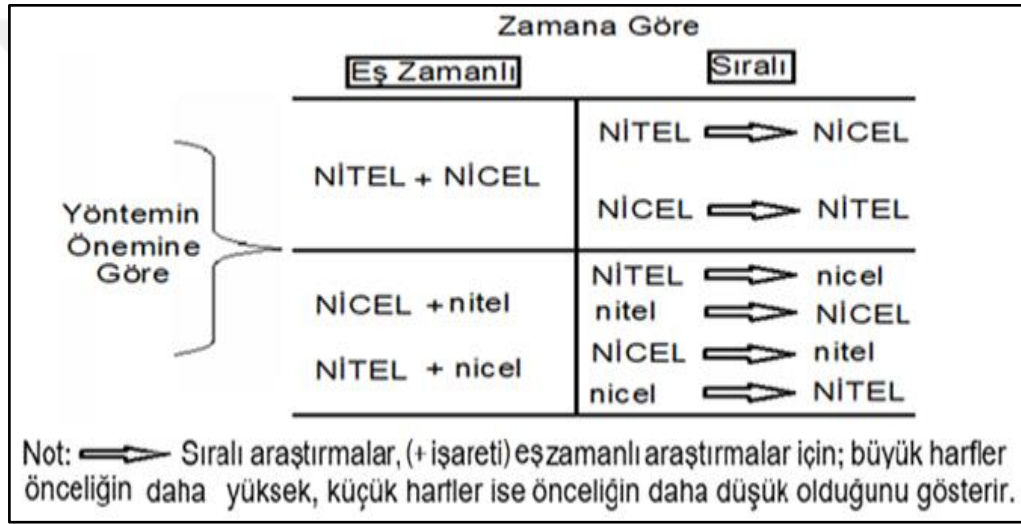
Araştırmanın uygulama sürecinde yapılan gözlemlerden, klinik mülakatlardan ve problem çözme materyallerinin analizlerinden elde edilen veriler ise araştırmanın nitel bulgularını oluşturmaktadır. Bulguların değerlendirilmesinde bağımsız değişkenlerin (PÇSET'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri) bağımlı değişkenler (problem çözme becerileri ve problem çözme öz değerlendirme algı düzeyi gelişimi) üzerindeki etkisi tespit edilmeye çalışılacaktır.

3.2. Araştırmanın Tasarlanması

Araştırmanın amacı, nicel ve nitel verilerin bir arada kullanılmasını gerektirdiğinden araştırmanın tasarımı karma yöntemle göre yapılmıştır. Karma yöntemde, veri toplama süreci tasarlanırken araştırmacının başlıca iki karar alması gerekmektedir. Bunlardan birincisi, araştırmacının nicel veya nitel veri toplama yöntemlerinden hangi yöntemi daha ağırlıklı olarak kullanacağına, ikincisi ise araştırma aşamalarını aynı anda mı yoksa sırayla mı kullanacağına karar vermesidir.

Karma yöntemde araştırmacı, nitel ve nicel verileri sırayla veya aynı anda toplayabilir. Nitel ve nicel veriler aynı anda toplanırsa, uygulama eşzamanlıdır. Verilerin toplanılma sürecinde öncelik eşit olabilir veya nitel ve nicel verilerden birine kayabilir (Creswell, 2003). Bu seçim, araştırmanın amacına, örnekleme ve araştırmacının araştırmada neyi vurguladığına bağlıdır (Creswell, 2003, 2014). Bu araştırmanın amacı doğrultusunda, nicel

ve nitel veriler farklı zaman dilimlerinde sırayla toplanmış ve nitel veriler nicel verileri desteklemek amacıyla kullanılmıştır. Araştırmanın karma yöntem tasarımına uygun olması için bulguların veri toplama, veri analizi ve yorumlama aşamalarının herhangi birinde birleştirilmesi veya karşılaştırılması gerekmektedir. Verilerin analizi ve yorumlanması aşamasında karma yapmak, nitel ve nicel verileri birleştirerek elde edilen bilgiyi çalışmanın nicel sonuçlarıyla karşılaştırmak demektir (Creswell, 2003; Johnson ve Onwuegbuzie, 2004). Bu araştırmada veriler, öntest, sontest, gözlem kayıtları, materyal analizleri ve klinik mülakat ile toplanarak karma yapılmıştır. Johnson ve Onwuegbuzie (2004) tarafından belirlenen karma yöntemle gerçekleştirilebilecek dokuz farklı araştırma tasarımı Şekil 1’de gösterilmiştir.

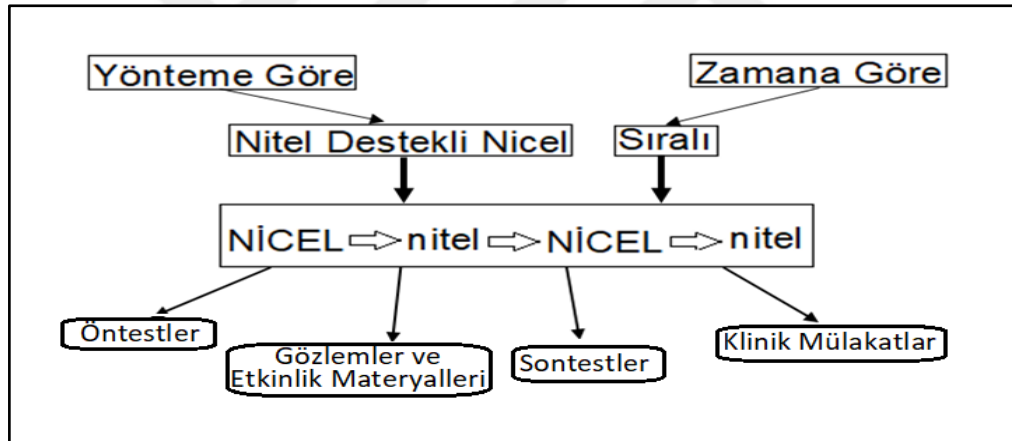


Şekil 1. Karma yöntem araştırma tasarımlarında kullanılan matris

Johnson ve Onwuegbuzie (2004), araştırmacıların Şekil 1’de verilen tasarımlardan farklı, kendine özgü veya daha karmaşık tasarımlar oluşturabileceğini ifade etmektedir. Örneğin, araştırmacı birden fazla aşamadan oluşan bir karma yöntem tasarımı yapabilir (Nitel-NİCEL-Nitel gibi). Burada önemli olan, araştırmacının yaratıcılığını kullanarak verilen tasarımlarla sınırlı kalmamasıdır. Karma yöntem araştırmalarının temel ilkesi, kişinin araştırma problemlerine etkili biçimde cevap verebilecek tasarımları dikkatlice oluşturmasına dayanmaktadır. Eğitsel araştırmalarda yaygın olarak kullanılan karma yöntem araştırmaları; gömülü karma yöntem, açıklayıcı karma yöntem, keşfedici karma yöntem ve paralel karma yöntem olarak sınıflandırmaktadır (Creswell, 2008). Açıklayıcı karma yöntem araştırmalarında, nicel veriler toplandıktan sonra, nicel verileri açıklamak amacıyla nitel veriler toplanırken; keşfedici karma yöntem araştırmalarında ise bir olguyu incelemek amacıyla önce nitel veriler toplanıp daha sonra nitel veriler arasındaki ilişkileri

açıklamak için nicel veriler toplanılmaktadır (Creswell ve Plano Clark, 2011). Paralel karma yöntem araştırmalarında ise temel amaç, eş zamanlı olarak toplanan nitel ve nicel verileri birleştirmek ve araştırma problemini cevaplayabilmek için elde edilen bulguları kullanmaktır. Gömülü karma yöntem araştırmalarında da, veriler eş zamanlı olarak toplanılmaktadır. Ancak veri türlerinden biri diğer verileri destekleyici rol oynamaktadır. Paralel karma yöntem araştırmalarında ise nitel ve nicel yaklaşımlar eşdeğer düzeylidir ve veriler eş zamanlı toplanılmaktadır (Creswell, 2008).

Bu araştırma, yukarıdaki ifade edilen açıklamalar dikkate alınarak, nicel ve nitel veriler farklı zaman aralıklarında toplandığı için zamana göre sıralı; yöntemin önemine göre ise nitel veriler nicel verileri desteklemek için kullanılacağından nitel destekli nicel araştırma (açıklayıcı araştırma) yöntemi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bundan dolayı, bu araştırma için Şekil 1’de sağ alt köşede üçüncü sıradaki matris (NİCEL+nitel → NİCEL+nitel) dikkate alınarak dört aşamadan oluşan bir araştırma tasarımı süreci oluşturulmuştur. Tasarlanan bu süreç Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Araştırma kapsamında kullanılan karma yöntemle göre araştırmanın tasarımı

Şekil 2’de görüldüğü gibi araştırmanın tasarımı, nitel veriler nicel verileri desteklemek amacıyla açıklayıcı yöntemle uygun olarak dört ayrı aşamadan (NİCEL-nitel-NİCEL-nitel) oluşturulmuş ve zamana göre sıralı bir biçimde uygulanarak veriler toplanmıştır.

3.3. Araştırmada İzlenen Aşamalar

Bu başlık altında, araştırmanın başlangıç aşamasından veri analizine kadar olan süreçle ilgili çalışma basamakları araştırma konusunun belirlenmesi ve planlama aşaması alt başlıkları altında sunulmaktadır.

3.3.1. Araştırma Konusunun Belirlenmesi

Güncellenen birçok öğretim programında olduğu gibi fizik öğretim programında da PÇB'lerin geliştirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (MEB, 2007, 2013, 2017). Problem çözme öğretim faaliyetlerinde hayati bir öneme sahip olmasına rağmen, fizik öğretiminde PÇB'lerin geliştirilmesi ilgili çalışmalar yetersiz kalmaktadır (Kan, 2013; Seyhan Eryılmaz, 2014; Yiğit vd., 2012). Mevcut araştırmalardaki öneriler dikkate alındığında öğrencilerin PÇB gelişimlerine yönelik etkinliklerin geliştirilmesinin ve uygulanmasının, öğretim programlarında belirtilen hedeflere ulaşmada önemli katkı sağlayacağına inanılmaktadır. Bu amaç doğrultusunda araştırmacı tarafından, fizik öğretiminde öğrencilerin PÇB'lerinin gelişimine katkı sağlayacak bir uygulamanın gerçekleştirilmesine karar verilmiştir.

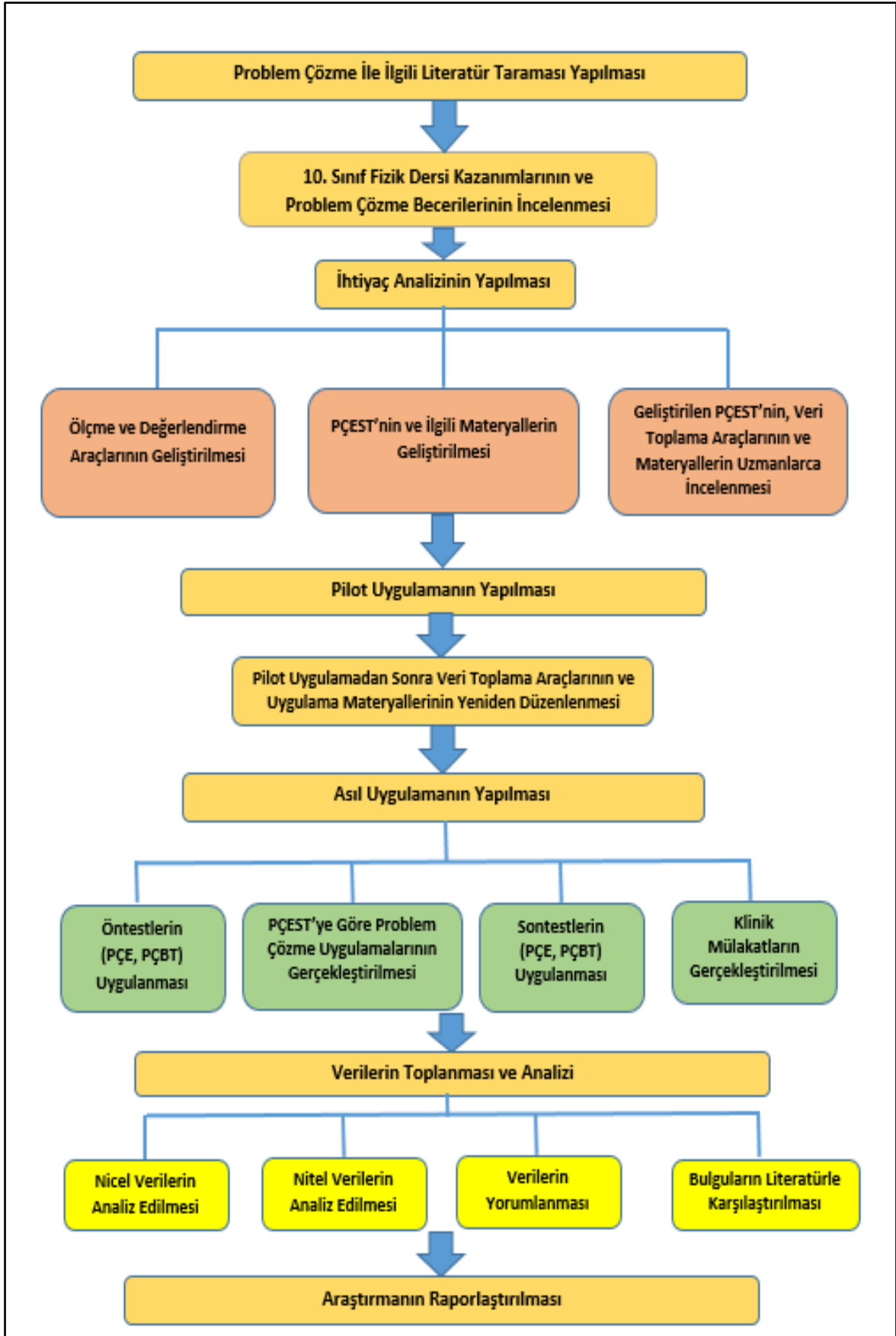
Araştırmanın fizik ünitelerinden hangisi ile yürütüleceğinin kararlaştırılmasında ise "Basınç ve Kaldırma Kuvveti" ünitesi kazanımlarının iyi yapılandırılmış problemlerin içerdiği PÇB'lerin tamamını kapsayan farklı türlerde problemler hazırlanması yönünden zengin nitelikte bir ünite olması dikkate alınmıştır. Araştırma konusunun belirlenmesine yönelik temel dayanaklar araştırmanın gerekçesi bölümünde ayrıntılı şekilde maddeler halinde sıralanmıştır.

3.3.2. Planlama Aşaması

Öğrencilerin PÇB gelişimlerine katkı sağlamak amacıyla yürütülen bu araştırma dokuz aşamalı olarak planlanmıştır. Bu aşamalar aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

1. Araştırma Konusunun Belirlenmesi: Araştırmacı, hangi konuda araştırma gerçekleştireceğine karar verirken fizik öğretimine yönelik güncel araştırma konularını incelemiş ve alan uzmanları ile çeşitli görüşmeler yaparak araştırma konusunu belirlemiştir.
2. Literatür Taraması: Araştırmacı, belirlediği araştırtma konusuyla (fizik öğretiminde PÇB2lerin geliştirilmesi) ilgili ulusal ve uluslararası düzeyde kapsamlı düzeyde literatür taramaları yapmıştır.
3. İhtiyaç Analizi Çalışması: Yürütülecek araştırmalarda gerçekleştirilen uygulama ve etkinliklerin hangi ihtiyaçlar dikkate alınarak geliştirildiği ve uygulandığı oldukça önemlidir. Bu anlamda PÇB'lerin problem çözme uygulama ve etkinliklerinde nasıl daha etkili bir şekilde geliştirilebileceğine yönelik PÇB gelişimi ile ilgili araştırmaları kapsayan detaylı bir araştırma yapılmıştır. Ayrıca akademisyen ve fizik öğretmenlerinin de fikirleri dikkate alınarak ihtiyaç analizi çalışması gerçekleştirilmiştir.

4. Değişkenlerin Belirlenmesi: İhtiyaç analizi sonunda araştırmanın değişkenleri belirlenmiştir.
 5. PÇEST'nin Geliştirilmesi: Literatürdeki araştırmalar ve fizik alanında araştırmalar yapan akademisyenlerin değerlendirmeleri araştırmacı tarafından analiz edilerek tasarlanmıştır.
 6. Uygulama Materyallerinin Geliştirilmesi: Bu aşamada, PÇSET'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde öğretmen ve öğrenciler tarafından kullanılacak materyalleri hazırlama çalışmaları yürütülmüştür.
 7. Veri Toplama Araçlarının Geliştirilmesi: Bu aşamada, araştırmada kullanılan veri toplama araçlarının geliştirilmesine yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Veri toplama araçlarının geliştirilme sürecinde literatürdeki çalışmalardan ve uzman görüşlerinden yararlanılarak yapılan çalışmalar aşağıda sıralanmıştır:
 - PÇB öntest ve sontestlerinin geliştirilmesi,
 - PÇE'nin düzenlenmesi,
 - PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme uygulamalarında kullanılan materyallerden elde edilen veriler,
 - Klinik mülakat problemlerinin tasarlanması,
 - Uygulama süreci gözlem formunun geliştirilmesi,
 - PÇEST uygulanma düzeyi belirleme formunun geliştirilmesi,
 8. PÇEST ve Materyallerin Pilot Uygulamalarının Yapılması: Geliştirilen PÇEST ve uygulama materyalleri uzmanlar tarafında analiz edilerek değerlendirilmiş ve pilot uygulama yapılarak denenmiştir.
 9. Gerekli Düzenlemelerin Yapılması: Pilot uygulama ile denenilen uygulama materyalinde tespit edilen eksiklikler giderilerek hatalar düzeltilmiştir. Örneğin, öğrencilerin PÇB mevcut düzey durumlarının tespitine yönelik geliştirilen öntest ve sontestlerdeki bazı problemlerdeki ifadeler, pilot çalışma sonucunda öğrencilerden gelen dönütler dikkate alınarak, anlaşılabilirliği artırılmak için düzeltilmiştir. Problem çözme etkinliklerinde kullanılan problemlerden bazıları öğretim programındaki kazanımlarla örtüşmediğinden kazanımlara göre yeniden düzenlenmiştir.
- Yürütülen araştırmanın süreç tasarımı Şekil 3'de gösterilmektedir.



Şekil 3. Araştırmanın süreç tasarımının şematik gösterimi

3.4. PÇEST'nin Geliştirilmesi ve Uygulanması

PÇB gelişimlerinin fizik öğretim programında belirtilen düzeylerde olabilmesi için problem çözme etkinlikleri sürecinde takip edilecek aşamaların ve bu aşamalarda kullanılacak yöntem ve tekniklerin ulaşılmak istenilen amaca hizmet etme düzeyleri, etkililikleri ve süreklilikleri de oldukça büyük bir öneme sahiptir. Problem çözme etkinliklerinin daha verimli hale getirilerek problem çözme becerileri gelişiminin daha üst seviyelere çıkarılabilmesi için problem çözme etkinliklerinin ve bu etkinlikleri kapsayan sürecin iyi planlanması gerekmektedir (Altun, 2001; Altun, Memnun ve Yazgan, 2007; Beichner, 2002; Garace, 2005; Gökkurt vd., 2015; Hope, 2002; İsrail, 2003; Lloyd vd., 2014; Polya, 1945; Sutherland, 2002; Watts, 1991).

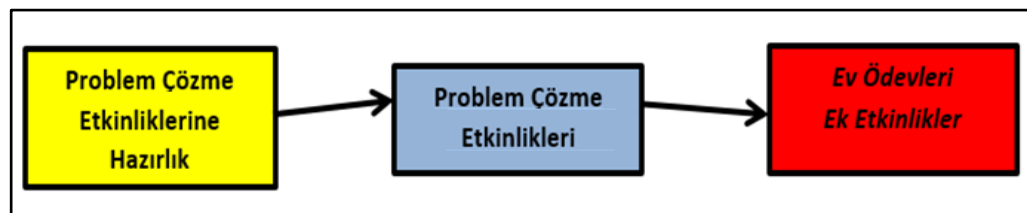
Literatürde problem çözme ve PÇB gelişimi ile ilgili araştırmalar analiz edilerek problem çözme uygulamalarının etkililiğini artıracak ve problem çözme uygulamalarında işlenen konudan bağımsız ve öğretmenin tercih ettiği öğretim yöntemi ile kolaylıkla uyum sağlayabilecek bir PÇEST geliştirilmiştir.

Bu kısımda PÇEST'nin geliştirilmesi ve uygulanması ile ilgili yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

3.4.1. PÇEST Uygulama Adımlarının Belirlenmesi ve Materyallerin Geliştirilmesi

Bu başlık altında, araştırmacı tarafından geliştirilen PÇEST'nin uygulama aşamaları ve her aşamadaki basamakları, ilgili literatür destekleri ve PÇB gelişiminde etkili olan faktörlerin PÇEST'ye uyarlanma şekilleri verilmiş olup öğretmen ve öğrenciler tarafından kullanılan materyaller sunulmuştur. PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri 2016-2017 eğitim öğretim yılı Fizik dersi 10. sınıf ünitelendirilmiş yıllık ders planında belirtilen haftalık kazanımlara uygun şekilde tasarlanarak oluşturulan ve farklı PÇB'leri içeren problemlerin yer aldığı problem havuzundaki (Ek 3) problemler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

PÇEST'nin uygulama aşamaları ve bu aşamalarının her birinin alt basamakları aşağıda detaylandırılarak sürecin genel şeması Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4. PÇEST genel şeması

I. Aşama: Problem Çözme Etkinliklerine Hazırlık:

Öğrencilerin hedef davranışlara ulaşip PÇB'lerini istenilen düzeyde geliştirebilmesi için gerekli ön bilgileri edinmiş, temel becerileri kazanmış ve yaşantıları gerçekleştirmiş olması önemlidir. Bu edinimler öğretmenlerin, eğitim süreçlerinin uygun şekilde düzenlenmesi ve yürütmesi ile gerçekleşebilmektedir (Senemoğlu, 2009; Topses, 2003; Yenilmez ve Kakmacı, 2008).

Problem çözme etkinliklerine hazırlıkların yapıldığı bu aşamada, öğrencilerin aşağıda başlıklar halinde ele alınan konularla ilgili ön bilgi sahibi olmaları amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda;

I. Problem nedir?

II. Problem Çözme Niçin Bu Kadar Önemli?

III. Problem Çözme Sürecinde Kullanılan Problem Çözme Becerileri Nelerdir?

IV. Etkili Problem Çözümü İçin Hangi Stratejiler Kullanılabilir?

V. Fizik Problemleri GOAL Stratejisi İle Nasıl Çözülebilir?

alt başlıklarından oluşan "Problem Çözme Etkinliklerine Hazırlık Sunusu" (Ek 1) öğretmen tarafından karşılıklı etkileşime dayalı olarak öğrencilere sunulur.

II. Aşama: Problem Çözme Etkinlikleri:

Strateji öğretimi, öğrencilerin PÇB gelişimlerini hedeflenen seviyelere çıkarmak için etkili bir yöntemdir (Adesoji ve Raimi, 2004; Altun, 2001; Beichner,2002; Foster, 2000; Garace, 2005; Ghavami, 2003; Gök, 2006; Gökkurt vd., 2015; Hope, 2002; İsrail, 2003; Karataş, 2008; Lloyd vd., 2014; Polya, 1945; Reif ve Scoot, 1999; Sutherland, 2002; Watts, 1991; Yazgan ve Bintaş, 2005). Strateji öğretim yöntemlerinden biri de programla bütünleştirilmiş strateji öğretimi yaklaşımıdır (Rhoder, 2002). Bu yaklaşımda, stratejilerin öğretim programı içerisinde doğrudan öğretilmesi hedeflenmektedir. Konu alanı öğretimi yapılır, ancak problem çözenin temelinde problemi çözmeye kullanılacak strateji yer almaktadır. Öğretmen, önce dersten bağımsız bir örnek üzerinde ilgili stratejiyi tanıtır. Öğrenciler, örneğin "bir problemin çözüm aşamalarını", "iki durumun nasıl karşılaştırılacağını" veya "problem çözümünden nasıl sonuçlar çıkaracağını" öğrenirler. Bunun ardından öğrenciler konu alanıyla ilgili benzer problem çözümlerini ilgili stratejiyi kullanarak yaparlar. Öğretmen problem çözümü ile kullanılacak stratejinin uygulama aşamaları arasındaki ilişkilere açık bir şekilde öğrencinin dikkatini çeker.

Problem çözme becerileri bilişsel ağırlıklı olup (Bozan, 2008; Çalışkan, 2007; Livingston, 2003; Montague, 1992; Özsoy ve Günindi, 2011), strateji öğretiminde öğrenciler bireysel olarak çalışırlar. Öğrenciler bireysel olarak problem çözerken onlara farklı türlerde

problemler sunularak strateji uygulamaları yapmaları için imkanlar oluşturulur (Jeon vd., 2005; Montague, 1992). Etkinlikler sürecinde öğrencilere verilen ipuçları ve geri bildirimler onların daha etkili ve verimli bir problem çözme süreci etkinliği geçirmelerine fırsat sağlamaktadır (Chang, Sung ve Lin, 2006; Gökkurt vd., 2015; Jacobse ve Harskamp, 2009; Jeon vd., 2005; Lazakidou ve Retalis, 2010).

Bu aşamada izlenilecek basamaklar aşağıda maddeler halinde sıralanmaktadır:

1. Öğretmen kazanımla ilgili Örnek Problem 1'i tahtaya yazar/yansıtır ve bu problem öğrencilerle birlikte GOAL stratejisinin adımlarına göre programla bütünleştirilmiş strateji öğretimine uygun olarak geliştirilen problem çözme etkinlikleri öğretmen rehber materyali (Ek 4) dikkate alınarak çözülür.
2. Öğretmen aynı kazanıma yönelik benzer problemin olduğu problem çözme etkinlik kağıdını (Bireysel Problem 1) öğrencilere dağıtır ve öğrencilerin bireysel olarak problemleri çözmelerini ister. Bu aşamada öğretmen, öğrencilere bireysel olarak rehberlik ederek öğrencilerin problem çözümünde ihtiyaç duyduğu ipuçlarını sağlar, düşüncelerine yardım eder ve gerekirse öğrencilerle bireysel olarak problemle ilgili sorgulamalar yapar ve geribildirimler sağlayarak öğrencileri problem çözüm sürecinde cesaretlendirir. Böylece öğretmen, öğrencilerin düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmelerine destek sağlar.

Literatürde, problem çözme stratejilerini etkili ve bilinçli olarak kullananlar uzman/usta problem çözümler olarak ifade edilir. Uzman ve acemi problem çözümler arasındaki farklardan bazıları; probleme yaklaşma açısı, problem çözümüne başlama süresi, farklı çözüm yollarına sahip olma, konu alan bilgisi, etkili çözüm üretebilme olarak sıralanmaktadır (Bozan, 2008; Senemoğlu, 2005; Singh, 2009; Sutherland, 2002).

Öğrencilerin bireysel farklılıkları ve hazırbulunuşlukları dikkate alındığında sınıfta uzman ve acemi problem çözümler olacaktır. Problemi hızlı çözen öğrencilerin çözümleri öğretmen tarafından kontrol edilerek bu öğrencilere kazanımla ilgili benzer içerikli problemlerden oluşan ek problemler (Ek Problem 1) verilir ve böylece etkinlik sürecinde sınıf içi bütünlük sağlanmış olur. Problem çözme etkinliklerinin önemli bir üstünlüğü de farklı problem çözümlerinde alternatif çözüm yolları denemeyi içermesidir (Lloyd vd., 2015; Lorenzo, 2005).

3. Problem çözümü için öğrencilere verilen yeterli süre (yaklaşık 3-4 dakika) tamamlandıktan sonra, problem çözümüne yönelik öğrencilerin fikirleri alınarak problem GOAL stratejisine uygun olarak öğrencilerle birlikte çözülür. Farklı problem çözümleri varsa bu çözümler sınıfla paylaşılarak tartışılır. Böylece öğrencilerin problem çözümüne yönelik farklı çözüm yaklaşımları kazanmaları sağlanır.

4. Kazanım ile ilgili farklı problem çözme becerilerini kapsayan problemlerin çözüm sürecinde yukarıda takip edilmesi önerilen 1, 2 ve 3 numaralı basamaklar tekrar edilerek problemler çözülür.

III. Aşama: Ev Ödevleri - Ek Etkinlikler:

Literatürde problem çözme ödevlerinin ve ek problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerilerinin gelişimini olumlu yönde etkilediğine vurgu yapılmaktadır (Chan Lin and Chan, 2004; Chasteen vd., 2012; Johnson, 2001; Ogan Bekiroğlu, 2004; Ünsal, 2011;). Problem çözme etkinliklerinin sonunda öğrencilere kazanımlarla ilgili önceden hazırlanmış problem havuzundaki (Ek 3) benzer içerikli ancak her biri farklı becerileri geliştirici ders içerisinde çözülen örnek problemlere karşılık gelen ödev problemler verilir. Öğrencilerin bu problemleri GOAL problem çözme stratejilerini dikkate alarak çözmeleri ve sonraki derse getirmeleri istenilir. Böylece öğrencilerin, problem çözme becerileri gelişiminin verilen ödev problemlerle pekiştirilmesi amaçlanır.

PÇEST'ye göre gerçekleştirilen etkinliklerde, öğretmen ders sürecinde kaç adet problem çözmeyi planlamış ise o kadar örnek, bireysel, ek ve ödev problemi önceden hazırlayarak sınıfa getirmelidir. PÇEST adımlarının uygulama öğretmeni tarafından sınıf ortamında amacına uygun ve etkili bir şekilde takip edilebilmesi ve uygulanabilmesi için PÇEST öğretmen rehber materyali geliştirilmiştir (Ek 2).

3.4.1.1. Problem Çözme Etkinliklerine Hazırlık Materyalinin Geliştirilmesi

PÇB geliştirme ile ilgili gerçekleştirilen araştırmalarda, hedef kitleye yönelik yürütülen uygulamalar öncesinde problemin tanımı ve problem çözmenin önemi, problem çözme becerilerinin neler olduğu ve problem çözücüye sağladığı faydalar, problem çözümlerinde hangi stratejilerin kullanılabileceği gibi bilgileri içeren ve problem çözümlerde problem çözme etkinliklerine yönelik farkındalık oluşturma amacıyla kapsamlı hazırlıkların yapılmadığı, sadece stratejilerin öğretiminin ve problem çözümlerinin bu stratejiler doğrultusunda gerçekleştirildiği veya bir öğretim yöntemi ile konuların işlendiği ve bu uygulamaların öğrencilerin PÇB'lerini ne kadar geliştirdiği tespit edilmiştir.

Literatürdeki çalışmaların incelenmesi sonucunda tespit edilen bu durum dikkate alınarak, geliştirilen PÇEST'nin ilk aşamasında öğrencilerin problemin tanımı ve problem çözmenin önemi, problem çözme becerilerinin neler olduğu ve problem çözücüye sağladığı faydalar hakkında bilgi sahibi olmaları ve problem çözme etkinliklerinin başlangıcında öğrencilerin problem çözme ve önemine yönelik belirli farkındalık sahibi olmaları amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda PÇEST'nin ilk aşaması "Problem Çözme

Etkinliklerine Hazırlık” olarak belirlenmiştir. Bu aşamada kullanılmak amacıyla geliştirilen materyal, akademisyenlerin önerileri doğrultusunda araştırmacı tarafından yeniden düzenlenerek son halini almıştır. Problem çözme etkinliklerine hazırlık materyali

- I. Problem nedir?
- II. Problem Çözme Niçin Bu Kadar Önemli?
- III. Problem Çözme Sürecinde Kullanılan Problem Çözme Becerileri Nelerdir?
- IV. Etkili Problem Çözümü İçin Hangi Stratejiler Kullanılabilir?
- V. Fizik Problemleri GOAL Stratejisi ile Nasıl Çözülebilir?

alt başlıklarından oluşmaktadır (Ek 1).

3.4.1.2. Problem Çözme Etkinliklerde Kullanılan Problemlerin Belirlenmesi

Literatürde, problemlerin iyi yapılandırılmış ve yapılandırılmamış olarak sınıflandırıldığı dikkate alındığında PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde kullanılan farklı türlerdeki iyi yapılandırılmış problemlerin çözümlerinde, her bir problem çözümü için ön plana çıkan PÇB'lerin belirlenmesi ve bu durumun dikkate alınarak problem çözme etkinliklerinin gerçekleştirilmesinin öğrencilerin PÇB gelişimlerini hedeflenen seviyelere çıkarabilmede oldukça önemli bir etkiye sahip olduğu düşünülmektedir. Bu bağlamda, problem çözme ile ilgili yapılan araştırmalarda farklı problemlerin farklı PÇB'leri içerdiği belirtilmektedir (Eryılmaz-Toksoy, 2014; Kan, 2013; Mumcu, 2011; Watts, 1991; Yiğit vd., 2012).

PÇEST'nin etkililiğinin artırılması amacıyla uygulama öncesinde, Watts (1991) tarafından belirlenen ve sınıflandırılan PÇB'ler temel alınarak iyi yapılandırılmış problemlerin bu becerilerden hangilerini içerdiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, “Basınç ve Kaldırma Kuvveti” ünitesinin yıllık planlarda belirtilen kazanımlarla uyumlu farklı kaynaklardaki yaklaşık 2000 problem analiz edilerek bu problemlerin içerdiği PÇB'ler tespit edilmiş ve kodlanmıştır. İyi yapılandırılmış problemlerin içerdiği beceriler ve beceri kodları Tablo 2'de verilmiştir. Bu problemler ve araştırmacı tarafından iyi yapılandırılmış problemler için kodlanan PÇB'ler dikkate alınarak PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde kullanılmak üzere 88 problem tasarlanmıştır. Tasarlanan her bir problemin içerdiği PÇB'lerin belirlenmiş olduğu bir problem havuzu oluşturulmuştur. Bu problem havuzundaki problemler, “Basınç ve Kaldırma Kuvveti” ünitesi kazanımlarının tamamını kapsayacak niteliktedir. Üniteye alt başlıkların her birine yönelik tasarlanan problemler dikkate alındığında, her bir alt başlığa karşılık gelen problemler iyi yapılandırılmış problemlerin içerdiği PÇB'lerin tamamını kapsayacak nitelikte olmasına özellikle dikkat

edilmiştir. Araştırmacı tarafından tasarlanarak etkinlikler sürecinde kullanılan problemlerin içerdiği PÇB'ler de Ek 3'te verilmiştir.

Tablo 2. İyi Yapılandırılmış Problemlerin İçerdiği PÇB'ler ve PÇB Kodları

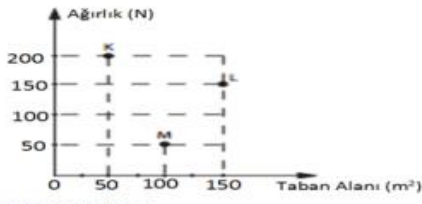
İyi Yapılandırılmış Problemlerin İçerdiği PÇB'ler	PÇB Kodları
1. Problemin değişkenlerini belirleyebilme	Değişken
2. Problemi ilgili ilke, yasa ve kanunlarla ilişkilendirerek temel matematiksel eşitlikleri oluşturabilme, yorumlayabilme ve sonuçlandırabilme	İlke-Yasa
3. Problemdeki önemli sözel ifadelere dikkat etme ve problemi tam olarak anlayabilme	Sözel-Anlam
4. Problemlerle ilgili tablo, grafik ve şekilleri problemin amacına uygun olarak yorumlayabilme	Tablo-Grafik
5. Problem çözümü ile ilgili gerekli çizim ve diyagramları oluşturabilme	Çizim
6. Matematiksel işlem gerektirmeyen, yoruma dayalı problemleri temel fizik ilkeleriyle ilişkilendirebilme, anlamlandırabilme ve yorumlayarak fikir üretebilme	Yorum
7. Problemdeki farklı durumları algılayabilme, ayırt edebilme ve bu durumları problem çözümünde kullanabilme	Farklı Durum
8. Konu ile ilgili birden fazla ilke/yasa/kanunu kapsayan problemlerde temel ilişki ve eşitlikleri oluşturarak problemi çözebilme	Birden Çok İlke-Yasa
9. Problemin çözüm sürecinde karşılaşılabilecek olası hata kaynaklarının farkına varabilme	Olası Hata
10. Problem çözme aşamalarını etkili bir şekilde uygulayabilme ve problemi sonuçlandırabilme	Problem Çözme (PÇ) Süreci

İyi yapılandırılmış problemlerin analiz edilerek içerdikleri PÇB'lerin belirlenmesi sürecinde, iyi yapılandırılmış problemlerin her birinin “*değişken, ilke-yasa, sözel-anlam, olası hata*” ve “*PÇ Süreci*” becerilerini içerdiği tespit edilmiştir. Ancak birçok problemin, bu PÇB'ler yanında bir veya birden çok PÇB'yi de içerdiği belirlenmiştir. Problem çözme etkinliklerinde kullanılan bazı problemler ve bu problemlerin içerdiği PÇB'ler Şekil 5'de verilmiştir.

PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde, oluşturulan problem havuzundaki problemler kullanılmıştır. Problem çözme havuzundaki problemler, öğretim programında belirtilen kazanımlar ve kazanımlara yönelik açıklamalar dikkate alınarak “katı basıncı, sıvı basıncı, gaz basıncı ve kaldırma kuvveti” olmak üzere dört başlık altında toplanmıştır. Havuzdaki problemlerin öğrenci seviyesine uygunluğunun ve anlaşılabilirliğinin

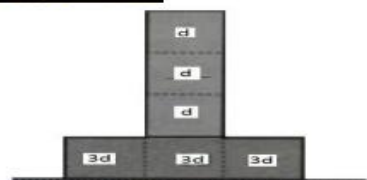
sağlanması amacıyla araştırmacı tarafından tasarlanan problemler, üç fizik öğretmeni, iki eğitim bilimleri doktora öğrencisi ve üç akademisyen tarafından incelenerek kazanımlara uygunluk, bilimsel doğruluk, anlaşılabilirlik ve öğrenci seviyesine uygunluk açısından değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler dikkate alınarak bazı düzeltmeler yapılmış ve problemlere etkinliklerde kullanılmak üzere son hali verilmiştir.

PROBLEM 1.



Yandaki grafikte K, L ve M cisimlerine ait bilgiler verilmiştir. Buna göre bu cisimlerin yatay zemine uyguladıkları basınçları hesaplayınız.

PROBLEM 2.

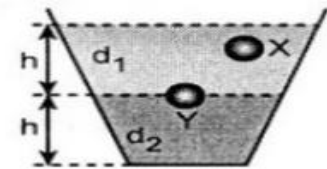


Birbirine karışmayan sıvılardan oluşan sistemde;
A. Tabana etki eden sıvı basınç ve basınç kuvvetini hesaplayınız.
B. Kap ters çevrildiğinde tabana etki eden sıvı basınç ve basınç kuvvetini hesaplayınız.

PROBLEM 3.

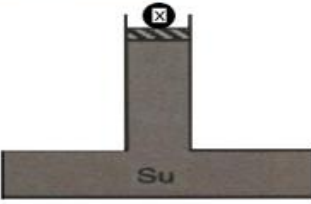
Dikdörtgenler prizması şeklinde olan bir kabın derinliği 3m'dir. Bu kabın 50cm'lik kısmı 800kg/m^3 ve kalan kısmı da 1.500kg/m^3 'lük sıvı ile dolduruluyor. Buna göre kabın tam orta derinliğindeki sıvı basıncını hesaplayınız. ($g=1.000\text{cm/s}^2$)

PROBLEM 4.



Birbirine karışmayan sıvılar içindeki X ve Y cisimleri denge halindedir. Buna göre aşağıda verilen ifadelerden hangileri doğrudur?
A. $d_2 > d_Y > d_X = d_1$
B. Sıvılar homojen karışırsa X cismi yüzer.
C. Sıvılar homojen karışırsa X'e etki eden kaldırma kuvveti artar.

PROBLEM 5.



Bir su bidonun içi 5m derinliğinde su ile doldurularak üzerine kesit alanı $0,5\text{m}^2$ olan sürtünmesiz ve su sızdırmaz 2kg kütleli bir piston ve pistonun üzerine kütlesi 48kg olan X cismi konularak sistem denge haline getiriliyor. Bu durumda bidonun tabanında oluşan toplam basıncı hesaplayınız. ($d_{su}=1.000\text{kg/m}^3$ ve $g=10\text{m/s}^2$)

Yukarıda verilen problemlerin içerdiği PÇB'ler:

PÇB Kodu	Değişken	İlke -Yasa	Sözel - Anlam	Tablo - Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke -Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
1	+	+	+	+					+	+
2	+	+	+				+		+	+
3	+	+	+		+		+		+	+
4	+	+	+			+	+		+	+
5	+	+	+					+	+	+


Şekil 5. Problem havuzundaki bazı problemler ve içerdikleri PÇB'ler

3.4.1.3. Problem Çözme Materyallerinin Geliştirilmesi

PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde öğrenciler tarafından kullanılmak üzere ilgili problemlerin yazılı olduğu ve Beichner'in (2002) tarafından fizik problemlerinin çözümünde kullanılmak amacıyla geliştirilen ve Serway ve Beichner'in (2002) fizik ders kitaplarında yer verdikleri GOAL problem çözme strateji adımlarının yer aldığı problem çözme materyalleri tasarlanmıştır.

GOAL stratejisi “çabalarınızdan öğrendikleriniz” basamağı ile diğer problem çözme yöntemlerinden ayrılmaktadır. Bu son adım, öğrencilerin problemin çözümünü tamamladıktan sonra problem hakkında düşünmesini gerektirmektedir. Böylelikle öğrencilere, cevabın anlamlı olup olmadığını görme olanağı sunulmaktadır. Ayrıca öğrencileri, fizik problemlerini çözmeye gerekli yüksek seviyeli farklı bilişsel becerileri kullanmaya teşvik etmektedir. Öğrenciler problem çözme stratejisinin bu basamağında öğrenme sürecinin merkezinde olmaktadır.

Öğrencilerin problem çözümünü ve çözümden öğrendiklerini düşünmeye yönlendirilmesiyle problemin çözümü ve süreç vurgulanmaktadır. Birçok problem çözme yöntemi, bu türden bir aktif düşünmeyi içermemektedir. GOAL yöntemi öğrencilerin bireysel olarak daha aktif rol almaları için tasarlanmış bir yöntemdir. Bu yöntemde ilk aşama; hangi bilginin verildiğini ve hangi bilginin istenildiğini not almayı gerektirmektedir. İkinci aşamada problem çözümünün ana taslağı oluşturulmaktadır. Üçüncü aşamada, öğrenciler problem çözümünü gerçekleştirmek için ilk iki aşamadaki bilgiyi kullanmaktadır. Ayrıca problem çözme yaklaşımlarında değişiklik yapma veya problem çözümünü gerçekleştirmek için yeni bir yaklaşım tasarlama ihtiyacı duyabilmektedirler. Dördüncü aşamada, problemin çözümünün diğer problemlerle veya kavramlarla ilgisini yani problemin çözümünün farklı uygulama alanlarını düşünmeyi teşvik etmektedir. Bu problemin çözümü ile ilgili soyut düşünmenin önemini vurgulayarak öğrencilerin yüksek seviyeli düşünme becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır (Oliver-Hoyo ve Justice, 2008). GOAL problem çözme strateji adımlarına göre çözüm süreci tasarlanan problemlerin yer aldığı problem çözme materyallerinin genel görünümü Şekil 6'da verilmiştir.

Ad Soyad:		Tarih:	
BİREYSEL PROBLEM 1.			
Taban kenar uzunlukları 750cm ve 2m olan bir beton bloğun kütlesi 30kg'dır. Bu beton bloğun yatay zemine uyguladığı basınç kaç paskaldır? ($g=10m/s^2$)			
<u>1. Bilgi toplama</u>		Beton bloğun kütlesi, kenar uzunlukları (30kg) (750cm, 2m)	
-Hangi bilgiler verilmiş?		Beton bloğun yatay zemine uyguladığı basınç	
-Tam olarak ne soruluyor?			
<u>2. Yaklaşımı organize etme</u>			
-Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız?			
-Basit bir çizim yapınız.			
-Problemdeki önemli kavramları belirleyiniz.			
<u>3. Problemin analizi</u>			
-Problemde kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz.		$G = mg$	
-Gerekli matematiksel işlemleri yapınız.		$G = 30 \cdot 10 = 300N$	
		$A = 7.5 \cdot 2 = 15m^2$	
		$P = \frac{G}{A} = \frac{300N}{15} = 20Pa$	
<u>4. Çabalarınızdan öğrendikleriniz</u>			
-Sonuçları kontrol etme			
-Çözüm mantıklı mı?		Evet	
-Problem çözümüden neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz?		Birimleri çevirme	

Şekil 6. Problem çözme etkinliklerinde kullanılan problem çözme materyalinin görünümü

3.4.1.4. Problem Çözme Etkinlikleri Öğretmen Rehber Materyalinin Geliştirilmesi

Öğretmenlerin PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde, öğrencilere daha etkili bir şekilde rehberlik edebilmesi, problem çözme sürecini daha etkili yönetebilmesi ve amacına uygun olarak gerçekleştirebilmesi için öğrencilerin kullandığı problem çözme materyalleriyle uyumlu ve öğretmenlere yönelik yönergelerin yer aldığı "Problem Çözme Etkinlikleri Öğretmen Rehber Materyali" tasarlanmıştır (Ek 4).

3.4.2. Pilot Uygulama Aşaması

Araştırma kapsamında geliştirilen öğretim materyalleri, 2015-2016 eğitim-öğretim yılında araştırmacının kendisi tarafından Rize ili İyidere Anadolu Lisesinde pilot uygulama olarak gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama, 10. sınıf fizik öğretim programında haftalık iki ders saati ve belirtilen kazanımlar dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulamada, araştırmacı konu öğretimini kendisinin belirlediği öğretim yöntemine bağlı olarak gerçekleştirirken, problem çözme etkinliklerini ise geliştirmiş olduğu PÇEST'ye göre gerçekleştirmiştir. Toplam altı hafta boyunca yürütülen etkinlikler ve gerçekleştirilen ölçme ve değerlendirme ile ilgili süreç Tablo 3'te verilmiştir. Tablo 3'teki veriler dikkate alınarak pilot uygulama sırasında oluşan olumsuzluklar ve buna göre asıl uygulamada alınan tedbirler aşağıdaki sıralanmaktadır:

1. Öğrenciler, alışmış oldukları öğrenme yöntemleri dışındaki uygulama ve etkinliklere karşı olumsuz tutum sergilemektedirler. Bu durumun üstesinde gelmenin farklı yolları mevcuttur. Bu çalışmanın pilot uygulamasında öğrencilerin etkinliklerde göstereceği ilgi ve performansın, ders içi etkinliklere katılım notlarına yansıtılmasına karar verilerek öğrenciler bu konuda bilgilendirilmiştir.
2. Etkinlik sürecinde öğretmenin gözlemlerini anında kaydetmesinin, zaman alıcı, zor ve etkinliklerin akışını bozacağı bilindiğinden, uygulama öğretmenin gözlem verilerini kaydetmesi ders bitiminde gerçekleştirilmiştir.
3. Problem çözme etkinliklerinin gerçekleştirildiği ilk hafta planlanan sayıda problem çözümü gerçekleştirilememiştir. Bu durum öğrencilerin problem çözme materyaline tam olarak hakim olamamalarından kaynaklanmıştır. Asıl uygulamada, bu olumsuzluğun giderilmesine yönelik problem çözme etkinliklerine giriş aşamasında çözülen örnek problemlerin sayısı ve bu aşama için ayrılan süre arttırılmıştır.
4. Öğrencilerin, ilk haftalarda verilen ödev problemlerin çözülmesine yeterli ilgi göstermedikleri belirlenmiştir. Bu durum dikkate alınarak, öğrencilere çözdüğü ödev problem sayısı dikkate alınarak, ders içi etkinliklere katılım notlarına ilave puan verileceği duyurulmuştur. Asıl uygulamada ise öğrenciler, problem çözme etkinliklerinin başladığı ilk haftada bu konu hakkında bilgilendirilmiştir.
5. Problem çözme etkinliklerinde çözülen bazı problemlerin öğrenciler tarafından anlaşılmasında zorluk çekildiği gözlenmiştir. Bu problemler pilot uygulama sonrasında yeniden düzenlenmiş ve asıl uygulamada kullanılmıştır.
6. PÇB testinde öğrencilerin anlamakta zorluk çektiği tespit edilen ve kazanım dışı olduğu belirlenen problemler pilot uygulama sonrasında yeniden düzenlenmiştir.

Tablo 3. Pilot Uygulama Sürecinde Yapılan Çalışmalar, Karşılaşılan Sorunlar ve Alınan Önlemler

Hafta	Yapılan Çalışmalar	Yaşanan Sorunlar	Alınan Önlemler
Uygulama Öncesi	<ul style="list-style-type: none"> • PÇB öntesti uygulandı. • PÇE uygulandı. • Uygulama öğretmeni PÇEST hakkında bilgilendirilerek ilgili öğretim materyalleri tanıtıldı. 	<ul style="list-style-type: none"> • PÇB öntestindeki bir problemin öğrenciler tarafından tam anlaşılmadığı tespit edildi. 	<ul style="list-style-type: none"> • PÇB öntestinde anlaşılmasında güçlük çekilen problem yeniden düzenlendi.
1. Hafta	<ul style="list-style-type: none"> • Problem çözme etkinliklerine hazırlık materyali uygulama öğretmeni tarafından sunuldu. 	<ul style="list-style-type: none"> • Herhangi bir sorun yaşanmadı. 	
2. Hafta	<ul style="list-style-type: none"> • Problem çözme etkinlikleri gerçekleştirildi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Planlanan sayıdan daha az problem çözüldü. • Öğrencilerin problem çözme materyaline tam olarak hakim olamadıkları gözlemlendi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Problem çözme etkinliklerine hazırlık materyalindeki örnek problem çözümlerinin sayısı artırıldı.
3. Hafta	<ul style="list-style-type: none"> • Problem çözme etkinlikleri gerçekleştirildi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Öğrencilerin ödev verilen problemlerin çözümlerine yeterli ilgi göstermedikleri gözlemlendi. • Bazı problemlerde ifade eksiklikleri olduğu tespit edildi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Öğrencilere çözdüğü ödev problem sayısı dikkate alınarak, ders içi etkinliklere katılım notlarına ilave puan verileceği duyurulmuştur • Problemlerde tespit edilen ifade eksiklikleri giderildi.
4. Hafta	<ul style="list-style-type: none"> • Problem çözme etkinlikleri gerçekleştirildi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Herhangi bir sorun yaşanmadı. 	
5. Hafta	<ul style="list-style-type: none"> • Problem çözme etkinlikleri gerçekleştirildi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bazı problemlerde eksiklikler tespit edildi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Problemlerdeki eksiklikler giderildi.
6. Hafta	<ul style="list-style-type: none"> • Problem çözme etkinlikleri gerçekleştirildi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kazanım dışı bir problem tespit edildi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Problem yeniden düzenlendi ve kazanımlara uygun hale getirildi.
Uygulama Sonrası	<ul style="list-style-type: none"> • PÇB sontesti uygulandı. • PÇE uygulandı. • Klinik mülakatlar gerçekleştirildi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Herhangi bir sorun yaşanmadı. 	

3.4.3. Asıl Uygulama Aşaması

Pilot uygulama sürecinde yaşanan sorunlar belirlenerek ve gereken tedbirler alınarak araştırmanın asıl uygulaması, 2016-2017 eğitim öğretim yılında Trabzon Ortahisar'daki bir temel lisede yürütülmüştür. Pilot uygulamada eksikliği tespit edilen ve asıl uygulamaya geçmeden önce yapılan düzenlemeler aşağıda sıralanmıştır:

1. Problem çözme etkinliklerine hazırlık materyali yeniden düzenlenerek GOAL stratejisi ile çözümü yapılmış problem sayısının bir adetten iki adete çıkarılması.
2. Problem çözme etkinlikleri öğretmen rehber materyalindeki (Ek 4) yönergelerin gözden geçirilip genişletilerek yeniden düzenlenmesi.
3. Problem havuzundaki problemlerin kazanımlar dikkate alınarak gözden geçirilmesi ve problemlerde dikkat çeken hataların düzeltilmesi.
4. Araştırmacı tarafından geliştirilen PÇBT materyalinin yeniden gözden geçirilmesi.

Asıl uygulama aşaması, onuncu sınıf fizik dersi yıllık planına uygun şekilde kazanımlar dikkate alınarak beş hafta ve problem çözme etkinliklerine hazırlığın yapıldığı ilk hafta ile birlikte toplam altı hafta sürmüştür. Araştırmacı tarafından bu sürecin başlamasından bir hafta önce, uygulama öğretmeniyle görüşme yapılarak uygulamanın nasıl gerçekleşeceği ve materyallerin nasıl kullanılacağı hakkında, pilot uygulamadan elde edilen deneyimler dikkate alınarak, bilgilendirilmeler yapılmıştır. Asıl uygulamanın başladığı haftadan itibaren araştırmacı ve uygulama öğretmeni sürekli iletişime geçerek uygulama sürecini gerçekleştirmişlerdir. Araştırma 10. sınıf fizik dersinin ilk ünitesi olan "Basınç ve Kaldırma Kuvveti" ünitesi kapsamında gerçekleştirildiği için öğrencilerin PÇB'lerinin mevcut durum tespitine yönelik kullanılan PÇBT öntesti ve PÇE aynı öğrencilere bir önceki yıl dokuzuncu sınıfın ikinci döneminde uygulanmıştır. Araştırmanın asıl uygulama süreciyle ilgili basamaklar Tablo 4'te belirtilmektedir.

Tablo 4'te de görüldüğü gibi; öğrenme ortamındaki uygulamalar altı haftada gerçekleştirilmiştir. Uygulamalardan önce ve sonra yapılan çalışmalar uygulama eğitimi dışında ancak, araştırmanın asıl uygulama zamanı kapsamında değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, araştırmanın veri toplama süresi yaklaşık olarak sekiz hafta olarak belirtilmektedir.

Tablo 4. Araştırmanın Asıl Uygulama Sürecinde Yapılan Çalışmaların Haftalık Planı

Hafta	Yapılan Çalışmalar
Uygulama Öncesi	<ul style="list-style-type: none"> • PÇB öntesti uygulandı. • PÇE uygulandı. • Uygulama öğretmeni PÇEST hakkında bilgilendirilerek ilgili öğretim materyalleri tanıtıldı.
1. Hafta	<ul style="list-style-type: none"> • Problem çözme etkinliklerine hazırlık materyali karşılıklı etkileşime dayalı olarak öğrencilere sunuldu.
2. Hafta	<ul style="list-style-type: none"> • <i>“Katılarda ve durgun sıvılarda basınç kavramını açıkla, basıncı etkileyen değişkenleri analiz eder.”</i> kazanımı ile ilgili problemler çözüldü. Katı basıncı; örnek problem 1, 2, 3, 4 ve bireysel problem 1, 2, 3, 4,
3. Hafta	<ul style="list-style-type: none"> • <i>“Katılarda ve durgun sıvılarda basınç kavramını açıkla, basıncı etkileyen değişkenleri analiz eder.”</i> kazanımı ile ilgili problemler çözüldü. • Katı basıncı; örnek problem 5, 6 ve bireysel problem 5, 6 • Gaz basıncı; örnek problem 1, 2 ve bireysel problem 1, 2 • Sıvı basıncı; örnek problem 1 ve bireysel problem 1
4. Hafta	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Katılarda ve durgun sıvılarda basınç kavramını açıkla, basıncı etkileyen değişkenleri analiz eder.”</i> kazanımı ile ilgili problemler çözüldü. • Sıvı basıncı; örnek problem 2, 3, 4, 5, 6 ve bireysel problem 2, 3, 4, 5, 6
5. Hafta	<ul style="list-style-type: none"> • <i>“Katılarda ve durgun sıvılarda basınç kavramını açıkla, basıncı etkileyen değişkenleri analiz eder.”</i>, <i>“Akışkanlarda akış hızı ile akışkan basıncı arasındaki ilişkiyi keşfeder.”</i> ve <i>“Durgun akışkanların cisimlere uyguladığı kaldırma kuvvetlerini açıkla.”</i> kazanımı ile ilgili problemler çözüldü. • Sıvı basıncı; 7, 8, 9, 10 ve bireysel problem 7, 8, 9, 10 • Kaldırma kuvveti; örnek problem 1 ve bireysel problem 1
6. Hafta	<ul style="list-style-type: none"> • <i>“Durgun akışkanların cisimlere uyguladığı kaldırma kuvvetlerini açıkla.”</i> kazanımı ile ilgili problemler çözüldü. • Kaldırma kuvveti; örnek problem 2, 3, 4 ve bireysel problem 2, 3, 4
Uygulama Sonrası	<ul style="list-style-type: none"> • PÇB sontesti uygulandı. • PÇE uygulandı. • Klinik mülakatlar gerçekleştirildi.

3.5. Çalışma Grubu

Amaçlı örneklem seçimi, araştırmacının kapsamlı bilgiye sahip olduğuna inanılan durumları derinlemesine incelemesine fırsat oluşturan bir yöntemdir (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Öğrencilerin PÇB gelişimlerinin derinlemesine incelendiği bu araştırmada, çalışma gurubunda yer alan öğrenciler hakkında önceden bilgi toplanarak uygulamanın gerçekleştirileceği sınıfta PÇB düzeyi zayıf, orta ve iyi düzeyde olan öğrencilerin bulunmasına dikkat edilmiştir. Bu bağlamda, çalışma gurubu amaçlı örneklem seçimi ile belirlenmiştir. Araştırma kapsamındaki çalışma grubu, 2016-2017 eğitim-öğretim yılında Trabzon Ortahisar'da bir temel lisede onuncu sınıfta öğrenim gören iki kız ve sekiz erkek olmak üzere toplam 10 öğrenciden oluşmaktadır. Uygulamalar, okulda görevli fizik öğretmeni tarafından yürütülmüş ve araştırmacı ve uygulama öğretmeni süreç boyunca işbirliği yapmışlardır. Böylece, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen etkinliklerin uygulanma sürecinde meydana gelebilecek olası olumsuzluklar giderilmiştir.

3.6. Veri Toplama Araçları

Bu başlık altında, problem çözme becerileri testi, problem çözme envanteri, bireysel problem çözme materyalleri, klinik mülakat ve uygulama süreci gözlem formu ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

3.6.1. Problem Çözme Becerileri Testi

Problem çözme becerileri testi, öntest ve sontest olmak üzere altışar problemden oluşan bir testtir. Araştırmanın gerçekleştirildiği "Basınç ve Kaldırma Kuvveti" ünitesi 10. sınıf fizik dersinin ilk ünitesi olduğundan, PÇB öntesti dokuzuncu sınıf fizik dersi "Kuvvet ve Hareket" ve "Enerji" ünitelerinin kazanımları dikkate alınarak hazırlanmış ve uygulamanın gerçekleştirildiği onuncu sınıf öğrencilerine bir önceki yıl dokuzuncu sınıfta öğrenim görme sürecinde uygulanmıştır (Ek 5). PÇB sontesti onuncu sınıf "Basınç ve Kaldırma Kuvveti" ünitesindeki kazanımlar dikkate alınarak hazırlanmıştır (Ek 6). PÇB öntesti ve sontesti, araştırmacı tarafından belirlenmiş iyi yapılandırılmış problemlerin içerdiği toplam 10 PÇB seviyesini belirlemeye yönelik olarak geliştirilmiştir. Öntest ve sontest altı açık uçlu sorudan oluşmaktadır. PÇB öntestinde ve sontestindeki problemlerin ölçmeyi amaçladığı PÇB'ler Tablo 5'de gösterilmektedir.

Öntest ve sontest olarak hazırlanan problemler arasında eşdeğerlilik ve uyumluluk çalışması yürütülmüştür. Bu amaçla, eşdeğerliliğin sağlanması, problemlerin öğretim programındaki kazanımlarla uyumlu olması ve ölçmeyi hedeflediği PÇB düzeylerinin irdelenmesi için uzman incelemesi gerçekleştirilmiştir. Bu inceleme sonucunda, PÇB

öntestindeki birinci problem yeniden düzenlenerek son halini almıştır. PÇB testleri, aynı zamanda dört fizik öğretmeni tarafından da incelenerek testlerdeki problemlerin içeriğinin fizik öğretim programındaki kazanımlarla uyumlu olması sağlanmıştır.

Tablo 5. PÇB Öntestindeki ve Sontestindeki Problemlerinin Ölçmeyi Amaçladığı PÇB'ler

İyi Yapılandırılmış Problemlerin İçerdiği PÇB'ler	PÇB Kodları	PÇB öntesti problemleri						PÇB sontesti problemleri						
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
1. Problemin değişkenlerini belirleyebilme	Değişken	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2. Problemi ilgili ilke, yasa ve kanunlarla ilişkilendirerek temel matematiksel eşitlikleri oluşturabilme, yorumlayabilme ve sonuçlandırabilme	İlke-Yasa	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3. Problemdeki önemli sözel ifadelere dikkat etme ve problemi tam olarak anlayabilme	Sözel-Anlam	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4. Problemle ilgili tablo, grafik ve şekilleri problemin amacına uygun olarak yorumlayabilme	Tablo-Grafik	+						+						
5. Problem çözümü ile ilgili gerekli çizim ve diyagramları oluşturabilme	Çizim							+						+
6. Matematiksel işlem gerektirmeyen, yoruma dayalı problemleri temel fizik ilkeleriyle ilişkilendirebilme, anlamlandırabilme ve yorumlayarak fikir üretebilme	Yorum					+							+	
7. Problemdeki farklı durumları algılayabilme, ayırt edebilme ve bu durumları problem çözümünde kullanabilme	Farklı Durum					+							+	
8. Konu ile ilgili birden fazla ilke/yasa/kanunu kapsayan problemlerde temel ilişki ve eşitlikleri oluşturarak problemi çözebilme	Birden Çok İlke-Yasa							+						+
9. Problemin çözüm sürecinde karşılaşılabilecek olası hata kaynaklarının farkına varabilme	Olası Hata	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10. Problem çözme aşamalarını etkili bir şekilde uygulayabilme ve problemi sonuçlandırabilme	PÇ Süreci	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

3.6.2. Problem Çözme Envanteri

Bireylerin PÇB konusunda kendilerini nasıl algıladığının tespit edilmesinde yaygın olarak tercih edilen ve orijinal adı Problem Solving Inventory, Form-A (PSI-A) olan ve bu araştırmada ön test ve son test olarak kullanılan envanter, Heppner ve Peterson (1982)

tarafından geliştirilmiş, Şahin, Şahin ve Heppner (1993) tarafından Türkçeye çevrilmiş ve geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılarak faktör analizi gerçekleştirilmiştir. Bu test, bireyin kendini PÇB'leri konusunda, "genel yönelim", "problemin tanımı", "alternatif üretme", "karar verme" ve "değerlendirme" gibi problem çözme aşamaları dikkate alınarak, nasıl algıladığını belirlemek amacıyla geliştirilen bir envanterdir (Ek 7). 35 Maddeden oluşan envanter; "6-her zaman böyle davranırım" ile "1-hiçbir zaman böyle davranmam" arasında ifadeler içeren 6 puanlı sınıflandırma (likert) türünde bir envanterdir. PÇE'deki bazı maddeler ters puanlandırılmaktadır. Envanterin değerlendirmesinde 9., 22. ve 29. maddeler, puanlamaya dahil edilmemiş diğer ifadeler olumlu veya olumsuz yargı belirtme durumlarına göre puanlandırılmıştır. Envanterden elde edilecek toplam puan 32-192 aralığındadır. Ölçekten alınan toplam puanların yüksek olması, bireyin PÇB konusunda kendini yetersiz algıladığını gösterirken, ölçekten alınan toplam puanların azalması ise kişinin PÇB algısının olumlu olduğu şeklinde değerlendirilmektedir (Çağlayan vd., 2008; Çevik ve Özmaden, 2013; Heppner ve Peterson, 1982; Şahin vd., 1993; Yıldız ve Kurtuldu, 2014). Problem çözme envanterinde değerlendirmeye alınan toplam 32 maddeden 16 madde olumlu, 16 madde olumsuz yargı bildirmektedir. Olumlu yargı içeren maddeler; 5, 6, 7, 10, 13, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 27, 28, 31, 33. ve 35. maddeler olduğundan diğer maddeler olumsuz yargı bildirmektedir.

3.6.3. Bireysel Problem Çözme Materyalleri

Bireysel problem çözme materyalleri, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde öğrencilerin öğretmen rehberliğinde kendi çabaları ile çözdükleri bireysel problem çözümlerinin yer aldığı dökümanlardır. Problem çözümlerinin gerçekleştirildiği materyallerin analizi, PÇB'lerin belirlenmesinde araştırmacılar tarafından sıkça kullanılan bir veri toplama yöntemidir (Çalışkan, 2007; Ergün, 2010; Kan, 2013; Mumcu, 2011; Sarıtaş, 2002; Tsaparlis, 2005; Yiğit vd., 2012). Bu araştırma kapsamında, problem çözme etkinlikleri sürecinde öğretmen rehberliğinde gerçekleştirilen bireysel problem çözme materyallerindeki çözümler, araştırmacı tarafından analiz edilmiş ve her bir beceri için PÇB kullanma düzeyi dikkate alınarak PÇB gelişim düzeyi tespit edilmiştir.

3.6.4. Klinik Mülakat

Genel olarak mülakat, araştırmacıların en az bir kişi ile soru sormaya dayalı gerçekleştirilen veri toplama yöntemidir. Bu yöntemde araştırmacı, belirlediği konu kapsamında soru sorduğu kişinin duygu, düşünce ve tepkilerini tespit etmeye çalışmaktadır. Bu anlamda mülakat, mülakata katılan kişinin iç dünyasını ve olaylara yaklaşımını sözle

ifade etme çalışmasıdır. Mülakat metodunda karşılıklı iletişim esas olduğundan araştırmacı, mülakatı gerçekleştirirken akla gelebilecek, anlık her türlü soruya kısa zaman içinde cevaplar bulabilmektedir. “Niçin böyle düşünüyorsun?”, “Bulduğun sonucu nasıl kontrol edebilirsin?” ve “Yaptığın işlemlerin ne anlama geldiğini söyleyebilir misin?” gibi sorular sorularak katılımcının problem çözümü hakkında detaylı ve derinlemesine bilgileri elde edilebilir. Bu durum, testlerle veri toplama yöntemi ile karşılaştırıldığında oldukça önemli avantajlar sağlamaktadır (Karasar, 2005; Karataş ve Güven, 2003). Mülakatlar, grup mülakatları ve bireysel mülakatlar olarak gerçekleştirilebilmektedir. Ancak bireysel mülakatlar bir kişiye ait düşünce ve değerleri detaylı olarak belirleme imkanı sağlamaktadır. Bireysel mülakat gerçekleştiren araştırmacının sabırlı olması ve iyi bir iletişim diline sahip olması, mülakatların etkililiği açısından oldukça önemlidir. Diğer taraftan araştırmacı, kendi tutum, değer ve görüşlerini mülakat sürecine yansıtılmaya özen göstermelidir. Bazı görüşleri nedeniyle cevaplayanı takdir etse de, etmese de bunu katılımcıya hissettirmemesi gerekmektedir (Karasar, 2005). Özellikle öğrencilerdeki bir davranışı, düşünceyi veya beceriyi belirlemeye yönelik gerçekleştirilen araştırmalarda bireysel ve aynı zamanda yapılandırılmamış bir mülakat türünün tercih edilmesi daha etkili bilgi toplamaya olanak sağlamaktadır. Bu durumda, yürütülen araştırma için PÇB'lerin derinlemesine incelenmesi amacıyla mülakat yönteminin özel bir türü olan klinik mülakatın kullanılmasına karar verilmiştir.

Klinik mülakat, ilk kez Piaget tarafından psikolojik araştırmalarda kullanılmıştır. Klinik mülakatın kişilerin hataları ve düşünceleri ile ilgili kayda değer ipuçları verdiği belirtilmektedir (Creswell, 2014). Piaget, öğrencilerin düşüncelerindeki zenginliği keşfetmek, onun temel etkinliklerini tespit edebilmek ve bilişsel beceriyi değerlendirmek için esnek soru sorma metodu olan klinik mülakatı geliştirmiştir. Klinik mülakatlarda öğrencilerin bilişsel düzeyini açıklamada teorinin ortaya konulmasının yanında; öğrenmenin meydana geldiği sosyal yapı da tasvir edilebilmektedir. Klinik mülakatın sahip olduğu en önemli avantajlardan biri de veri kaynağı olan öğrenci ile veri analizini yapan ve açıklayan araştırmacının doğrudan etkileşim içerisinde olmasıdır. Bu durum, araştırmacıya kendi öğretim yönteminin etkililiğini ölçme fırsatını vermektedir (Karataş ve Güven, 2003).

Bu araştırmada klinik mülakat, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinden sonra öğrencilerin iyi yapılandırılmış problem çözümlerinde PÇB'leri kullanılabilir düzeylerinin tespit edilmesi amacıyla kullanılmıştır. Bu kapsamda, hazırlanan iki farklı iyi yapılandırılmış problem ile gerçekleştirilen klinik mülakat sürecinde öğrencilerin PÇB'lerinin gelişme düzeyinin tespit edilmesine yönelik derinlemesine inceleme imkanı elde edilmiştir. Klinik mülakat için hazırlanan iki iyi yapılandırılmış problem (Ek 8) onuncu sınıf fizik dersi yıllık plandaki “Basınç ve Kaldırma Kuvveti” ünitesinden sonraki ünite olan

“Elektrik ve Manyetizma” ünitesinin kazanımları dikkate alınarak geliştirilmiştir. Araştırma kapsamında yürütülen klinik mülakatın birinci probleminde toplam yedi PÇB'nin gelişim düzeyi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu PÇB'ler aşağıda sıralanmaktadır:

1. Problemin değişkenlerini belirleyebilme (*Değişken*),
2. Problemi ilgili ilke, yasa ve kanunlarla ilişkilendirerek temel matematiksel eşitlikleri oluşturabilme, yorumlayabilme ve sonuçlandırabilme (*İlke-Yasa*),
3. Problemdeki önemli sözel ifadelere dikkat etme ve problemi tam olarak anlayabilme (*Sözel-Anlam*),
4. Problem çözümü ile ilgili gerekli çizim ve diyagramları oluşturabilme (*Çizim*),
5. Konu ile ilgili birden fazla ilke/yasa/kanunu kapsayan problemlerde temel ilişki ve eşitlikleri oluşturarak problemi çözebilme (*Birden Çok İlke-Yasa*),
6. Problemin çözüm sürecinde karşılaşılabilecek olası hata kaynaklarının farkına varabilme (*Olası Hata*),
7. Problem çözme aşamalarını etkili bir şekilde uygulayabilme ve problemi sonuçlandırabilme (*PÇ Süreci*).

Klinik mülakatın ikinci probleminde ise toplam sekiz PÇB'nin gelişim düzeyi tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu PÇB'ler aşağıda sıralanmaktadır:

1. Problemin değişkenlerini belirleyebilme (*Değişken*),
2. Problemi ilgili ilke, yasa ve kanunlarla ilişkilendirerek temel matematiksel eşitlikleri oluşturabilme, yorumlayabilme ve sonuçlandırabilme (*İlke-Yasa*),
3. Problemdeki önemli sözel ifadelere dikkat etme ve problemi tam olarak anlayabilme (*Sözel-Anlam*),
4. Problemlerle ilgili tablo, grafik ve şekilleri problemin amacına uygun olarak yorumlayabilme (*Tablo-Grafik*),
5. Matematiksel işlem gerektirmeyen yoruma dayalı problemleri temel fizik ilkeleriyle ilişkilendirebilme, anlamlandırabilme ve yorumlayarak fikir üretebilme (*Yorum*),
6. Problemdeki farklı durumları algılayabilme, ayırt edebilme ve bu durumları problem çözümünde kullanabilme (*Farklı Durum*),
7. Problemin çözüm sürecinde karşılaşılabilecek olası hata kaynaklarının farkına varabilme (*Olası Hata*),
8. Problem çözme aşamalarını etkili bir şekilde uygulayabilme ve problemi sonuçlandırabilme (*PÇ Süreci*).

Klinik mülakatların gerçekleştirilmesi sürecinde yürütülen, iyi yapılandırılmış problemlerin içerdiği PÇB'lerin gelişim düzeyi, PÇB gelişim düzeyi belirleme ölçeği (Tablo 6) kullanılarak, belirlenmiştir.

Araştırmanın yürütüldüğü ortaöğretim kurumundaki öğrencilerin klinik mülakatı gerçekleştiren araştırmacı tarafından önceden tanınıyor olması, mülakat esnasında öğrencilerin rahat davranışlar sergilemelerine ve araştırmacının daha kolay veri toplamasına olanak sağlamaktadır.

3.6.5. Uygulama Süreci Gözlem Formu

Gözlem, herhangi bir davranışı detaylarıyla birlikte tanımlamak amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Gözlem yöntemi kullanılarak, araştırılan konu hakkında araştırılan varlığın doğal ortamındaki davranışları incelenmeye, araştırılan program, işlem veya davranış hakkında ilk elden veri toplanmaya çalışılmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Araştırmacılar, herhangi bir ortamda gerçekleştirilen bir davranışa yönelik ayrıntılı ve kapsamlı bir tasvir oluşturmayı amaçladığında, gözlem yönteminin kullanması gerektiğine vurgu yapmaktadırlar (Gürbüz, 2008; Yıldırım ve Şimşek, 2006). Eğitim araştırmalarında, birey davranışlarının frekanslarının tespit edilmesi ve buna bağlı olarak çeşitli değerlendirmeler yapılması amacıyla nicel özellikli gözlemler daha sık kullanılmaktadır. Nitel araştırmalarda ise gözlem yöntemi, sayısal veriler üretmekten çok araştırmaya konu olan olguya ilişkin derinlemesine ve ayrıntılı açıklamalar ve tanımlamalar yapmaya olanak sağlamaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Bu amaçla hazırlanan gözlem formlarında, insan davranışlarının bütüncül bir anlayışla tanımlanması ve kendi ortamı içinde değerlendirilerek açıklanması öncelikli olarak önem kazanmaktadır. Nitel araştırmalarda, gözlemcinin her şeyi gözlemleyip kaydetmesine olanak olmadığına, “neyin veya nelerin gözlemleneceğinin” önceden tespit edilmiş olması oldukça önemlidir (Gürbüz, 2008; Yıldırım ve Şimşek, 2006). Gözlem yöntemi genellikle, yapılandırılmış ve yapılandırılmamış gözlemler olarak ikiye ayrılmaktadır. Araştırmacının gözlem yöntemlerinden hangisini kullanacağı gözlemlerin yapılacağı ortamın özelliklerine bağlıdır. (Yıldırım ve Şimşek, 2006).

Yürütülen bu araştırma kapsamında, yarı yapılandırılmış gözlem türü kullanılmıştır. Gözlem kayıtları, uygulama öğretmeni tarafından, ders bitiminde gözlem notlarının yarı yapılandırılmış uygulama süreci gözlem formuna (Ek 9) aktarılması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen form yardımıyla, PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri sırasında öğrencilerin, PÇB’lerini ortaya koyacak davranışlar sergileyip sergilemedikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Toplam 10 maddeden oluşan form, öğrencilerin PÇB’lerini problem çözme etkinlikleri sürecinde öğrenme ortamlarına ve materyallerine yansımaları ile ilgili gözlemlenen durum ve davranışları içermektedir. Form kapsamında, durum veya davranışın gözlemlenme frekansına bağlı olarak “1-Gözlenmedi”, “2-Kısmen gözlemlendi” ve “3-Gözlemlendi” şeklinde veriler kaydedilmiştir. Gözlem formunun diğer bir veri

kaynağı da formun son bölümünde ki uygulama sürecine yönelik araştırmacı tarafından kaydedilen kısa notlardır. PÇEST'ye göre gerçekleştiren problem çözme etkinliklerinde öğrencilerin deneyimleri ve bu sürece verdikleri tepkiler, bu tür araştırmalar için oldukça önemli bir deneyim kaynağıdır. Bu amaç doğrultusunda uygulama süreci boyunca yaşananlar uygulama öğretmeni tarafından, gününbirlik notlarla kayıt altına alınmıştır. Araştırma kapsamında, PÇB gelişimini belirlemek amacıyla kullanılan gözlem kayıtlarının irdelenmesi, elde edilen diğer verilerin güvenilirliğine yönelik olarak da önemli bir veri kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin öğrenme ortamına yansıtılma düzeyinin belirlenmesi amacıyla, uygulama öğretmeni tarafından her hafta düzenli olarak doldurulmak üzere, PÇEST uygulanma düzeyi belirleme formu (Ek 10) geliştirilmiştir. Geliştirilen bu form yardımıyla, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri sürecinde, PÇEST uygulama basamaklarının ve uygulama öğretmeni rehberliğinin etkinliklere yansıtılma düzeyi tespit edilmeye çalışılmıştır. Toplam 11 maddeden oluşan form kapsamında, PÇEST uygulama adımları ve uygulama öğretmeni rehberliğinin etkinliklere yansıtılma düzeyleri “1-Gözlenmedi”, “2-Kısmen gözlendi” ve “3-Gözlendi” şeklinde değerlendirmeye alınmıştır.

3.7. Verilerin Analizi

Bu başlık altında, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin PÇB gelişimlerine olan etkisini belirlemek amacıyla kullanılan öntest-sontest, PÇE, gözlemler ve yürütülen klinik mülakatlardan elde edilen verilerin analiz edilme sürecine ilişkin bilgilere yer verilecektir.

3.7.1. Problem Çözme Beceri Testinden Elde Edilen Verilerin Analizi

Öğrencilerin PÇB gelişim düzeylerinin belirlenmesi amacıyla “PÇB Gelişim Düzeyi Belirleme Ölçeği” (Tablo 6) geliştirilmiştir. Bu ölçekteki bileşenler, iyi yapılandırılmış problemlerin içerdiği PÇB'lerin problem çözümlerinde kullanılma düzeylerinden oluşmaktadır. Bu derecelendirme ölçütleri oluşturulurken, problem çözme ile ilgili daha önce yapılan (Çalışkan, 2007; Kan, 2013; Lynch, Wolcott ve Huber, 2000; Mumcu, 2011; Temel, 2009) araştırmalarda kullanılan rubrik ve ölçeklerden yararlanılmıştır. Buna göre her bir problem dikkate alınarak öğrencilerin ilgili PÇB'leri ayrı ayrı değerlendirilmeye çalışılmıştır. Her bir beceri için “Eksik”, “Kabul Edilebilir” ve “İyi” ölçütlerine göre derecelendirme yapılmıştır. İlgili PÇB'yi mevcut problemde eksik seviyede kullanan öğrenci, o beceri için mevcut problemde “1” puan, kabul edilebilir seviyede kullanan öğrenci “2” puan ve iyi

seviyede kullanan öğrenci ise “3” puan almıştır. Böylece öğrencilere, her bir problemin içerdiği PÇB’ler için problemlerden ayrı ayrı puanlar verilmiştir.

Tablo 6. PÇB Gelişim Düzeyi Belirleme Ölçeği

PROBLEM ÇÖZME BECERİLERİ	PROBLEM ÇÖZME BECERİLERİ GELİŞİM DÜZEYİ	
	EKSİK	PROBLEMDEKİ DEĞİŞKENLERİ TAM OLARAK BELİRLEYEMEZ.
1. Problemin değişkenlerini belirleyebilme	KABUL	PROBLEMDEKİ DEĞİŞKENLERİ BELİRLER FAKAT BİRİMLERİNE DİKKAT ETMEZ.
	EDİLEBİLİR	
	İYİ	PROBLEMDEKİ DEĞİŞKENLERİN BİRİMLERİNİ DE DİKKATE ALARAK DEĞİŞKENLERİ TAM OLARAK BELİRLER.
2. Problemi; ilgili ilke, yasa ve kanunlarla ilişkilendirerek temel matematiksel eşitlikleri oluşturabilme, yorumlayabilme ve sonuçlandırabilme	EKSİK	PROBLEM ÇÖZÜMÜ İLE İLGİLİ İLKE, YASA VE KANUNLARI TAM OLARAK BELİRLEYEMEZ.
	KABUL	PROBLEM ÇÖZÜMÜ İLE İLGİLİ İLKE, YASA VE KANUNLARI BELİRLEYEBİLİR FAKAT TEMEL MATEMATİKSEL EŞİTLİKLERİ TAM OLARAK OLUŞTURAMAZ, YORUMLAYAMAZ VE SONUÇLANDIRAMAZ.
	EDİLEBİLİR	
3. Problemdaki önemli sözel ifadelere dikkat etme ve bu ifadeleri tam olarak anlayabilme	İYİ	PROBLEM ÇÖZÜMÜ İLE İLGİLİ İLKE, YASA VE KANUNLARI BELİRLER VE PROBLEM ÇÖZME SÜRECİNDE TEMEL MATEMATİKSEL EŞİTLİKLERİ OLUŞTURUR, YORUMLAR VE SONUÇLANDIRIR.
	EKSİK	PROBLEMDEKİ ÖNEMLİ SÖZEL İFADELERİN FARKINA VARMAZ.
	KABUL	PROBLEMDEKİ ÖNEMLİ SÖZEL İFADELERİN KİSMEN FARKINA VARIR VE PROBLEM ÇÖZÜMÜNDE BU İFADELERDEN YARARLANIR.
4. Problemlerle ilgili tablo, grafik ve şekilleri problemin amacına uygun olarak yorumlayabilme	EDİLEBİLİR	PROBLEMDEKİ ÖNEMLİ SÖZEL İFADELERİN FARKINA VARIR VE PROBLEM ÇÖZÜMÜNDE BU İFADELERDEN ETKİLİ ŞEKİLDE YARARLANIR.
	İYİ	
	EKSİK	PROBLEM İLE İLGİLİ TABLO, GRAFİK VE ŞEKİLLERİ TAM OLARAK ANLAMLANDIRIP KAVRAYAMAZ VE TABLO, GRAFİK VE ŞEKİL BİLGİLERİNDEN YARARLANAMAZ.
5. Problem çözümü ile ilgili gerekli çizim ve diyagramları oluşturabilme	KABUL	PROBLEM İLE İLGİLİ TABLO, GRAFİK VE ŞEKİLLERİ ANLAMLANDIRIR VE KAVRAR. FAKAT PROBLEMİN AMACI DOĞRULTUSUNDA TAM YORUMLAYAMAZ.
	EDİLEBİLİR	
	İYİ	PROBLEM İLE İLGİLİ TABLO, GRAFİK VE ŞEKİLLERİ TAM OLARAK ANLAMLANDIRIR VE KAVRAR. TABLO, GRAFİK VE ŞEKİL BİLGİLERİNDEN YARARLANARAK PROBLEMİN TAM ÇÖZÜMÜNE ULAŞABİLİR.
5. Problem çözümü ile ilgili gerekli çizim ve diyagramları oluşturabilme	EKSİK	PROBLEMI DİKKATE ALARAK GEREKLİ ÇİZİM VE DİYAGRAMLARI OLUŞTURAMAZ.
	KABUL	PROBLEMI DİKKATE ALARAK GEREKLİ ÇİZİM VE DİYAGRAMLARI OLUŞTURABİLİR FAKAT PROBLEM VERİLERİYLE TAM OLARAK İLİŞKİLENDİREMEZ.
	EDİLEBİLİR	
5. Problem çözümü ile ilgili gerekli çizim ve diyagramları oluşturabilme	İYİ	PROBLEMI DİKKATE ALARAK GEREKLİ ÇİZİM VE DİYAGRAMLARI OLUŞTURUR VE PROBLEM VERİLERİYLE TAM OLARAK İLİŞKİLENDİREBİLİR.

Tablo 6'nın devamı

6. Matematiksel işlem gerektirmeyen, yoruma dayalı problemleri temel fizik ilkeleriyle ilişkilendirebilme, anlamlandırabilme ve yorumlayarak fikir üretebilme	EKSİK	Yoruma dayalı problemleri analiz etmekte zorlanır. Problemleri ilgili temel fizik ilkeleriyle ilişkilendiremez, anlamlandıramaz ve yorumlayarak fikir üretmez.
	KABUL EDİLEBİLİR	Yoruma dayalı problemleri analiz edebilir ancak problemleri ilgili temel fizik ilkeleriyle ilişkilendirme, anlamlandırma ve yorumlayarak fikir üretmede zorlanır.
	İYİ	Yoruma dayalı problemleri analiz edebilir. Problemleri ilgili temel fizik ilkeleriyle ilişkilendirir, anlamlandırır ve yorumlayarak fikir üretip değerlendirebilir.
7. Problemdaki farklı durumları tanıyabilme, ayırt edebilme ve bu durumları problem çözümünde kullanabilme	EKSİK	Problemdaki farklı durumları tanıyamaz ve ayırt edemez.
	KABUL EDİLEBİLİR	Problemdaki farklı durumları tanıyabilir ve ayırt edebilir ancak bu özellikleri problem çözümünde etkili olarak kullanamaz.
	İYİ	Problemdaki farklı durumları tanıyabilir, ayırt edebilir ve bu özellikleri problem çözümünde etkili olarak kullanabilir.
8. Konu ile ilgili birden fazla ilke/yasa/kanunu kapsayan problemlerde temel ilişki ve eşitlikleri oluşturarak problemi çözebilme	EKSİK	Konu ile ilgili birden çok ilke-yasa-kanunu kapsayan problemlerde temel ilişki ve eşitlikleri oluşturamaz.
	KABUL EDİLEBİLİR	Konu ile ilgili birden çok ilke-yasa-kanunu kapsayan problemlerde temel ilişki ve eşitlikleri oluşturabilir fakat problem çözümüne ulaşmakta zorlanır.
	İYİ	Konu ile ilgili birden çok ilke-yasa-kanunu kapsayan problemlerde temel ilişki ve eşitlikleri oluşturur ve problem çözümüne ulaşmada bu ilişki eşitlikleri etkili olarak kullanır.
9. Problemin çözüm sürecinde karşılaşılabilecek olası hata kaynaklarının farkına varabilme	EKSİK	Problemin çözüm sürecinde karşılaşılabilecek olası hata kaynaklarının farkında değildir.
	KABUL EDİLEBİLİR	Problemin çözüm sürecinde karşılaşılabilecek olası hata kaynaklarının kısmen farkındadır ve tam problemin çözümüne ulaşamaz.
	İYİ	Problemin çözüm sürecinde karşılaşılabilecek olası hata kaynaklarının farkındadır ve tam problem çözümüne ulaşır.
10. Problem çözme aşamalarını etkili bir şekilde yürütebilme ve problemi sonuçlandırabilme	EKSİK	Problem çözme aşamalarını etkili şekilde yürütemez.
	KABUL EDİLEBİLİR	Problem çözme aşamalarını yürütür fakat tam çözüme ulaşamaz.
	İYİ	Problem çözme aşamalarını etkili şekilde yürüterek tam çözüme ulaşabilir.

Öğrencilerin PÇB'lerinin mevcut durumdaki ve yapılan PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri sonundaki PÇB'lere sahip olma durumlarını belirlemek amacıyla kullanılan öntest ve sontest, altışar iyi yapılandırılmış problemden oluşmaktadır (Ek 5; Ek 6). Öntest olarak kullanılan PÇB öntest, araştırmanın gerçekleştirildiği "Basınç ve Kaldırma Kuvveti" konusunun onuncu sınıf fizik dersinin ilk ünitesi olduğundan, dokuzuncu sınıf fizik dersi "Kuvvet ve Hareket" ve "Enerji" ünitelerinin kazanımları dikkate alınıp hazırlanarak, uygulamanın gerçekleştirildiği onuncu sınıf

öğrencilerine bir önceki yıl dokuzuncu sınıfta öğrenim görme sürecinde uygulanmıştır. PÇB sınavı, onuncu sınıf “Basınç ve Kaldırma Kuvveti” ünitesindeki kazanımlar dikkate alınarak hazırlanmıştır.

Öğrencilerin PÇB'lerinin gelişimini belirlemek için, bu iki testten aldıkları beceri puanları arasındaki anlamlılık düzeyi istatistiksel analizler yapılarak dikkate alınmıştır. Bu amaçla, her öğrencinin bu testlerden aldığı puanlar belirlenmiştir. Problemlerin içerdiği her bir PÇB'nin problem çözümüne tam olarak yansıtılması halinde alınabilecek en yüksek puanın 30 (10x3) olduğu dikkate alınarak testlerin puanlama metodu, PÇB'lerin problem çözümlerine yansıtılma durumlarına göre Tablo 6'da verilmiştir. Testlerin analizlerinden, öğrencilerin aldıkları toplam puanların hesaplanmasının yanında içerik analizi de gerçekleştirilerek öğrencilerin test kapsamında ölçümü yapılmak istenen PÇB'lere sahip olma düzeyleri irdelenmiştir. Bundan dolayı, PÇB öntesti ve sınavın iki boyutta analizi gerçekleştirilmiştir. Bunlardan birincisi, her bir PÇB için toplam puanlar dikkate alınarak elde edilen sonuçların SPSS 20.00 istatistik programı yardımıyla öğrencilerin genel PÇB seviyelerini belirlemek amacıyla yapılan nicel analiz, ikincisi de; testin içeriğine yönelik öğrencilerin PÇB'lerini problem çözümlerine yansıtma düzeylerini inceleyen nitel analizdir.

Testten elde edilen nicel verilerin istatistiksel analizinde hangi testlerin uygulanacağına karar verilirken, öntest ve sınavın aynı gruba (bağımlı gruplar) uygulanması ve PÇB gelişim düzeyi belirleme ölçeğinin sınıflandırma (likert) yapılı olması ile ilgili özellikleri dikkate alınmaktadır (Kalaycı, 2010). Bu ölçütler dikkate alınarak verilerin analizinde Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi'nin (non-parametrik test) uygulanması uygun görülmüştür. Böylece uygulamalar öncesinde öğrencilerin PÇB seviyeleri ile uygulamalar sonrasındaki PÇB seviyeleri arasındaki farklılık düzeyi incelenmiştir.

PÇB testlerinin içerik analizine yönelik yapılan nitel analizde, her bir soru için kaynak oluşturan PÇB'lerin problem çözümlerine yansıtılma düzeyleri, “1=Eksik”, “2=Kabul Edilebilir” ve “3=İyi” şeklinde puanlama yapılarak içerik analizleri gerçekleştirilmiş ve öğrencilerin PÇB'lerini problem çözümlerinde kullanabilme düzeyleri tespit edilmiştir. Buna göre, genel anlamda öğrenci, problem çözümü ilgili düzeyi “1=Eksik” ise; “İlgili PÇB, problem çözümüne yansıtılmamıştır”, “2=Kabul Edilebilir” ise; “İlgili PÇB, problem çözümüne kısmen yansıtılabilmektedir” ve “3=İyi” ise; “İlgili PÇB, problem çözümüne tam olarak yansıtılabilmektedir” olarak yorumlanmıştır. Elde edilen bulguların okunabilirliğini arttırmak amacıyla, her uygulama için bulgular bölümünde testin nitel ve nicel analizlerini kapsayan analiz tabloları oluşturulmuştur.

3.7.2. Problem Çözme Envanterinden Elde Edilen Verilerin Analizi

Problem Çözme Envanteri, Heppner ve Peterson (1982) tarafından geliştirilmiş sınıflandırma (likert) tipli envanter olup bireyin PÇB'leri konusunda kendini nasıl algıladığını ölçen bir envantere dir. 35 maddeden oluşan ve puanlama aralığı 1-6 arası olan likert tipli envanterin puanlama sürecinde üç maddesi (9, 22 ve 29. madde) hesaplama dahil edilmemektedir. Envanterde 1, 2, 3, 4, 11, 13, 14, 15, 17, 21, 25, 26, 30 ve 34. maddeler ters olarak puanlanan maddelerdir. Literatürde bu 32 maddenin öğrencilerin PÇB'lerini yeterli düzeyde temsil ettiği kabul edilmektedir. Envanterin puan aralığı 32-192 olup, bu aralık 3 alt boyutta incelenmektedir. Buna göre; 11-66 puan aralığı "problem çözmede kendine güven", 16-96 puan aralığı "yaklaşma-kaçınma" ve 5-30 puan aralığı da "kişisel kontrol" olarak nitelendirilmektedir. Problem çözme yeteneğine güven; bireyin PÇB'lerine olan güven duygusunu, yaklaşma-kaçınma; karşılaşılan zor problemlerle mücadele etme isteğini ve kişisel kontrol ise; bireyin duruma hakim olduğu algısını ifade etmektedir (Çağlayan vd., 2008; Heppner ve Peterson, 1982; Şahin vd., 1993). Bu araştırmada PÇE; olumlu yargı bildiren maddeler, olumsuz yargı bildiren maddeler ve tüm maddeler kapsamında yapılan değerlendirmeler olarak analiz edilmiştir. Öntest ve sontest olarak kullanılan PÇE'nin analizinde SPSS 20.00 istatistik programı kullanılmıştır. Elde edilen verilerin hangi testlerle analiz edileceğine karar vermek için öntest ve sontestlerin aynı gruba (bağımlı gruplar) uygulanması ve PÇB gelişim düzeyi belirleme ölçeğinin sınıflandırma (likert) yapılı olması özellikleri dikkate alınarak verilerin analizinde Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi (non-parametrik test) uygulanmıştır (Kalaycı, 2010). Diğer taraftan, PÇE'deki yer alan maddelerden bazıları olumlu bazıları da olumsuz yargı ifadeleri içerdiğinden iki farklı analiz yapılarak öğrencilerin envanter maddeleri kapsamında, PÇB'lerinin gelişim düzeyleri ile ilgili daha detaylı değerlendirmeler yapılmıştır. Bu amaçla, olumlu ve olumsuz yargı bildiren maddeler kendi aralarında ayrı ayrı değerlendirilmelere alınmışlardır.

3.7.3. Bireysel Problem Çözme Materyallerinden Elde Edilen Verilerin Analizi

PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde öğrencilerin öğretmen rehberliğinde kendi çabaları ile çözdükleri problemlerin yer aldığı bireysel problem çözme materyalleri, gerçekleştirilen uygulamalara yönelik oldukça önemli veriler içermektedir. Bireysel problem çözme materyalleri üzerindeki değerlendirmeler, araştırma kapsamındaki PÇB'lerin problem çözümlerine yansıtılma düzeyleri, bu materyallerin analizi ile gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizlerde nitel yaklaşıma dayalı betimsel analiz yöntemi

dikkate alınıp PÇB gelişim düzeyi belirleme ölçeği (Tablo 6) kullanılarak değerlendirilmeler yapılmıştır.

3.7.4. Klinik Mülakatlardan Elde Edilen Verilerin Analizi

Bu araştırma kapsamında PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinden sonra, uygulama öncesi ve sonrası öğrencilerdeki PÇB gelişimlerini belirlemek amacıyla PÇE ve PÇB testleri kullanılmıştır. Ancak öğrencilerin bir becerisini yalnızca çoktan seçmeli bir test ve envanterle ölçmenin etkili ve yeterli sonuçlar veremeyebileceği dikkate alınarak araştırma sonunda üç öğrenci ile klinik mülakatlar yürütülmüştür.

Yürütülen araştırmanın uygulama süreci sonunda gerçekleşen klinik mülakatlar, öğrencilerin problem çözümlerinin daha nitelikli olarak analiz edilmesi ve PÇB düzeylerinin daha etkili olarak tespit edilebilmesi açısından oldukça önemli bir veri kaynağıdır. Klinik mülakatların analizi, öğrenci problem çözümlerinin yer aldığı video kayıt cihazının izlenmesi ve klinik mülakattaki problem çözümlerinin belirtildiği materyallerin analizi olarak iki şekilde gerçekleştirilebilmektedir (Ayas ve Çoştur, 2001). Bu bağlamda, araştırma kapsamında araştırmacı tarafından birebir öğrencilerle gerçekleştirilen klinik mülakatta iyi yapılandırılmış iki problem (Ek 8) kullanılmış ve bu problemlerin çözümlerinin video kayıt eşliğinde kağıda çözülmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Birinci problem, toplam yedi PÇB içerirken ikinci problem toplam sekiz PÇB içermektedir. Bu iki problem genel olarak, araştırmacı tarafından belirlenen iyi yapılandırılmış 10 PÇB'nin tamamını içermektedir. Öğrenciler, açık uçlu şekilde yöneltilen iyi yapılandırılmış problemlerin çözümlerini gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacı, mülakat esnasında yapılan çözümleri ve verilen cevapları dikkate alarak, öğrencilere yeni sorular yöneltilmiş ve iyi yapılandırılmış problemlerin içerdiği PÇB'ler kapsamında öğrencilerin bu PÇB'leri problem çözümlerine yansıtma durumlarını daha net olarak belirlemeye çalışmıştır. Öğrenciler, bu iki problemin çözümlerini, klinik mülakat kâğıdındaki boş alana not etmişlerdir. Klinik mülakatta kullanılan problemler iyi yapılandırılmış problemler olduğundan, araştırmacı kayıt ettiği kısa not ve video kayıtları ile öğrencilerin söz konusu PÇB'lerini problem çözümlerine yansıtma düzeylerini gözlemlemeye çalışmıştır.

Araştırmalarda, çalışma konusuyla doğrudan ilişkili verilerin ayrı bir paragrafta ve italik olarak verilmesiyle, okuyucu verilerle doğrudan karşı karşıya getirilmekte ve verilerin neyi ifade ettiğine kendi yorumlarıyla karar verebilmektedir (Çepni, 2007; Karataş, 2002). Bu araştırmada kullanılan klinik mülakat yönteminin analizi, problem çözümlerinin yer aldığı kağıttaki öğrenci ifadelerinin ve problem çözümlerinin video kaydı alınarak, araştırmacı tarafından geliştirilen PÇB gelişim düzeyi belirleme ölçeğinin (Tablo 6) kullanılması ile

PÇB'lerin problem çözümlerine yansıtılma düzeyinin belirlenmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir.

3.7.5. Uygulama Süreci Gözlem Formundan Elde Edilen Verilerin Analizi

PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri uygulama sürecindeki öğrenme ortamlarında, öğrencilerin PÇB'lerinin gelişimleri, bu becerilerin problem çözümlerinde kullanılma durumları, süreç boyunca yaşanan durumlar ve öğrencilerin problem çözümlerine katılım düzeyleri kapsamında, uygulama öğretmeni tarafından yapılan gözlemler ile tespit edilmiştir. Veriler, dersin bitiminden hemen sonra yarı-yapılandırılmış uygulama süreci gözlem formuna (Ek 9) işlenmiştir. Verilerin gözlem formuna girişleri, ölçülmek istenen PÇB'nin problem çözümlerine yansıtılması durumuna göre "1-Gözlenmedi", "2-Kısmen gözlendi" ve "3-Gözlendi" şeklinde gerçekleştirilmiştir.

Gözlem formundaki iyi yapılandırılmış problemlerin içerdiği PÇB'lerin problem çözümlerine yansıtılma durumları analiz edilirken, nitel değerlendirme yöntemleri kullanılmıştır. Bu kapsamda gözlem formundaki maddeler dikkate alınarak, araştırmacı tarafından kaydedilen veriler, gelişim düzeyi belirlenmeye çalışılan PÇB kazanımları ile ilişkilendirilerek öğrencilerin PÇB'lerinin öğrenme ortamlarına yansımalarına ve yürütülen uygulamaların etkinliğine yönelik değerlendirmeler yapmıştır. PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin öğrenme ortamına yansıtılma düzeyinin belirlenmesi ise uygulama öğretmeni tarafından her hafta düzenli olarak doldurulan PÇEST uygulanma düzeyi belirleme formunun (Ek 10) analiz edilmesiyle gerçekleştirilmiştir. İlgili maddelerin yansıtılma düzeyleri "1-Gözlenmedi", "2-Kısmen gözlendi" ve "3-Gözlendi" şeklinde değerlendirmeye alınmıştır. PÇB'lerin problem çözme etkinliklerinde kullanım düzeylerinin belirlenmesi ve PÇEST uygulanma düzeyi belirleme formunda bu şekilde bir kodlamanın tercih edilmesindeki amaç, bu materyalden elde edilen bulgularla diğer materyallerden elde edilen bulgular arasında uyumluluk oluşturulmasıdır.

3.7.6. Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları

Araştırmalarda, etik kurallar dikkate alınarak geçerli ve güvenilir veriler elde edilip değerlendirilmesiyle sonuçlara ulaşılması hedeflenmektedir (Merriam, 2009). Bir araştırmada elde edilen verilerin tutarlı olması, güvenilirliği ve geçerliği sağlanmış veri toplama araçları kullanılmasına bağlıdır. Bu araştırmada veriler; PÇB testi, PÇE, problem çözme materyalleri, klinik mülakat ve gözlemler aracılığı ile elde edilmiştir.

Araştırmada kullanılan çoktan seçmeli PÇE; literatürde, bireylerin PÇB'lerinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan bir envanterdir (Ak, 2008; Çağlayan vd., 2008;

Çiftçi, 2006; Heppner ve Peterson, 1982; Şahin vd., 1993). PÇE'yi geliştiren araştırmacılar tarafından ölçeğin tümü için elde edilen Cronbach Alfa güvenirlik katsayısı .90 olarak hesaplanmıştır (Heppner, Pretorius, Wei, Lee ve Wang, 2002). Bu araştırma kapsamında PÇE'deki maddeler üzerinde değişim yapılmadığından güvenirlik katsayısı .90 olarak belirtilmiştir. PÇE'de değerlendirmeye alınan toplam 32 maddeden 16 adeti olumlu, 16 adeti de olumsuz yargı ifade eden maddelerden oluşturulmaktadır. Böylece öğrencilerin, maddeleri okumadan homojen bir cevaplama yapmaya eğilim engellenmiştir.

Araştırmada kullanılan PÇBT, altışar açık uçlu problemlerden oluşmaktadır. Öntest ve sontest olarak kullanılan testlerin geçerlik ve güvenirliğini sağlamak amacıyla alan uzmanlarıyla; kapsam incelemesi, eşdeğerlilik ve uyumluluk çalışmaları ile cevaplayıcılar arası tutarlılık çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, hazırlanan problemlere yönelik üç akademisyen ve dört öğretmenden oluşan toplam yedi alan uzmanının görüşü alınmıştır. Materyallerin incelemesine ve geliştirilmesine destek veren akademisyenler, eğitim fakültelerinde fen ve fizik eğitimi alanlarında çalışmaktadırlar. Öğretmenler MEB'e bağlı farklı liselerde görev yapmakta olup bu öğretmenlerden ikisi eğitim bilimleri alanında yüksek lisansını tamamlamıştır. Yürütülen çalışmalar sonunda öntestteki problemlerinden biri, sontest problemlerinden karşılığı olan problemle içerdiği PÇB'ler boyutunda eşdeğer olmadığından pilot uygulamalar sonunda, araştırmacı ve uzmanların ortak değerlendirmesi sonucunda değiştirilmiştir.

Hazırlanan PÇB testlerinin anlatım dilini, öğrenciler için uyumluluğunu ve anlaşılabilirliğini test etmek amacıyla pilot çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Yürütülen pilot çalışmalar dikkate alınarak, problemlerden oluşan PÇB testleri, altı farklı lisede 200'den fazla öğrenciye uygulanmıştır. Pilot uygulamalardan elde edilen veriler dikkate alınarak anlaşılma gücünü çekilen problemler ve problem havuzundaki bazı problemler yeniden düzenlenmiştir. Araştırmacılar, aynı olayı incelenmek için nitel ve nicel verilerin aynı anda ve bağımsız olarak kullanılması ve birbirine yakın veya tutarlı sonuçların varlığını test etme görüşü üzerine vurgu yapmaktadır (Creswell, 2013). Bu durum dikkate alınarak, araştırmada kullanılan tamamlayıcı karma yönteminin bir özelliği olan tamamlayıcılık; nitel ve nicel veriler çakışmaların olduğu durumları tespit etmek ve olayı farklı açılardan ölçerek daha kapsamlı ve ayrıntılı bir hale getirmek için kullanılmaktadır (Cohen, Manion ve Morrison, 2002; Creswell, 2013). Araştırmacılar, çeşitlemenin nitel araştırmalarda geçerliği sağlamada oldukça güçlü bir rol üstlendiğini vurgulamaktadır (Cohen vd., 2002, Yeşildere ve Türnüklü, 2008). Bu bağlamda yürütülen araştırmada nicel verileri desteklemek için elde edilen nitel verilerin geçerliği; gözlem ve klinik mülakatlarla çeşitleme yapılarak arttırılmaya çalışılmıştır.

4. BULGULAR

Bu bölümde araştırma kapsamında elde edilen bulgular, araştırmanın alt problemlerine yönelik alt başlıklar altında sunulmaktadır.

4.1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine Yönelik Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin iyi yapılandırılmış problemleri çözme sürecinde kullandıkları PÇB'lerin gelişimi üzerindeki etkisi ile ilgilidir. Bu kapsamda elde edilen bulgular; PÇB testleri, bireysel problem çözme materyalleri, klinik mülakat ve gözlem bulguları başlıkları altında ayrı ayrı ele alınmıştır.

4.1.1. PÇB Öntest ve Sontestinden Elde Edilen Bulgular

Öğrencilerin fizik öğretiminde iyi yapılandırılmış problemlerin içerdiği PÇB'leri problem çözümlerine yansıtılabilmeleri amacıyla, iyi yapılandırılmış altı problemde oluşan öntest, uygulamalar öncesinde ve iyi yapılandırılmış altı problemde oluşan sontest uygulamaları sonrasında kullanılmıştır. Öğrencilerin problem çözümleri, ölçülen PÇB'nin problem çözümlerinde kullanılma durumu olarak dikkate alınmış ve "1=Eksik", "2=Kabul edilebilir" ve "3=İyi" şeklinde puanlama yapılarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeye göre, öğrencilerin öntest ve sontestteki PÇB düzeyi frekans dağılımları ve her bir PÇB için sontest ile öntest toplam puanları arasındaki fark Tablo 7'de verilmektedir.

Tablo 7'den görüldüğü gibi, uygulama öncesi ve sonrasında öğrencilerin PÇB gelişimleri arasında anlamlı bir farklılığın meydana geldiği belirlenmiştir. Bu farkın en az sekizinci beceride en çok ise dördüncü beceride gerçekleştiği tespit edilmiştir. Ayrıca 10 adet PÇB'nin yedi adetinin hiçbir öğrenci tarafından öntest problem çözümlerinde "iyi" seviyede kullanılmadığı görülmektedir. Dikkat çeken bir diğer bulgu da, "değişken, farklı durum, birden çok ilke-yasa" ve "olası hata" kodlu PÇB düzeylerinde bir gelişim oluşmasına rağmen, az sayıda öğrenci bu PÇB'leri problem çözümlerine "iyi" seviyede kullanabilmiştir. Diğer taraftan, az sayıda öğrencinin problem çözümlerinde "değişken, farklı durum, birden çok ilke-yasa" ve "olası hata" kodlu PÇB'leri problem çözümlerinde tam olarak kullanabildikleri diğer öğrencilerin bu PÇB'leri problem çözümlerinde kullanmada sorunlar yaşadığı tespit edilmiştir. Sontestte öğrencilerin tamamının "yorum" kodlu PÇB'yi problem çözümlerinde "iyi" seviyede kullanabildiği belirlenmiştir.

Tablo 7. PÇBT Öntest-Sontest Öğrenci Cevap Frekansları

PÇB Kodu	N	Test	PÇB Gelişim Düzeyine Göre Frekans Dağılımları			Toplam _{sontest} - Toplam _{öntest}
			E	K	İ	
Değişken	10	Öntest	6	4	0	8
	10	Sontest	0	8	2	
İlke Yasa	10	Öntest	2	8	0	10
	10	Sontest	0	2	8	
Sözel-Anlam	10	Öntest	3	7	0	12
	10	Sontest	1	2	7	
Tablo-Grafik	10	Öntest	8	1	1	15
	10	Sontest	1	2	7	
Çizim	10	Öntest	7	1	2	9
	10	Sontest	1	4	5	
Yorum	10	Öntest	4	1	5	9
	10	Sontest	0	0	10	
Farklı Durum	10	Öntest	10	0	0	10
	10	Sontest	3	4	3	
Birden Çok İlke-Yasa	10	Öntest	10	0	0	7
	10	Sontest	6	1	3	
Olası Hata	10	Öntest	8	2	0	8
	10	Sontest	0	7	3	
PÇ Süreci	10	Öntest	8	2	0	13
	10	Sontest	0	5	5	

Grup içi öntest-sontestteki PÇB düzeyleri arasındaki farkın anlamlılığını karşılaştırmak için Wilcoxon İlişkili İkili Örneklem Testi kullanılmıştır. Buna göre PÇEST'ye göre problem çözme etkinliklerinin gerçekleştirildiği öğrenci grubunun PÇBT öntest-sontest Wilcoxon İlişkili İki Örneklem Testi karşılaştırması Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. PÇBT Öntest-Sontest Öğrenci Toplam Puanı Wilcoxon İlişkili İki Örneklem Testi Karşılaştırması

Sontest-Öntest	f	Sıra Ort.	Sıra Top.	z	p
Negatif Sıra	0	-	-	-2.812	.005
Pozitif Sıra	10	5.50	55.00		
Eşit	0	-	-		

*p<.05

Tablo 8'e göre; problem çözme etkinliklerine katılan öğrencilerin tamamının öntest puanlarına göre sontest puanlarını istatistiksel olarak anlamlı düzeyde arttırdıkları görülmektedir ($p=.005$ ve $p<.05$). Ayrıca, problem çözme etkinliklerine katılan öğrencilerin, PÇBT'deki problem çözümlerine karşılık gelen PÇB düzeyleri öntest-sontest grup içi karşılaştırılması Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. PÇBT Öntest-Sontest Wilcoxon İlişkili İki Örneklem Testine Göre Karşılaştırma

PÇB Kodu	Negatif Sıra	Pozitif Sıra	Eşit	z	p
Değişken	0	7	3	-2.530	.011
İlke-Yasa	0	9	1	-2.887	.004
Sözel-Anlam	0	8	2	-2.714	.007
Tablo-Grafik	0	8	2	-2.598	.009
Çizim	1	7	2	-2.165	.030
Yorum	0	5	5	-2.121	.034
Farklı Durum	0	7	3	-2.428	.015
Birden Çok İlke-Yasa	0	4	6	-1.890	.059
Olası Hata	0	9	1	-2.810	.005
PÇ Süreci	0	9	1	-2.739	.006
Toplam	0	10	0	-2.812	.005

* $p<.05$

Tablo 9'da görüldüğü gibi; sadece bir öğrencinin öntest-sontest puanları arasında, "çizim" kodlu PÇB'yi problem çözümlerinde kullanmada negatif değişimin olduğu tespit edilmiştir. Tablodaki veriler dikkate alındığında, "birden çok ilke-yasa" kodlu PÇB dışındaki tüm PÇB gelişimlerinde anlamlı farklılık düzeyi p 'nin .05 değerinden düşük çıktığı ve puan değerlerinin sontest lehine yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılıkların anlamlılık değerleri PÇB kodlarına göre; *değişken* .011, *ilke-yasa* .004, *sözel-anlam* .007, *tablo-grafik* .009, *çizim* .03, *yorum* .034, *farklı durum* .015, *birden çok ilke-yasa* .059, *olası hata* .005, *PÇ süreci* .006 ve öntest-sontest'in tamamı için .005 değerindedir.

İyi yapılandırılmış problemlerden oluşan PÇBT'lerdeki yer alan problemlerin içerdiği PÇB'lerin gelişimleri ölçülmek istenilen her bir PÇB'nin sontest toplam puanı ile öntest toplam puanı arasındaki farkın değişim oranları şeklinde Tablo 10'da gösterilmektedir.

Tablo 10. PÇBT Öntest-Sontestine Göre Öğrencilerin PÇB Gelişim Düzeyleri

Ölçülen PÇB'ler	PÇB Kodu	Gelişim Düzeyleri (%)
1. Problemin değişkenlerini belirleyebilme	Değişken	40
2. Problemi ilgili ilke, yasa ve kanunlarla ilişkilendirerek temel matematiksel eşitlikleri oluşturabilme, yorumlayabilme ve sonuçlandırabilme	İlke-Yasa	50
3. Problemdaki önemli sözel ifadelere dikkat etme ve problemi tam olarak anlayabilme	Sözel-Anlam	60
4. Probleme ilgili tablo, grafik ve şekilleri problemin amacına uygun olarak yorumlayabilme	Tablo-Grafik	75
5. Probleme ilgili gerekli çizim ve diyagramları oluşturabilme	Çizim	45
6. Yoruma dayalı problemleri temel fizik ilkeleriyle ilişkilendirebilme, anlamlandırabilme ve yorumlayarak fikir üretebilme	Yorum	45
7. Problemdaki farklı durumları algılayabilme, ayırt edebilme ve bu durumları problem çözümünde kullanabilme	Farklı Durum	50
8. Konu ile ilgili birden fazla ilke/yasa/kanunu kapsayan problemlerde temel ilişki ve eşitlikleri oluşturarak problemi çözebilme	Birden Çok ilke-Yasa	35
9. Problemin çözüm sürecinde karşılaşılabilecek olası hata kaynaklarının farkına varabilme	Olası Hata	40
10. Problem çözme aşamalarını etkili bir şekilde uygulayabilme ve problemi sonuçlandırabilme	PÇ Süreci	65

Tablo 10'daki bulgular dikkate alındığında; “*değişken, birden çok ilke-yasa*” ve “*olası hata*” kodlu PÇB'lerdeki gelişim düzeylerinin diğerlerine göre daha düşük seviyede olduğu, en yüksek düzeyde PÇB gelişimi %75 gelişim düzeyi ile “*tablo-grafik*” kodlu PÇB'yi kullanmada gerçekleşirken en az gelişim de %35 gelişim düzeyi ile “*birden çok ilke-yasa*” kodlu PÇB'yi kullanmada gerçekleştiği tespit edilmiştir.

4.1.2. Bireysel Problem Çözme Materyallerinden Elde Edilen Bulgular

Bu başlık altında, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin ikinci aşamasındaki bireysel problem çözme uygulamaları basamağında her bir öğrencinin gerçekleştirdiği problem çözümlerinin analizinden elde edilen bulgular ayrı ayrı sunulmaktadır. Elde edilen bulgular iki aşamalı olarak sunulmuştur. Birinci aşamada, öğrencilerin çözdüğü bireysel problemlerden rastgele seçilen üç problem çözümünün PÇB kullanma düzeyi dikkate alınarak PÇB gelişim düzeyi belirlenmiştir. Bu kapsamda elde edilen bulguların detaylı analizleri görsellerle birlikte verilmiş, ikinci aşamada ise; öğrencilerin bireysel problem çözme basamağında gerçekleştirdiği problem çözümlerinin bütünüyle değerlendirilmelerinden elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Problem çözme

etkinliklerine katılan öğrencilerin gerçek isimleri yerine D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9 ve D10 kodları kullanılmıştır.

4.1.2.1. D1 Kodlu Öğrencinin Problem Çözümlerinden Elde Edilen Bulgular

D1 kodlu öğrenci, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin ikinci aşamasında, örnek problem çözme basamağında çözülmesi hedeflenen 22 problemde 20 adetinin çözümüne katıldığı ve bireysel problem çözme basamağında çözülmesi hedeflenen 22 problemde 20 adetinin çözümünü gerçekleştirmiş olduğu tespit edilmiştir. D1 kodlu öğrenci, problem çözme etkinlikleri sürecinde ek problem çözmemiş ve çözmesi hedeflenen 22 ödev probleminden 12 adetinin çözümünü gerçekleştirmiştir.

D1 kodlu öğrencinin, öğretmen rehberliğinde çözdüğü bireysel problem çözümlerinden rastgele seçilen üç problem çözümünün analizi aşağıda sunulmaktadır. Bu kapsamda, D1 kodlu öğrencinin, birinci problem çözümü Katı Basıncı Bireysel Problem 1 için çözümü incelenmiştir (Şekil 7).

Taban kenar uzunlukları 750cm ve 2m olan bir beton bloğun kütlesi 30kg'dır. Bu beton bloğun yatay zemine uyguladığı basınç kaç paskaldır? ($g=10m/s^2$)	
<p>1. Bilgi toplama</p> <p>-Hangi bilgiler verilmiş?</p> <p>-Tam olarak ne soruluyor?</p>	<p>750cm 2m 30kg $g=10m/s^2$</p> <p>Beton bloğun basıncı</p>
<p>2. Yaklaşımı organize etme</p> <p>-Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız?</p> <p>-Basit bir çizim yapınız.</p> <p>-Problemdeki önemli kavramları belirleyiniz.</p>	<p>Kutu</p> <p>750 = 7,5 m</p> <p>2m</p> <p>30kg</p> <p>15</p>
<p>3. Problemin analizi</p> <p>-Problemde kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz.</p> <p>-Gerekli matematiksel işlemleri yapınız.</p>	<p>$G = 30 \cdot 10 = 300 \text{ N}$</p> <p>$A = 7,5 \cdot 2 = 15 \text{ m}^2$</p> <p>$P = \frac{G}{A} = \frac{300 \text{ N}}{15 \text{ m}^2} = 20 \text{ P}$</p>
<p>4. Çabalarınızdan öğrendikleriniz</p> <p>-Sonuçları kontrol etme</p> <p>-Çözüm mantıklı mı?</p> <p>-Problem çözümüden neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz?</p>	<p>Sonuçları kontrol ettim</p> <p>Çözüm mantıklı</p> <p>Çm y, m ve kg cinsinde</p>

Şekil 7. D1 kodlu öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 1 için çözümü

Katı Basıncı Bireysel Problem 1'in içerdiği PÇB'ler ve D1 kodlu öğrencinin bu PÇB'leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. D1 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Katı Basıncı Bireysel Problem 1 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problemin İçerdiği PÇB'ler	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	3	3	3	-	-	-	-	-	3	3

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

Araştırmanın uygulama sürecinde D1 kodlu öğrencinin Şekil 7'deki problem çözümü, problemin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

D1 kodlu öğrenci, problemdeki değişkenleri birimleriyle birlikte tam olarak belirlemiş ve problem çözümünde doğru bir şekilde kullanmıştır. Problem çözümü için gerekli katı basıncı formülünü yazarak tam ve amacına uygun olarak kullanabilmiştir. Problemde verilen sözel ifadeleri anlayıp çözüme tam olarak yansıtabilmiştir. Herhangi bir hataya düşmeden PÇ basamaklarını dikkate alan ve son basamaktaki sonuçları kontrol etme kısmını da dikkate alarak çözümünü tamamlayan D1 kodlu öğrenci, problemin içerdiği tüm PÇB'ler için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır.

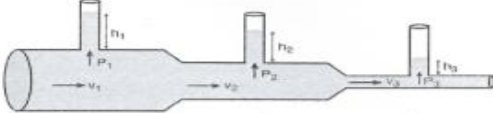
D1 kodlu öğrencinin ikinci problem çözümü, Sıvı Basıncı Bireysel Problem 10 için gerçekleştirdiği çözüm Şekil 8'de gösterilmiştir.

Sıvı Basıncı Bireysel Problem 10'un içerdiği PÇB'ler ve D1 kodlu öğrencinin bu PÇB'leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. D1 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 10 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problemin İçerdiği PÇB'ler	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	3	2	2	-	-	2	-	-	2	3

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi



Düsey kesiti şekilde gösterilen düzende soldan sağa doğru sıvı akışı olduğuna göre sıvı akış hızlarını, sıvı basınçlarını ve borulardaki sıvı yükselme miktarlarını küçükten büyüğe doğru sıralayınız.

<p>1. Bilgi toplama</p> <p>-Hangi bilgiler verilmiş?</p> <p>-Tam olarak ne soruluyor?</p>	Borunun kesit alanı verilmis
<p>2. Yaklaşımı organize etme</p> <p>-Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız?</p> <p>-Basit bir çizim yapınız.</p> <p>-Problemdeki önemli kavramları belirleyiniz.</p>	evet
<p>3. Problemin analizi</p> <p>-Problemde kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz.</p> <p>-Gerekli matematiksel işlemleri yapınız.</p>	Basınç $P_3 < P_2 < P_1$ akış hızı $v_1 > v_2 > v_3$
<p>4. Cebalarınızdan öğrendikleriniz</p> <p>-Sonuçları kontrol etme</p> <p>-Çözüm mantıklı mı?</p> <p>-Problemün çözümünden neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz?</p>	evet

Şekil 8. D1 kodlu öğrencinin Sıvı Basıncı Bireysel Problem 10 için çözümü

Araştırmanın uygulama sürecinde D1 kodlu öğrencinin Şekil 8'deki problem çözümü, problemin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

Bu problemin çözümünde D1 kodlu öğrenci, problemde verilen değişkenleri borunun kesit alanı, hız ve basınç olarak doğru belirlemiş ve "değişken" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Kesit alanının daraldığı yerde hızın artacağını basıncın azalacağını ifade eden Bernoulli ilkesini amacına uygun şekilde analiz edip problem çözümüne tam olarak yansıtamamış ve bu "ilke-yasa" kodlu PÇB için "kabul edilebilir" seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır. Problemde hız ve basınçları küçükten büyüğe doğru sıralayınız ifadesi olmasına rağmen, D1 kodlu öğrenci hız değişkenini büyükten küçüğe doğru sıralamaya çalışmış ve problemdeki sözel ifadelere tam olarak dikkat etmediği tespit edilmiştir. Böylece "sözel-anlam" kodlu PÇB için "kabul edilebilir" seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır. Bernoulli ilkesinin yorumlanmasını gerektiren bu problemin çözümünde D1 kodlu öğrenci, basınç değişimlerini belirleyebilmiş, ancak hız değişkenlerinin sıralamasını ters yazmış ve bu ilkeyi tam olarak yorumlayamamış ve "yorum" kodlu PÇB için "kabul edilebilir" seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır. Problem çözme aşamalarının son basamağındaki "sonuçları kontrol etme" ifadesi bulunmasına

rağmen D1 kodlu öğrenci, hız değişimlerini sıralarken hata yaptığının farkına varmamış ve “olası hata” kodlu PÇB için “kabul edilebilir” seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır. D1 kodlu öğrenci problem çözme basamaklarının tamamına dikkat ederek PÇ sürecini dikkate almış ve “PÇ süreci” kodlu PÇB için “iyi” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır.

D1 kodlu öğrencinin, Kaldırma Kuvveti Bireysel Problem 3 için gerçekleştirdiği çözüm Şekil 9’da gösterilmiştir.

Şekil I: K cismi Y sıvısı içinde dengededir. Şekil II: K cismi X ve Y sıvısı içinde dengededir.

K cismi Y sıvısı içinde dengededir. Kap içine Y sıvısı ile karışabilen X sıvısı ilave edilerek bir karışım oluşturuluyor. Cismin karışım içindeki denge durumu şekil-II'deki gibi oluyor. Buna göre aşağıda verilen ifadelerden hangileri doğrudur?

I. K ile Y'nin yoğunluğu eşittir. ✓
 II. Cisme etki eden kaldırma kuvveti artmıştır. ✗
 III. Öz kütlesi en küçük olan Y sıvısıdır. ✗
 IV. Karışımın öz kütlesi cismin öz kütlesinden büyüktür. ✓

<p><u>1. Bilgi toplama</u></p> <p>-Hangi bilgiler verilmiş? -Tam olarak ne soruluyor?</p>	
<p><u>2. Yaklaşımı organize etme</u></p> <p>-Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız? -Basit bir çizim yapınız. -Problemdeki önemli kavramları belirleyiniz.</p>	
<p><u>3. Problemin analizi</u></p> <p>-Problemde kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz. -Gerekli matematiksel işlemleri yapınız.</p>	
<p><u>4. Çabalarınızdan öğrendiklerinizi</u></p> <p>-Sonuçları kontrol etme -Çözüm mantıklı mı? <i>evet</i> -Problemün çözümünden neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz?</p>	

Şekil 9. D1 kodlu öğrencinin Kaldırma Kuvveti Bireysel Problem 3 için çözümü

Kaldırma Kuvveti Bireysel Problem 3'ün içerdiği PÇB'ler ve D1 kodlu öğrencinin bu PÇB'leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 13'de verilmiştir.

Tablo 13. D1 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Kaldırma Kuvveti Bireysel Problem 3 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problemin İçerdiği PÇB'ler	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	3	3	3	-	-	-	3	-	3	3

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

Araştırmanın uygulama sürecinde D1 kodlu öğrencinin Şekil 9'daki problem çözümü, problemin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

D1 kodlu öğrenci, problem çözümünü problem çözme materyaline yansıtmadan sadece verilen ifadelerin doğruluğunu veya yanlışlığını gösteren sembollerle çözümünü ifade etmiş ve problem çözme basamaklarının son kısmındaki soruya “evet” cevabını vererek problem çözümünü kontrol ettiğini ifade etmiştir. D1 kodlu öğrencinin bu tam çözümü, PÇB'lerin tamamını problem çözümünde amacına uygun olarak kullandığı şeklinde yorumlanmış ve her bir PÇB için “iyi” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır.

D1 kodlu öğrencinin, PÇEST'nin ikinci aşamasında katılmış olduğu bireysel problem çözümlerinin tamamının değerlendirilmesinden elde edilen bulgular Tablo 14'te sunulmaktadır.

Tablo 14'ten görüldüğü gibi; D1 kodlu öğrencinin, “*değişken*” kodlu PÇB'yi problem çözümlerinde etkili olarak kullanabildiği, ancak bazı problem çözümlerinde değişkenleri doğru olarak belirlemesine rağmen değişkenlerin birimlerine dikkat etmediği belirlenmiştir. D1 kodlu öğrencinin, bu beceriyi kapsayan 20 problem çözümünde toplamda 60 puan üzerinden 50 puan alması “*değişken*” kodlu PÇB'yi bireysel problem çözümlerinde %83,33 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D1 kodlu öğrenci, “*ilke-yasa*” kodlu PÇB'yi oldukça iyi kullanabilmiş, fakat matematiksel işlem yapmadan eşitlikleri yorumlayarak sonuç çıkarmayı gerektiren problemlerde kısmen sorunlar yaşamıştır. D1 kodlu öğrencinin, bu beceriyi içeren 20 problem çözümünde toplamda 60 puan üzerinden 54 puan alması bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %90 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D1 kodlu öğrencinin, “*sözel-anlam*” kodlu PÇB'yi problem çözümlerinde etkili olarak kullandığı ancak “*farklı durum*” ve “*yorum*” kodlu PÇB'leri de içeren de bazı problemlerdeki anahtar kelimeleri dikkate almadığı belirlenmiştir. D1 kodlu öğrencinin bu beceriyi içeren 20 problem çözümünde toplamda 60 puan üzerinden 52 puan alması bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %86,67 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

Tablo 14. D1 Kodlu Öğrencinin PÇB Kodlarına Göre Bireysel Problem Çözümlerinde PÇB'leri Kullanma Seviyeleri

PÇB Kodu / Problem No	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
1	3	3	3	-	-	-	-	-	3	3
2	3	3	2	-	-	-	3	-	2	2
3	2	3	3	-	-	-	3	-	2	3
4	2	2	3	2	-	-	-	-	2	2
5	3	3	3	-	3	-	-	-	3	3
6	3	3	3	-	3	-	-	-	3	3
7	3	3	3	-	-	-	-	-	3	3
8	2	3	2	-	-	-	2	-	2	3
9	3	3	2	-	-	-	2	-	2	2
10	2	2	2	-	-	2	-	-	2	3
11	2	3	3	-	2	-	3	-	2	3
12	2	3	3	2	-	-	-	-	2	3
13	3	3	2	-	-	-	-	2	2	2
14	3	3	3	-	-	3	-	-	3	3
15	2	2	3	-	-	2	-	-	2	2
16	3	3	3	-	-	-	-	-	3	3
17	2	2	2	-	-	2	-	-	2	2
18	3	2	2	-	-	2	-	-	2	2
19	3	3	3	-	-	3	3	-	3	3
20	2	3	3	2	-	-	-	-	2	2

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

D1 kodlu öğrencinin bireysel problem çözümlerinde, “*tablo-grafik*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde “*kabul edilebilir*” seviyelerde kullanabildiği, grafik içeren problemlerdeki verileri kullanmada kısmen eksiklerinin olduğu ve grafik çizimi gerektiren problemlerde eksikliklerinin daha dikkat çekici seviyelerde olduğu tespit edilmiştir. D1 kodlu öğrencinin, “*tablo-grafik*” kodlu PÇB’yi içeren üç problem çözümünde toplam 9 puan üzerinden 6 puan alması, bu beceriyi bireysel problem çözümlerinde %66,67 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D1 kodlu öğrencinin, “*çizim*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde etkili olarak kullanabildiği tespit edilmiştir. D1 kodlu öğrenci problem durumlarını görselleştirerek bu görselleri problem çözümlerinde amacına uygun olarak kullanabilmiştir. D1 kodlu öğrencinin bu beceriyi içeren iki problem çözümünde toplam 6 puan üzerinden 5 puan alması bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %83,33 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D1 kodlu öğrenci, “*yorum*” kodlu PÇB’yi genellikle matematiksel işlem gerektirmeyen eşitliklerin ve değişkenlerin yorumlanmasına bağlı olan problem çözümlerinde etkili olarak kullanamadığı belirlenmiştir. “*Yorum*” kodlu PÇB’yi yedi problem çözümünün beşinde

amacına uygun ve tam olarak problem çözümlerinde kullanamamıştır. D1 kodlu öğrencinin bu beceriyi içeren yedi problem çözümünde toplam 21 puan üzerinden 16 puan alması bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %76,19 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

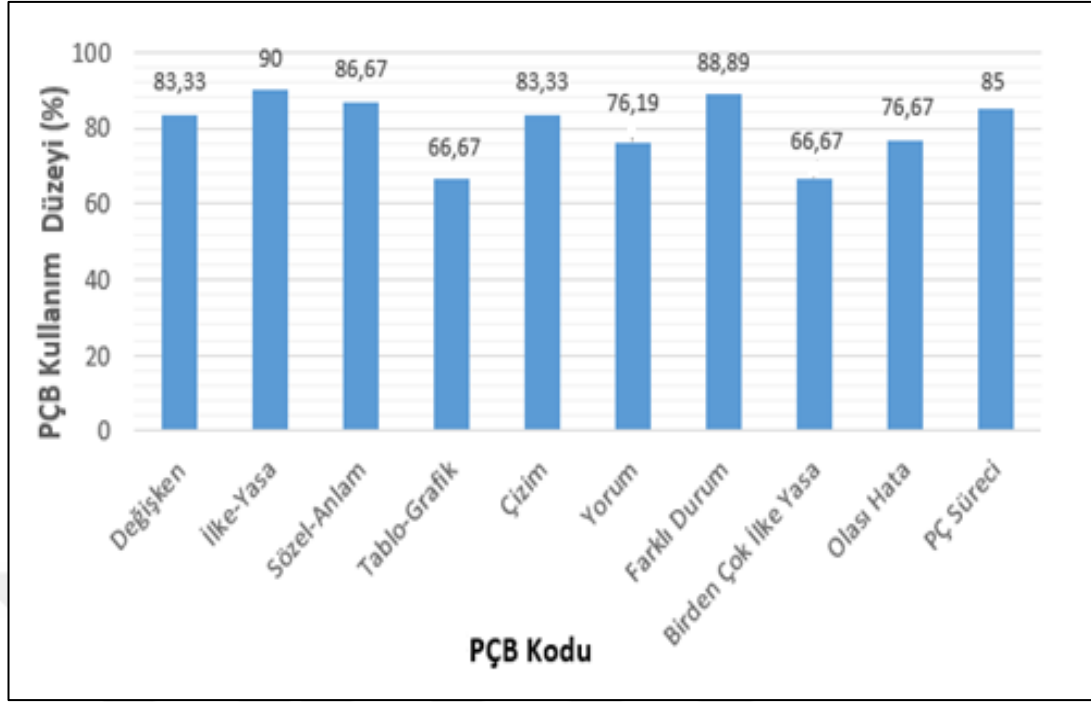
D1 kodlu öğrencinin, “*farklı durum*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde oldukça etkili kullanabildiği belirlenmiştir. D1 kodlu öğrencinin, “*farklı durum*” kodlu PÇB’yi içeren altı problem çözümünde toplam 18 puan üzerinden 16 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %88,89 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D1 kodlu öğrencinin, bireysel problem çözümlerinde, “*birden çok ilke-yasa*” kodlu PÇB’yi problem çözümüne yeterli düzeyde yansıtamadığı gözlenmiştir. D1 kodlu öğrencinin çözümünde birden çok ilke-yasa-kanun içeren problemleri çözebildiği, ancak temel ilişki ve eşitlikleri oluşturmada zorlandığı ve problemin tam sonucuna ulaşamadığı tespit edilmiştir. D1 kodlu öğrencinin, “*birden çok ilke-yasa*” kodlu PÇB’yi içeren problem çözümünde 3 puan üzerinden 2 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %66,67 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D1 kodlu öğrencinin, katılmış olduğu problem çözme etkinliklerinde, “*olası hata*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde etkili olarak kullanamadığı ve problemlerin yarısından fazlasında basitte olsa hatalar yaptığı belirlenmiştir. Bu hata ve eksikliklerin daha çok “*tablo-grafik*” ve “*yorum*” kodlu PÇB’leri de içeren problemlerde olduğu tespit edilmiştir. D1 kodlu öğrencinin, “*olası hata*” kodlu PÇB’yi içeren 20 problem çözümünde toplam 60 puan üzerinden 46 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %76,67 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D1 kodlu öğrencinin, “*PÇ süreci*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde oldukça etkili olarak kullanabildiği belirlenmiştir. Matematiksel işlem gerektiren problem çözümlerinde problem çözme aşamalarını takip etmiş ancak “*yorum*” kodlu PÇB’yi de içeren problemlerin çoğunda problem çözme aşamalarını dikkate almadan çözümünü tamamlamıştır. D1 kodlu öğrencinin, “*PÇ süreci*” kodlu PÇB’yi içeren 20 problem çözümünde toplam 60 puan üzerinden 51 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %85 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D1 kodlu öğrencinin, katılmış olduğu bireysel problem çözümlerinin tamamı dikkate alındığında, PÇB’leri problem çözümlerinde kullanma düzeyleri ile ilgili bulgular Şekil 10’da gösterilmiştir.



Şekil 10. D1 kodlu öğrencinin bireysel problem çözümleri için PÇB'leri problem çözümlerinde kullanma düzeyi grafiği

Problem çözme becerileri gelişimi değerlendirme ölçeğine göre D1 kodlu öğrencinin problem çözme becerilerini bireysel problem çözümlerinde kullanabilme seviyeleri Tablo 15'de verilmiştir.

Tablo 15. D1 Kodlu Öğrencinin PÇB Seviyeleri

PÇB Kodu	Beceri Düzeyi (%)	Beceri Seviyesi
Değişken	83,33	İyi
İlke-Yasa	90	İyi
Sözel-Anlam	86,67	İyi
Tablo-Grafik	66,67	Kabul Edilebilir
Çizim	83,33	İyi
Yorum	76,19	İyi
Farklı Durum	88,89	İyi
Birden Çok İlke-Yasa	66,67	Kabul Edilebilir
Olası Hata	76,67	İyi
PÇ Süreci	85	İyi

4.1.2.2. D2 Kodlu Öğrencinin Problem Çözümlerinden Elde Edilen Bulgular

D2 kodlu öğrenci, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin ikinci aşamasında, örnek problem çözme basamağında çözülmesi hedeflenen 22 problemden 20 adetinin çözümüne katıldığı ve bireysel problem çözme basamağında çözülmesi hedeflenen 22 problemden 19 adetinin çözümünü gerçekleştirmiş olduğu tespit edilmiştir. D2 kodlu öğrenci, problem çözme etkinlikleri sürecinde bir adet ek problem çözmüş ve çözmesi hedeflenen 22 ödev probleminden sadece altı adetinin çözümünü gerçekleştirmiştir.

D2 kodlu öğrencinin, öğretmen rehberliğinde çözdüğü bireysel problem çözümlerinden rastgele seçilen üç problem çözümünün analizi aşağıda sunulmaktadır. Bu kapsamda D2 kodlu öğrencinin birinci problem çözümü Katı Basıncı Bireysel problem 6'nın çözümü incelenmiştir. D2 kodlu öğrencinin, Katı Basıncı Bireysel Problem 6 için gerçekleştirdiği çözüm Şekil 11'de gösterilmiştir.

Yatay doğrultudaki bir tahtaya çivi çakılacaktır. Çivinin kütlesi 200g olup çiviye 38N'lık bir kuvvet uygulanıyor. Çivinin baş tarafının kesit alanı 0,49cm ² uç kısmının kesit alanı ise 0,08cm ² 'dir. Buna göre çivini tahtaya uyguladığı basınç kaç N'dur? (g=10m/s ²)	
<p>1. Bilgi toplama</p> <p>-Hangi bilgiler verilmiş?</p> <p>-Tam olarak ne soruluyor?</p>	<p>→ baş kısmı = 0,49cm² 200g uc kısmı = 0,08cm² 38N KUVVET UYGULANAN</p>
<p>2. Yaklaşımı organize etme</p> <p>-Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız?</p> <p>-Basit bir çizim yapınız.</p> <p>-Problemdeki önemli kavramları belirleyiniz.</p>	<p>→ H Çivinin</p> <p>38N</p> <p>0,49cm²</p> <p>0,08cm²</p> <p>m = 200g</p> <p>200g = 0,2kg = 0,2.10 = 2N</p>
<p>3. Problemin analizi</p> <p>-Problemde kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz.</p> <p>-Gerekli matematiksel işlemleri yapınız.</p>	<p>→ $P = \frac{F}{S} = \frac{2 + 38N}{0,08 \cdot 10^{-4}} = \dots P_0$</p>
<p>4. Cebalarınızdan öğrendikleriniz</p> <p>-Sonuçları kontrol etme</p> <p>-Çözüm mantıklı mı?</p> <p>-Problemün çözümünden neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz?</p>	<p>→ Birimler cismin ağırlığı ve kuvvet</p>

Şekil 11. D2 kodlu öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 6 için çözümü

Katı Basıncı Bireysel Problem 6'nın içerdiği PÇB'ler ve D2 kodlu öğrencinin bu PÇB'leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16. D2 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Katı Basıncı Bireysel Problem 6 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problemin İçerdiği PÇB'ler	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	3	3	3	-	3	-	-	-	3	3

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

Araştırmanın uygulama sürecinde D2 kodlu öğrencinin Şekil 11'deki problem çözümü, problemin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

D2 kodlu öğrenci, problemde verilen değişkenleri uygun birimleriyle birlikte tam ve doğru olarak belirlemiş ve "değişken" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Katı basıncını ifade eden formülü problem çözümünde amacına uygun ve doğru şekilde kullanarak "ilke-yasa" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D2 kodlu öğrencinin, problem çözümünü tam ve doğru olarak tamamlaması problemdeki sözel ifadelerle dikkat ettiği şeklinde değerlendirilmiş ve "sözel-anlam" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D2 kodlu öğrenci, yaptığı çizimle problemi amacına uygun olarak görselleştirebilmiş ve "çizim" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Problem çözümünde herhangi bir hata yapmayan D2 kodlu öğrenci, "olası hata" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D2 kodlu öğrenci, problem çözme basamaklarını problem çözme materyaline uygun şekilde son kısma kadar takip ederek problem çözümünü tamamlamıştır. D2 kodlu öğrenci, "PÇ süreci" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır.

D2 kodlu öğrencinin, Sıvı Basıncı Bireysel Problem 3 için gerçekleştirdiği çözüm Şekil 12'de gösterilmiştir.

Sıvı Basıncı Bireysel Problem 3'ün içerdiği PÇB'ler ve D2 kodlu öğrencinin bu PÇB'leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 17'de verilmiştir.

Tablo 17. D2 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 3 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problemin İçerdiği PÇB'ler	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	2	3	2	-	-	-	3	-	3	3

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

S_2
 d
 d
 d
 d
 $3d$ $3d$ $3d$ $3d$
 S_1

Birbirine karışmayan sıvılardan oluşan sistemde bölmeler birbirine eşittir.

A) Tabana etki eden sıvı basıncı ve basınç kuvvetini hesaplayınız. $=P$ F

B) Kap ters çevrildiğinde tabana etki eden sıvı basıncı ve basınç kuvvetini hesaplayınız. P' F'

<p>1. Bilgi toplama</p> <p>-Hangi bilgiler verilmiş?</p> <p>-Tam olarak ne soruluyor?</p>	<p>$3d$ d S_1 S_2 8U'lık kap</p>
<p>2. Yaklaşımı organize etme</p> <p>-Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız?</p> <p>-Basit bir çizim yapınız.</p> <p>-Problemdeki önemli kavramları belirleyiniz.</p>	<p>cevap</p>
<p>3. Problemin analizi</p> <p>-Problemde kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz.</p> <p>-Gerekli matematiksel işlemleri yapınız.</p>	<p>$P = 7d \cdot 3d \cdot s + 4h \cdot d \cdot s$</p> <p>$F = 7h \cdot d \cdot s \cdot S_1$</p> <p>$P' = 3d \cdot 4h \cdot s + h \cdot d \cdot s$</p> <p>$F' = 13h \cdot d \cdot s \cdot S_2$</p>
<p>4. Çabalarınızdan öğrendikleriniz</p> <p>-Sonuçları kontrol etme.</p> <p>-Çözüm mantıklı mı?</p> <p>-Problem çözümünden neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz?</p>	<p>kap ters çevrildiğinde 3d'lik sıvının alta gelmesi</p>

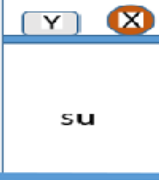
Şekil 12. D2 kodlu öğrencinin Sıvı Basıncı Bireysel Problem 3 için çözümü

Araştırmanın uygulama sürecinde D2 kodlu öğrencinin Şekil 12'deki problem çözümü, problemin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

D2 kodlu öğrenci, problem çözümünde kullanacağı değişkenlerden biri olan taban alanlarını $S_2=S$ ve $S_1=4S$ olarak veya benzeri şekilde belirleyememiştir. Çünkü problemde kabın eşit bölmeli olduğu açık bir şekilde belirtilmiştir. D2 kodlu öğrenci, "değişken" kodlu PÇB için "kabul edilebilir" seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır. D2 kodlu öğrenci, sıvı basıncını ifade eden formülü problem çözümünde amacına uygun olarak kullanmış ve "ilkeyasa" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Problemdeki sözel ifadeleri tam olarak anlamlandıramayan D2 kodlu öğrenci, taban alanlarını birini diğerinin dört katı olacak şekilde belirleyememiş ve çözümde taban alanlarını S_1 ve S_2 şeklinde temsil ederek çözümü tamamlamıştır. D2 kodlu öğrenci, "sözel-anlam" kodlu PÇB için "kabul edilebilir" seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır. Bu problemde, mevcut durumu temsil eden şekil verildiğinden çözümde ifade edilen yeni durum için oluşturulan şekil "çizim" kodlu

PÇB kapsamında değerlendirilmeye dahil edilmemiştir. D2 kodlu öğrencinin, problem çözümü için ifade edilen kabın ters çevrildiği durumda, 3d yoğunluklu sıvının alt kısma inerek 4h'lik kısmı dolduracağını ve diğer sıvının üstte olacağını problem çözümünde kullanması, kabın ilk durumu ile son durumu arasındaki farkı ayırt edebildiğini göstermiştir. Bu öğrenci "farklı durum" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Problem çözümünde herhangi bir hata yapmayarak çözümü tamamlayan D2 kodlu öğrenci, "olası hata" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D2 kodlu öğrenci problem çözümünde problem çözme basamaklarını dikkate alarak PÇ sürecini tamamladığından "PÇ süreci" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır.

D2 kodlu öğrencinin, Sıvı Basıncı Bireysel Problem 7 için gerçekleştirdiği çözüm Şekil 13'de gösterilmiştir.



Bir su bidonun içi 2m derinliğinde su ile doldurularak üzerine kesit alanı $3m^2$ olan sürtünmesiz ve su sızdırmaz 10kg kütleli bir piston konuluyor. Bidonun tabanındaki toplam basıncı artırmak için pistonun üzerine kütleleri sırasıyla 30kg ve 21kg olan X ve Y cisimleri konularak sistem denge haline getiriliyor.

20 A) Bu durumda bidonun tabanında oluşan toplam basıncı hesaplayınız.
B) Bidonun tabanındaki toplam basınç kuvvetini hesaplayınız. ($d_{su}=1.000kg/m^3$ ve $g=10m/s^2$)

<p>1. Bilgi toplama</p> <p>-Hangi bilgiler verilmiş? -Tam olarak ne soruluyor?</p>	
<p>2. Yaklaşımı organize etme</p> <p>-Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız? -Basit bir çizim yapınız. -Problemdeki önemli kavramları belirleyiniz.</p>	
<p>3. Problemin analizi</p> <p>-Problemde kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz. -Gerekli matematiksel işlemleri yapınız.</p>	<p>$P_{piston} = \frac{510}{3} = 170 \text{ PA}$</p> <p>$P_{taban} = P_{su} + P_{cisim}$</p> <p>$P_{taban} = 170 + 2.000 \cdot 10 = 20170$</p>
<p>4. Cabalarınzdan öğrendikleriniz</p> <p>-Sonuçları kontrol etme -Çözüm mantıklı mı? -Problemın çözümünden neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz?</p>	<p>→ Birim ve eşitlikler</p>

Şekil 13. D2 kodlu öğrencinin Sıvı Basıncı Bireysel Problem 7 için çözümü

Sıvı Basıncı Bireysel Problem 7'nin içerdiği PÇB'ler ve D2 kodlu öğrencinin bu PÇB'leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 18. D2 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 7 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problemin İçerdiği PÇB'ler	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	2	3	2	-	-	-	-	3	2	3

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

Araştırmanın uygulama sürecinde D2 kodlu öğrencinin Şekil 13'teki problem çözümü, problemin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

D2 kodlu öğrenci, problem çözümünde kullanacağı değişkenleri doğru belirlemiş fakat problem çözümünde tabanda oluşan basıncın birimini ifade etmediğinden “*değişken*” kodlu PÇB için “*kabul edilebilir*” seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır. D2 kodlu öğrenci, problem çözümü için katı ve sıvı basıncı formüllerini doğru şekilde kullanarak oluşan basınçları ayrı ayrı hesaplayarak kabın tabanında oluşan toplam basıncı bulmuştur. Bu öğrenci “*ilke-yasa*” kodlu PÇB için “*iyi*” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D2 kodlu öğrenci, problemde çözülmesi istenilen A ve B seçeneklerinden sadece A'yı çözmüştür. Bu durum D2 kodlu öğrencinin, problemdeki sözel ifadelere yeterli düzeyde dikkat etmediği şeklinde değerlendirilmiş ve bu öğrenci “*sözel-anlam*” kodlu PÇB için “*kabul edilebilir*” seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır. D2 kodlu öğrenci, sıvı ve katı basıncını kullanarak P_{taban} için ilgili eşitliği amacına uygun ve doğru şekilde oluşturup problem çözümünü gerçekleştirmiştir. D2 kodlu öğrenci, “*birden çok ilke-yasa*” kodlu PÇB için “*iyi*” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Problem çözümünde iki farklı yerde ifade edilmesi gereken basınç birimini problemin son aşamasında P_{taban} 'ı ifade ederken kullanmayan D2 kodlu öğrenci, bu hata kaynağının farkında olmamış ve “*olası hata*” kodlu PÇB için “*kabul edilebilir*” seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır. D2 kodlu öğrenci, problem çözme basamaklarının ilk ikisini problem çözme materyaline doğrudan yansıtmadan, üçüncü basamaktan itibaren problem çözme materyalini takip etmiştir. Bu öğrencinin problem çözümünün ilk iki basamakta yapılması gerekenleri üçüncü basamak itibariyle problem çözümüne doğru şekilde yansıttığı ve problem çözümünü doğru olarak tamamladığı belirlenmiştir. D2 kodlu öğrenci, “*PÇ süreci*” kodlu PÇB için “*iyi*” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır.

D2 kodlu öğrencinin, PÇEST'nin ikinci aşamasında katılmış olduğu bireysel problem çözümlerinin tamamının değerlendirilmesinden elde edilen bulgular Tablo 19'da sunulmaktadır.

Tablo 19'dan görüldüğü gibi; D2 kodlu öğrenci, “değişken” kodlu PÇB'yi problem çözümlerinde oldukça etkili bir şekilde kullanabilirken “yorum” kodlu PÇB'yi de içeren iki problem çözümünde değişkenleri tam olarak belirleyemediği tespit edilmiştir. D2 kodlu öğrencinin, “değişken” kodlu PÇB'yi kapsayan 19 problem çözümünde toplam 57 puan üzerinden 53 puan alması, bu beceriyi bireysel problem çözümlerinde %92,98 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D2 kodlu öğrencinin, “ilke-yasa” kodlu PÇB'yi problem çözümlerinin tamamına yakınında üst düzeyde kullanabildiği tespit edilmiştir. Ancak “yorum” kodlu PÇB'yi de içeren bazı problem çözümlerinde “ilke-yasa” kodlu PÇB'yi problem çözümlerinde aynı düzeyde kullanamamıştır. D2 kodlu öğrencinin, “ilke-yasa” kodlu PÇB'yi kapsayan 19 problem çözümünde toplam 57 puan üzerinden 55 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %96,49 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

Tablo 19. D2 Kodlu Öğrencinin PÇB Kodlarına Göre Bireysel Problem Çözümlerinde PÇB'leri Kullanma Seviyeleri

PÇB Kodu Problem No	Değişken	İlke- Yasa	Sözel- Anlam	Tablo- Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
1	3	3	3	-	-	3	-	-	3	3
2	3	3	3	-	3	-	-	-	3	3
3	3	3	3	3	-	3	-	-	3	3
4	2	2	2	-	-	2	2	-	2	2
5	3	3	3	-	3	-	3	-	3	3
6	3	3	3	3	-	-	-	-	3	3
7	2	3	2	-	-	-	-	3	2	2
8	3	3	3	-	-	3	-	-	3	3
9	3	3	3	-	-	-	3	-	3	3
10	3	3	3	-	-	3	-	-	3	3
11	3	3	3	-	-	-	-	-	3	3
12	2	3	3	-	-	-	2	-	2	2
13	3	3	3	-	-	-	-	-	3	3
14	3	3	3	-	-	3	-	-	3	3
15	3	3	3	-	-	-	3	-	3	3
16	3	3	3	3	-	-	-	-	3	3
17	3	3	3	-	-	-	-	-	2	2
18	3	3	3	-	-	3	-	-	3	3
19	2	2	2	-	-	2	-	-	2	2

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

D2 kodlu öğrencinin, “*sözel-anlam*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde etkili olarak kullandığı ve problemlerin tamamına yakınında önemli sözel ifadelere dikkat ederek bu ifadeleri problem çözümünde dikkate aldığı belirlenmiştir. D2 kodlu öğrencinin, “*sözel-anlam*” kodlu PÇB’yi kapsayan 19 problem çözümünde toplam 57 puan üzerinden 54 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %97,74 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D2 kodlu öğrenci, “*tablo-grafik*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinin tamamında etkili şekilde kullanarak problemleri tam olarak çözebildiği tespit edilmiştir. D2 kodlu öğrencinin, “*tablo-grafik*” kodlu PÇB’yi kapsayan üç problem çözümünde toplam 9 puan üzerinden 9 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %100 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D2 kodlu öğrencinin, “*çizim*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde oldukça iyi kullanabildiği belirlenmiştir. Bu öğrenci, problem çözümleri ile ilgili çizim ve diyagramları oluşturarak amacı doğrultusunda etkili bir şekilde kullanmıştır. D2 kodlu öğrencinin, “*çizim*” kodlu PÇB’yi içeren iki problem çözümünde toplam 6 puan üzerinden 6 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %100 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D2 kodlu öğrencinin, “*yorum*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinin tamamına yakınında etkili şekilde kullandığı belirlenmiştir. Ancak matematiksel işlem gerektirmeyen ve “*yorum*” kodlu PÇB’yi de içeren problem çözümlerinde kısmen eksiklikler yaşadığı tespit edilmiştir. D2 kodlu öğrencinin, “*yorum*” kodlu PÇB’yi içeren sekiz problem çözümünde toplam 24 puan üzerinden 22 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %91,67 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D2 kodlu öğrenci, “*farklı durum*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde etkili olarak kullanabilmiştir. Ancak “*yorum*” kodlu PÇB’yi de içeren bir problem çözümünde “*farklı durum*” kodlu PÇB’yi etkili bir şekilde kullanamadığı belirlenmiştir. D2 kodlu öğrencinin, “*farklı durum*” kodlu PÇB’yi içeren beş problem çözümünde toplam 15 puan üzerinden 13 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %86,67 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

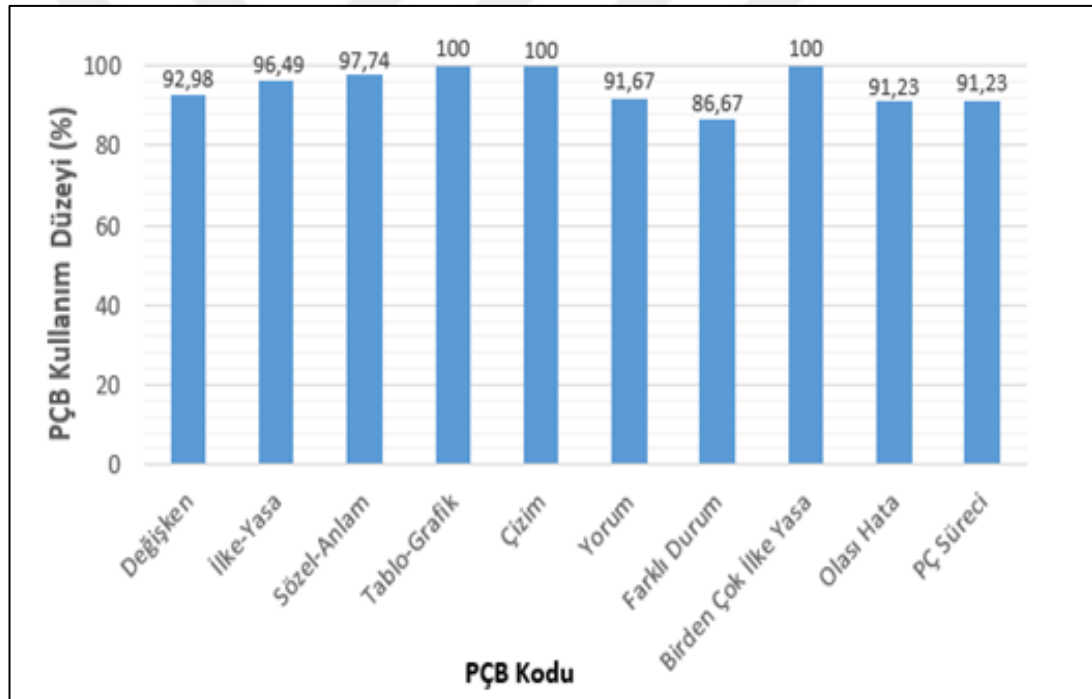
D2 kodlu öğrenci çözmüş olduğu bir problemde, “*birden çok ilke-yasa*” kodlu PÇB’yi etkili şekilde kullanabildiği gözlenmiştir. D2 kodlu öğrencinin, bu problemdeki temel ilişki ve eşitlikleri oluşturmada zorlanmadığı ve problemin tam sonucuna ulaşabildiği tespit edilmiştir. D2 kodlu öğrencinin, “*birden çok ilke-yasa*” kodlu PÇB’yi kapsayan bir problem çözümünde 3 puan üzerinden 3 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %100 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D2 kodlu öğrencinin, “*olası hata*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde oldukça etkili yansıtabildiği fakat problem çözümlerinin bazılarında yaptığı hataların farkına varmadığı

belirlenmiştir. D2 kodlu öğrencinin, “*olası hata*” kodlu PÇB’yi içeren 19 problem çözümünde toplam 57 puan üzerinden 52 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %91,23 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D2 kodlu öğrencinin, “*PÇ süreci*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinin tamamına yakınında oldukça etkili bir şekilde kullandığı belirlenmiştir. “*Yorum*” kodlu PÇB’yi içeren ve matematiksel işlem gerektirmeyen problemlerin yarısından fazlasında problem çözme aşamalarını problem çözme materyaline yansıtamamıştır. D2 kodlu öğrencinin, “*PÇ süreci*” kodlu PÇB’yi içeren 19 problem çözümünde toplam 57 puan üzerinden 52 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %91,23 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D2 kodlu öğrencinin, katılmış olduğu bireysel problem çözümlerinin tamamı dikkate alındığında, PÇB’leri problem çözümlerinde kullanma düzeyleri ile ilgili bulgular Şekil 14’de gösterilmiştir.



Şekil 14. D2 kodlu öğrencinin bireysel problem çözümleri için PÇB’leri problem çözümlerinde kullanma düzeyi grafiği

Problem çözme becerileri gelişimi değerlendirme ölçeğine göre D2 kodlu öğrencinin problem çözme becerilerini bireysel problem çözümlerinde kullanabilme seviyeleri Tablo 20’de verilmiştir.

Tablo 20. D2 Kodlu Öğrencinin PÇB Seviyeleri

PÇB Kodu	Beceri Düzeyi (%)	Beceri Seviyesi
Değişken	92,98	İyi
İlke-Yasa	96,49	İyi
Sözel-Anlam	97,74	İyi
Tablo-Grafik	100	İyi
Çizim	100	İyi
Yorum	91,67	İyi
Farklı Durum	86,67	İyi
Birden Çok İlke-Yasa	100,00	İyi
Olası Hata	91,23	İyi
PÇ Süreci	91,23	İyi

4.1.2.3. D3 Kodlu Öğrencinin Problem Çözümlerinden Elde Edilen Bulgular

D3 kodlu öğrenci, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin ikinci aşamasında, örnek problem çözme basamağında çözülmesi hedeflenen 22 problemden 21 adetinin çözümüne katıldığı ve bireysel problem çözme basamağında çözülmesi hedeflenen 22 problemden 21 adetinin çözümünü gerçekleştirmiş olduğu belirlenmiştir. D3 kodlu öğrenci, problem çözme etkinlikleri sürecinde bir adet ek problem çözmüş ve çözmesi hedeflenen 22 ödev problemden dokuz adetinin çözümünü gerçekleştirmiştir.

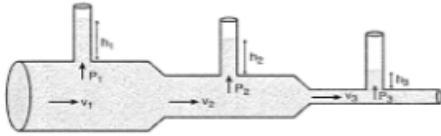
D3 kodlu öğrencinin, öğretmen rehberliğinde çözdüğü bireysel problem çözümlerinden rastgele seçilen üç problem çözümünün analizi aşağıda sunulmaktadır. Bu kapsamda D3 kodlu öğrencinin birinci problem çözümü Sıvı Basıncı Bireysel Problem 10'un çözümü incelenmiştir. D3 kodlu öğrencinin, birinci problem çözümü Sıvı Basıncı Bireysel Problem 10 için gerçekleştirdiği çözümü Şekil 15'de gösterilmiştir.

Sıvı Basıncı Bireysel Problem 10'un içerdiği PÇB'ler ve D3 kodlu öğrencinin bu PÇB'leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 21'de verilmiştir.

Tablo 21. D3 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 10 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problemin İçerdiği PÇB'ler	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	3	3	2	-	-	3	-	-	2	3

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

	
<p>1. Bilgi toplama</p> <p>-Hangi bilgiler verilmiş?</p> <p>-Tam olarak ne soruluyor?</p>	<p>Boruların kesit alanları verilmiş</p>
<p>2. Yaklaşımı organize etme</p> <p>-Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız?</p> <p>-Basit bir çözüm yapınız.</p> <p>-Problemdeki önemli kavramları belirleyiniz.</p>	<p>Hız arttıkça basınç azalır.</p>
<p>3. Problemin analizi</p> <p>-Problemde kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz.</p> <p>-Gerekli matematiksel işlemleri yapınız.</p>	<p>$v_3 > v_2 > v_1$ $P_1 > P_2 > P_3$</p>
<p>4. Çabalarınızdan öğrendikleriniz</p> <p>-Sonuçları kontrol etme</p> <p>-Çözüm mantıklı mı?</p> <p>-Problemde çözümden neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz?</p>	<p>Mantıklı</p>

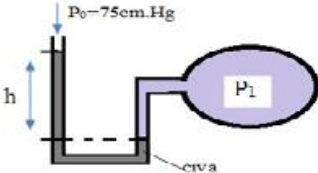
Şekil 15. D3 kodlu öğrencinin Sıvı Basıncı Bireysel Problem 10 için çözümü

Araştırmanın uygulama sürecinde D3 kodlu öğrencinin Şekil 15'deki problem çözümü, problemin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

D3 kodlu öğrenci, problemde verilen değişkenleri borunun kesit alanı, hız ve basınç olarak doğru belirlemiş ve "değişken" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Kesit alanının daraldığı yerde hızın artacağını basıncın azalacağını belirterek Bernoulli ilkesini problem çözümünde etkili bir şekilde kullanmıştır. D3 kodlu öğrenci, "yorum" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Problemde hız ve basınçları küçükten büyüğe doğru sıralayınız ifadesi olmasına rağmen her iki değişkeni de büyükten küçüğe doğru sıralaması D3 kodlu öğrencinin, problemdeki ifadelere istenilen düzeyde dikkat etmediği şeklinde değerlendirilmiş ve "sözel-anlam" kodlu PÇB için "kabul edilebilir" seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır. D3 kodlu öğrenci, problem durumunu Bernoulli ilkesini dikkate alarak analiz etmiş ve değişkenleri dikkate alıp yorumlayarak basınç ve hız değişimlerini doğru şekilde belirlemiştir. Bu durum dikkate alınarak D3 kodlu

öğrencinin, değişkenleri dikkate alarak Bernoulli ilkesini yorumlayabildiği tespit edilmiş ve “yorum” kodlu PÇB için “iyi” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Basınç ve hız sıralamalarının, küçükten büyüğe doğru sıralanmasına dikkat etmeyen D3 kodlu öğrenci, problem çözümünde istenilenleri ifade etmede hata yapmış ve “olası hata” kodlu PÇB için “kabul edilebilir” seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır. D3 kodlu öğrenci, problem çözme basamaklarını takip ederek çözümünü tamamladığından “PÇ süreci” kodlu PÇB için “iyi” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır.

D3 kodlu öğrencinin, Gaz Basıncı Bireysel Problem 1 için gerçekleştirdiği çözüm Şekil 16’da gösterilmiştir.

	
<p>Denge halinde olan manometredeki P_1 gaz basıncı 90cm-Hg'dir. Buna göre h yüksekliğinin değerini bulunuz.</p>	
<p>1. Bilgi toplama</p> <p>-Hangi bilgiler verilmiş? -Tam olarak ne soruluyor?</p>	<p><i>h</i></p>
<p>2. Yaklaşımı organize etme</p> <p>-Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız? -Basit bir çizim yapınız. -Problemdeki önemli kavramları belirleyiniz.</p>	<p>$h + P_0 = P_1$</p>
<p>3. Problemin analizi</p> <p>-Problemde kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz. -Gerekli matematiksel işlemleri yapınız.</p>	<p>$h + 75 = 90$ $h = 15 \text{ cm}$</p>
<p>4. Cabalarınızdan öğrendikleriniz</p> <p>-Sonuçları kontrol etme -Çözüm mantıklı mı? -Problem çözümüden neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz?</p>	

Şekil 16. D3 kodlu öğrencinin Gaz Basıncı Bireysel Problem 1 için çözümü

Gaz Basıncı Bireysel Problem 1nin içerdiği PÇB’ler ve D3 kodlu öğrencinin bu PÇB’leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 22. D3 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Gaz Basıncı Bireysel Problem 1 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problemin İçerdiği PÇB'ler	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	3	3	3	-	-	-	-	-	3	2

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

Araştırmanın uygulama sürecinde D3 kodlu öğrencinin Şekil 16'daki problem çözümü, problemin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

D3 kodlu öğrenci, problemde verilen değişkenleri uygun birimleriyle birlikte problem çözümünde kullandığından “*değişken*” kodlu PÇB için “iyi” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Problem çözümünde gaz basıncı ile ilgili eşitlik kurmayı gerektiren problem çözümünde ilgili eşitliği oluşturarak çözmüş ve “*ilke-yasa*” kodlu PÇB için “iyi” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D3 kodlu öğrencinin, problem çözümü tam olarak gerçekleştirmesi problemdeki sözel ifadeler tam olarak dikkat ettiği şeklinde değerlendirilmiş ve “*sözel-anlam*” PÇB için “iyi” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Çözümde herhangi bir hata yapmayan D3 kodlu öğrenci, “*olası hata*” kodlu PÇB için “iyi” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D3 kodlu öğrenci, problem çözme basamaklarından birincisini boş bırakmıştır. Ancak değişken değerlerini doğru belirlemiş ve kurduğu eşitlikte kullanmıştır. D3 kodlu öğrencinin, problem çözme basamaklarının son kısmını boş bırakması, problem çözümünü kontrol etmediği şeklinde değerlendirilmiş ve “*PÇ süreci*” bu PÇB için “*kabul edilebilir*” seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır.


D3 kodlu öğrencinin, sıvı basıncı bireysel problem 2 için gerçekleştirdiği çözüm Şekil 17'de gösterilmiştir.

Sıvı Basıncı Bireysel Problem 2'nin içerdiği PÇB'ler ve D3 kodlu öğrencinin bu PÇB'leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 23'de verilmiştir.

Tablo 23. D3 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 2 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problemin İçerdiği Becerileri	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	3	3	3	-	-	-	3	-	3	2

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi



Birbirine karışmayan X ve Y sıvılardan oluşan sistem şekilde gösterilmiştir. Y sıvısının yoğunluğu X sıvısının yoğunluğunun üç katı olduğuna göre K ve L noktasında oluşan sıvı basınçlarını hesaplayınız? ($g=10\text{m/s}^2$)

<p>1. Bilgi toplama</p> <p>-Hangi bilgiler verilmiş?</p> <p>-Tam olarak ne soruluyor?</p>	<p>$d_x = d$ $d_y = 3d$</p>
<p>2. Yaklaşımı organize etme</p> <p>-Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız?</p> <p>-Basit bir çözüm yapınız.</p> <p>-Problemdeki önemli kavramları belirleyiniz.</p>	<p>Sıvı basıncı</p>
<p>3. Problemin analizi</p> <p>-Problemde kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz.</p> <p>-Gerekli matematiksel işlemleri yapınız.</p>	<p>$P_K = 3h d g$ $P_L = 3h d g + h 3d g = 6h d g$</p>
<p>4. Çabalarınızdan öğrendikleriniz</p> <p>-Sonuçları kontrol etme</p> <p>-Çözüm mantıklı mı?</p> <p>-Problemin çözümünden neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz?</p>	

Şekil 17. D3 kodlu öğrencinin Sıvı Basıncı Bireysel Problem 2 için çözümü

Araştırmanın uygulama sürecinde D3 kodlu öğrencinin Şekil 17'deki problem çözümü, problemin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

D3 kodlu öğrenci, problem çözümünde kullanacağı yoğunluk değerlerini $d_x=d$ ve $d_y=3d$ olarak belirlemiş ve problem çözümünde derinlik değerlerini doğru şekilde problem çözümünde kullanmıştır. D3 kodlu öğrenci, "değişken" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. İki farklı sıvının istenilen noktalarda oluşturduğu sıvı basıncını, sıvı basıncı formülünü amacına uygun kullanarak ilgili eşitliği doğru şekilde oluşturduğundan "ilke-yasa" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D3 kodlu öğrencinin, problemde verilen sıvı yoğunluklarını $d_x=d$ ve $d_y=3d$ şeklinde belirlemesi ve problem çözümünü tam olarak gerçekleştirmesi problemdeki sözel ifadelere dikkat ettiği şeklinde yorumlanmış ve "sözel-anlam" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D3 kodlu öğrenci, problemde verilen iki farklı sıvının oluşturacağı basınçların farklı olduğunu ayırt ederek kabın tabanındaki L noktası için toplam basıncı iki farklı sıvının oluşturduğu basınçların toplamı olarak hesaplamıştır. D3 kodlu öğrenci, "farklı durum" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Problem çözümünde herhangi bir hata yapmayan D3 kodlu öğrenci, "farklı durum" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D3 kodlu öğrencinin problem çözme basamaklarının son

kısmını, herhangi bir açıklama yapmayarak, boş bırakması, bu öğrencinin PÇ basamaklarına tam olarak dikkat etmediği ve problem çözümünü kontrol etmediği şeklinde yorumlanmış ve “PÇ süreci” kodlu PÇB için “*kabul edilebilir*” seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır.

D3 kodlu öğrencinin, PÇEST'nin ikinci aşamasında katılmış olduğu bireysel problem çözümlerinin tamamının değerlendirilmesinden elde edilen bulgular Tablo 24'te sunulmaktadır.

Tablo 24. D3 Kodlu Öğrencinin PÇB Kodlarına Göre Bireysel Problem Çözümlerinde PÇB'leri Kullanma Seviyeleri

PÇB Kodu Problem No	Değişken	İlke- Yasa	Sözel- Anlam	Tablo- Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
1	3	3	3	-	-	-	-	-	3	2
2	3	3	3	-	-	3	-	-	3	3
3	3	3	3	-	-	3	-	-	3	3
4	3	3	3	-	-	-	-	-	2	2
5	2	2	2	-	-	-	2	-	1	2
6	2	2	3	-	-	-	3	-	3	3
7	3	3	3	3	-	-	-	-	3	3
8	2	2	2	-	-	2	-	-	3	2
9	3	3	2	-	2	-	-	-	2	2
10	3	3	3	-	-	-	-	-	3	3
11	3	3	3	-	-	-	3	-	3	3
12	3	3	3	-	-	-	3	-	3	3
13	2	3	2	-	2	-	3	-	2	2
14	1	2	2	3	-	-	-	-	1	1
15	2	3	2	-	-	-	-	2	2	2
16	3	3	3	-	-	3	-	-	3	3
17	3	2	2	-	-	2	-	-	2	3
18	3	3	3	-	-	3	-	-	3	3
19	3	2	3	-	-	2	-	-	2	2
20	3	2	2	-	-	2	2	-	2	2
21	2	3	3	2	-	-	-	-	2	3

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

Tablo 24'de görüldüğü gibi; D3 kodlu öğrencinin, “*değişken*” kodlu PÇB'yi problem çözümlerinde etkili olarak kullanabildiği, ancak “*yorum*” ve “*farklı durum*” kodlu PÇB'leri de kapsayan bazı problem çözümlerinde değişkenleri tam olarak belirleyemediği belirlenmiştir. D3 kodlu öğrencinin, “*değişken*” kodlu PÇB'yi içeren 21 problem çözümünde toplam 63 puan üzerinden 55 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %87,30 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D3 kodlu öğrenci problem çözümlerinde, “*ilke-yasa*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde oldukça iyi kullanabilmiştir. Fakat matematiksel işlem yapmadan eşitlikleri yorumlayarak sonuç çıkarmayı gerektiren problemlerde bu beceriyi daha düşük düzeylerde kullanabildiği belirlenmiştir. D3 kodlu öğrencinin, “*ilke-yasa*” kodlu PÇB’yi içeren 21 problem çözümünde toplam 63 puan üzerinden 56 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %88,89 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D3 kodlu öğrencinin, “*sözel-anlam*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde etkili olarak kullandığı ancak “*yorum*” kodlu PÇB’yi de gerektiren bazı problemlerdeki anahtar ifadeleri gözden kaçırdığı tespit edilmiştir. D3 kodlu öğrencinin, “*sözel-anlam*” kodlu PÇB’yi içeren 21 problem çözümünde toplam 63 puan üzerinden 55 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %87,30 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D3 kodlu öğrenci, “*tablo-grafik*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde iyi seviyelerde kullanabildiği belirlenmiştir. Ancak grafik içeren problemlerdeki verileri kullanmada oldukça iyi düzeyde olmasına karşın grafik çizimi gerektiren problemlerde eksiklerinin olduğu tespit edilmiştir. D3 kodlu öğrencinin, “*tablo-grafik*” kodlu PÇB’yi içeren üç problem çözümünde toplam 9 puan üzerinden 6 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %66,67 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D3 kodlu öğrenci, “*çizim*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde iyi düzeyde ve amacına uygun şekilde kullanabilmiştir. Ancak “*çizim*” kodlu PÇB’yi içeren iki problem çözümünde de basit eksikliklerinin olduğu tespit edilmiştir. D3 kodlu öğrencinin, “*çizim*” kodlu PÇB’yi içeren iki problem çözümünde toplam 6 puan üzerinden 4 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %66,67 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D3 kodlu öğrenci, “*yorum*” kodlu PÇB’yi çözdüğü problemlerin yarısına yakınında etkili olarak kullanabilmiştir. Ancak genellikle matematiksel işlem gerektirmeyen eşitliklerdeki değişkenlerin yorumlanmasını gerektiren problem çözümlerinde “*yorum*” kodlu PÇB’yi etkili olarak kullanamadığı tespit edilmiştir. D3 kodlu öğrencinin, “*yorum*” kodlu PÇB’yi içeren sekiz problem çözümünde toplam 24 puan üzerinden 20 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %83,33 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D3 kodlu öğrenci, “*farklı durum*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde oldukça etkili şekilde kullandığı ancak “*farklı durum*” kodlu PÇB’yi “*sözel-anlam*” kodlu PÇB’yi de içeren iki problem çözümünde daha düşük seviyelerde kullanabildiği belirlenmiştir. D3 kodlu öğrencinin, “*farklı durum*” kodlu PÇB’yi içeren altı problem çözümünde toplam 18 puan üzerinden 16 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %88,89 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

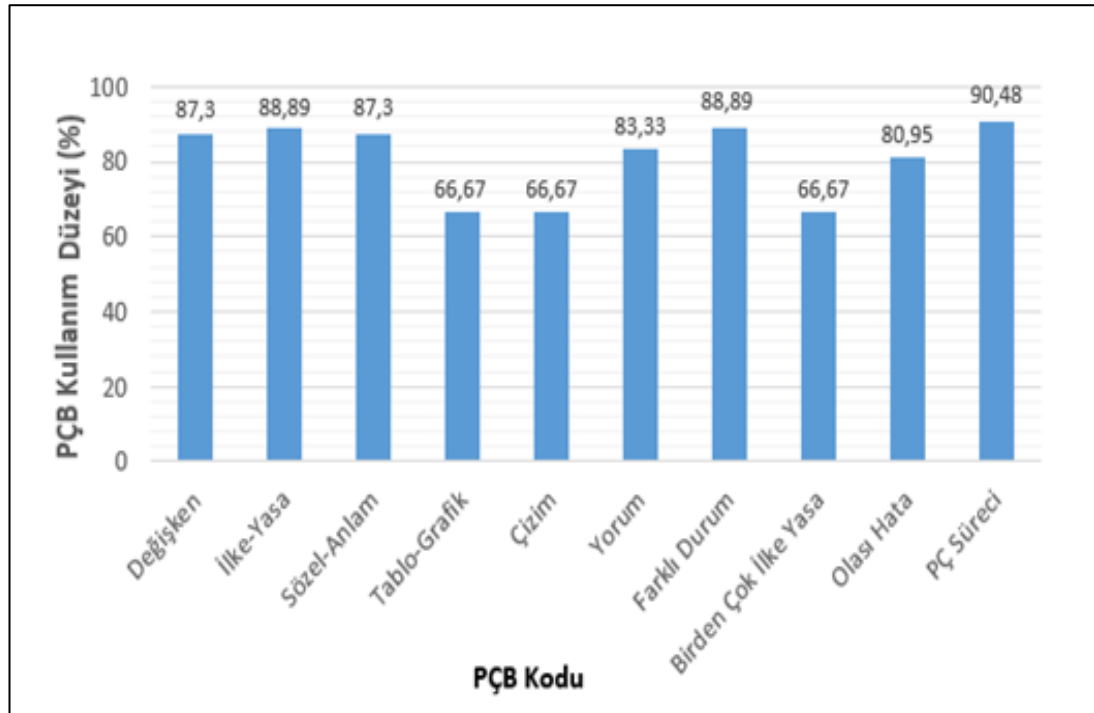
D3 kodlu öğrencinin, “*birden çok ilke-yasa*” kodlu PÇB’yi problem çözümüne yeterli düzeyde yansıtamadığı gözlenmiştir. D3 kodlu öğrencinin, konularla ilgili tek bir ilke-yasa-

kanunla ilgili problemlerin çözümlerini yapabildiği ancak birden fazla ilke-yasa-kanunu kapsayan problemde temel ilişki ve eşitlikleri oluşturmada zorlandığı ve problemin tam sonucuna ulaşamadığı tespit edilmiştir. D3 kodlu öğrencinin, “*birden çok ilke-yasa*” kodlu PÇB’yi içeren bir problem çözümünde 3 puan üzerinden 2 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %66,67 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D3 kodlu öğrencinin, “*olası hata*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerine etkili olarak yansıtamadığı ve problemlerin yarısına yakınının çözümünde basit hatalar yaptığı belirlenmiştir. D3 kodlu öğrencinin, “*olası hata*” kodlu PÇB’yi içeren 21 problem çözümünde toplam 63 puan üzerinden 51 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %80,95 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D3 kodlu öğrenci, “*PÇ süreci*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde etkili olarak kullanabilmiş ancak “*yorum*” kodlu PÇB’yi de içeren problemlerin bazılarında problem çözme materyalindeki problem çözme basamaklarını takip etmediği tespit edilmiştir. D3 kodlu öğrencinin, “*PÇ süreci*” kodlu PÇB’yi içeren 21 problem çözümünde toplam 63 puan üzerinden 52 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %82,54 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D3 kodlu öğrencinin katılmış olduğu bireysel problem çözümlerinin tamamı dikkate alındığında, PÇB’leri problem çözümlerinde kullanma düzeyleri ile ilgili bulgular Şekil 18’de gösterilmiştir.



Şekil 18. D3 kodlu öğrencinin bireysel problem çözümleri için PÇB’leri problem çözümlerinde kullanma düzeyi grafiği

Problem çözüme becerileri gelişimi değerlendirme ölçeğine göre D3 kodlu öğrencinin problem çözüme becerilerini bireysel problem çözümlerinde kullanabilme seviyeleri Tablo 25'te verilmiştir.

Tablo 25. D3 Kodlu Öğrencinin PÇB Seviyeleri

PÇB Kodu	Beceri Düzeyi (%)	Beceri Seviyesi
Değişken	87,30	İyi
İlke-Yasa	88,89	İyi
Sözel-Anlam	87,30	İyi
Tablo-Grafik	66,67	Kabul edilebilir
Çizim	66,67	Kabul Edilebilir
Yorum	83,33	İyi
Farklı Durum	88,89	İyi
Birden Çok İlke-Yasa	66,67	Kabul Edilebilir
Olası Hata	80,95	İyi
PÇ Süreci	82,54	İyi

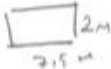
4.1.2.4. D4 Kodlu Öğrencinin Problem Çözümlerinden Elde Edilen Bulgular

D4 kodlu öğrenci, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözüme etkinliklerinin ikinci aşamasında, örnek problem çözüme basamağında çözümlenmesi hedeflenen 22 problemden 7 adetinin çözümüne katıldığı ve bireysel problem çözüme basamağında çözümlenmesi hedeflenen 22 problemden yedi adetinin çözümünü gerçekleştirmiş olduğu tespit edilmiştir. D4 kodlu öğrenci, problem çözüme etkinlikleri sürecinde ek problem çözmemiş ve çözmesi hedeflenen 22 ödev probleminden sadece beş adetinin çözümünü gerçekleştirmiştir.

D4 kodlu öğrencinin, öğretmen rehberliğinde çözdüğü bireysel problem çözümlerinden rastgele seçilen üç problem çözümünün analizi aşağıda sunulmaktadır. Bu kapsamda D4 kodlu öğrencinin, birinci problem çözümü olarak Katı Basıncı Bireysel Problem 1'in çözümü incelenmiştir. D4 kodlu öğrencinin, Katı Basıncı Bireysel Problem 1 için gerçekleştirdiği çözüm Şekil 19'da gösterilmiştir.

Katı Basıncı Bireysel Problem 1'in içerdiği PÇB'ler ve D4 kodlu öğrencinin bu PÇB'leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 26'da verilmiştir.

Taban kenar uzunlukları 750cm ve 2m olan bir beton bloğun kütlesi 30kg'dır. Bu beton bloğun yatay zemine uyguladığı basınç kaç paskaldır? ($g=10m/s^2$)

<p>1. Bilgi toplama</p> <p>-Hangi bilgiler verilmiş?</p> <p>-Tam olarak ne soruluyor?</p>	<p>750 cm ve 200 cm</p> <p>↓</p> <p>7.5 m ve 2 m</p>
<p>2. Yaklaşımı organize etme</p> <p>-Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız?</p> <p>-Basit bir çizim yapınız.</p> <p>-Problemdeki önemli kavramları belirleyiniz.</p>	<p>evet</p> 
<p>3. Problemin analizi</p> <p>-Problemde kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz.</p> <p>-Gerekli matematiksel işlemleri yapınız.</p>	<p>$P = \frac{F}{S}$</p> <p>$P_1 = \frac{20 \cdot 10}{10^{-4}} = P_1 = 20 \text{ Pa}$</p>
<p>4. Cebalarınızdan öğrendikleriniz</p> <p>-Sonuçları kontrol etme</p> <p>-Çözüm mantıklı mı?</p> <p>-Problemün çözümünden neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz?</p>	<p>evet</p> <p>✓</p> <p>✓</p>

Şekil 19. D4 kodlu öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 1 için çözümü

Tablo 26. D4 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 2 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problemün İçerdiği PÇB'ler	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	3	3	3	-	-	-	-	-	3	3

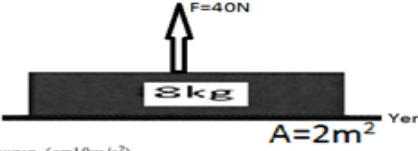
1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

Araştırmanın uygulama sürecinde D4 kodlu öğrencinin Şekil 19'daki problem çözümü, problemin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

D4 kodlu öğrenci, problem çözümünde kullanacağı değişkenleri birimleriyle birlikte doğru şekilde belirlemiştir. Problem çözümü için gerekli basınç formülünü amacına uygun

şekilde kullanarak problem çözümünü tamamlamıştır. Problemden verilen sözel ifadelerle dikkat edip problem çözme sürecinde herhangi bir hata yapmayarak istenilen basınç değerini bulmuştur. D4 kodlu öğrenci, PÇ süreci basamaklarını sırasıyla takip ederek problem çözümünü tamamlamıştır. Bu durumlar dikkate alınarak D4 kodlu öğrenci, “değişken, ilke-yasa, sözel-anlam, olası hata, PÇ süreci” kodlu PÇB’lerin tamamını problem çözümünde amacına uygun ve tam olarak kullandığından her bir PÇB için “iyi” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır.

D4 kodlu öğrencinin, Katı Basıncı Bireysel Problem 3 için gerçekleştirdiği çözümü Şekil 20’de gösterilmiştir.



Cismin yere uyguladığı basıncı hesaplayınız. ($g=10\text{m/s}^2$)

<p>1. Bilgi toplama</p> <p>-Hangi bilgiler verilmiş?</p> <p>-Tam olarak ne soruluyor?</p>	<p>$\rightarrow 40\text{N} \uparrow \quad \downarrow 80\text{N} \quad A=2\text{m}^2$</p>
<p>2. Yaklaşımı organize etme</p> <p>-Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız?</p> <p>-Basit bir çizim yapınız.</p> <p>-Problemden önemli kavramları belirleyiniz.</p>	<p><i>evet</i></p>
<p>3. Problemin analizi</p> <p>-Problemden kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz.</p> <p>-Gerekli matematiksel işlemleri yapınız.</p>	<p>$\rightarrow p = \frac{F}{S} \quad \rightarrow \frac{80-40}{2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ Pa}$</p>
<p>4. Çabalarınızdan öğrendikleriniz</p> <p>-Sonuçları kontrol etme</p> <p>-Çözüm mantıklı mı?</p> <p>-Problemin çözümünden neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz?</p>	

Şekil 20. D4 kodlu öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 3 için çözümü

Katı Basıncı Bireysel Problem 3’ün içerdiği PÇB’ler ve D4 kodlu öğrencinin bu PÇB’leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 27. D4 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 3 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problemin İçerdiği PÇB'ler	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	3	3	3	-	-	-	3	-	3	2

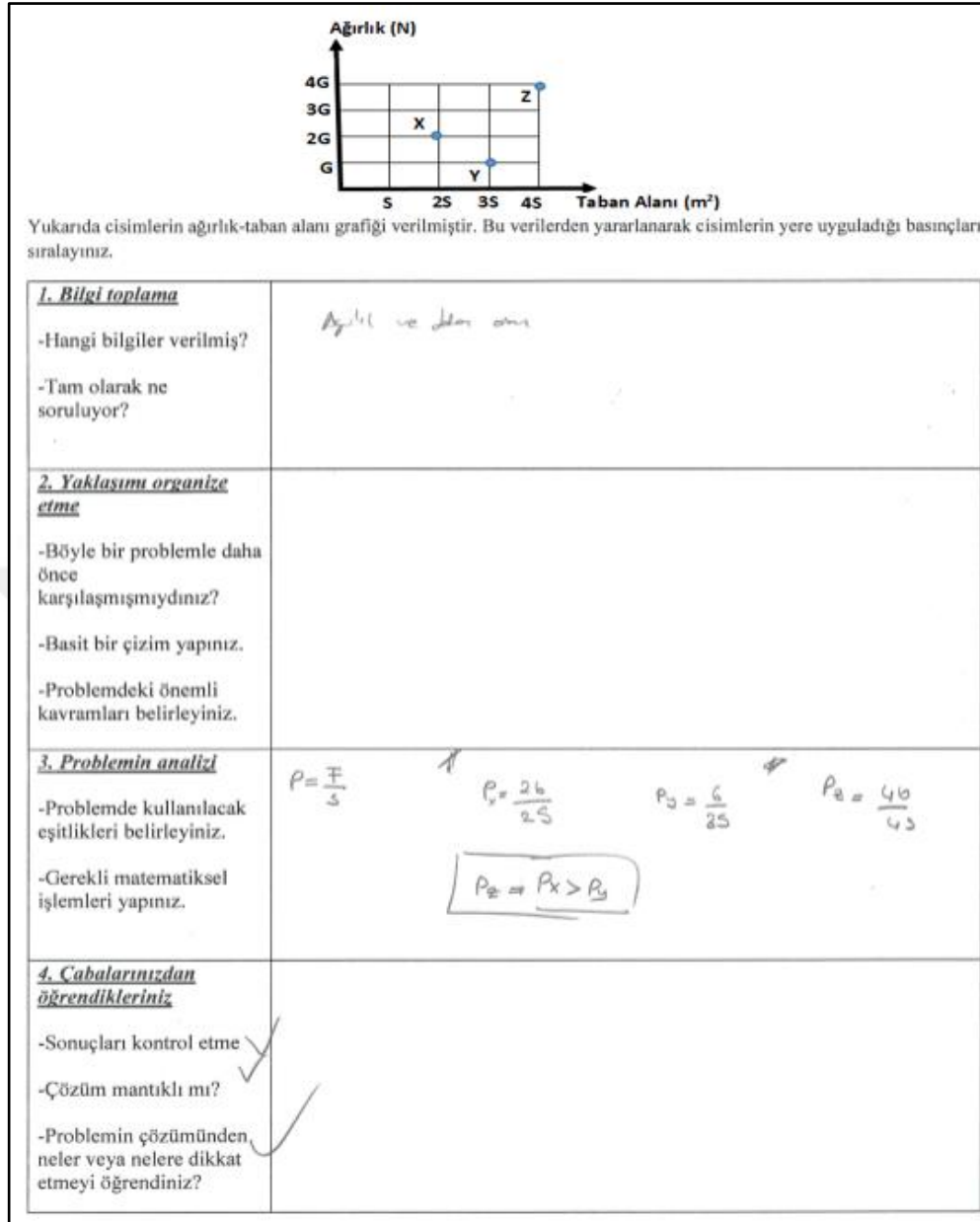
1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

Araştırmanın uygulama sürecinde D4 kodlu öğrencinin Şekil 20'deki problem çözümü, problemin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

D4 kodlu öğrenci, problem çözümünde kullanacağı değişkenleri birimleri ile birlikte ve yönlerini de belirterek doğru belirlemiş ve “*değişken*” kodlu PÇB için “iyi” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Ağırlık ve kuvvetin ortak etkisiyle oluşan problem durumu için basınç eşitliğini doğru şekilde oluşturarak problem çözümünü gerçekleştirmiş ve “*ilke-yasa*” kodlu PÇB için “iyi” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D4 kodlu öğrencinin, problemi doğru olarak çözmesi, problemdeki sözel ifadelerle dikkat ettiği şekilde yorumlanmış ve “*sözel-anlam*” kodlu PÇB için “iyi” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Problemden istenilen basınç değerini hesaplayabilmek için gerekli ağırlık ve kuvvet büyüklüklerini vektörel olarak yönleriyle birlikte belirleyerek yönlerinin farklı olduğunu göstererek net kuvveti 80-40 olarak hesaplaması, problem durumundaki farklı durumları ayırt edebildiği şekilde değerlendirilmiştir. D4 kodlu öğrenci, “*farklı durum*” kodlu PÇB için “iyi” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Problem çözümü herhangi bir hata yapmayarak tamamlayan D4 kodlu öğrenci, “*olası hata*” kodlu PÇB için “iyi” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Problem çözme basamaklarının son kısmını, herhangi bir cevap vermeyerek, boş bırakan D4 kodlu öğrencinin, problem çözümünü kontrol etmediği tespit edilmiş ve bu öğrenci “*PÇ süreci*” kodlu PÇB için “*kabul edilebilir*” seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır.

D4 kodlu öğrencinin, Katı Basıncı Bireysel Problem 4 için gerçekleştirdiği çözümü Şekil 21'de gösterilmiştir.

Katı Basıncı Bireysel Problem 4'ün içerdiği PÇB'ler ve D4 kodlu öğrencinin bu PÇB'leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 28'de verilmiştir.



Şekil 21. D4 kodlu öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 4 için çözümü

Tablo 28. D4 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 4 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problemün İçerdiği PÇB'ler	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	3	3	3	3	-	-	-	-	3	3

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

Araştırmanın uygulama sürecinde D4 kodlu öğrencinin Şekil 21'deki problem çözümü, problemin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

D4 kodlu öğrenci, problem çözümü için kullanacağı değişkenleri grafikte yer alan verileri dikkate alarak belirlemiş ve “*değişken*” kodlu PÇB için “iyi” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Ağırlık ve taban alanı değişkenlerinin katı basıncı formülünde kullanarak istenilen değerleri eksiksiz olarak hesapladığından “*ilke-yasa*” kodlu PÇB için “iyi” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D4 kodlu öğrencinin, problemi tam olarak çözmesi, problemdeki sözel ifadelere dikkat ettiği şeklinde yorumlanmış ve “*sözel-anlam*” kodlu PÇB için “iyi” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D4 kodlu öğrenci, X, Y ve Z cisimlerinin yere uygulayacağı basınçları hesaplayabilmek için grafikte verilen değerleri ağırlık ve taban alanı olarak eksenler üzerinden karşılıklı olarak belirlemiş ve bu değerleri oranlayarak istenilen basınç değerlerini kullanarak hesaplamış ve “*tablo-grafik*” kodlu PÇB için “iyi” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Problem çözümünde herhangi bir hata yapmayarak elde ettiği basınçları sıralayan D4 kodlu öğrenci, “*olası hata*” kodlu PÇB için “iyi” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Problem çözümünü, problem çözme basamaklarını dikkate alarak gerçekleştiren ve son basamaktaki ifadeleri kontrol ederek çözümünü tamamlayan D4 kodlu öğrenci, “*PÇ süreci*” kodlu PÇB için “iyi” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır.

D4 kodlu öğrencinin PÇEST'nin ikinci aşamasında katılmış olduğu bireysel problem çözümlerinin tamamının değerlendirilmesinden elde edilen bulgular Tablo 29'da sunulmaktadır.

Tablo 29. D4 Kodlu Öğrencinin PÇB Kodlarına Göre Bireysel Problem Çözümlerinde PÇB'leri Kullanma Seviyeleri

PÇB Kodu Problem No	Değişken	İlke- Yasa	Sözel- Anlam	Tablo- Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
1	3	3	3	-	-	-	-	-	3	3
2	3	3	3	-	-	-	3	-	2	2
3	3	3	3	-	-	-	3	-	2	2
4	3	3	3	3	-	-	-	-	3	3
5	2	3	2	-	-	-	3	-	3	3
6	3	3	3	-	-	3	-	-	3	3
7	2	3	3	-	-	-	-	-	3	3

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

Tablo 29'dan görüldüğü gibi; D4 kodlu öğrencinin, “*Problemin değişkenlerini belirleyebilme*” becerisini problem çözümlerine oldukça etkili bir şekilde kullanabildiği görülmektedir. Farklı durumları ayırt etme becerisini de kapsayan bir problem çözümünde bu becerisini aynı düzeyde problem çözümüne yansıtamamıştır. D4 kodlu öğrencinin, bu

beceriyi kapsayan yedi problem çözümünde toplam 21 puan üzerinden 19 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %90,48 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D4 kodlu öğrenci, “*ilke-yasa*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinin tamamında amacına uygun olarak kullanmıştır. D4 kodlu öğrencinin, “*ilke-yasa*” kodlu PÇB’yi içeren yedi problem çözümünde toplam 21 puan üzerinden 21 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %100 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D4 kodlu öğrencinin, “*sözel-anlam*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde üst düzeyde kullandığı tespit edilmiştir. Ancak “*farklı durum*” kodlu PÇB’yi de içeren bir problem çözümünde bu beceriyi aynı düzeyde problem çözümünde kullanamamıştır. D4 kodlu öğrencinin, “*sözel-anlam*” kodlu PÇB’yi içeren yedi problem çözümünde toplam 21 puan üzerinden 20 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %95 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D4 kodlu öğrenci, “*tablo-grafik*” kodlu PÇB’yi problem çözümünde etkili olarak kullanmıştır. D4 kodlu öğrencinin bu beceriyi kapsayan bir problem çözümünde 3 puan üzerinden 3 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %100 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D4 kodlu öğrenci, “*çizim*” ve “*birden çok ilke-yasa*” kodlu PÇB’yi içeren bireysel problem çözümlerine katılmamıştır.

D4 kodlu öğrenci, “*yorum*” kodlu PÇB’yi kullanabilmeyi gerektiren problemi amacına uygun ve tam olarak çözebilmiştir. D4 kodlu öğrencinin bu beceriyi kapsayan bir problem çözümünde 3 puan üzerinden 3 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %100 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

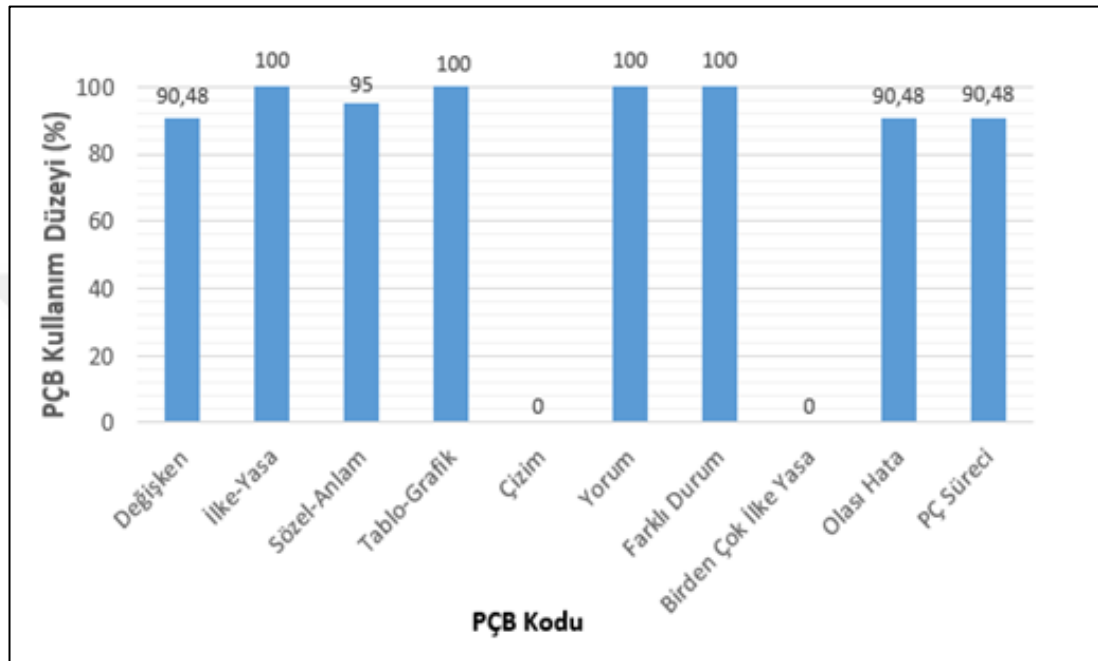
D4 kodlu öğrencinin “*farklı durum*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinin tamamında etkili olarak kullanabildiği belirlenmiştir. D4 kodlu öğrencinin, “*farklı durum*” kodlu PÇB’yi içeren üç problem çözümünde toplam 9 puan üzerinden 9 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %100 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D4 kodlu öğrencinin, “*olası hata*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde oldukça iyi kullanabildiği ve problemlerin tamamına yakınında hata yapmayarak problem çözümlerini tamamladığı tespit edilmiştir. “*Farklı durum*” kodlu PÇB’yi de içeren iki problemde “*olası hata*” kodlu PÇB’yi problem çözümünde hedeflenen düzeyde kullanamamıştır. D4 kodlu öğrencinin, “*olası hata*” kodlu PÇB’yi içeren yedi problem çözümünde toplam 21 puan üzerinden 19 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %90,48 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D4 kodlu öğrencinin, “*PÇ süreci*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinin tamamına yakınında etkili bir şekilde kullandığı belirlenmiştir. D4 kodlu öğrencinin, “*PÇ süreci*” kodlu

PÇB'yi içeren yedi problem çözümünde toplam 21 puan üzerinden 19 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %90,48 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D4 kodlu öğrencinin katılmış olduğu bireysel problem çözümlerinin tamamı dikkate alındığında, PÇB'leri problem çözümlerinde kullanma düzeyleri ile ilgili bulgular Şekil 22'de gösterilmiştir.



Şekil 22. D4 kodlu öğrencinin bireysel problem çözümleri için PÇB'leri problem çözümlerinde kullanma düzeyi grafiği

Problem çözme becerileri gelişimi değerlendirme ölçeğine göre D4 kodlu öğrencinin problem çözme becerilerini bireysel problem çözümlerinde kullanabilme seviyeleri Tablo 30'da verilmiştir.

Tablo 30. D4 Kodlu Öğrencinin PÇB Seviyeleri

PÇB Kodu	Beceri Düzeyi (%)	Beceri Seviyesi
Değişken	90,48	İyi
İlke-Yasa	100	İyi
Sözel-Anlam	95	İyi
Tablo-Grafik	100	İyi
Çizim	-	-
Yorum	100	İyi
Farklı Durum	100	İyi
Birden Çok İlke-Yasa	-	-
Olası Hata	90,48	İyi
PÇ Süreci	90,48	İyi

4.1.2.5. D5 Kodlu Öğrencinin Problem Çözümlerinden Elde Edilen Bulgular

D5 kodlu öğrenci, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin ikinci aşamasında, örnek problem çözme basamağında çözülmesi hedeflenen 22 problemde 20 adetinin çözümüne katıldığı ve bireysel problem çözme basamağında çözülmesi hedeflenen 22 problemde 20 adetinin çözümünü gerçekleştirmiş olduğu tespit edilmiştir. D5 kodlu öğrenci, problem çözme etkinlikleri sürecinde üç adet ek problem çözmüş ve çözmesi hedeflenen 22 ödev probleminden sekiz adetinin çözümünü gerçekleştirmiştir.

D5 kodlu öğrencinin, öğretmen rehberliğinde çözdüğü bireysel problem çözümlerinden rastgele seçilen üç problem çözümünün analizi aşağıda sunulmaktadır. Bu kapsamda D5 kodlu öğrencinin, Sıvı Basıncı Bireysel Problem 3'ün çözümü incelenmiştir (Şekil 23).

Birbirine karışmayan sıvılardan oluşan sistemde bölmeler birbirine eşittir.

A) Tabana etki eden sıvı basıncı ve basınç kuvvetini hesaplayınız.

B) Kap ters çevrildiğinde tabana etki eden sıvı basıncı ve basınç kuvvetini hesaplayınız.

<p><u>1. Bilgi toplama</u></p> <p>-Hangi bilgiler verilmiş?</p> <p>-Tam olarak ne soruluyor?</p>	
<p><u>2. Yaklaşımı organize etme</u></p> <p>-Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız?</p> <p>-Basit bir çizim yapınız.</p> <p>-Problemdeki önemli kavramları belirleyiniz.</p>	
<p><u>3. Problemin analizi</u></p> <p>-Problemde kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz.</p> <p>-Gerekli matematiksel işlemleri yapınız.</p>	<p>a) $4hdg + h \cdot 3dg = 7hdg$ $hdg \cdot 5 \quad 7 \cdot 4 = 28$ b) $hdg + 4h \cdot 3dg = 13hdg - S$</p>
<p><u>4. Çabalarınızdan öğrendikleriniz</u></p> <p>-Sonuçları kontrol etme</p> <p>-Çözüm mantıklı mı?</p> <p>-Problem çözümüden neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz?</p>	<p>yasın dan sıvı oyo gıda dır.</p>

Şekil 23. D5 kodlu öğrencinin Sıvı Basıncı Bireysel Problem 3 için çözümü

Sıvı Basıncı Bireysel Problem 3'ün içerdiği PÇB'ler ve D5 kodlu öğrencinin bu PÇB'leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 31'de verilmiştir.

Tablo 31. D5 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 3 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problemin İçerdiği PÇB'ler	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	2	3	3	-	-	-	3	-	2	3

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

Araştırmanın uygulama sürecinde D5 kodlu öğrencinin Şekil 23'deki problem çözümü, problemin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

D5 kodlu öğrenci, problem çözümünde kullanacağı değişkenleri belirlemiş ancak problem çözme materyalinin ilk basamağında yazarak ifade etmeden doğrudan üçüncü adıma problem çözümünde kullanacağı eşitlikte yerine yazmıştır. Problemde verilen taban alanlarını da $S_1=4S$ ve $S_2=S$ olarak belirlemiştir. Ancak A seçeneğindeki çözümde tabanda oluşan sıvı basıncını 28 şeklinde ifade ederek basınç kuvveti birimi olan $hdgS$ 'yi belirtmemiş ve D5 kodlu öğrenci, "değişken" kodlu PÇB'yi için "kabul edilebilir" seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır. Problem çözümünde, sıvı basıncını ifade eden formülü amacına uygun ve doğru şekilde kullanan D5 kodlu öğrenci, "ilke-yasa" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D5 kodlu öğrenci problemdeki, özdeş bölmeler ifadesini dikkate alarak, taban alanlarını birinin diğerinin dört katı olacak şekilde belirlemiş "sözel-anlam" kodlu PÇB "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D5 kodlu öğrencinin, problemde ifade edilen kabın ters çevrildiği durum için yoğun olan sıvının alt kısma dolarak 4h'lik kısmı dolduracağını diğer sıvının ise üstte kalacağını ifade edecek şekilde problem çözümünü gerçekleştirmesi kabın bu iki durumu arasındaki farkı ayırt edebildiği şeklinde değerlendirilmiş ve bu öğrenci "farklı durum" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Problem çözümünde basınç kuvveti birimini $hdgS$ olarak belirtmemek dışında hata yapmayan D5 kodlu öğrenci, "olası hata" kodlu PÇB için "kabul edilebilir" seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır. Problem çözme basamaklarının ilk ikisini boş bırakan ancak bu ilk iki basamakta yazılması istenilenleri üçüncü basamağında oluşturduğu eşitliklerde doğru şekilde kullanan ve problem çözme materyalindeki son basamakta açıklama yaparak çözümü tamamlayan D5 kodlu öğrencinin, "PÇ süreci" kodlu PÇB'yi problem çözümlerinde etkili olarak kullandığı tespit edilmiş ve "PÇ süreci" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır.

D5 kodlu öğrencinin, Sıvı Basıncı Bireysel Problem 5 için gerçekleştirdiği çözüm Şekil 24'de gösterilmiştir.

<p>Derinliği 10h olan bir deney tüpü içine yoğunlukları 4d ve 5d olan iki sıvı 8h seviyesine kadar dolduruluyor. Deney tüpü derinliğinin 1/5'ine kadar 5d yoğunluklu sıvı ile doldurulduğuna göre bu deney tüpünün orta ve taban noktasındaki sıvı basınçlarını hesaplayınız.</p>	
<p>1. Bilgi toplama</p> <p>-Hangi bilgiler verilmiş?</p> <p>-Tam olarak ne soruluyor?</p>	<p>$d_1 = 4d$</p> <p>$d_2 = 5d$</p>
<p>2. Yaklaşımı organize etme</p> <p>-Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız?</p> <p>-Basit bir çizim yapınız.</p> <p>-Problemdeki önemli kavramları belirleyiniz.</p>	
<p>3. Problemin analizi</p> <p>-Problemde kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz.</p> <p>-Gerekli matematiksel işlemleri yapınız.</p>	<p>$P = 4d \cdot 8h \cdot g + 5d \cdot 2h \cdot g$</p> <p>$P = 412hdg$</p>
<p>4. Çabalarınızdan öğrendikleriniz</p> <p>-Sonuçları kontrol etme</p> <p>-Çözüm mantıklı mı?</p> <p>-Problem çözümüden neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz?</p>	

Şekil 24. D5 kodlu öğrencinin Sıvı Basıncı Bireysel Problem 5 için çözümü

Sıvı Basıncı Bireysel Problem 5nin içerdiği PÇB'ler ve D5 kodlu öğrencinin bu PÇB'leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 32'de verilmiştir.

Tablo 32. D5 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 5 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

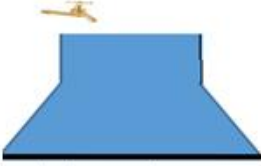
PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problemin İçerdiği PÇB'ler	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	2	3	2	-	2	-	3	-	2	2

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi


Araştırmanın uygulama sürecinde D5 kodlu öğrencinin Şekil 24'teki problem çözümü, problemin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

D5 kodlu öğrenci, problemde verilen değişkenleri belirleyebilmiştir. Fakat kabın 8h yüksekliğine kadar doldurulduğu ifadesine dikkat etmediğinden 4d yoğunluklu sıvının derinliğini 6h yerine 8h olarak yanlış belirlemiş ve "değişken" kodlu PÇB için "kabul edilebilir" seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır. İki farklı sıvının kabın tabanında oluşturduğu sıvı basıncını, sıvı basıncı formülünü amacına uygun kullanarak, hesaplayan D5 kodlu öğrenci, "ilke-yasa" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Problemde 8h seviyesine kadar sıvı ile dolu olduğu açıkça belirtilen kabı 10h seviyesine kadar sıvı ile dolu olarak görselleştiren ve deney tüpünün orta noktasındaki sıvı basıncının hesaplamayan D5 kodlu öğrencinin, problemde belirtilen sözel ifadelere tam olarak dikkat etmediği tespit edilmiş ve "sözel-anlam" kodlu PÇB için "kabul edilebilir" seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır. D5 kodlu öğrenci, yaptığı çizimle problemi amacına uygun olarak görselleştirebilmiş ancak 4d yoğunluklu sıvının derinliğini yanlış görselleştirmiş ve problemde ifade kabın orta noktasındaki basıncı bulmak için şekil üzerine herhangi bir çizim ve "çizim" kodlu PÇB için "kabul edilebilir" seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır. Problemde istenilen basınç değerini hesaplayabilmek için farklı iki sıvının oluşturduğu basıncı ortak bir eşitlikte kullanan D5 kodlu öğrencinin, problemdeki farklı durumları ayırt edebildiği belirlenmiş ve "farklı durum" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Problem çözümünde 4d yoğunluklu sıvının derinliğini 6h yerine 8h olarak hatalı şekilde belirleyen D5 kodlu öğrenci, "olası hata" kodlu PÇB için "kabul edilebilir" seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır. Problem çözme materyalindeki son basamağı herhangi bir cevap vermeyerek boş bırakan D5 kodlu öğrencinin, PÇ basamaklarını yeterli düzeyde dikkate almadığı ve problem çözümünü kontrol etmediği tespit edilmiştir. D5 kodlu öğrenci "PÇ süreci" kodlu PÇB için "kabul edilebilir" seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır.

D5 kodlu öğrencinin Sıvı Basıncı Bireysel Problem 6 için gerçekleştirdiği çözümü Şekil 25'te gösterilmiştir.



Musluğun sabit debili su akıtıldığı kabın tabanında oluşan sıvı basıncının zamanla değişim grafiğini çiziniz.

<p><u>1. Bilgi toplama</u></p> <p>-Hangi bilgiler verilmiş? -Tam olarak ne soruluyor?</p>	
<p><u>2. Yaklaşımı organize etme</u></p> <p>-Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız? -Basit bir çizim yapınız. -Problemdeki önemli kavramları belirleyiniz.</p>	
<p><u>3. Problemin analizi</u></p> <p>-Problemde kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz. -Gerekli matematiksel işlemleri yapınız.</p>	
<p><u>4. Çabalarınızdan öğrendikleriniz</u></p> <p>-Sonuçları kontrol etme -Çözüm mantıklı mı? -Problem çözümüden neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz?</p>	

Şekil 25. D5 kodlu öğrencinin Sıvı Basıncı Bireysel Problem 6 için çözümü

Sıvı Basıncı Bireysel Problem 6'nın içerdiği PÇB'ler ve D5 kodlu öğrencinin bu PÇB'leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 33'te verilmiştir.

Tablo 33. D5 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 6 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problem İçerdiği PÇB'ler	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	2	3	3	2	-	-	-	-	2	2

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

Araştırmanın uygulama sürecinde D5 kodlu öğrencinin Şekil 25'teki problem çözümü, problemin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

D5 kodlu öğrenci, problem çözümü için çizdiği grafikteki eksenlerin değişkenlerini belirtmemiş “*değişken*” kodlu PÇB için “*kabul edilebilir*” seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır. Problem çözümündeki grafikte, düşey ve yatay eksen değişkenlerinin sırasıyla basınç ve zaman olduğu kabul edilirse bu öğrencinin kabın tabanında oluşan basıncın zamanla değişim grafiğini doğru çizdiği kabul edilebilir. Bu durum dikkate alınarak D5 kodlu öğrenci, “*tablo-grafik*” kodlu PÇB için “*iyi*” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Kabın şekli dikkate alındığında, kabın tabanında oluşan basıncının zamanla değişimini doğru şekilde belirleyen D5 kodlu öğrencinin, sıvı basıncı formülündeki basınç değişimini kaptaki sıvı seviyesinin değişmesiyle doğru şekilde ilişkilendirildiğini göstermektedir. Bu durum D5 kodlu öğrencinin, “*ilke-yasa*” kodlu PÇB için “*iyi*” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D5 kodlu öğrencinin grafiği, değişkenlerini belirtmemesi dışında, doğru olarak çizmesi problemdeki sözel ifadelere dikkat ettiği şeklinde değerlendirilmiş ve “*sözel-anlam*” kodlu PÇB için “*iyi*” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Çizdiği grafikteki eksen değişkenlerini belirtmeyen D5 kodlu öğrenci hata yapmış ve daha sonrada bu hatasının farkına varmayan D5 kodlu öğrenci, “*olası hata*” kodlu PÇB için “*kabul edilebilir*” seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır. Problem çözümünde sadece grafik çizip diğer basamakları boş bırakan D5 kodlu öğrencinin PÇ basamaklara yeterli düzeyde dikkat etmediği ve problem çözümünü kontrol etmediği belirlenmiştir. D5 kodlu öğrenci “*PÇ süreci*” kodlu PÇB için “*kabul edilebilir*” seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır.

D5 kodlu öğrencinin PÇEST'nin ikinci aşamasında katılmış olduğu bireysel problem çözümlerinin tamamının değerlendirilmesinden elde edilen bulgular Tablo 34'te sunulmaktadır.

Tablo 34'te görüldüğü gibi; D5 kodlu öğrencinin, “*değişken*” kodlu PÇB'yi problem çözümlerinde oldukça etkili olarak kullanabildiği belirlenmiştir. D5 kodlu öğrencinin “*değişken*” kodlu PÇB'yi içeren 20 problem çözümünde toplam 60 puan üzerinden 55 puan alması, bu beceriyi bireysel problem çözümlerinde %91,67 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D5 kodlu öğrenci, “*ilke-yasa*” kodlu PÇB'yi bir problem dışında diğer tüm problem çözümlerinde amacına uygun olarak kullanabilmiştir. D5 kodlu öğrencinin, “*ilke-yasa*” kodlu PÇB'yi içeren 20 problem çözümünde toplam 60 puan üzerinden 59 puan alması, bu beceriyi bireysel problem çözümlerinde %98,33 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

Tablo 34. D5 Kodlu Öğrencinin PÇB Kodlarına Göre Bireysel Problem Çözümlerinde PÇB'leri Kullanma Seviyeleri

PÇB Kodu / Problem No	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
1	3	3	3	-	-	-	-	-	3	3
2	2	3	3	-	-	-	3	-	3	2
3	3	3	3	-	-	-	1	-	2	3
4	3	3	3	3	-	-	-	-	3	2
5	2	2	2	-	-	1	-	-	2	1
6	3	3	3	-	3	-	-	-	2	3
7	2	3	3	-	-	-	-	-	3	2
8	3	3	3	-	-	3	-	-	3	2
9	3	3	3	-	-	-	-	-	3	3
10	3	3	3	-	-	-	3	-	3	3
11	3	3	2	-	2	-	3	-	2	2
12	2	3	3	2	-	-	-	-	3	3
13	2	3	2	-	-	-	-	2	2	2
14	3	3	3	-	-	3	-	-	3	3
15	3	3	3	-	-	-	3	-	3	3
16	3	3	3	-	-	3	-	-	3	2
17	3	3	3	-	-	3	-	-	3	3
18	3	3	3	-	-	3	-	-	2	2
19	3	3	3	-	-	3	3	-	3	3
20	3	3	3	3	-	3	-	-	3	3

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

D5 kodlu öğrencinin, “*sözel-anlam*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinin tamamına yakınında oldukça etkili kullandığı belirlenmiştir. D5 kodlu öğrencinin “*sözel-anlam*” kodlu PÇB’yi içeren 20 problem çözümünde toplam 60 puan üzerinden 57 puan alması, bu beceriyi bireysel problem çözümlerinde %95 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D5 kodlu öğrencinin katıldığı problem çözümlerinde, “*tablo-grafik*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde oldukça iyi seviyede kullandığı ancak grafik çizimlerinde kısmen eksiklerinin olduğu belirlenmiştir. D5 kodlu öğrencinin, “*tablo-grafik*” kodlu PÇB’yi içeren üç problem çözümünde toplam 9 puan üzerinden 8 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %88,89 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D5 kodlu öğrencinin, “*çizim*” kodlu PÇB’yi etkili olarak kullanabildiği tespit edilmiştir. D5 kodlu öğrenci verilen problem durumlarını amacına uygun olarak görselleştirebilmiş ve problem çözümlerinde kullanabilmiştir. D5 kodlu öğrencinin, “*çizim*” kodlu PÇB’yi içeren iki problem çözümünde toplam 6 puan üzerinden 5 puan alması, bu beceriyi bireysel problem çözümlerinde %83,33 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D5 kodlu öğrencinin, “*yorum*” kodlu PÇB’yi bir problem dışında oldukça etkili bir şekilde kullanabildiği belirlenmiştir. D5 kodlu öğrencinin, “*yorum*” kodlu PÇB’yi içeren sekiz problem çözümünde toplam 24 puan üzerinden 22 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %91,67 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D5 kodlu öğrenci, problem çözümlerinde “*farklı durum*” kodlu PÇB’yi, bir problem dışında, oldukça etkili şekilde kullanmıştır. D5 kodlu öğrencinin, “*farklı durum*” kodlu PÇB’yi içeren altı problem çözümünde toplam 18 puan üzerinden 16 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %88,89 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

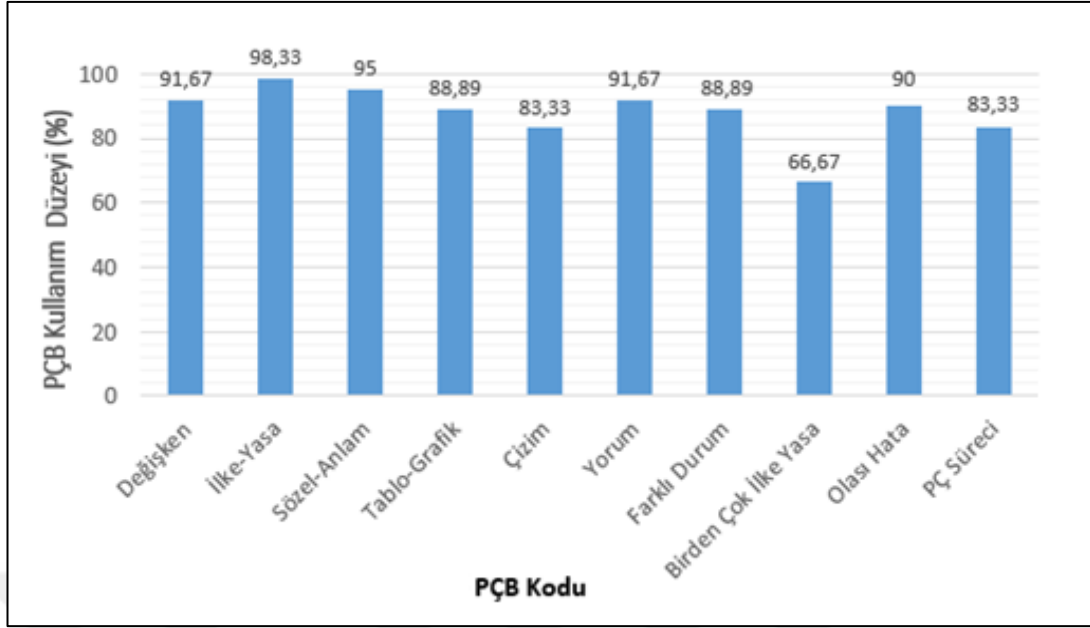
D5 kodlu öğrencinin problem çözme etkinliklerinde, “*birden çok ilke-yasa*” kodlu PÇB’yi problem çözümünde kabul edilebilir düzeyde kullanabildiği tespit edilmiştir. D5 kodlu öğrencinin, sadece bir ilke-yasa-kanunla ilgili problemleri oldukça iyi çözebildiği ancak birden fazla ilke-yasa-kanunu kapsayan problem çözümlerinde temel ilişki ve eşitlikleri oluşturmada eksikliklerinin olduğu ve problemin tam sonucuna ulaşamadığı tespit edilmiştir. D5 kodlu öğrencinin “*birden çok ilke-yasa*” kodlu PÇB’yi içeren bir problem çözümünde 3 puan üzerinden 2 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %66,67 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D5 kodlu öğrenci, “*olası hata*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde etkili olarak kullanabilmiştir. “*Çizim*”, “*yorum*” ve “*farklı durum*” kodlu PÇB’leri de içeren birer problem çözümünde “*olası hata*” kodlu PÇB’yi aynı düzeyde kullanamamıştır. D5 kodlu öğrencinin, “*olası hata*” kodlu PÇB’yi içeren 20 problem çözümünde toplam 60 puan üzerinden 54 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %90 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D5 kodlu öğrencinin, “*PÇ süreci*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde iyi düzeyde kullanabildiği belirlenmiştir. Matematiksel işlem gerektirmeyen problem çözümlerinin çoğunda problem çözme aşamalarını problem çözme materyaline yansıtmamıştır. D5 kodlu öğrencinin, “*PÇ süreci*” kodlu PÇB’yi içeren 20 problem çözümünde toplam 60 puan üzerinden 50 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %83,33 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D5 kodlu öğrencinin katılmış olduğu bireysel problem çözümlerinin tamamı dikkate alındığında, PÇB’leri problem çözümlerinde kullanma düzeyleri ile ilgili bulgular Şekil 26’da gösterilmiştir.

Problem çözme becerileri gelişimi değerlendirme ölçeğine göre D5 kodlu öğrencinin problem çözme becerilerini bireysel problem çözümlerinde kullanabilme seviyeleri Tablo 35’te verilmiştir.



Şekil 26. D5 kodlu öğrencinin bireysel problem çözümleri için PÇB'leri problem çözümlerinde kullanma düzeyi grafiği

Tablo 35. D5 Kodlu Öğrencinin PÇB Seviyeleri

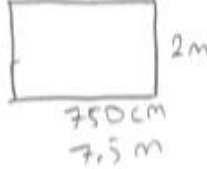
PÇB Kodu	Beceri Düzeyi (%)	Beceri Seviyesi
Değişken	91,67	İyi
İlke-Yasa	98,33	İyi
Sözel-Anlam	95	İyi
Tablo-Grafik	88,89	İyi
Çizim	83,33	İyi
Yorum	91,67	İyi
Farklı Durum	88,89	İyi
Birden Çok İlke-Yasa	66,67	Kabul Edilebilir
Olası Hata	90	İyi
PÇ Süreci	83,33	İyi

4.1.2.6. D6 Kodlu Öğrencinin Problem Çözümlerinden Elde Edilen Bulgular

D6 kodlu öğrenci PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin ikinci aşamasında, örnek problem çözme basamağında çözülmesi hedeflenen 22 problemde 13 adetinin çözümüne katıldığı ve bireysel problem çözme basamağında çözülmesi hedeflenen 22 problemde 12 adetinin çözümünü gerçekleştirmiş olduğu tespit edilmiştir.

D6 kodlu öğrenci, problem çözme etkinlikleri sürecinde ek problem çözmemiş ve çözmesi hedeflenen 22 ödev probleminden sadece altı adetinin çözümünü gerçekleştirmiştir.

D6 kodlu öğrencinin, öğretmen rehberliğinde çözdüğü bireysel problem çözümlerinden rastgele seçilen üç problem çözümünün analizi aşağıda sunulmaktadır. Bu kapsamda D6 kodlu öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 1'in çözümü incelenmiştir. D6 kodlu öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 1 için gerçekleştirdiği çözümü Şekil 27'de gösterilmiştir.

<p>Taban kenar uzunlukları 750cm ve 2m olan bir beton bloğun kütlesi 30kg'dır. Bu beton bloğun yatay zemine uyguladığı basınç kaç paskaldır? ($g=10m/s^2$)</p>	
<p>1. Bilgi toplama</p> <p>-Hangi bilgiler verilmiş?</p> <p>-Tam olarak ne soruluyor?</p>	<p>Beton bloğun kütlesi, kenar uzunlukları (30kg) (750cm, 2m)</p> <p>Beton bloğun yatay zemine uyguladığı basınç</p>
<p>2. Yaklaşımı organize etme</p> <p>-Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız?</p> <p>-Basit bir çizim yapınız.</p> <p>-Problemdeki önemli kavramları belirleyiniz.</p>	
<p>3. Problemin analizi</p> <p>-Problemde kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz.</p> <p>-Gerekli matematiksel işlemleri yapınız.</p>	$G = mg$ $G = 30 \cdot 10 = 300N$ $A = 7.5 \cdot 2 = 15m^2$ $P = \frac{G}{A} = \frac{300N}{15} = 20Pa$
<p>4. Çabalarınızdan öğrendikleriniz</p> <p>-Sonuçları kontrol etme</p> <p>-Çözüm mantıklı mı?</p> <p>-Problemün çözümünden neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz?</p>	<p>Evet</p> <p>Birimleri çevirme</p>

Şekil 27. D6 kodlu öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 1 için çözümü

Katı Basıncı Bireysel Problem 1'in içerdiği PÇB'ler ve D6 kodlu öğrencinin bu PÇB'leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 36'da verilmiştir.

Tablo 36. D6 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Katı Basıncı Bireysel Problem 1 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problemin İçerdiği PÇB'ler	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	3	3	3	-	-	-	-	-	3	3

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

Araştırmanın uygulama sürecinde D6 kodlu öğrencinin Şekil 27'deki problem çözümü, problemin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

D6 kodlu öğrenci problemdeki değişkenleri birimleriyle birlikte belirleyerek problem çözümünde doğru şekilde kullanmış, problemdeki sözel ifadeleri hedeflenen şekilde çözüme tam olarak yansıtmış, problem çözümünde herhangi bir hata yapmayarak PÇ sürecini materyaldeki basamakları dikkate alarak son adımdaki "sonuçları kontrol etme" basamağını da dikkate alarak çözümü tamamlamıştır. Problemin içerdiği "*değişken, ilke-yasa, sözel-anlam, olası hata, PÇ süreci*" kodlu PÇB'lerin tamamını için "*iyi*" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır.

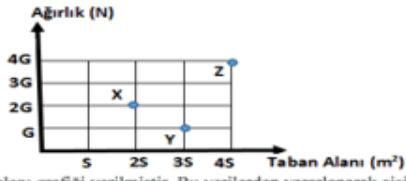
D6 kodlu öğrencinin, Katı Basıncı Bireysel Problem 4 için gerçekleştirdiği çözümü Şekil 28'de gösterilmiştir.

Katı Basıncı Bireysel Problem 4'ün içerdiği PÇB'ler ve D6 kodlu öğrencinin bu PÇB'leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 37'de verilmiştir.

Tablo 37. D6 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Katı Basıncı Bireysel Problem 4 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problemin İçerdiği PÇB'ler	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	3	3	3	3	-	-	-	-	3	2

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

	
<p>1. Bilgi toplama</p> <p>-Hangi bilgiler verilmiş?</p> <p>-Tam olarak ne soruluyor?</p>	<p>Ağırlık, Taban alanı</p>
<p>2. Yaklaşımı organize etme</p> <p>-Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız?</p> <p>-Basit bir çizim yapınız.</p> <p>-Problemdeki önemli kavramları belirleyiniz.</p>	
<p>3. Problemin analizi</p> <p>-Problemde kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz.</p> <p>-Gerekli matematiksel işlemleri yapınız.</p>	$P_x = \frac{2G}{2S} = 1$ $P_y = \frac{G}{3S} = \frac{1}{3}$ $P_z = \frac{4G}{4S} = 1$ <p>$P_x = P_z > P_y$</p>
<p>4. Cebalarınızdan öğrendikleriniz</p> <p>-Sonuçları kontrol etme</p> <p>-Çözüm mantıklı mı?</p> <p>-Problemün çözümünden neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz?</p>	

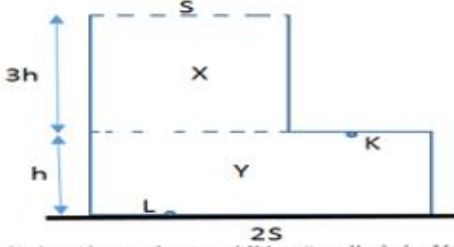
Şekil 28. D6 kodlu öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 4 için çözümü

Araştırmanın uygulama sürecinde D6 kodlu öğrencinin Şekil 28'deki problem çözümü, problemin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

D6 kodlu öğrenci, basınç değerlerini hesaplamak için kullanacağı değişkenleri grafikteki verileri dikkate alarak doğru bir şekilde belirlemiş ve "değişken" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Ağırlık ve taban alanı değerlerini grafikten beklenen şekilde okuyup katı basıncı formülünde kullanarak istenilen basınç değerlerini hesaplamış ve "ilke-yasa" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D6 kodlu öğrencinin, problem çözümünü tam olarak gerçekleştirmesi problemdeki sözel ifadelerle dikkat ettiği şekilde değerlendirilmiş ve "sözel-anlam" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. X, Y ve Z katılarının oluşturacağı basınçları hesaplayabilmek için grafikte verilen değerleri ağırlık ve taban alanı olarak eksenler

üzerinden karşılıklı şekilde belirleyip oranlayarak doğru şekilde hesaplamış ve “*tablo-grafik*” kodlu PÇB için “*iyi*” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D6 kodlu öğrenci, problem çözümde herhangi bir hata yapmayarak basınçları doğru şekilde sıralamış ve “*olası hata*” kodlu PÇB için “*iyi*” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D6 kodlu öğrencinin, problem çözme basamaklarının sonuncusunu boş bırakması PÇ adımlarına yeteri kadar dikkat etmediği ve problem çözümünü kontrol etmediği şeklinde değerlendirilmiştir. D6 kodlu öğrenci “*PÇ süreci*” kodlu PÇB için “*kabul edilebilir*” seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır.

D6 kodlu öğrencinin, Sıvı Basıncı Bireysel Problem 2 için gerçekleştirdiği çözümü Şekil 29’da gösterilmiştir.



Birbirine karışmayan X ve Y sıvılardan oluşan sistem şekilde gösterilmiştir. Y sıvısının yoğunluğu X sıvısının yoğunluğunun üç katı olduğuna göre K ve L noktasında oluşan sıvı basınçlarını hesaplayınız? ($g=10\text{m/s}^2$)

<p>1. Bilgi toplama</p> <p>-Hangi bilgiler verilmiş? -Tam olarak ne soruluyor?</p>	<p>Y sıvısının yoğunluğu X sıvısının üç katı</p>
<p>2. Yaklaşımı organize etme</p> <p>-Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız? -Basit bir çizim yapınız. -Problemdeki önemli kavramları belirleyiniz.</p>	
<p>3. Problemin analizi</p> <p>-Problemde kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz. -Gerekli matematiksel işlemleri yapınız.</p>	<p>$P_x = 3hd \cdot g = 3hdg$ $P_y = h \cdot 3d \cdot g = 3hdg$</p>
<p>4. Çabalarınızdan öğrendikleriniz</p> <p>-Sonuçları kontrol etme -Çözüm mantıklı mı? -Problem çözümüden neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz?</p>	

Şekil 29. D6 kodlu öğrencinin Sıvı Basıncı Bireysel Problem 2 için çözümü

Sıvı Basıncı Bireysel Problem 2'nin içerdığı PÇB'ler ve D6 kodlu öğrencinin bu PÇB'leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 38'de verilmiştir.

Tablo 38. D6 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 2 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problemin İçerdiği PÇB'ler	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	2	3	3	-	-	-	3	-	2	2

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

Araştırmanın uygulama sürecinde D6 kodlu öğrencinin Şekil 29'daki problem çözümü, problemin içerdığı PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

D6 kodlu öğrenci, problem çözümünde kullanacağı sıvı yoğunlukları değerlerini $3d$ ve d şeklinde belirlemiş ancak P_K ve P_L noktalarında oluşacak sıvı basınç değerlerini için P_X ve P_Y değişkenleri olarak farklı şekilde ifade etmiş ve "değişken" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. K ve L noktalarında oluşacak sıvı basıncı değerini, sıvı basıncı formülünü amacına uygun şekilde kullanmış ve "ilke-yasa" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D6 kodlu öğrenci, problemdeki sözel ifadelere dikkat ederek sıvı yoğunluklarını Y sıvısının yoğunluğu X sıvısının üç katı olarak $3d$ ve d şeklinde belirleyerek problem çözümünde kullanmış ve "sözel-anlam" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Problemde verilen iki farklı sıvının oluşturacağı basınçların farklı olacağını ayırt ederek K ve kabın tabanındaki L noktası için sıvı basınç değerlerini hesaplayarak "farklı durum" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D6 kodlu öğrenci, problem çözümünde herhangi bir hata yapmayarak çözümünü tamamlamış ve "farklı durum" kodlu PÇB için "kabul edilebilir" seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır. D6 kodlu öğrencinin, problem çözme basamaklarının son kısmını boş bırakması PÇ basamaklarına tam olarak dikkat etmediği ve problem çözümünü kontrol etmediği şeklinde değerlendirilmiş ve "farklı durum" kodlu PÇB için "kabul edilebilir" seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır.

D6 kodlu öğrencinin, PÇEST'nin ikinci aşamasında katılmış olduğu bireysel problem çözümlerinin tamamının değerlendirilmesinden elde edilen bulgular Tablo 39'da sunulmaktadır.

Tablo 39'dan görüldüğü gibi; D6 kodlu öğrenci, "değişken" kodlu PÇB'yi problem çözümlerinin yarısından fazlasında amacına uygun şekilde kullanmıştır. D6 kodlu öğrencinin genellikle "çizim, yorum" ve "farklı durum" kodlu PÇB'leri de içeren problem

çözümlerinde “*değişken*” kodlu PÇB’yi daha düşük seviyelerde kullanabildiği tespit edilmiştir. D6 kodlu öğrenci “*değişken*” kodlu PÇB’yi kapsayan 13 problem çözümünde toplam 39 puan üzerinden 33 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %84,62 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

Tablo 39. D6 Kodlu Öğrencinin PÇB Kodlarına Göre Bireysel Problem Çözümlerinde PÇB’leri Kullanma Seviyeleri

PÇB Kodu / Problem No	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
1	3	3	3	-	-	-	-	-	3	3
2	2	3	3	-	-	-	2	-	3	2
3	2	3	2	-	2	-	-	-	2	2
4	2	2	3	-	-	2	-	-	1	1
5	2	2	2	-	-	3	-	-	2	2
6	3	3	3	3	-	-	-	-	3	2
7	3	3	3	-	-	-	2	-	3	2
8	3	3	3	-	-	-	-	-	3	3
9	2	3	3	-	-	-	3	-	2	2
10	2	3	3	-	-	-	3	-	3	3
11	3	3	3	-	-	3	-	-	2	2
12	3	3	3	-	-	-	-	-	3	2
13	3	3	3	-	-	3	-	-	3	2

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

D6 kodlu öğrenci, “*ilke-yasa*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinin tamamına yakınında amacına uygun olarak kullandığı ancak “*yorum*” kodlu PÇB’yi de içeren iki problem çözümünde daha düşük seviyede kullandığı tespit edilmiştir. D6 kodlu öğrencinin, “*ilke-yasa*” kodlu PÇB’yi içeren 13 problem çözümünde toplam 39 puan üzerinden 37 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %94,87 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D6 kodlu öğrenci, “*sözel-anlam*” kodlu PÇB’yi, çözdüğü iki problem haricinde, problem çözümlerinde amacına uygun ve tam olarak kullanmıştır. D6 kodlu öğrencinin, “*ilke-yasa*” kodlu PÇB’yi içeren 13 problem çözümünde toplam 39 puan üzerinden 37 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %94,87 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D6 kodlu öğrenci, “*tablo-grafik*” kodlu PÇB’yi çözdüğü problemde amacına uygun olarak kullanmıştır. D6 kodlu öğrencinin, “*tablo-grafik*” kodlu PÇB’yi içeren bir problem çözümünde 3 puan üzerinden 3 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %100 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D6 kodlu öğrencinin, “*çizim*” kodlu PÇB’yi çözdüğü problemde kısmen kullanabildiği tespit edilmiştir. D6 kodlu öğrencinin, “*tablo-grafik*” kodlu PÇB’yi içeren bir problem

çözümünde 3 puan üzerinden 2 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %66,67 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D6 kodlu öğrenci, “*yorum*” kodlu PÇB’yi çözdüğü dört problemin üçünde amacına uygun olarak etkili bir şekilde kullanmış ve problemleri tam olarak çözmüştür. D6 kodlu öğrencinin, “*yorum*” kodlu PÇB’yi içeren dört problem çözümünde toplam 12 puan üzerinden 11 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %91,67 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D6 kodlu öğrenci, “*farklı durum*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinin yarısında tam olarak kullanabildiği diğer problem çözümlerinde ise bu beceriyi tam olarak kullanamadığı tespit edilmiştir. D6 kodlu öğrencinin, “*farklı durum*” kodlu PÇB’yi içeren altı problem çözümünde toplam 12 puan üzerinden 10 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %83,33 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

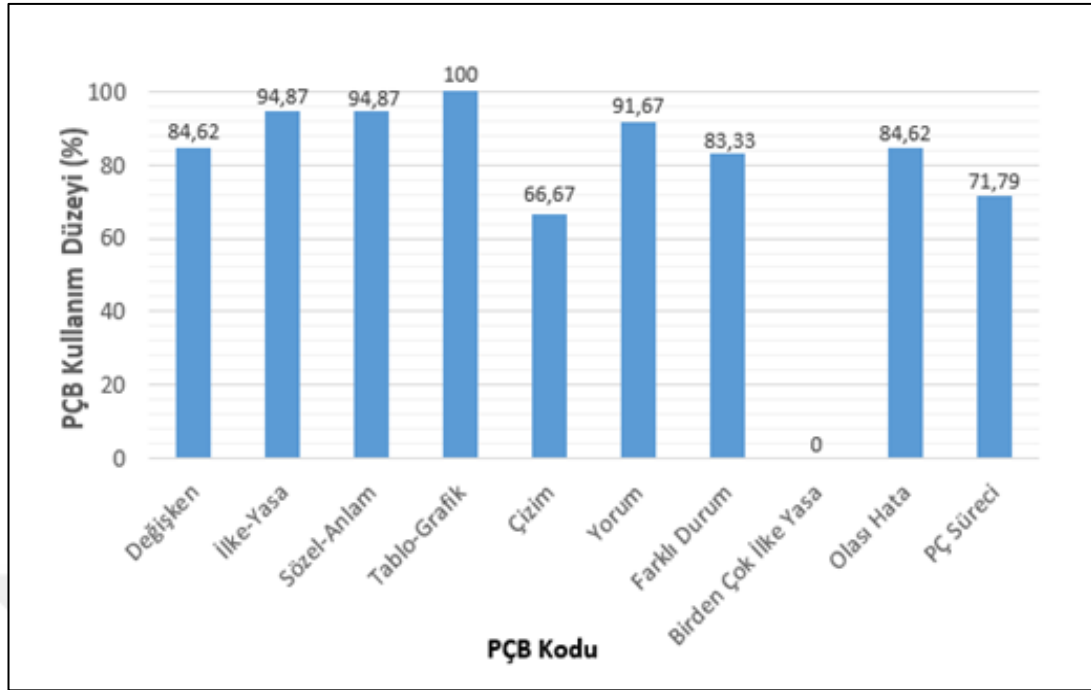
D6 kodlu öğrenci, problem çözme etkinliklerinde, “*birden çok ilke-yasa*” kodlu PÇB’yi içeren bireysel problem çözümlerine katılmamıştır.

D6 kodlu öğrencinin, “*olası hata*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde oldukça iyi kullanabildiği belirlenmiştir. D6 kodlu öğrenci, “*olası hata*” kodlu PÇB’yi “*çizim, yorum*” ve “*farklı durum*” kodlu PÇB’leri de içeren problem çözümlerinin tamamına yakınında ise daha düşük seviyelerde kullanabildiği tespit edilmiştir. D6 kodlu öğrencinin, “*olası hata*” kodlu PÇB’yi içeren 13 problem çözümünde toplam 39 puan üzerinden 33 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %84,62 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D6 kodlu öğrencinin, “*PÇ süreci*” kodlu PÇB’yi içeren problem çözümlerinin çoğunda etkili bir şekilde kullanamadığı belirlenmiştir. “*Yorum*” ve “*farklı durum*” kodlu PÇB’yi içeren problem çözümlerinin tamamına yakınında problem çözme aşamalarını problem çözme materyaline yansıtmamıştır. D6 kodlu öğrencinin, “*PÇ süreci*” kodlu PÇB’yi içeren 13 problem çözümünde toplam 39 puan üzerinden 28 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %71,79 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D6 kodlu öğrencinin, katılmış olduğu bireysel problem çözümlerinin tamamı dikkate alındığında, PÇB’leri problem çözümlerinde kullanma düzeyleri ile ilgili bulgular Şekil 30’da gösterilmiştir.

Problem çözme becerileri gelişimi değerlendirme ölçeğine göre D6 kodlu öğrencinin problem çözme becerilerini bireysel problem çözümlerinde kullanabilme seviyeleri Tablo 40’ta verilmiştir.



Şekil 30. D6 kodlu öğrencinin bireysel problem çözümleri için PÇB'leri problem çözümlerinde kullanma düzeyi grafiği

Tablo 40. D6 Kodlu Öğrencinin PÇB Seviyeleri

PÇB Kodu	Beceri Düzeyi (%)	Beceri Seviyesi
Değişken	84,62	İyi
İlke-Yasa	94,87	İyi
Sözel-Anlam	94,87	İyi
Tablo-Grafik	100	İyi
Çizim	66,67	Kabul edilebilir
Yorum	91,67	İyi
Farklı Durum	83,33	İyi
Birden Çok İlke-Yasa	-	-
Olası Hata	84,62	İyi
PÇ Süreci	71,79	İyi

4.1.2.7. D7 Kodlu Öğrencinin Problem Çözümlerinden Elde Edilen Bulgular

D7 kodlu öğrenci, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin ikinci aşamasında, örnek problem çözme basamağında çözülmesi hedeflenen 22 problemde 9 adetinin çözümüne katıldığı ve bireysel problem çözme basamağında çözülmesi

hedeflenen 22 problemden 10 adetinin çözümünü gerçekleştirmiş olduğu tespit edilmiştir. D7 kodlu öğrenci, problem çözme etkinlikleri sürecinde ek problem çözmemiş ve çözmesi hedeflenen 22 ödev probleminden beş adetinin çözümünü gerçekleştirmiştir.

D7 kodlu öğrencinin öğretmen rehberliğinde çözdüğü bireysel problem çözümlerinden rastgele seçilen üç problem çözümünün analizi aşağıda sunulmaktadır. Bu kapsamda D7 kodlu öğrencinin birinci problem çözümü Katı Basıncı Bireysel Problem 1'in çözümü incelenmiştir. D7 kodlu öğrencinin, Katı Basıncı Bireysel Problem 1 için gerçekleştirdiği çözümü Şekil 31'de gösterilmiştir.

Taban kenar uzunlukları 750cm ve 2m olan bir beton bloğun kütlesi 30kg'dır. Bu beton bloğun yatay zemine uyguladığı basınç kaç paskaldır? ($g=10m/s^2$)	
<p>1. Bilgi toplama</p> <p>-Hangi bilgiler verilmiş?</p> <p>-Tam olarak ne soruluyor?</p>	$P = \frac{F}{S} = \frac{G}{A} \quad 7,5m \quad 2m \quad 30kg$
<p>2. Yaklaşımı organize etme</p> <p>-Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız?</p> <p>-Basit bir çizim yapınız.</p> <p>-Problemdeki önemli kavramları belirleyiniz.</p>	
<p>3. Problemin analizi</p> <p>-Problemde kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz.</p> <p>-Gerekli matematiksel işlemleri yapınız.</p>	$G = m \cdot g$ $G = 30 \cdot 10 = 300$ $A = 7,5 \cdot 2 = 15m^2$ $P = \frac{G}{A} = \frac{300}{15} = 20 \text{ PA}$
<p>4. Cabalarınızdan öğrendikleriniz</p> <p>-Sonuçları kontrol etme</p> <p>-Çözüm mantıklı mı?</p> <p>-Problem çözümüden neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz?</p>	<p>Birimleri öğrendi</p>

Şekil 31. D7 kodlu öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 1 için çözümü

Katı Basıncı Bireysel Problem 1'in içerdiği PÇB'ler ve D7 kodlu öğrencinin bu PÇB'leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 41'de verilmiştir.

Tablo 41. D7 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Katı Basıncı Bireysel Problem 1 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problemin İçerdiği PÇB'ler	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	2	3	3	-	-	-	-	-	2	3

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

Araştırmanın uygulama sürecinde D7 kodlu öğrencinin Şekil 31'deki problem çözümü, problemin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

D7 kodlu öğrenci, problem çözümünü tam ve doğru olarak gerçekleştirmiş, ancak problem çözümünde alan değişkeninin birimini m^2 olarak ifade ettiği halde ağırlık değişkeninin birimini N olarak belirtmemiş ve "değişken" kodlu PÇB için "kabul edilebilir" seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır. Problem çözümü için gerekli katı basıncı formülünü kullanarak istenilen basınç değerini hesaplamış ve "ilke-yasa" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D7 kodlu öğrencinin problem çözümünü doğru olarak gerçekleştirmesi, "sözel-anlam" kodlu PÇB'yi problem çözümünde amacına uygun olarak kullandığı şeklinde değerlendirilmiş ve bu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D7 kodlu öğrenci, ağırlık biriminin ifade edilmemesi dışında herhangi bir hata yapmamış ve "olası hata" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D7 kodlu öğrenci, PÇ süreci basamaklarını dikkate alarak problem çözümünü, "sonuçları kontrol etme" olan son basamağı da dikkate alarak, tamamlamış ve "PÇ süreci" kodlu PÇB "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır.

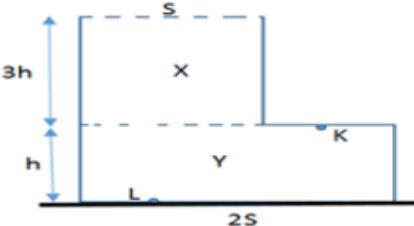
D7 kodlu öğrencinin, Sıvı Basıncı Bireysel Problem 2 için gerçekleştirdiği çözümü Şekil 32'de gösterilmiştir.

Sıvı Basıncı Bireysel Problem 2'nin içerdiği PÇB'ler ve D7 kodlu öğrencinin bu PÇB'leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 42'de verilmiştir.

Tablo 42. D7 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 2 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problemin İçerdiği PÇB'ler	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	3	3	3	-	-	-	3	-	3	2

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi



Birbirine karışmayan X ve Y sıvılardan oluşan sistem şekilde gösterilmiştir. Y sıvısının yoğunluğu X sıvısının yoğunluğunun üç katı olduğuna göre K ve L noktasında oluşan sıvı basınçlarını hesaplayınız? ($g=10\text{m/s}^2$)

<p>1. Bilgi toplama</p> <p>-Hangi bilgiler verilmiş?</p> <p>-Tam olarak ne soruluyor?</p>	<p>yükseklikler verilmiştir.</p> <p>$d_x = d$</p> <p>$d_y = 3d$</p>
<p>2. Yaklaşımı organize etme</p> <p>-Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız? ✓</p> <p>-Basit bir çizim yapınız.</p> <p>-Problemdeki önemli kavramları belirleyiniz.</p>	
<p>3. Problemin analizi</p> <p>-Problemde kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz.</p> <p>-Gerekli matematiksel işlemleri yapınız.</p>	<p>$P_K = 3hdg$</p> <p>$P_L = 3h \cdot d \cdot g + h \cdot 3dg = 6hdg$</p>
<p>4. Cebalarınızdan öğrendikleriniz</p> <p>-Sonuçları kontrol etme</p> <p>-Çözüm mantıklı mı? ✓</p> <p>-Problem çözümünden neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz?</p>	

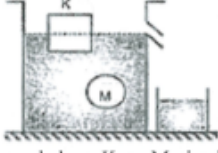
Şekil 32. D7 kodlu öğrencinin Sıvı Basıncı Bireysel Problem 2 için çözümü

Araştırmanın uygulama sürecinde D7 kodlu öğrencinin Şekil 32'deki problem çözümü, problemin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

D7 kodlu öğrenci, problem durumunda ifade edilen sıvı yoğunlukları değerlerini $3d$ ve d şeklinde belirleyerek problem çözümünde kullanmış ve "değişken" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Tek tür ve iki farklı tür sıvının oluşturacağı basıncı, sıvı basıncı formülünü amacına uygun şekilde kullanarak istenilen basınç değerlerini hesaplamış ve "ilke-yasa" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D7 kodlu öğrenci, problemdeki ifadeleri dikkate alarak sıvı yoğunluklarını doğru şekilde ve orantılı olarak belirleyerek problem çözümünde kullanmış ve "sözel-anlam" kodlu PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. L noktasında oluşan sıvı basıncı değerinin hesaplamasında; iki farklı sıvının oluşturacağı basınçların farklı olduğunu ve L noktasındaki

basıncın bu iki basınç değerinin toplamı şeklinde hesaplamış ve “*farklı durum*” kodlu PÇB için “*iyi*” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Problem çözümünü herhangi bir hata yapmayarak tamamlayan D7 kodlu öğrenci, “*olası hata*” kodlu PÇB için “*iyi*” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D7 kodlu öğrencinin problem çözme basamaklarının sonuncusuna tik işareti koyması, ifadeleri onayladığı şeklinde değerlendirilmiş ve “*PÇ süreci*” kodlu PÇB için “*iyi*” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır.

D7 kodlu öğrencinin, Kaldırma Kuvveti Bireysel Problem 2 için gerçekleştirdiği çözümü Şekil 33’te gösterilmiştir.



Taşma seviyesine kadar sıvı dolu olan taşıma kabına K ve M cismi ayrı ayrı bırakıldıklarında şekildeki gibi dengede kalıyorlar. Her iki durumda da eşit miktarda sıvı taşıdığına göre aşağıda verilen ifadelerden hangileri doğrudur?

- I. ~~K~~nin hacmi ~~M~~ninkinden büyüktür. +
- II. Cisimlerin ağırlıkları eşittir. +
- III. Cisimlere etki eden kaldırma kuvvetleri eşittir. +
- IV. Sistemde en yoğun madde sıvıdır. ←

<p><u>1. Bilgi toplama</u></p> <p>-Hangi bilgiler verilmiş? -Tam olarak ne soruluyor?</p>	
<p><u>2. Yaklaşımı organize etme</u></p> <p>-Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız? -Basit bir çizim yapınız. -Problemdeki önemli kavramları belirleyiniz.</p>	
<p><u>3. Problemin analizi</u></p> <p>-Problemde kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz. -Gerekli matematiksel işlemleri yapınız.</p>	
<p><u>4. Çabalarınızdan öğrendikleriniz</u></p> <p>-Sonuçları kontrol etme -Çözüm mantıklı mı? -Problemin çözümünden neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz?</p>	

Şekil 33. D7 kodlu öğrencinin Kaldırma Kuvveti Bireysel Problem 2 için çözümü

Kaldırma Kuvveti Bireysel Problem 2’nin içerdiği PÇB’ler ve D7 kodlu öğrencinin bu PÇB’leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 43’te verilmiştir.

Tablo 43. D7 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Kaldırma Kuvveti Bireysel Problem 2 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problemin İçerdiği PÇB'ler	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	3	3	3	-	-	3	-	-	3	2

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

Araştırmanın uygulama sürecinde D7 kodlu öğrencinin Şekil 33'teki problem çözümü, problemin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

D7 kodlu öğrencinin, öncüllerin yanına koyduğu "+" ve "-" işaretleri dikkate alındığında problem çözümünü tam ve doğru olarak gerçekleştirmiş olduğu görülmektedir. Ancak problem çözümünü, yaptığı işlemleri problem çözme materyaline yansıtmadan sadece öncüllerin doğruluğunu ve yanlışlığını belirterek gerçekleştirdiği görülmektedir. D7 kodlu öğrencinin özellikle problem çözme basamaklarının son kısmını boş bırakması, problem çözümünü kontrol etmediği şeklinde değerlendirilmiştir. D7 kodlu öğrenci, "PÇ süreci" kodlu PÇB için "kabul edilebilir" seviyesine karşılık gelen 2 puan, problemin içerdiği diğer tüm PÇB'lerin her biri için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır.

D7 kodlu öğrencinin, PÇEST'nin ikinci aşamasında katılmış olduğu bireysel problem çözümlerinin tamamının değerlendirilmesinden elde edilen bulgular Tablo 44'te sunulmaktadır.

Tablo 44. D7 Kodlu Öğrencinin PÇB Kodlarına Göre Bireysel Problem Çözümlerinde PÇB'leri Kullanma Seviyeleri

PÇB Kodu / Problem No	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
1	2	3	3	-	-	-	-	-	2	3
2	3	3	3	-	-	-	3	-	3	2
3	3	3	3	-	-	-	3	-	3	3
4	3	3	3	3	-	-	-	-	3	3
5	2	3	3	-	-	-	-	-	3	3
6	3	3	3	-	-	-	3	-	3	3
7	2	3	3	-	-	-	3	-	2	2
8	3	2	3	-	-	2	-	-	2	2
9	3	2	2	-	-	3	-	-	2	3

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

Tablo 44'te görüldüğü gibi; D7 kodlu öğrencinin, “*değişken*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde etkili olarak kullanabildiği ancak bazı problem çözümlerinde değişkenlerin birimlerini problem çözümlerine tam olarak yansıtamadığı belirlenmiştir. D7 kodlu öğrencinin, “*değişken*” kodlu PÇB’yi içeren dokuz problem çözümünde toplam 27 puan üzerinden 24 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %88,89 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D7 kodlu öğrenci, “*ilke-yasa*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinin tamamına yakınında amacına uygun olarak kullanmıştır. Ancak “*yorum*” kodlu PÇB’yi de içeren iki problem çözümünde “*ilke-yasa*” kodlu PÇB’yi aynı etkililikle problem çözümünde kullanamamıştır. D7 kodlu öğrencinin, “*ilke-yasa*” kodlu PÇB’yi içeren dokuz problem çözümünde toplam 27 puan üzerinden 25 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %92,58 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D7 kodlu öğrencinin, “*sözel-anlam*” kodlu PÇB’yi, bir problem çözümü dışında, problem çözümlerinde amacına uygun olarak kullanabildiği tespit edilmiştir. D7 kodlu öğrencinin, “*sözel-anlam*” kodlu PÇB’yi içeren dokuz problem çözümünde toplam 27 puan üzerinden 26 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %96,3 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D7 kodlu öğrencinin, “*tablo-grafik*” kodlu PÇB’yi problem çözümünde tam olarak kullandığı görülmektedir. D7 kodlu öğrencinin, “*tablo-grafik*” kodlu PÇB’yi içeren problem çözümünde toplam 3 puan üzerinden 3 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %100 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D7 kodlu öğrencinin, “*çizim*” ve “*birden çok ilke-yasa*” kodlu PÇB’leri içeren problem çözüme etkinliklerine katılmadığı belirlenmiştir.

D7 kodlu öğrencinin, “*yorum*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde etkili olarak kullanabildiği belirlenmiştir. D7 kodlu öğrencinin, “*yorum*” kodlu PÇB’yi içeren iki problem çözümünde toplam 6 puan üzerinden 5 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %83,33 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

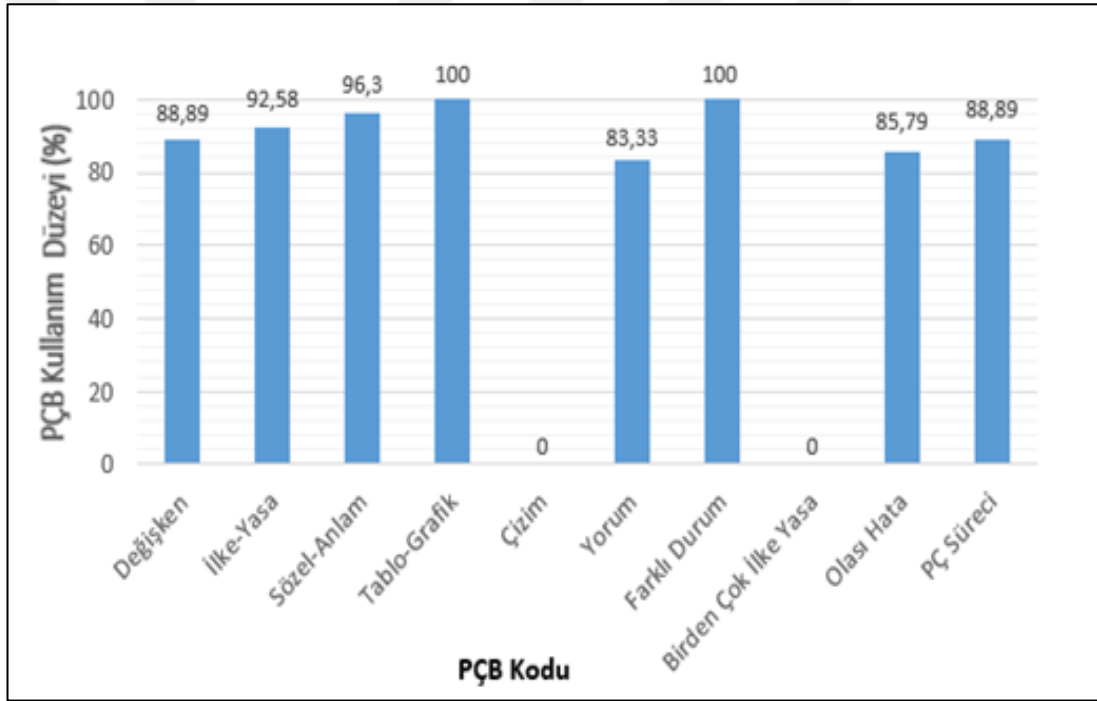
D7 kodlu öğrencinin, “*farklı durum*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde amacına uygun olarak kullanabildiği görülmektedir. D7 kodlu öğrencinin, “*farklı durum*” kodlu PÇB’yi içeren dört problem çözümünde toplam 12 puan üzerinden 12 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %100 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D7 kodlu öğrencinin, “*olası hata*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde etkili olarak kullanabildiği ancak “*yorum*” ve “*farklı durum*” kodlu PÇB’yi içeren problem çözümlerinin yarısına yakınında bu beceriyi daha düşük seviyelerde kullanabildiği belirlenmiştir. D7 kodlu öğrencinin, “*olası hata*” kodlu PÇB’yi içeren dokuz problem çözümünde toplam 27 puan

üzerinden 23 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %85,19 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D7 kodlu öğrencinin, “PÇ süreci” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinin tamamına yakınında etkili olarak kullanabildiği tespit edilmiş, ancak “yorum” ve “farklı durum” kodlu PÇB’leri içeren bazı problem çözümlerinde bu beceriyi daha düşük seviyelerde problem çözümünde kullanabildiği belirlenmiştir. D7 kodlu öğrencinin, “PÇ süreci” kodlu PÇB’yi içeren dokuz problem çözümünde toplam 27 puan üzerinden 24 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %88,89 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D7 kodlu öğrencinin, katılmış olduğu bireysel problem çözümlerinin tamamı dikkate alındığında, PÇB’leri problem çözümlerinde kullanma düzeyleri ile ilgili bulgular Şekil 34’te gösterilmiştir.



Şekil 34. D7 kodlu öğrencinin bireysel problem çözümleri için PÇB’leri problem çözümlerinde kullanma düzeyi grafiği

Problem çözme becerileri gelişimi değerlendirme ölçeğine göre D7 kodlu öğrencinin problem çözme becerilerini bireysel problem çözümlerinde kullanabilme seviyeleri Tablo 45’te verilmiştir.

Tablo 45. D7 Kodlu Öğrencinin PÇB Seviyeleri

PÇB Kodu	Beceri Düzeyi (%)	Beceri Seviyesi
Değişken	88,89	İyi
İlke-Yasa	92,58	İyi
Sözel-Anlam	96,3	İyi
Tablo-Grafik	100	İyi
Çizim	-	-
Yorum	83,33	İyi
Farklı Durum	100	İyi
Birden Çok İlke-Yasa	-	-
Olası Hata	85,79	İyi
PÇ Süreci	88,89	İyi

4.1.2.8. D8 Kodlu Öğrencinin Problem Çözümlerinden Elde Edilen Bulgular

D8 kodlu öğrenci, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin ikinci aşamasında, örnek problem çözme basamağında çözülmesi hedeflenen 22 problemde 20 adetinin çözümüne katıldığı ve bireysel problem çözme basamağında çözülmesi hedeflenen 22 problemde 20 adetinin çözümünü gerçekleştirmiş olduğu tespit edilmiştir. D8 kodlu öğrenci, problem çözme etkinlikleri sürecinde bir adet ek problem çözmüş ve çözmesi hedeflenen 22 ödev probleminden altı adetinin çözümünü gerçekleştirmiştir.

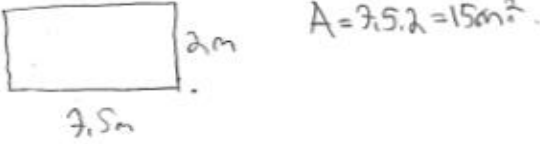
D8 kodlu öğrencinin, öğretmen rehberliğinde çözdüğü bireysel problem çözümlerinden rastgele seçilen üç problem çözümünün analizi aşağıda sunulmaktadır. Bu kapsamda D8 kodlu öğrencinin birinci problem çözümü Katı Basıncı Bireysel Problem 1'in çözümü incelenmiştir. D8 kodlu öğrencinin, birinci problem çözümü Katı Basıncı Bireysel Problem 1 için gerçekleştirdiği çözümü Şekil 35'te gösterilmiştir.

Katı Basıncı Bireysel Problem 1'in içerdiği PÇB'ler ve D8 kodlu öğrencinin bu PÇB'leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 46'da verilmiştir.

Tablo 46. D8 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Katı Basıncı Bireysel Problem 1 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problemin İçerdiği PÇB'ler	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	3	3	3	-	-	-	-	-	3	3

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

<p style="text-align: center;">95</p> <p>Taban kenar uzunlukları 750cm ve 2m olan bir beton bloğun kütlesi 30kg'dır. Bu beton bloğun yatay zemine uyguladığı basınç kaç paskaldır? ($g=10m/s^2$)</p>	
<p>1. Bilgi toplama</p> <p>-Hangi bilgiler verilmiş?</p> <p>-Tam olarak ne soruluyor?</p>	<p>→ Bir beton bloğun kütlesi ve kenar uzunlukları.</p> <p>→ Beton bloğun yatay zeminine uyguladığı basınç kaçtır.</p>
<p>2. Yaklaşımı organize etme</p> <p>-Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız?</p> <p>-Basit bir çizim yapınız.</p> <p>-Problemdeki önemli kavramları belirleyiniz.</p>	
<p>3. Problemin analizi</p> <p>-Problemde kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz.</p> <p>-Gerekli matematiksel işlemleri yapınız.</p>	<p>$G = m \cdot g$</p> <p>$G = 30 \cdot 10 = 300 \text{ N}$</p> <p>$P = \frac{G}{A} = \frac{300}{15} = 20 \text{ Pa}$</p> <p>$A = 7.5 \cdot 2 = 15 \text{ m}^2$</p>
<p>4. Cabalarınızdan öğrendikleriniz</p> <p>-Sonuçları kontrol etme</p> <p>-Çözüm mantıklı mı?</p> <p>-Problemün çözümünden neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz?</p>	<p>→ Sıkıntı yok</p> <p>→ evet</p> <p>→ birimleri çevirme</p>

Şekil 35. D8 kodlu öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 1 için çözümü

Araştırmanın uygulama sürecinde D8 kodlu öğrencinin Şekil 35'teki problem çözümü, problemin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

D8 kodlu öğrenci problem çözümünde kullanacağı değişkenleri birimleriyle birlikte belirlemiş, çözüm için gerekli katı basıncı formülünde amacına uygun şekilde kullanarak istenilen basınç değerini hesaplamış, problemde verilen sözel ifadeleri çözüme tam olarak yansıtmış, herhangi bir hata yapmadan PÇ basamaklarını takip ederek problem çözümünü gerçekleştirmiş ve son basamak olan "sonuçları kontrol etme" basamağını da dikkate alarak çözümünü tamamlamıştır. D8 kodlu öğrenci, problem içermiş olduğu "değişken, ilke-yasa, sözel-anlam, olası hata" ve "PÇ süreci" kodlu PÇB'lerin tamamını problem çözümünde amacına uygun ve tam olarak kullandığından her bir PÇB için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır.

D8 kodlu öğrencinin, Sıvı Basıncı Bireysel Problem 8 için gerçekleştirdiği çözümü Şekil 36'da gösterilmiştir.

Şekil-I ve şekil-II'deki bileşik kaplar dengededir. Sistemler sürtünmesiz olduğuna göre ~~1/2 lmx~~ oranını hesaplayınız. ($g=10\text{m/s}^2$)

<p>1. Bilgi toplama</p> <p>-Hangi bilgiler verilmiş? -Tam olarak ne soruluyor?</p>	
<p>2. Yaklaşımı organize etme</p> <p>-Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız? -Basit bir çizim yapınız. -Problemdeki önemli kavramları belirleyiniz.</p>	
<p>3. Problemin analizi</p> <p>-Problemde kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz. -Gerekli matematiksel işlemleri yapınız.</p>	$\frac{x}{5} = \frac{y}{25} \rightarrow y = 2x$ $\frac{y}{5} = \frac{2}{35} \rightarrow y = \frac{2}{3}$ $\left. \begin{array}{l} y = 2x \\ y = \frac{2}{3} \end{array} \right\} 2x = \frac{2}{3}$ $\textcircled{2} - \frac{2}{x}$
<p>4. Cebalarınızdan öğrendikleriniz</p> <p>-Sonuçları kontrol etme -Çözüm mantıklı mı? -Problemün çözümünden neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz?</p>	

Şekil 36. D8 kodlu öğrencinin sıvı Basıncı Bireysel Problem 8 için çözümü

Sıvı Basıncı Bireysel Problem 8'in içerdiği PÇB'ler ve D8 kodlu öğrencinin bu PÇB'leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 47'de verilmiştir.

Tablo 47. D8 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 8 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problem İçerdiği PÇB'ler	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	3	3	3	-	-	-	-	-	3	2

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

Araştırmanın uygulama sürecinde D8 kodlu öğrencinin Şekil 36'daki problem çözümü, problemin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

D8 kodlu öğrenci, problem çözümünde kullanacağı değişkenleri belirlemiş ve problemde verilen sözel ifadeye dikkat ederek çözüm için gerekli eşitlikleri doğru şekilde oluşturmuş ve hiç bir hata yapmayarak çözümünü tamamlamış ve “değişken, ilke-yasa, sözel-anlam” ve “olası hata” kodlu PÇB’lerin her biri için “iyi” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D8 kodlu öğrenci problem çözümünde sadece matematiksel işlemleri, ilgili problem çözüme basamağında, gerçekleştirerek çözümünü tamamlamış ve problem çözüme materyalindeki son basamağı boş bırakması problem çözümünü kontrol etmediği şeklinde değerlendirilmiş ve “PÇ süreci” kodlu PÇB için “kabul edilebilir” seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır.

D8 kodlu öğrencinin Kaldırma Kuvveti Bireysel Problem 3 için gerçekleştirdiği problem çözümü Şekil 37’de gösterilmiştir.

Şekil I: K cismi Y sıvısı içinde dengededir. Şekil II: K cismi X+Y sıvısı içinde dengededir.

K cismi Y sıvısı içinde dengededir. Kap içine Y sıvısı ile karışabilen X sıvısı ilave edilerek bir karışım oluşturuluyor. Cismın karışım içindeki denge durumu şekil-II'deki gibi oluyor. Buna göre aşağıda verilen ifadelerden hangileri doğrudur?

I. K ile Y'nin yoğunluğu eşittir. ✓
 II. Cisme etki eden kaldırma kuvveti artmıştır. ✗
 III. Öz kütlesi en küçük olan Y sıvısıdır. ✗
 IV. Karışımın öz kütlesi cismın öz kütlesinden büyüktür. ✓

<p><u>1. Bilgi toplama</u></p> <p>-Hangi bilgiler verilmiş? -Tam olarak ne soruluyor?</p>	
<p><u>2. Yaklaşımı organize etme</u></p> <p>-Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız? ✓ -Basit bir çizim yapınız. ✓ -Problemdeki önemli kavramları belirleyiniz. ✓</p>	
<p><u>3. Problemin analizi</u></p> <p>-Problemde kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz. ✓ -Gerekli matematiksel işlemleri yapınız. ✓</p>	
<p><u>4. Cebalarınızdan öğrendikleriniz</u></p> <p>-Sonuçları kontrol etme ✓ -Çözüm mantıklı mı? ✓ -Problemın çözümünde neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz? ✓</p>	

Şekil 37. D8 kodlu öğrencinin Kaldırma Kuvveti Bireysel Problem 3 için çözümü

Kaldırma Kuvveti Bireysel Problem 3'ün içerdiği PÇB'ler ve D8 kodlu öğrencinin bu PÇB'leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 48'de verilmiştir.

Tablo 48. D8 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 8 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problem İçerdiği PÇB'ler	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	3	3	3	-	-	3	3	-	3	3

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

Araştırmanın uygulama sürecinde D8 kodlu öğrencinin Şekil 37'deki problem çözümü, problemin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

D8 kodlu öğrenci problem çözümünü tam ve doğru olarak gerçekleştirdiği görülmektedir. Ancak bu çözümü sadece doğru ifadeleri işaretleyerek problem çözme materyaline yansıtmıştır. D8 kodlu öğrencinin problem çözme basamaklarının son kısmını tik işareti koyarak doldurmuş olması, problem çözümünü kontrol ettiği şeklinde değerlendirilmiştir. D8 kodlu öğrenci, problemin içerdiği "*değişken, ilke-yasa, sözel-anlam, yorum, farklı durum, olası hata*" ve "*PÇ süreci*" kodlu PÇB'lerin her biri için "*iyi*" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D8 kodlu öğrencinin, PÇEST'nin ikinci aşamasında katılmış olduğu bireysel problem çözümlerinin tamamının değerlendirilmesinden elde edilen bulgular Tablo 49'da sunulmaktadır.

Tablo 49'dan görüldüğü gibi; D8 kodlu öğrenci, "*değişken*" kodlu PÇB'yi problem çözümlerinde oldukça etkili şekilde kullanabildiği belirlenmiştir. Ancak bazı problem çözümlerinde değişkenleri tam olarak belirleyemediği ve birimlerine dikkat etmediği belirlenmiştir. D8 kodlu öğrencinin, "*değişken*" kodlu PÇB'yi içeren 17 problem çözümünde toplam 51 puan üzerinden 45 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %88,24 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D8 kodlu öğrencinin, "*ilke-yasa*" kodlu PÇB'yi, "*yorum*" ve "*birden çok ilke-yasa*" becerisini de kapsayan iki problem haricinde, üst düzeyde kullanabildiği tespit edilmiştir. D8 kodlu öğrencinin, "*ilke-yasa*" kodlu PÇB'yi içeren 17 problem çözümünde toplam 51 puan üzerinden 49 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %90,08 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D8 kodlu öğrencinin, "*sözel-anlam*" kodlu PÇB'yi, çözdüğü problemlerin tamamına yakınında amacına uygun ve etkili bir şekilde kullandığı belirlenmiştir. D8 kodlu öğrencinin "*sözel-anlam*" kodlu PÇB'yi içeren 17 problem çözümünde toplam 51 puan üzerinden 48 puan alması bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %94,12 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

Tablo 49. D8 Kodlu Öğrencinin PÇB Kodlarına Göre Bireysel Problem Çözümlerinde PÇB'leri Kullanma Seviyeleri

PÇB Kodu / Problem No	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
1	3	3	3	-	-	-	-	-	3	3
2	3	3	3	-	-	-	3	-	3	3
3	2	3	3	-	-	-	3	-	3	3
4	3	3	3	3	-	-	-	-	2	2
5	2	2	2	-	-	1	-	-	1	1
6	2	3	3	-	3	-	-	-	2	3
7	3	3	3	-	-	-	-	-	3	3
8	3	3	3	-	-	-	3	-	3	3
9	3	3	3	-	-	-	3	-	3	3
10	2	3	2	-	-	2	-	-	1	2
11	2	3	3	2	-	-	-	-	2	2
12	2	2	2	-	-	-	-	2	2	2
13	3	3	3	-	-	3	-	-	3	2
14	3	3	3	3	-	3	-	-	3	3
15	3	3	3	-	-	3	2	-	2	3
16	3	3	3	-	-	-	-	-	3	3
17	3	3	3	-	-	3	-	-	2	2

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

D8 kodlu öğrenci, “*tablo-grafik*” kodlu PÇB’yi çözdüğü üç problemin ikisinde amacına uygun şekilde kullanırken grafik çizimi gerektiren bir problemde bu beceriyi istenilen düzeyde kullanamamıştır. D8 kodlu öğrencinin, “*tablo-grafik*” kodlu PÇB’yi içeren üç problem çözümünde toplam 9 puan üzerinden 8 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %88,89 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D8 kodlu öğrencinin, “*çizim*” kodlu PÇB’yi çözdüğü problemde tam anlamıyla kullanabildiği belirlenmiştir. D8 kodlu öğrencinin, “*çizim*” kodlu PÇB için bir problem çözümünde 3 puan üzerinden tam puan alması, bu beceriyi bireysel problem çözümüne %100 düzeyinde yansıttığını göstermektedir.

D8 kodlu öğrenci, “*yorum*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde, değişkenlerini tam olarak belirleyemediği iki problem dışında, tam olarak kullanabildiği belirlenmiştir. D8 kodlu öğrencinin, “*yorum*” kodlu PÇB’yi içeren altı problem çözümünde toplam 18 puan üzerinden 15 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %83,33 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

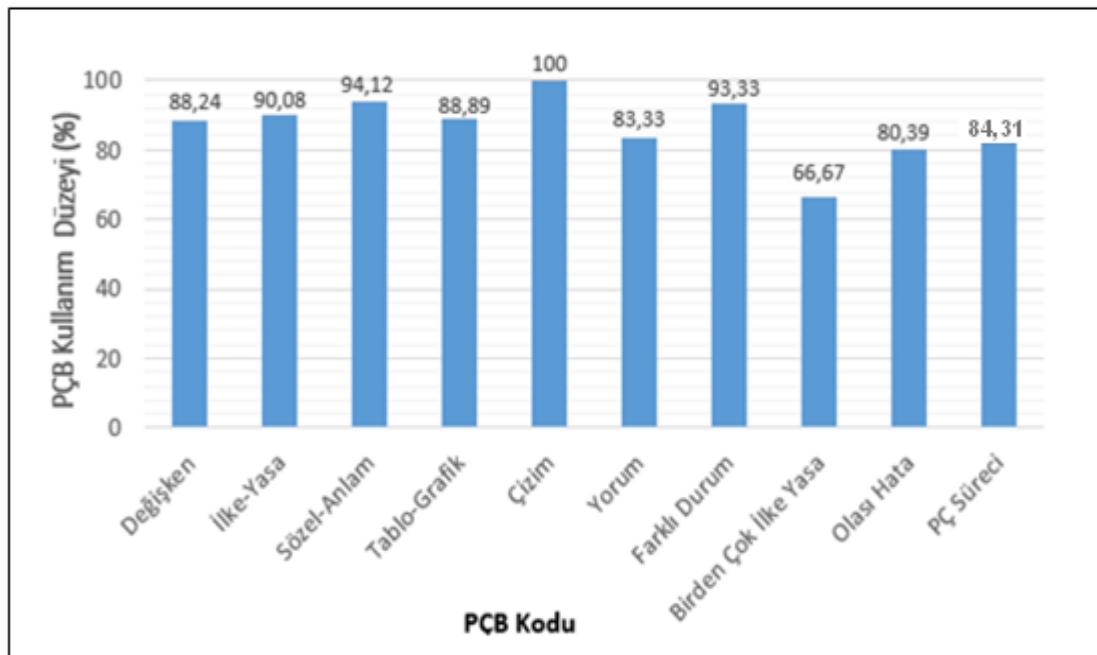
D8 kodlu öğrenci, “*farklı durum*” kodlu PÇB’yi çözdüğü problemlerin neredeyse tamamında etkili şekilde kullanmıştır. D8 kodlu öğrencinin, “*farklı durum*” kodlu PÇB’yi içeren altı problem çözümünde toplam 18 puan üzerinden 15 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %83,33 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D8 kodlu öğrencinin, “*birden çok ilke-yasa*” kodlu PÇB’yi çözdüğü problemde amacına uygun olarak kullanabildiği belirlenmiştir. D8 kodlu öğrencinin, çözdüğü problemde “*birden çok ilke-yasa*” kodlu PÇB’yi için bir problem çözümünde 3 puan üzerinden 2 puan alması, bu beceriyi bireysel problem çözümüne %66,67 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D8 kodlu öğrencinin, “*olası hata*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde etkili olarak kullanabildiği ancak iki problem çözümünde çözümün sonucunu etkileyecek “*eksik*” seviyesinde bir hata yaptığı belirlenmiştir. D8 kodlu öğrencinin, “*olası hata*” kodlu PÇB’yi içeren altı problem çözümünde toplam 51 puan üzerinden 41 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %80,39 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D8 kodlu öğrencinin, “*PÇ süreci*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde oldukça etkili olarak kullandığı ancak “*yorum*” kodlu PÇB’yi de içeren bazı problem çözümlerinde bu becerisini daha düşük seviyelerde kullandığı ve problem çözme basamaklarını matematiksel işlem gerektiren problem çözümlerinde matematiksel işlem gerektirmeyen problem çözümlerine göre daha etkili şekilde dikkate aldığı belirlenmiştir. D8 kodlu öğrencinin, “*PÇ süreci*” kodlu PÇB’yi içeren 17 problem çözümünde toplam 51 puan üzerinden 43 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %84,31 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D8 kodlu öğrencinin, katılmış olduğu bireysel problem çözümlerinin tamamı dikkate alındığında, PÇB’leri problem çözümlerinde kullanma düzeyleri ile ilgili bulgular Şekil 38’de gösterilmiştir.



Şekil 38. D8 kodlu öğrencinin bireysel problem çözümleri için PÇB’leri problem çözümlerinde kullanma düzeyi grafiği

Problem çözüme becerileri gelişimi değerlendirme ölçeğine göre D8 kodlu öğrencinin problem çözüme becerilerini bireysel problem çözümlerinde kullanabilme seviyeleri Tablo 50'de verilmiştir.

Tablo 50. D8 Kodlu Öğrencinin PÇB Seviyeleri

PÇB Kodu	Beceri Düzeyi (%)	Beceri Seviyesi
Değişken	88,24	İyi
İlke-Yasa	90,08	İyi
Sözel-Anlam	94,12	İyi
Tablo-Grafik	88,89	İyi
Çizim	100	İyi
Yorum	83,33	İyi
Farklı Durum	93,33	İyi
Birden Çok İlke-Yasa	66,67	Kabul Edilebilir
Olası Hata	80,39	İyi
PÇ Süreci	84,31	İyi

4.1.2.9. D9 Kodlu Öğrencinin Problem Çözümlerinden Elde Edilen Bulgular

D9 kodlu öğrenci, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözüme etkinliklerinin ikinci aşamasında, örnek problem çözüme basamağında çözülmesi hedeflenen 22 problemden 8 adetinin çözümüne katıldığı ve bireysel problem çözüme basamağında çözülmesi hedeflenen 22 problemden sekiz adetinin çözümünü gerçekleştirmiş olduğu tespit edilmiştir. D9 kodlu öğrenci, problem çözüme etkinlikleri sürecinde ek problem çözmemiş ve çözmesi hedeflenen 22 ödev probleminden herhangi birinin çözümünü gerçekleştirmemiştir.

D9 kodlu öğrencinin, öğretmen rehberliğinde çözdüğü bireysel problem çözümlerinden rastgele seçilen üç problem çözümünün analizi aşağıda sunulmaktadır. Bu kapsamda D9 kodlu öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 3'ün çözümü incelenmiştir. D9 kodlu öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 3' için gerçekleştirdiği çözümü Şekil 39'da gösterilmiştir.

Katı Basıncı Bireysel Problem 3'ün içerdiği PÇB'ler ve D9 kodlu öğrencinin bu PÇB'leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 51'de verilmiştir.

Cismin yere uyguladığı basıncı hesaplayınız. ($g=10\text{m/s}^2$)

<p>1. Bilgi toplama</p> <p>-Hangi bilgiler verilmiş?</p> <p>-Tam olarak ne soruluyor?</p>	<p>$G = 8 \cdot 10 = 80\text{N}$</p> <p>$A = 2\text{m}^2$</p> <p>$F = 40\text{N}$</p> <p>$P = ?$</p>
<p>2. Yaklaşımı organize etme</p> <p>-Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız?</p> <p>-Basit bir çizim yapınız.</p> <p>-Problemdeki önemli kavramları belirleyiniz.</p>	<p>-Evet</p> <p>-Yok</p> <p>-Ağırlık aşağıya uygulanan kuvvet yukarı doğru.</p>
<p>3. Problemin analizi:</p> <p>-Problemde kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz.</p> <p>-Gerekli matematiksel işlemleri yapınız.</p>	<p>$P = \frac{F}{S} =$</p> <p>$\frac{80 - 40}{2} = \frac{40}{2} = 20\text{P}$</p>
<p>4. Cabalarınızdan öğrendikleriniz</p> <p>-Sonuçları kontrol etme</p> <p>-Çözüm mantıklı mı?</p> <p>-Problemün çözümünden neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz?</p>	<p>-Evet</p> <p>-Mantıklı</p> <p>-Kuvvetlerin yönü önemlidir.</p>

Şekil 39. D9 kodlu öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 3 için çözümü

Tablo 51. D9 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Katı Basıncı Bireysel Problem 3 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problemün İçerdiği PÇB'ler	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	3	3	3	-	-	-	3	-	3	3

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

Araştırmanın uygulama sürecinde D9 kodlu öğrencinin Şekil 39'daki problem çözümü, problemin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

D9 kodlu öğrenci, problem çözümde kullandığı değişkenleri birimleriyle birlikte doğru şekilde belirlemiş ve “*değişken*” kodlu PÇB için “*iyi*” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Ağırlık ve kuvvetin ortak etkisiyle oluşan basınç değerini hesaplayabilmek için katı basıncı eşitliğini oluşturarak istenilen değeri hesaplamış “*ilke-yasa*” kodlu PÇB için “*iyi*” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D9 kodlu öğrencinin tam çözümü, problemdeki sözel ifadelere dikkat ettiği şeklinde değerlendirilmiş ve “*sözel-anlam*” kodlu PÇB için “*iyi*” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Problemde istenilen basınç değerini hesaplamak için problemde verilen ağırlık ve kuvvet vektörlerinin yönlerinin farklı olduğunu açıkça ifade ederek net kuvveti $(80-40)N$ olarak hesaplamıştır. Bu çözüm D9 kodlu öğrencinin, problemdeki farklı durumları ayırt edebildiği şeklinde değerlendirilmiş ve bu öğrenci “*farklı durum*” kodlu PÇB için “*iyi*” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Problem çözümünde herhangi bir hata yapmayarak çözümünü tamamlayan D9 kodlu öğrenci, “*olası hata*” kodlu PÇB için “*iyi*” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Problem çözme basamaklarının her birini dikkate alarak çözümünü tamamlayan D9 kodlu öğrenci, “*PÇ süreci*” kodlu PÇB için “*iyi*” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır.

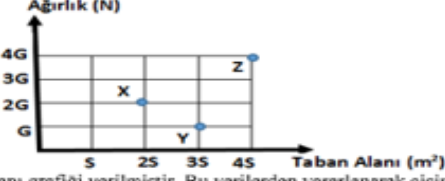
D9 kodlu öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 4 için gerçekleştirdiği çözümü Şekil 40'ta gösterilmiştir.

Katı Basıncı Bireysel Problem 4'ün içerdiği PÇB'ler ve D9 kodlu öğrencinin bu PÇB'leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 52'de verilmiştir.

Tablo 52. D9 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Katı Basıncı Bireysel Problem 4 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problemin İçerdiği PÇB'ler	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	1	1	3	1	-	-	-	-	1	3

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

	
<p>1. Bilgi toplama</p> <p>-Hangi bilgiler verilmiş?</p> <p>-Tam olarak ne soruluyor?</p>	<p>X, Y, Z ağırlık ve taban alanları</p> <p>Basınçtır</p>
<p>2. Yaklaşımı organize etme</p> <p>-Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız?</p> <p>-Basit bir çizim yapınız.</p> <p>-Problemdeki önemli kavramları belirleyiniz.</p>	
<p>3. Problemin analizi</p> <p>-Problemde kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz.</p> <p>-Gerekli matematiksel işlemleri yapınız.</p>	$\frac{2G}{1} = \frac{F_x}{2S}$ $F_x = 4GS$ $F_y = 3GS$ $F_z = 16GS$
<p>4. Cebalarınızdan öğrendikleriniz</p> <p>-Sonuçları kontrol etme</p> <p>-Çözüm mantıklı mı?</p> <p>-Problemün çözümünden neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz?</p>	<p>grafik okumayı öğrendik</p>

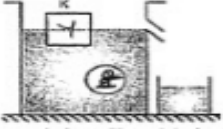
Şekil 40. D9 kodlu öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 4 için çözümü

Araştırmanın uygulama sürecinde D9 kodlu öğrencinin Şekil 40'taki problem çözümü, problemin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

D9 kodlu öğrenci, problem çözümü için kullanacağı değişkenleri grafikteki verileri kullanarak belirlemeye çalışmış, ancak problem çözümünde basınç değişkeni yerine ağırlık değerlerini kullandığı görülmektedir. Ayrıca hesaplaması istenilen değişkenin basınç değişkeni olduğunu da açıkça belirtmiş, fakat hesaplamalarında basınç kuvveti değerlerini hesaplamıştır ki bu değerler de hatalıdır. Bu durum dikkate alınarak D9 kodlu öğrenci "değişken" kodlu PÇB için "eksik" seviyesine karşılık gelen 1 puan almıştır. Ağırlık ve taban alanı değişkenlerini katı basıncı formülünde amacına uygun olarak kullanamamış ve basınç değerleri yerine basınç kuvveti değerlerini hesaplamış "ilke-yasa" kodlu PÇB için "eksik" seviyesine karşılık gelen 1 puan almıştır. D9 kodlu öğrencinin problemde verilen ve istenilen değişkenleri açık ve net olarak problem çözümünün ilk basamağında ifade etmesi,

sözel ifadelerle dikkat ettiği şekilde değerlendirilmiş ve “sözel-anlam” kodlu PÇB için “iyi” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D9 kodlu öğrencinin, X, Y ve Z katılarının oluşturacağı basınçları hesaplamak için grafikte verilen ağırlık ve taban alanı değerlerini amacına uygun olarak kullanamadığı belirlenmiş, “tablo-grafik” kodlu PÇB için “eksik” seviyesine karşılık gelen 1 puan almıştır. Problem çözümündeki hatalarının farkına varmayarak çözümünü tamamlamış ve “olası hata” kodlu PÇB için “eksik” seviyesine karşılık gelen 1 puan almıştır. D9 kodlu öğrencinin, problem çözümü için problem çözme materyalindeki basamakları dikkate aldığı belirlenmiş ve “PÇ süreci” kodlu PÇB için “iyi” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır.

D9 kodlu öğrencinin, Kaldırma Kuvveti Bireysel Problem 4 için gerçekleştirdiği çözümü Şekil 41’de gösterilmiştir.

	
<p>Taşma seviyesine kadar sıvı dolu olan taşıma kabına K ve M cismi ayrı ayrı bırakıldıklarında şekildeki gibi dengede kalıyorlar. Her iki durumda da eşit miktarda sıvı taşıdığına göre aşağıda verilen ifadelerden hangileri doğrudur?</p> <p>I. Y'nin hacmi Z'ninkinden büyüktür. ✓ II. Cisimlerin ağırlıkları eşittir. ✓ III. Cisimlere etki eden kaldırma kuvvetleri eşittir. ✓ IV. Sistemde en yoğun madde sıvıdır. ✗</p>	
<p>1. Bilgi toplama -Hangi bilgiler verilmiş? -Tam olarak ne soruluyor?</p>	
<p>2. Yaklaşım organize etme -Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız? -Basit bir çizim yapınız. -Problemdeki önemli kavramları belirleyiniz.</p>	
<p>3. Problemin analizi -Problemde kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz. -Gerekli matematiksel işlemleri yapınız.</p>	<p>kaldırma kuvveti eşitse, ağırlıklarında eşittir. I, II ve III doğrudur IV yanlıştır.</p>
<p>4. Cabalarınızdan öğrendiklerinizi -Sonuçları kontrol etme -Çözüm mantıklı mı? -Problem çözümünden neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz?</p>	

Şekil 41. D9 kodlu öğrencinin Kaldırma Kuvveti Bireysel Problem 4 için çözümü

Kaldırma Kuvveti Bireysel Problem 4’ün içerdiği PÇB’ler ve D9 kodlu öğrencinin bu PÇB’leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 53’te verilmiştir.

Tablo 53. D9 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Kaldırma Kuvveti Bireysel Problem 4 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problemin İçerdiği PÇB'ler	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	3	3	3	-	-	3	3	-	3	2

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

Araştırmanın uygulama sürecinde D9 kodlu öğrencinin Şekil 31'deki problem çözümü, problemin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

D9 kodlu öğrenci, problem çözümünü tam ve doğru olarak gerçekleştirmiş olduğu, verilen öncüllerin doğruluğunu ve yanlışlığını belirtmesi dikkate alınarak, tespit edilmiştir. Bu durum dikkate alınarak D9 kodlu öğrenci, "*değişken, ilke-yasa, sözel-anlam, yorum, farklı durum*" ve "*olası hata*" kodlu PÇB'ler için "*iyi*" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. D9 kodlu öğrencinin, PÇ basamaklarının son kısmını boş bırakması problem çözümünü kontrol etmediği şeklinde değerlendirilmiş ve "*PÇ süreci*" kodlu PÇB için " *Kabul edilebilir*" seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır.

D9 kodlu öğrencinin, PÇEST'nin ikinci aşamasında katılmış olduğu bireysel problem çözümlerinin tamamının değerlendirilmesinden elde edilen bulgular Tablo 54'te sunulmaktadır.

Tablo 54. D9 Kodlu Öğrencinin PÇB Kodlarına Göre Bireysel Problem Çözümlerinde PÇB'leri Kullanma Seviyeleri

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

PÇB Kodu / Problem No	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
1	3	3	3	-	-	-	3	-	3	3
2	2	2	2	2	-	-	-	-	1	2
3	3	3	3	-	-	-	-	-	3	3
4	3	3	3	-	-	-	3	-	3	3
5	3	2	2	-	-	-	-	-	2	2
6	2	3	3	2	-	-	-	-	2	2
7	3	3	2	-	-	-	-	-	3	3
8	2	3	3	-	-	-	-	-	3	3

Tablo 54'ten görüldüğü gibi; D9 kodlu öğrencinin, "*değişken*" kodlu PÇB'yi problem çözümlerinde etkili olarak kullandığı ancak bazı problem çözümlerinde değişkenleri tam olarak belirleyemediği tespit edilmiştir. D9 kodlu öğrencinin, "*değişken*" kodlu PÇB'yi içeren

sekiz problem çözümünde toplam 24 puan üzerinden 21 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %87,5 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D9 kodlu öğrenci problem çözümlerinin tamamına yakınında, “*ilke-yasa*” kodlu PÇB’yi amacına uygun olarak kullanmıştır. D9 kodlu öğrencinin, “*değişken*” kodlu PÇB’yi içeren sekiz problem çözümünde toplam 24 puan üzerinden 22 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %91,67 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D9 kodlu öğrencinin, “*sözel-anlam*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde oldukça iyi kullanabildiği belirlenmiştir. D9 kodlu öğrencinin, “*sözel-anlam*” kodlu PÇB’yi içeren altı problem çözümünde toplam 24 puan üzerinden 21 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %87,5 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D9 kodlu öğrenci katıldığı problem çözme etkinliklerinde, “*tablo-grafik*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde amacına uygun olarak kullanamadığı ve grafik verilerini hatalı olarak kullandığı belirlenmiştir. D9 kodlu öğrencinin, “*tablo-grafik*” kodlu PÇB’yi içeren iki problem çözümünde toplam 6 puan üzerinden 4 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %66,67 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

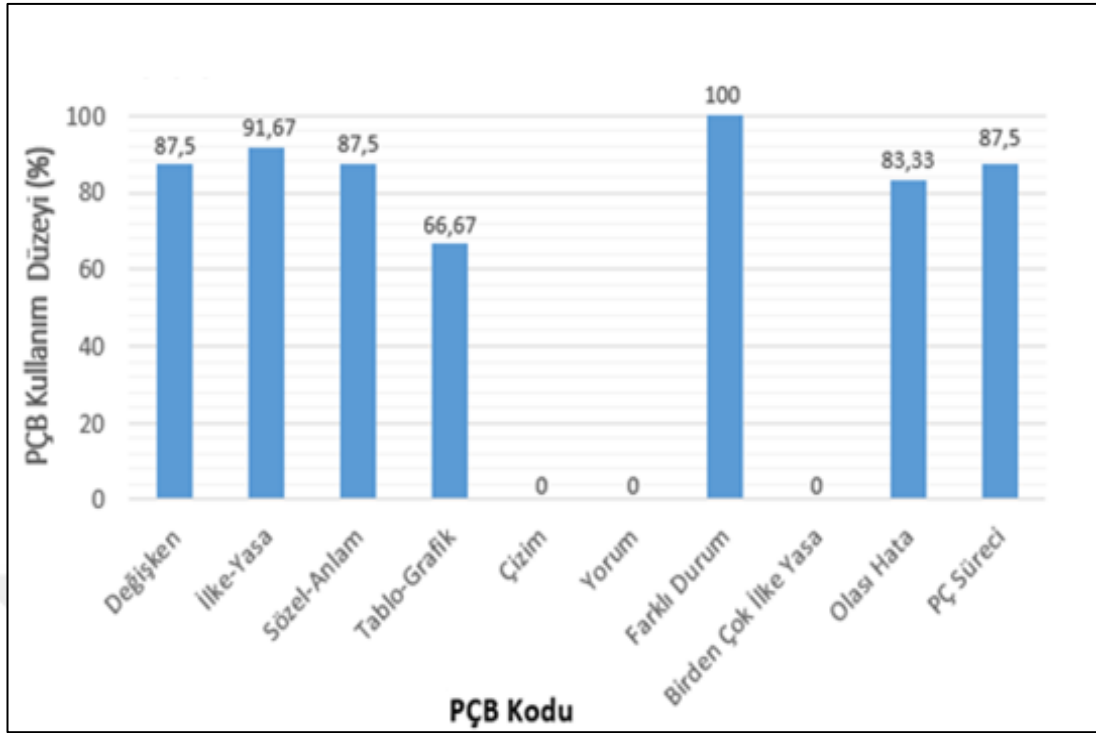
D9 kodlu öğrenci, “*çizim, yorum*” ve “*birden çok ilke-yasa*” kodlu PÇB’yi içeren problem çözme etkinliklerine katılmadığı belirlenmiştir.

D9 kodlu öğrenci, “*farklı durum*” kodlu PÇB’yi içeren iki problem çözümünü de tam olarak gerçekleştirmiştir. D9 kodlu öğrencinin “*farklı durum*” kodlu PÇB için toplam 6 puan üzerinden 6 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %100 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D9 kodlu öğrenci katıldığı bireysel problem çözümlerinde, “*olası hata*” kodlu PÇB’yi amacına uygun olarak kullanabildiği ancak “*tablo-grafik*” kodlu PÇB’yi de içeren problem çözümlerinde “*eksik*” düzeyde kullandığı belirlenmiştir. D9 kodlu öğrencinin, “*olası*” kodlu PÇB’yi içeren sekiz problem çözümünde toplam 24 puan üzerinden 20 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %83,33 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D9 kodlu öğrencinin, “*PÇ süreci*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinin çoğunda etkili olarak kullandığı belirlenmiş, ancak bazı problem çözümlerinde PÇ basamaklarını problem çözme materyaline yansıtmamıştır. D9 kodlu öğrenci, “*PÇ süreci*” kodlu PÇB’yi içeren sekiz problem çözümünde toplam 24 puan üzerinden 21 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %87,5 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D9 kodlu öğrencinin, katılmış olduğu bireysel problem çözümlerinin tamamı dikkate alındığında, PÇB’leri problem çözümlerinde kullanma düzeyleri ile ilgili bulgular Şekil 42’de gösterilmiştir.



Şekil 42. D9 kodlu öğrencinin bireysel problem çözümleri için PÇB'leri problem çözümlerinde kullanma düzeyi grafiği

Problem çözme becerileri gelişimi değerlendirme ölçeğine göre D9 kodlu öğrencinin problem çözme becerilerini bireysel problem çözümlerinde kullanabilme seviyeleri Tablo 55'te verilmiştir.

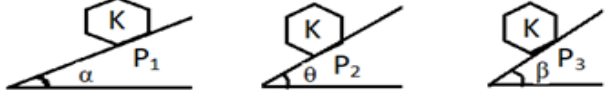
Tablo 55. D9 Kodlu Öğrencinin PÇB Seviyeleri

PÇB Kodu	Beceri Düzeyi (%)	Beceri Seviyesi
Değişken	87,5	İyi
İlke-Yasa	91,67	İyi
Sözel-Anlam	87,5	İyi
Tablo-Grafik	66,67	Kabul edilebilir
Çizim	-	-
Yorum	-	-
Farklı Durum	91,67	İyi
Birden Çok İlke-Yasa	-	-
Olası Hata	83,33	İyi
PÇ Süreci	87,5	İyi

4.1.2.10. D10 Kodlu Öğrencinin Problem Çözümlerinden Elde Edilen Bulgular

D10 kodlu öğrenci, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin ikinci aşamasında, örnek problem çözme basamağında çözülmesi hedeflenen 22 problemden 14 adetinin çözümüne katıldığı ve bireysel problem çözme basamağında çözülmesi hedeflenen 22 problemden 13 adetinin çözümünü gerçekleştirmiş olduğu tespit edilmiştir. D10 kodlu öğrenci, problem çözme etkinlikleri sürecinde ek problem çözmemiş ve çözmesi hedeflenen 22 ödev probleminden sadece dört adetinin çözümünü gerçekleştirmiştir.

D10 kodlu öğrencinin, öğretmen rehberliğinde çözdüğü bireysel problem çözümlerinden rastgele seçilen üç problem çözümünün analizi aşağıda sunulmaktadır. Bu kapsamda D10 kodlu öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 5'in çözümü incelenmiştir. D10 kodlu öğrencinin, Katı Basıncı Bireysel Problem 5 için gerçekleştirdiği çözümü Şekil 43'te gösterilmiştir.

 <p>Aynı K cismi eğim açıları sırasıyla α, θ ve β olan eğik zeminler üzerindedir. $\alpha < \theta < \beta$ olduğuna göre zeminlerde oluşan P_1, P_2 ve P_3 basınçları arasındaki büyüklük sıralaması nasıl olur?</p>	
<p>1. Bilgi toplama</p> <p>-Hangi bilgiler verilmiş?</p> <p>-Tam olarak ne soruluyor?</p>	<p>Kütlesi eşit</p>
<p>2. Yaklaşımı organize etme</p> <p>-Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız?</p> <p>-Basit bir çizim yapınız.</p> <p>-Problemdeki önemli kavramları belirleyiniz.</p>	<p>Hayır</p>
<p>3. Problemin analizi</p> <p>-Problemde kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz.</p> <p>-Gerekli matematiksel işlemleri yapınız.</p>	<p>$P_1 > P_2 > P_3$</p>
<p>4. Çabalarınızdan öğrendiklerinizi</p> <p>-Sonuçları kontrol etme</p> <p>-Çözüm mantıklı mı?</p> <p>-Problemün çözümünden neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz?</p>	<p>Yüzeyin etki eden dik kuvvet.</p>

Şekil 43. D10 kodlu öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 5 için çözümü

Katı Basıncı Bireysel Problem 5'in içerdiği PÇB'ler ve D10 kodlu öğrencinin bu PÇB'leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 56'da verilmiştir.

Tablo 56. D10 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Katı Basıncı Bireysel Problem 5 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problemin İçerdiği PÇB'ler	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	3	3	3	-	-	3	-	-	3	3

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

Araştırmanın uygulama sürecinde D10 kodlu öğrencinin Şekil 43'teki problem çözümü, problemin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

D10 kodlu öğrenci, problemdeki dik kuvvet, açı ve eşit kütle değerlerini dikkate alarak problem çözümünde doğru şekilde kullanmış, problem çözümü için gerekli katı basıncı formülünü yüzeye etki eden dik kuvvet ile ilişkilendirerek, K cisminin verilen durumlarda oluşturacağı basınçları sıralamış, problem durumu için verilen sözel ifadeleri dikkate alarak bu ifadeleri problem çözümüne tam olarak yansıtmış ve PÇ basamaklarını dikkate alarak herhangi bir hata yapmadan problem çözümünü tamamlamıştır. D10 kodlu öğrenci problemin içerdiği "*değişken, ilke-yasa, sözel-anlam, yorum, olası hata*" ve "*PÇ süreci*" kodlu PÇB'lerin hepsini problem çözümünde amacına uygun şekilde kullanarak her bir PÇB için "*iyi*" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır.

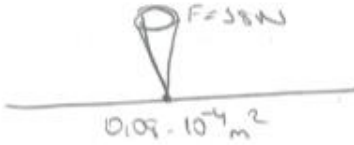
D10 kodlu öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 6 için gerçekleştirdiği çözümü Şekil 44'te gösterilmiştir.

Katı Basıncı Bireysel Problem 6'nın içerdiği PÇB'ler ve D10 kodlu öğrencinin bu PÇB'leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 57'de verilmiştir.

Tablo 57. D10 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Katı Basıncı Bireysel Problem 6 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problemin İçerdiği PÇB'ler	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	3	3	3	-	3	-	-	-	3	3

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

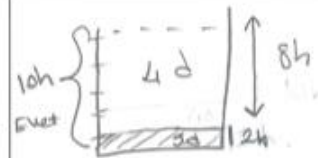
Yatay doğrultudaki bir tahtaya çivi çakılacaktır. Çivinin kütlesi 200g olup çiviye 38N'luk bir kuvvet uygulanıyor. Çivinin baş tarafının kesit alanı 0,49cm ² uç kısmının kesit alanı ise 0,08cm ² 'dir. Buna göre çivini tahtaya uyguladığı basınç kaç N'dur? (g=10m/s ²)	
<p>1. Bilgi toplama</p> <p>-Hangi bilgiler verilmiş?</p> <p>-Tam olarak ne soruluyor?</p>	<p>$m = 200g$ S_1 (kesit alanı) = 0,49 cm² $F = 38N$ S_2 (kesit alanı) = 0,08 = 0,08 · 10</p>
<p>2. Yaklaşımı organize etme</p> <p>-Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız?</p> <p>-Basit bir çizim yapınız.</p> <p>-Problemdeki önemli kavramları belirleyiniz.</p>	<p>çivi</p> 
<p>3. Problemin analizi</p> <p>-Problemde kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz.</p> <p>-Gerekli matematiksel işlemleri yapınız.</p>	$P = \frac{F}{S} = \frac{38 + 2N}{0,08 \cdot 10^{-4} m^2}$
<p>4. Cebalarınızdan öğrendikleriniz</p> <p>-Sonuçları kontrol etme</p> <p>-Çözüm mantıklı mı? → Evet çok</p> <p>-Problemün çözümünden neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz?</p>	

Şekil 44. D10 kodlu öğrencinin Katı Basıncı Bireysel Problem 6 için çözümü

Araştırmanın uygulama sürecinde D10 kodlu öğrencinin Şekil 44'teki problem çözümü, problemin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

D10 kodlu öğrenci, problemdeki değişkenleri birimleriyle birlikte doğru şekilde belirlemiş, katı basıncı formülünü problem çözümünde amacına uygun şekilde kullanmış, problem metninde verilen sözel ifadeleri doğru şekilde kullanarak problem durumunu temsil eden bir çizim gerçekleştirmiş ve problem çözme basamaklarını dikkate alarak herhangi bir hata yapmadan problem çözümünü tamamlamıştır. D10 kodlu öğrencinin, istenilen basınç değerini hesaplarken sonucu kesir ifadesi şeklinde bırakması, irdelenen PÇB'lerin değerlendirilmesinde dikkate alınmamıştır. D10 kodlu öğrenci, problemin içerdiği "değişken, ilke-yasa, sözel-anlam, çizim, olası hata" ve "PÇ süreci" kodlu PÇB'lerin her biri için "iyi" seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır.

D10 kodlu öğrencinin Sıvı Basıncı Bireysel Problem 5 için gerçekleştirdiği çözümü Şekil 45'te gösterilmiştir.

<p>Derinliği 10h olan bir deney tüpün içine yoğunlukları $4d$ ve $5d$ olan iki sıvı 8h seviyesine kadar dolduruluyor. Deney tüpü derinliğinin 1/5'ine kadar $5d$ yoğunluklu sıvı ile doldurulduğuna göre bu deney tüpünün orta ve taban noktasındaki sıvı basınçlarını hesaplayınız.</p>	
<p>1. Bilgi toplama -Hangi bilgiler verilmiş? -Tam olarak ne soruluyor?</p>	<p>$d_1 = 4d$ $d_2 = 5d$ → taban kısmı</p>
<p>2. Yaklaşımı organize etme -Böyle bir problemle daha önce karşılaşmış mıydınız? -Basit bir çizim yapınız. -Problemdeki önemli kavramları belirleyiniz.</p>	<p>10h } Evet } </p>
<p>3. Problemin analizi -Problemde kullanılacak eşitlikleri belirleyiniz. -Gerekli matematiksel işlemleri yapınız.</p>	<p>$P = 4d \cdot 8hg + 5d \cdot 2hg$ $P = 41,2 h d g$</p>
<p>4. Cebalarınızdan öğrendikleriniz -Sonuçları kontrol etme -Çözüm mantıklı mı? -Problemün çözümünden neler veya nelere dikkat etmeyi öğrendiniz?</p>	<p>→ Evet → Farklı tür sıvılar aldığımız zaman basınca aynı aynı topluyor.</p>

Şekil 45. D10 kodlu öğrencinin Sıvı Basıncı Bireysel Problem 5 için çözümü

Sıvı Basıncı Bireysel Problem 5'in içerdiği PÇB'ler ve D10 kodlu öğrencinin bu PÇB'leri problem çözümünde kullanma düzeyleri ile ilgili bilgiler Tablo 58'de verilmiştir.

Tablo 58. D10 Kodlu Öğrencinin PÇB'lerini Sıvı Basıncı Bireysel Problem 5 Çözümünde Kullanma Düzeyleri

PÇB Kodu	Değişken	İlke-Yasa	Sözel-Anlam	Tablo-Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
Problemün İçerdiği PÇB'ler	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+
Öğrenci PÇB Seviyesi	2	3	2	-	2	-	3	-	2	3

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

Araştırmanın uygulama sürecinde D10 kodlu öğrencinin Şekil 45'teki problem çözümü, problemin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak aşağıdaki şekilde irdelenmiştir:

D10 kodlu öğrenci, problemde verilen değişkenleri çizdiği şekil üzerinde belirterek çözümde kullanmış, ancak üst kısımda yer alan 4d yoğunluklu sıvının derinliğini 6h olması gerekirken 8h olarak hatalı şekilde ifade etmiş ve “*değişken*” kodlu PÇB için “*kabul edilebilir*” seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır. Sıvıların kabın tabanında oluşturacağı toplam basıncı hesaplamak için sıvı basıncı formülünü sıvıların basınçlarının toplamı şeklinde çözümde kullanmış ve “*ilke-yasa*” kodlu PÇB için “*iyi*” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Problemde 8h seviyesine kadar sıvı ile dolu olduğu açıkça belirtilen kabı 10h seviyesine kadar sıvı ile dolu şekilde gösterip problem çözümünde de bu verileri kullanan ve kabın orta noktasındaki basıncı hesaplamayan D10 kodlu öğrencinin, problemde belirtilen sözel ifadelerle tam olarak dikkat etmediği tespit edilmiş ve “*sözel-anlam*” kodlu PÇB için “*kabul edilebilir*” seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır. D10 kodlu öğrenci, yaptığı çizimle problemi amacına uygun olarak görselleştirmiş, ancak 4d yoğunluklu sıvının derinliğini 8h olarak ifade etmiş ve “*çizim*” kodlu PÇB için “*kabul edilebilir*” seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır. Problemde istenilen basınç değerini hesaplamak için iki farklı sıvı basıncını ayrı ayrı yazarak problem çözümünde kullanan D10 kodlu öğrencinin, problemdeki farklı durumları ayırt edebildiği belirlenmiş ve “*farklı durum*” kodlu PÇB için “*iyi*” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır. Problem çözümünde 4d yoğunluklu sıvının derinliğini 6h yerine 8h olarak hatalı bir şekilde belirlenmiş ve “*olası hata*” kodlu PÇB için “*kabul edilebilir*” seviyesine karşılık gelen 2 puan almıştır. D10 kodlu öğrenci, problem çözme basamaklarının tamamını dikkate alarak, çözümünü tamamlamış ve “*PÇ süreci*” kodlu PÇB için “*iyi*” seviyesine karşılık gelen 3 puan almıştır.

D10 kodlu öğrencinin, PÇEST'nin ikinci aşamasında katılmış olduğu bireysel problem çözümlerinin tamamının değerlendirilmesinden elde edilen bulgular Tablo 59'da sunulmaktadır.

Tablo 59'dan görüldüğü gibi; D10 kodlu öğrencinin “*değişken*” kodlu PÇB'yi problem çözümlerinin yarısından çoğunda tam anlamıyla kullanabildiği belirlenmiştir. D10 kodlu öğrenci, “*çizim*” ve “*yorum*” kodlu PÇB'leri de içeren bazı problem çözümlerinde bu beceriyi daha düşük seviyelerde kullanmıştır. D10 kodlu öğrenci, “*değişken*” kodlu PÇB'yi içeren 16 problem çözümünde toplam 48 puan üzerinden 41 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %85,42 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

Tablo 59. D10 Kodlu Öğrencinin PÇB Kodlarına Göre Bireysel Problem Çözümlerinde PÇB'leri Kullanma Seviyeleri

PÇB Kodu Problem No	Değişken	İlke- Yasa	Sözel- Anlam	Tablo- Grafik	Çizim	Yorum	Farklı Durum	Birden Çok İlke-Yasa	Olası Hata	PÇ Süreci
1	3	3	3	-	-	3	-	-	3	3
2	2	2	2	-	-	-	-	-	2	2
3	3	3	3	-	-	-	-	-	3	2
4	3	3	3	-	-	3	-	-	3	2
5	3	3	2	-	-	-	2	-	2	3
6	3	3	3	3	-	-	-	-	3	3
7	2	2	3	-	-	2	-	-	2	2
8	3	2	3	-	-	2	-	-	2	2
9	2	3	2	-	2	-	-	-	2	3
10	2	3	3	2	-	-	-	-	3	3
11	2	3	2	-	-	-	-	2	2	2
12	3	3	3	-	-	3	-	-	3	3
13	3	3	3	-	-	-	-	-	2	3
14	2	3	3	-	3	-	-	-	2	3
15	3	3	3	-	-	-	3	-	3	3
16	2	2	2	-	-	2	-	-	3	3

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

D10 kodlu öğrenci çözmüş olduğu problemlerde, “ilke-yasa” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinin tamamına yakınında amacına uygun olarak kullanmıştır. Ancak genellikle “yorum” kodlu PÇB’yi de içeren problem çözümlerinde bu beceriyi kullanırken kısmen eksiklikler yaşadığı belirlenmiştir. D10 kodlu öğrencinin “ilke-yasa” kodlu PÇB’yi içeren 16 problem çözümünde toplam 48 puan üzerinden 44 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %91,67 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D10 kodlu öğrencinin, “sözel-anlam” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde etkili olarak kullanabildiği tespit edilmiştir. Ancak “farklı durum” kodlu PÇB’yi de içeren iki problem çözümünde bu becerisini etkili olarak kullanamadığı tespit edilmiştir. D10 kodlu öğrencinin, “sözel-anlam” kodlu PÇB’yi içeren 16 problem çözümünde toplam 48 puan üzerinden 43 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %89,58 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D10 kodlu öğrenci, “tablo-grafik” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde amacına uygun olarak kullanmıştır. Ancak grafik çizimi gereken bir problemde bu becerisini daha düşük seviyede kullanmıştır. D10 kodlu öğrencinin, “tablo-grafik” kodlu PÇB’yi içeren iki problem çözümünde toplam 6 puan üzerinden 5 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %83,33 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D10 kodlu öğrencinin, “*çizim*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde etkili şekilde kullanabildiği tespit edilmiştir. D10 kodlu öğrencinin, “*çizim*” kodlu PÇB’ için toplam 6 puan üzerinden 5 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %83,33 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D10 kodlu öğrenci, “*yorum*” kodlu PÇB’yi çözdüğü altı problemin üçünde amacına uygun ve tam olarak kullanabildiği diğer üç problem çözümünde ise eksikliklerinin olduğu belirlenmiştir. D10 kodlu öğrencinin, “*yorum*” kodlu PÇB’yi içeren altı problem çözümünde toplam 18 puan üzerinden 15 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %83,33 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D10 kodlu öğrenci, “*farklı durum*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde amacına uygun olarak kullanabildiği belirlenmiştir. D10 kodlu öğrencinin, “*farklı durum*” kodlu PÇB’yi içeren iki problem çözümünde toplam 6 puan üzerinden 5 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %83,33 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D10 kodlu öğrencinin çözmüş olduğu bir problemde, “*birden çok ilk-yasa*” kodlu PÇB’yi problem çözümünde tam olarak kullanamadığı ve problem çözümünü doğru bir şekilde tamamlayamadığı tespit edilmiştir. D10 kodlu öğrencinin, “*birden çok ilke-yasa*” kodlu PÇB’yi içeren bir problem çözümünde 3 puan üzerinden 2 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %66,67 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D10 kodlu öğrencinin, “*olası hata*” kodlu PÇB’yi genel olarak problem çözümlerinde iyi seviyede kullanabildiği ancak “*yorum, çizim*” ve “*farklı durum*” kodlu PÇB’leri de içeren problem çözümlerinde bu becerinin daha düşük seviyelerde kullanabildiği belirlenmiştir. D10 kodlu öğrencinin, “*olası hata*” kodlu PÇB’yi içeren 16 problem çözümünde toplam 48 puan üzerinden 40 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %83,33 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D10 kodlu öğrencinin, “*PÇ süreci*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinin çoğunda etkili şekilde kullandığı belirlenmiştir. Ancak “*yorum*” ve “*ilke-yasa*” kodlu PÇB’leri de içeren ikişer problem çözümünde bu beceriyi daha düşük seviyede kullanabilmiştir. D10 kodlu öğrencinin, “*PÇ süreci*” kodlu PÇB’yi içeren 16 problem çözümünde toplam 48 puan üzerinden 42 puan alması, bu becerisini bireysel problem çözümlerinde %87,5 düzeyinde kullandığını göstermektedir.

D10 kodlu öğrencinin katılmış olduğu bireysel problem çözümlerinin tamamı dikkate alındığında, PÇB’leri problem çözümlerinde kullanma düzeyleri ile ilgili bulgular Şekil 46’da gösterilmiştir.



Şekil 46. D10 kodlu öğrencinin bireysel problem çözümleri için PÇB'leri problem çözümlerinde kullanma düzeyi grafiği

Problem çözme becerileri gelişimi değerlendirme ölçeğine göre D10 kodlu öğrencinin problem çözme becerilerini bireysel problem çözümlerinde kullanabilme seviyeleri Tablo 60'ta verilmiştir.

Tablo 60. D10 Kodlu Öğrencinin PÇB Seviyeleri

PÇB Kodu	Beceri Düzeyi (%)	Beceri Seviyesi
Değişken	85,42	İyi
İlke-Yasa	91,67	İyi
Sözel-Anlam	89,58	İyi
Tablo-Grafik	83,33	İyi
Çizim	83,33	İyi
Yorum	83,33	İyi
Farklı Durum	83,33	İyi
Birden Çok İlke-Yasa	66,67	Kabul edilebilir
Olası Hata	83,33	İyi
PÇ Süreci	87,5	İyi

4.1.3. Klinik Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular

Bu başlık altında öğrencilerin PÇB'lerini problem çözümlerinde kullanma düzeylerini daha derinlemesine belirleyebilmek amacıyla iki problemin çözülmesiyle gerçekleştirilen klinik mülakat ile ilgili analizler sunulmaktadır. Klinik mülakat gerçekleştirilen üç öğrencinin gerçek isimleri yerine Ö1, Ö2 ve Ö3 kodları kullanılmıştır.

Klinik mülakatta yer alan birinci problem aşağıdaki gibidir:

Bir öğrencinin laboratuvarında kurmuş olduğu elektrik devresi ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

“Birbirine seri bağlı 200Ω ve 300Ω'luk dirençler birbirine paralel bağlı olan 2kΩ'luk iki dirence seri olarak bağlanmış olup devrede 300V'luk bir güç kaynağı kullanılmaktadır.”

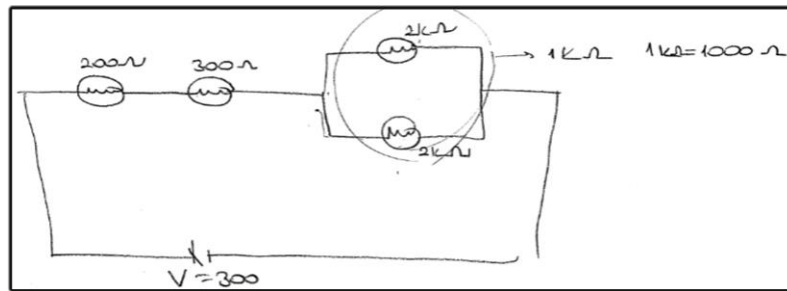
Öğrencinin kurmuş olduğu bu elektrik devresinde ana kolda oluşan akımı bulunuz.

Bu problem çözümü ile ilgili öğrencilerle yürütülen klinik mülakatın içerik analizlerinden elde edilen ifadelerin bir kısmı ve öğrencinin problem çözüme yönelik yaptığı çizimler bu bölümde gösterilmiştir.

Ö1 kodlu öğrenci ile yapılan klinik mülakatın genel içeriği aşağıdaki gibidir:

Araştırmacı: Problemden ne anlıyorsun?

Ö1: Problem öğrencinin laboratuvarında kurduğu devreyi anlatmış. Tam olarak ne diyor bir şekil çizeyim de görelim. (Öğrenci şekli çizer ve üzerine yazmaya başlar.)



Şekil 47. Ö1 kodlu öğrencinin birinci problem çözümüne yönelik çizimi

Araştırmacı: Devrenin bu şekilde kurulduğundan emin misin?

Ö1: Soruyu okudum ve öğrencinin devreyi tam da böyle kurduğunu düşünüyorum.

Araştırmacı: Peki problem çözümüne devam edebilirsin.

Ö1: Tamam, peki. (Öğrenci problem çözümünü gerçekleştirir)

$$\begin{aligned}
 200\Omega + 300\Omega &= 500\Omega \\
 R_{eq} &= 1500\Omega \\
 V &= I \cdot R \\
 300 &= I \cdot 1500 \\
 \frac{300}{1500} &= \frac{1}{3} \quad I = \frac{1}{3} A
 \end{aligned}$$

Şekil 48. Ö1 kodlu öğrencinin birinci problem çözümüne yönelik işlemleri

Araştırmacı: Eşdeğer direnci nasıl 1500Ω buldun?

Ö1: Seri bağlılar 500Ω eder, paralel bağlılar 1kΩ yani 1000Ω yani toplam dirençte 1500Ω eder.

Araştırmacı: Tamam. Ana koldaki akımı nasıl hesapladın?

Ö1: Basit VIR'dan yazdım yerlerine ve buldum.

Araştırmacı: Peki çözümü tamamladın. Problemleri çözdükten sonra çözümün doğruluğunu kontrol eder misin, nasıl?

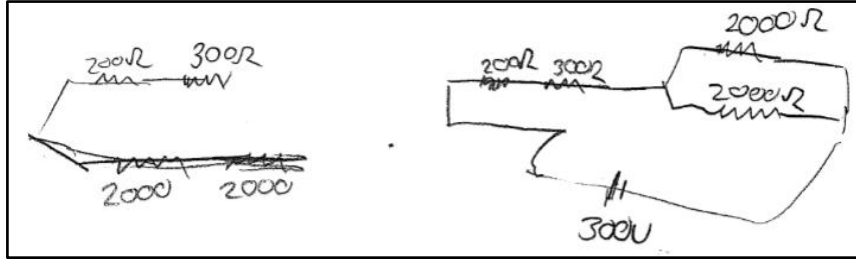
Ö1: Kolay, yaptığımız işlemler sıralı ve açık problemde. (Göz ucuyla problem çözümüne bakar.) Fakat kitaplarda çözümlerimi kontrol etmem hemen cevap anahtarına bakarım yanlışsa soruyu tekrar çözerim.

Mülakat içeriğinden de görüldüğü gibi, bu öğrenci problem çözümünü eksiksiz ve amacına uygun olarak gerçekleştirmiştir. Ö1 kodlu öğrenci değişkenleri birimleriyle birlikte belirlemiş problem çözümüne yönelik şekli çizerek eşdeğer direnci hesaplamış, değişkenleri ohm yasasında yerine yazarak ana koldan geçen akımı hesaplamış, problem çözümünü aşamalı olarak gerçekleştirip çözümünü gözden geçirerek tamamlamıştır. Fakat son kısımda sadeleştirme işlemi yaparken sonucu 1/5 yerine 1/3 olarak hatalı hesaplamıştır. Ö1 kodlu öğrencinin bu problem çözümünde “*değişken, ilke-yasa, sözel-anlam, çizim, birden çok ilke-yasa*” ve “*PÇ süreci*” kodlu PÇB'leri problem çözümünde “*iyi*” seviyede kullandığı tespit edilmiştir. Sadeleştirme işlemi gerçekleştirirken hata yapmış ve sonucu yanlış bulmuştur. Ö1 kodlu öğrencinin “*olası hata*” kodlu PÇB'yi problem çözümüne “*kabul edilebilir*” seviyede kullandığı belirlenmiştir.

Ö2 kodlu öğrenci ile yapılan klinik mülakatın genel içeriği aşağıdaki gibidir:

Araştırmacı: Verilen bu problemde ne anlıyorsun?

Ö2: Devreyi anlatmış. Nasıl bir şey olduğunu tam anlamak için şekil çizmek daha güzel olacak. (Öğrenci şekli çizer ve üzerine yazmaya başlar.)



Şekil 49. Ö2 kodlu öğrencinin birinci problem çözümüne yönelik çizimi

Araştırmacı: Devrenin bu şekilde olduğundan emin misin?

Ö2: Birinci çizdiğim yanlış oldu. Çünkü 2k Ω'lar yani 2000 Ω'lar paralel olmalı ikinci çizdiğim tam olarak doğru birincisi iptal.

Araştırmacı: Peki problem çözümüne kaldığın yerden devam edebilirsin.

Ö2: Tamam. (Öğrenci problem çözümünü gerçekleştirir.)

$$\begin{array}{l}
 500\Omega \\
 U=I.R \\
 300 = I \cdot 1500 \\
 \frac{4M}{4B} = 1000\Omega \\
 I = \frac{1}{5} \text{ Amper}
 \end{array}$$

Şekil 50. Ö2 kodlu öğrencinin birinci problem çözümüne yönelik işlemleri

Araştırmacı: $V=IR$ formülündeki 300 ve 1500 tam olarak nereden geldi?

Ö2: Paralel bağlılar 1000Ω eder. Seri bağlı olanlar 500Ω eder. Toplamları da 1500Ω eder. 300 olanda devrenin voltu zaten soruda var. Yerine koyunca ana koldan geçen akımı da bulduk hemen.

Araştırmacı: Peki problem çözümünü tamamladın mı?

Ö2: Evet.

Araştırmacı: Çözüm bitince doğruluğunu kontrol eder misin?

Ö2: Test değilse ediyorum. Ama test sorusu ise cevaplara bakıyorum, zaman kazanmak için sadece yanlış olanlara tekrar bakıyorum o kadar. Bu sorunun seçenekleri olmadığından bunu kontrol ettim zaten.

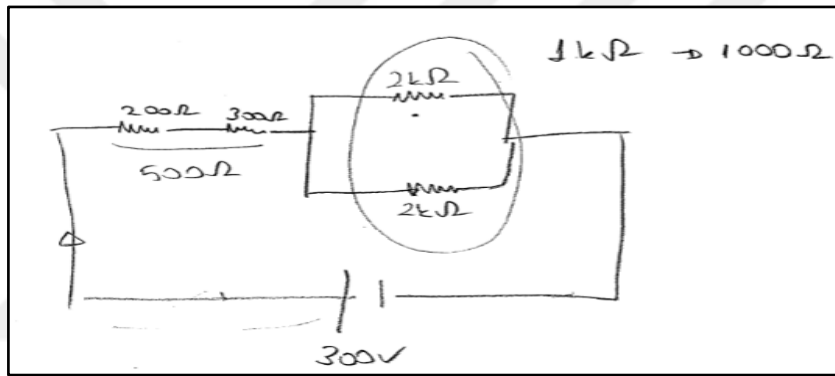
Mülakat içeriğinden de görüldüğü gibi Ö2 kodlu öğrenci problem çözümünü eksiksiz ve amacına uygun olarak gerçekleştirmiştir. Değişkenleri birimleriyle birlikte belirlemiş, problem çözümüne yönelik problemi temsil eden bir şekil çizerek, belirli bir problem çözme

düzeni içerisinde eşdeğer direnci hesaplamış, değişkenleri ohm yasasında yerine yazarak ana koldan geçen akımı doğru olarak hesaplamıştır. Ayrıca bu öğrenci problem çözümünü gözden geçirdiğini ifade etmiştir. Ö2 kodlu öğrencinin bu problem çözümünde “*değişken, ilke-yasa, sözel-anlam, çizim, birden çok ilke-yasa, olası hata*” ve “*PÇ süreci*” kodlu PÇB’leri problem çözümünde “*iyi*” sevide kullandığı gözlenmiştir.

Ö3 kodlu öğrenci ile yapılan klinik mülakatın genel içeriği aşağıdaki gibidir:

Araştırmacı: Bu problemden ne anlıyorsun?

Ö3: Problem elektrik devresi ile ilgili. Ana koldan geçen akımı sormuş. Zihnimde canlandıramadım karıştı. Böyle olmayacak nasıl bir şey kurmuş çizerek yapsam daha iyi.



Şekil 51. Ö3 kodlu öğrencinin birinci problem çözümüne yönelik çizimi

Araştırmacı: Devrenin bu şekilde olduğundan emin misin?

Ö3: Evet, soruyu okursak öğrencinin kurduğu devre buna uyuyor.

Araştırmacı: Tamam. İstenilen akımı nasıl hesaplayacaksın?

Ö3: Çözümü yapacağım ama şu 2kΩ'daki k ne idi?

Araştırmacı: Hatırlayamadın mı?

Ö3: Bir dakika, bir dakika, buldum bu kiloya karşılık gelen hani gramda olduğu gibi 1000'e karşılık geliyor. (Şekil üzerine 1kΩ=1000Ω olarak not eder.) Eşdeğer direnci bulup devam edelim.

$$300 = I \cdot 1500$$

$$I = \frac{300}{1500} \text{ A}$$

$$I = 0.2 \text{ A}$$

Şekil 52. Ö3 kodlu öğrencinin birinci problem çözümüne yönelik işlemleri

Araştırmacı: Çözümdeki bu eşitliği nasıl yazdın peki?

Ö3: $V=IR$ 'den yerine koydum. Eşdeğer direnç 1500Ω eder, voltta 300V.

Araştırmacı: Çözüm bitti mi?

Ö3: Evet.

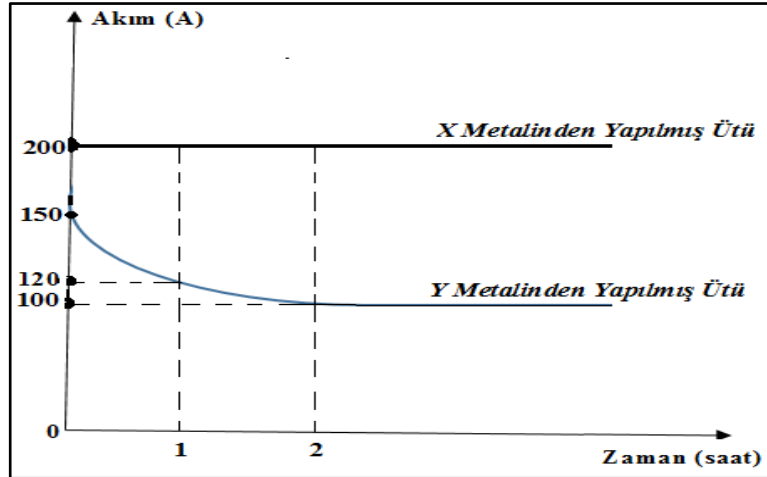
Araştırmacı: Problemleri çözdüğünde çözümün doğruluğunu kontrol eder misin?

Ö3: Testlerde hemen cevaplardan kontrol ederim. Seçenekli olmayınca genelde çözümü gözden geçiriyorum veya öğretmene soruyorum.

Mülakat içeriğinden de görüldüğü gibi Ö3 kodlu öğrenci Ö2 kodlu öğrenci gibi problem çözümünü eksiksiz, tam ve amacına uygun olarak gerçekleştirmiştir. Değişkenleri birimleriyle birlikte belirleyebilmiş, problem çözümüne yönelik şekil çizerek, eşdeğer direnci hesaplamış, değişkenleri ohm yasasında yerine yazarak ana koldan geçen akımı doğru hesaplamıştır. Öğrencinin problem çözümünü bir düzen içerisinde gerçekleştirdiği görülmektedir. Bu öğrenci test dışı problemlerde problem çözümünü genellikle gözden geçirdiğini veya öğretmenine kontrol ettirdiğini belirtmiştir. Ö3 kodlu öğrencinin bu problem çözümünde “*değişken, ilke-yasa, sözel-anlam, çizim, birden çok ilke-yasa, olası hata*” ve “*PÇ süreci*” kodlu PÇB’leri problem çözümünde “*iyi*” sevide kullandığı tespit edilmiştir.

Klinik mülakattaki ikinci problem aşağıdaki gibidir:

Aşağıdaki grafikte aynı güç kaynağına bağlanarak çalışan iki farklı marka ütünün ısıtıcı sisteminden geçen akımın zamanla değişim grafiği verilmiştir.



Bu grafikten yararlanarak aşağıdaki problemleri çözünüz.

A) Güç kaynağı 600V olduğuna göre 1. ve 2. saatte ütülerin ısıtıcı sistemlerinde oluşan dirençler kaç ohm olur?

B) Elde ettiğiniz direnç değerlerini ve bu değerlerin değişim nedenlerini nasıl yorumlarsınız.

Bu problem çözümü ile ilgili öğrencilerle yürütülen klinik mülakatın içerik analizlerinden elde edilen ifadelerin bir kısmı ve öğrencinin problem çözüme yönelik yaptığı işlemler bu bölümde gösterilmiştir.

Ö1 kodlu öğrenci ile yapılan klinik mülakatın genel içeriği aşağıdaki gibidir:

Araştırmacı: Verilen bu problemde ne anlıyorsun?

Ö1: Akım ölçümlerinin grafiğini vermiş ve bu grafik üzerinden sorular soruyor.

Araştırmacı: Peki problemin çözümüne geçebilirsin?

Ö1: Tamam. Verilen değerleri kullanalım. X'te değişme yok ama Y'nin değeri zamanla azalıyor. Birinci ve ikinci saatteki değerler neyse sadece onu kullanacağım. (A seçeneği için işlemlerini tamamlar.)

$$\begin{array}{l}
 \text{a)} \\
 \left. \begin{array}{l} 1. \text{ saat} \\ Y \end{array} \right\} \begin{array}{l} V = I \cdot R \\ 600 = 150 \cdot R \\ R = 4 \Omega \end{array} \quad \left. \begin{array}{l} 2. \text{ saat} \\ Y \end{array} \right\} \begin{array}{l} V = I \cdot R \\ 600 = 100 \cdot R \\ R = 6 \Omega \\ \\ \left. \begin{array}{l} 2. / 1. \text{ saat} \\ X \end{array} \right\} \begin{array}{l} V = I \cdot R \\ 600 = 200 \cdot R \\ R = 3 \Omega \end{array}
 \end{array}$$

Şekil 53. Ö1 kodlu öğrencinin ikinci problemin A seçeneği için çözümü

Araştırmacı: A seçeneğini tamamladın mı?

Ö1: Evet. Bakıyorum tekrar, evet tamamdır.

Araştırmacı: Peki B seçeneğine geçebilirsin?

Ö1: X'in akımında değişme yok. Ama Y'nin akımı azalıyor demek ki Y'nin direnci artıyor.

Araştırmacı: Peki bu değişimin nedenini nasıl açıklayabilirsin?

Ö1: Hımmm. Ütüler zamanla ısınıyor, demek ki bu ısınmadan Y ütüüsü etkilenmiş. Isınma Y'nin direncini etkilemiştir derim.

Mülakat içeriğinden de görüldüğü gibi, bu öğrenci problem çözümünü amacına uygun olarak gerçekleştirmiştir. Ö1 kodlu öğrenci, değişkenleri birimleriyle birlikte belirlemiş, fakat grafikteki verileri okurken birinci saatteki akım değeri yerine başlangıç anındaki akım değerini kullanmıştır. Grafikten elde ettiği değerleri ohm yasasında yerine yazarak istenilen direnç değerlerini belirli bir çözüm düzeni içerisinde hesaplamıştır. Ö1 kodlu öğrencinin çözümlere tekrar baktığını belirtmesi, problem çözümünü kontrol ettiği şeklinde değerlendirilmiştir. X ve Y'nin akım değişimleri arasındaki farkın ısınmadan kaynaklanabileceği şeklinde mantıklı olarak yorumlamıştır. Ö1 kodlu öğrencinin bu problem çözümünde “değişken, ilke-yasa, sözel-anlam, tablo-grafik, yorum, farklı durum” ve “PÇ süreci” kodlu PÇB’leri problem çözümünde “iyi” seviye kullandığı belirlenmiştir. Y'nin birinci saatteki akım değerini yazarken bir hata yapmış ve bu hataya bağlı olarak sonucu da yanlış bulmuştur. Bu durum öğrencinin “olası hata” kodlu PÇB’yi problem çözümüne “kabul edilebilir” seviyede yansıttığı göstermektedir.

Ö2 kodlu öğrenci ile yapılan klinik mülakatın genel içeriği aşağıdaki gibidir:

Araştırmacı: Bu problemde tam olarak ne anlıyorsun?

Ö2: Bu bir grafik sorusu. Grafikten yararlanıp problemi çözeceğiz.

Araştırmacı: Tamam, çözüme geçebilirsin?

Ö2: Tamam. Grafikte verilen değerleri kullanacağım.

$A-) U=1.R$ $\frac{X \ 1.500T}{600=200.R}$ $R=3\Omega$ $X \ 596IT$	$\frac{Y \ 1.500T}{600=720.R}$ $R=5\Omega$	$\frac{Y-2:500T}{600=100.R}$ $R=6\Omega$
--------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------	------------------------------------------

Şekil 54. Ö2 kodlu öğrencinin ikinci problemin A seçeneği için çözümü

Araştırmacı: A seçeneğinin çözümü bitti mi?

Ö2: Evet, bitti şimdi kontrol ediyorum. Hesaplamalar doğru.

Araştırmacı: Peki, tamam, B seçeneğine geçebilirsin?

Ö2: X düz gidiyor onda değişme yok. Y azalıyor sonra düz gidiyor.

Araştırmacı: Peki bu değişimin nedenini nasıl açıklayabilirsin?

Ö2: Yukarıdaki hesaplamalara da bakarsak X direnci sabit ancak Y zamanla değişiyor yani Y'nin direnci zamanla artmış demek ki. Bence bu X ve Y de kullanılan tellerin cinsi ile alakalı olmalı.

Araştırmacı: Tel cinsleri ile nasıl bir ilişkisi olabilir?

Ö2: Hani biri başka cins diğeri başka cinsten yapılmış.

Mülakat içeriğinden de görüldüğü gibi, bu öğrenci problem çözümünü amacına uygun olarak gerçekleştirmiştir. Ö2 kodlu öğrenci, değişkenleri birimleriyle birlikte belirlemiş, grafikten elde ettiği değerleri ohm yasasında yerine yazarak istenilen direnç değerlerini hesaplamış, problem çözümünü belli bir düzen içerisinde gerçekleştirmiş ve çözümü kontrol ettiğini ifade etmiştir. X ve Y'nin akım değişimleri arasındaki farkı maddelerin cinsi ile ilgili olduğunu belirtmiş, fakat birinin sabit değerinin değişken olmasının asıl nedeni ile ilgili yorum yaparak tam bir fikir belirtmemiştir. Ö2 kodlu öğrencinin bu problem çözümünde “*değişken, ilke-yasa, sözel-anlam, tablo-grafik, farklı durum, olası hata*” ve “*PÇ süreci*” kodlu PÇB'leri problem çözümünde “*iyi*” seviyede kullandığı belirlenmiştir. Bu öğrenci X ve Y'nin akım değerlerindeki değişimlerin nedenini tam olarak yorumlayamaması “*yorum*” kodlu PÇB'yi problem çözümüne “*kabul edilebilir*” seviyede yansıttığı şeklinde değerlendirilmiştir.

Ö3 kodlu öğrenci ile yapılan klinik mülakatın genel içeriği aşağıdaki gibidir:

Araştırmacı: Bu problemden tam olarak ne anlıyorsun?

Ö3: Grafik sorusu sormuş. X ve Y'nin dirençlerini soruyor?

Araştırmacı: Tamam, çözüme geçebilirsin?

Ö3: Tamam işlemleri yapıyorum. Birinci saat için akım $150-120=30$ ediyor. Y için akımı 30 mu alacağım acaba, (akımı 30 alarak bir işlem yapar ve sonra siler) ama yok sadece birinci saat diyor o zaman birinci saatte değer kaçsa onu kullanayım ben. (A seçeneği için işlemlerini tamamlar.)

$$V = I \cdot R$$

A) $\rightarrow 120 \text{ A}$

Y için $\rightarrow 600 = 120 \cdot R$
 $R = 5 \Omega$ (1. saat)

X için $\rightarrow 600 = 200 \cdot R$
 $R = 3 \Omega$ (1 ve 2.)

$600 = 100 \cdot R$
 $R = 6 \Omega$ (2. saat)

Şekil 55. Ö3 kodlu öğrencinin ikinci problemin A seçeneği için çözümü

Araştırmacı: A seçeneğinin çözümü bitti mi?

Ö3: Evet, bitti. X sabit kalıyor, Y'nin direnci artıyor.

Araştırmacı: Problem çözümlerini kontrol eder misin?

Ö3: Hayır pek etmem, bunda da etmedim.

Araştırmacı: İstersen kontrol edebilirsin.

Ö3: Tamam ediyorum. Ettim hata yapmamışım.

Araştırmacı: Tamam, B seçeneğine geçebilirsin?

Ö3: X sabit dirençli çıktı, Y ise azalıyor.

Araştırmacı: Peki bu değişimin nedeni ne olabilir?

Ö3: Isınmadan dolayı Y'de düşüş olmuştur, X'te olmamıştır.

Mülakat içeriğinden de görüldüğü gibi, bu öğrenci problem çözümünü amacına uygun olarak gerçekleştirmiştir. Değişkenleri birimleriyle birlikte belirlemiş, grafikten elde ettiği değerleri ohm yasasında yerine yazarak istenilen direnç değerlerini hesaplamış, X ve Y'nin akım değişimleri arasındaki farkı, maddelerin ısınmasıyla ilgili olduğu şeklinde yorumlamıştır. Ö3 kodlu öğrencinin bu problem çözümünde “*değişken, ilke-yasa, sözel-anlam, farklı durum*” ve “*olası hata*” kodlu PÇB'leri problem çözümünde “*iyi*” seviye kullandığı belirlenmiştir. Ö3 kodlu öğrenci grafikteki akım değerlerini okurken akımın değişim değeri üzerinden işlem yapmış ancak sonra sadece problemde belirtilen zamanlar için grafikte okunan değerleri kullanarak, kendinden emin olmayan bir şekilde problem çözümünü gerçekleştirmiştir. Bu durum dikkate alındığında Ö3 kodlu öğrencinin “*tablo-grafik*” kodlu PÇB'yi problem çözümünde “*kabul edilebilir*” seviyede kullandığı şeklinde değerlendirilmiştir. Ayrıca öğrencinin, araştırmacının ifade etmesi üzerine problem çözümünü kontrol ettiği dikkat çekmektedir. Bu durum dikkate alındığında, öğrencinin problem çözümü belli bir sistem içerisinde gerçekleştirdiği, fakat sonuçları kontrol etmediği

tespit edilmiştir. Bu durum dikkate alındığında Ö3 kodlu öğrencinin “PÇ süreci” kodlu PÇB’yi problem çözümünde “*kabul edilebilir*” seviyede kullandığı tespit edilmiştir.

Klinik mülakata katılan öğrencilerin problem çözümlerinden elde edilen veriler Tablo 61’de sunulmuştur. Bu tabloda öğrencilerin PÇB gelişim seviyelerinin, klinik mülakatta yer alan iki problemin içerdiği PÇB’ler için hangi düzeyde olduğu belirtilmiştir.

Tablo 61. Klinik Mülakat Bulgularına Göre Öğrencilerin PÇB’leri Kullanma Seviyeleri

Problem Çözme Becerileri	PÇB Kodu	Ö1	Ö2	Ö3
1. Problemin değişkenlerini belirleyebilme	Değişken	6/6	6/6	6/6
2. Problemi ilgili ilke, yasa ve kanunlarla ilişkilendirerek temel matematiksel eşitlikleri oluşturabilme, yorumlayabilme ve sonuçlandırabilme	İlke-Yasa	6/6	6/6	6/6
3. Problemdeki önemli sözel ifadelere dikkat etme ve problemi tam olarak anlayabilme	Sözel-Anlam	6/6	6/6	6/6
4. Probleme ilgili tablo, grafik ve şekilleri problemin amacına uygun olarak yorumlayabilme	Tablo-Grafik	3/3	3/3	2/3
5. Problem çözümü ile ilgili gerekli çizim ve diyagramları oluşturabilme	Çizim	3/3	3/3	3/3
6. Yorum dayalı problemleri temel fizik ilkeleriyle ilişkilendirebilme, anlamlandırabilme ve yorumlayarak fikir üretebilme	Yorum	3/3	2/3	3/3
7. Problemdeki farklı durumları algılayabilme, ayırt edebilme ve bu durumları problem çözümünde kullanabilme	Farklı Durum	3/3	3/3	3/3
8. Konu ile ilgili birden fazla ilke/yasa/kanunu kapsayan problemlerde temel ilişki ve eşitlikleri oluşturarak problemi çözebilme	Birden Çok İlke-Yasa	3/3	3/3	3/3
9. Problemin çözüm sürecinde karşılaşılabilecek olası hata kaynaklarının farkına varabilme	Olası Hata	4/6	6/6	6/6
10. Problem çözme aşamalarını etkili bir şekilde uygulayabilme ve problemi sonuçlandırabilme	PÇ Süreci	6/6	6/6	5/6

Tablo 61’de görüldüğü gibi; Ö1 kodlu öğrencinin iki klinik mülakat probleminin de içerdiği birinci PÇB için gelişim düzeyi toplam altı puan üzerinden altı puan; Ö2 kodlu öğrencinin sadece ikinci klinik mülakat probleminin içerdiği altıncı PÇB için gelişim düzeyi üç puan üzerinden iki puan ve Ö3 kodlu öğrencinin her iki klinik mülakat probleminin içerdiği onuncu PÇB için gelişim düzeyi altı puan üzerinden beş puan olarak belirlenmiştir. Klinik mülakata katılan öğrenciler PÇB’lerin tamamına yakını problem çözümlerinde amacına uygun olarak kullanabilmiştir. Ancak, Ö1 kodlu öğrencinin iki problem çözümünde de “*olası*

hata” kodlu PÇB’yi problem çözümlerine tam olarak yansıtamaması ve Ö2 kodlu öğrencinin “*tablo-grafik*” kodlu PÇB’yi problem çözümüne kendinden emin bir şekilde kullanamadığı dikkat çekmektedir.

4.1.4. Uygulama Sürecindeki Gözlemlerden Elde Edilen Bulgular

Bu araştırma kapsamında yürütülen uygulamalar, öğretim kurumunda görevli uygulama öğretmeni tarafından yürütüldüğünden uygulama sürecinde öğrenme ortamının gözlenmesine yönelik veriler, uygulama sürecinden hemen sonra yarı-yapılandırılmış gözlem formlarına aktarılmıştır. Bu formlarda yer alan ölçütler “1=Gözlenmedi”, “2=Kısmen Gözlendi” ve “3=Gözlendi” şeklinde değerlendirilmiştir. Bu kapsamda elde edilen bulgular, Tablo 62’de gösterilmektedir.

Tablo 62. PÇEST’ye Göre Gerçekleştirilen Problem Çözme Etkinliklerinde PÇB’lerin Kazanım Süreci İle İlgili Gelişim Seviyeleri

Uygulama Süreci PÇB Gelişimi Gözlem Kriterleri	PÇB Kodu	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta	5.Hafta	6.Hafta
1. Problemin değişkenlerini belirleyebilme	Değişken	X	2	3	3	3	3
2.Problemi ilgili ilke, yasa ve kanunlarla ilişkilendirerek temel matematiksel eşitlikleri oluşturabilme, yorumlayabilme ve sonuçlandırabilme	İlke-Yasa	X	3	3	3	3	3
3. Problemdeki önemli sözel ifadelere dikkat etme ve problemi tam olarak anlayabilme	Sözel-Anlam	X	3	3	3	3	3
4. Problemlerle ilgili tablo, grafik ve şekilleri problemin amacına uygun olarak yorumlayabilme	Tablo-Grafik	X	2	X	3	X	X
5. Problem çözümü ile ilgili gerekli çizim ve diyagramları oluşturabilme	Çizim	X	2	X	3	X	X
6. Yoruma dayalı problemleri temel fizik ilkeleriyle ilişkilendirebilme, anlamlandırabilme ve yorumlayarak fikir üretebilme	Yorum	X	2	3	3	3	3
7. Problemdeki farklı durumları algılayabilme, ayırt edebilme ve bu durumları problem çözümünde kullanabilme	Farklı Durum	X	2	2	3	3	3
8. Konu ile ilgili birden fazla ilke/yasa/kanunu kapsayan problemlerde temel ilişki ve eşitlikleri oluşturarak problemi çözebilme	Birden Çok İlke-Yasa	X	X	X	X	2	X
9. Problemin çözüm sürecinde karşılaşılabilecek olası hata kaynaklarının farkına varabilme	Olası Hata	X	2	2	2	3	3
10. Problem çözme aşamalarını etkili bir şekilde uygulayabilme ve problemi sonuçlandırabilme	PÇ Süreci	X	2	2	3	3	2

1: Gözlenmedi 2: Kısmen Gözlendi 3: Gözlendi

Tablo 62'den de açıkça görüldüğü gibi; problem çözme etkinliklerine hazırlıkların yapıldığı ilk haftada problem çözme etkinlikleri yapılmadığından uygulama gözlem kriterleri ile ilgili herhangi bir veri kaydedilmemiştir. Uygulama süreci gözlem formu dikkate alındığında, uygulama öğretmeni "Öğrenciler, sunumu ilgi ile takip etmiş ve problem çözme stratejileri ve örnek problem çözümlerini dikkatle izlemiştir." notunu kaydetmiştir.

Tablo 62'de görüldüğü gibi, ikinci hafta gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde öğrenciler PÇB'lerini genellikle kısmen gözlendi seviyesinde problem çözümlerine yansıtabilirken "ilke-yasa" ve "sözel-anlam" kodlu PÇB'leri daha etkili kullanabildiği tespit edilmiştir. İkinci hafta gözlem formunun ikinci bölümünde uygulama öğretmeni aşağıdaki bilgileri kaydetmiştir.

"Problem çözme etkinliklerinin başladığı ilk haftada öğrencilerin problem çözme etkinliklerini tam olarak benimseyemediği gözlenmiştir. Öğrencilerin problem çözme basamaklarını uygulamakta zorlandıkları gözlenmiştir. Dört aşamadan oluşan problem çözme materyalindeki çözümlerini iki veya üç aşamada tamamlayan öğrencilerin olduğu gözlenmiştir. Yapılan uyarılar neticesinde öğrenciler problem çözme aşamalarını yeniden uygulayarak çözümlerini tamamlamışlardır. Problem çözmenin son aşamasına öğrencilerin açıklayıcı cevaplar vermek yerine kısa ve onay belirten ifadeleri kullandığı gözlenmiştir. Bir-iki öğrencinin bu kağıtlarla uğraşmak yerine soruyu tahtaya yazın ve anlatın ifadelerini kullanarak uygulamaya karşı direnç gösterdiği gözlenmiştir. Öğrencilerin problem çözme aşamalarının ilk kısmında genellikle problemin değişkenlerini belirleyebildikleri ancak bazı problem çözümünde kullanılacak değişkenlerin birimlerine dikkat etmeden olduğu gibi formül ve eşitlikte yerine yazarak kullandıkları gözlenmiştir. Yapılan açıklamalar ve öğrencilerden gelen sorulara verilen dönütler sonucunda öğrencilerin sonraki problemlerde daha dikkatli olduğu gözlenmiştir. Öğrencilerin problem çözümünde önemli etkisi olan yön, vektör ve basit çizimlere dikkat etmeden problemleri çözmeye çalıştığı ve problem çözümünde hataya düştükleri veya problemi tam olarak tamamlamadıkları gözlenmiştir. Öğrencilerin benzer fakat aralarında farklılık olan problemleri çözerken genellikle hataya düştükleri ve aradaki farkı problem çözümünde kullanmakta oldukça zorlandıkları gözlenmiştir. Yapılan uyarı ve açıklamalarla öğrencilerin bu tür problemlerin çözümünde daha dikkatli davrandıkları gözlenmiştir. Verilen problem çözme ödevlerini öğrencilerin yarısına yakınının zamanında yaptığı yapmayanların ise takip sonucunda problem çözme ödevlerini kısmen tamamladığı belirlenmiştir."

Tablo 62'deki veriler ve araştırmacının ikinci hafta etkinliklerine yönelik gözlem notları dikkat alındığında, problem çözme etkinliklerine katılan öğrencilerin problem çözme materyalini tam olarak kullanamadıkları, PÇB'lerini problem çözümünde etkili olarak kullanamadıkları ve öğretmen rehberliğinde problem çözümlerine yönelik ipucu ve soru-cevaplar yardımıyla problem çözümlerini tamamladıkları ön plana çıkmaktadır.

Tablo 62'den üçüncü hafta etkinliklerine yönelik elde edilen verilere göre, farklı durum ve olası hata becerileri dışındaki becerilerin daha etkili kullanılabildiği ve ikinci haftaya kıyasla üç becerinin kullanımında gelişme olduğu belirlenmiştir. Üçüncü haftada, gözlem formunun ikinci bölümüne uygulama öğretmeni aşağıdaki bilgileri kaydetmiştir.

“Uygulamanın ikinci haftasında ilk haftaya nazaran öğrencilerin daha istekli oldukları ve problem çözme aşamalarına daha dikkatli bir şekilde odaklandıkları gözlenmiştir. Bir öğrenci, problemi doğru şekilde tamamlayarak ek problem istediği dikkat çekti. Farklı bir problem çözümünde ise bir öğrencinin problemi farklı yol izleyerek çözdüğünü belirttiği için söz hakkı verildi ve problem çözümünü tahtaya kalkarak sınıfla paylaşması sağlandı. Öğrencilerin geçen haftaya göre problem çözümlerinde daha dikkatli ve daha çok soru sorarak cevaplar aradığı ve aldığı ipucu ve dönütlerle problem çözümlerini tamamladığı gözlenmiştir. Bazı öğrencilerin problemde verilen birimlere dikkat etmeden problemleri çözmeye çalıştığı tespit edilmiştir. Öğrencilerin birçoğunda problem çözümünü kontrol etme alışkanlığının olmadığı görülmüştür. Bu durum ile ilgili olarak problem çözmenin son aşamasına daha çok dikkat etmeleri önerilmiştir. Öğrencilerin aralarında farklılık olan problemleri çözerken zorlanmaya devam ettikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin çoğunun sınavları gerekçe göstererek ödev verilen problemleri çözmediği tespit edilmiştir.”

Araştırmacının gözlem notları ve Tablo 62'deki üçüncü haftaya yönelik veriler dikkate alındığında, öğrencilerin etkinliklerde daha istekli oldukları, PÇB gelişimlerinin gözlemlendiği, problem çözme materyalini daha etkili kullanabildikleri, ancak problem çözümlerini kontrol etme alışkanlıklarının tam olarak gelişmediği ve ödev problemleri takip etmedikleri görülmektedir.

Tablo 62'deki dördüncü hafta verilerine göre, PÇB gelişiminin üçüncü haftaya göre daha üst seviyede olduğu, fakat problemin çözüm sürecinde “olası hata” kodlu PÇB'lerini problem çözümlerinde “kısmen gözlendi” seviyesinde kullanabildiği dikkat çekmektedir. Dördüncü haftada, gözlem formunun ikinci bölümüne uygulama öğretmeni aşağıdaki bilgileri kaydetmiştir.

“Öğrencilerin dersin başında ‘Soruları verin hemen başlayalım.’ ifadesini kullandığı ve problem çözme etkinliklerine istekli bir şekilde başladıkları gözlenmiştir. Öğrencilerin problemlerdeki değişkenlere ve farklı durumlara daha çok dikkat ettiği gözlenmiştir. Bazı öğrencilerin problem çözmede birbiriyle yarıştığı ve ek problem isteyen öğrencilerin olduğu dikkat çekmiştir. Öğrencilerin problem çözümlerinde şekil ve grafikleri yorumlarken daha dikkatli ve istekli oldukları gözlenmiştir. Öğrencilerden biri tüm derslerde bu tür grafik sorularına yer verilmesi gerektiğini ve öğrencilerin yorumlama yeteneğini geliştirdiğini ifade etmiştir.”

Araştırmacının gözlem notları ve Tablo 62’deki dördüncü hafta verileri dikkate alındığında, öğrencilerin problem çözme etkinliklerinde daha istekli oldukları ve problem çözme sürecini daha bilinçli ve kontrollü olarak gerçekleştirdikleri belirlenmiştir. *“Olası hata”* kodlu PÇB haricinde diğer tüm PÇB’lerin *“gözlendi”* seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bazı öğrencilerin ek problemler çözdüğü tespit edilmiştir.

Tablo 62 dikkate alındığında, beşinci hafta etkinliklerine yönelik elde edilen verilere göre, öğrencilerin PÇB’leri problem çözümlerinde *“gözlendi”* seviyesinde problem çözümlerine yansıtırları fakat öğrencilerin *“birden çok ilke-yasa”* kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde *“kısmen gözlendi”* seviyesinde kullanabildikleri dikkat çekmektedir. Beşinci haftada, gözlem formunun ikinci bölümüne uygulama öğretmeni aşağıdaki bilgileri kaydetmiştir.

“Öğrencilerin problem çözme basamaklarına uygun olarak problemleri çözdükleri ve problem çözme etkinliklerinde istekli oldukları gözlenmiştir. Öğrencilerin problem çözümünde takıldığına veya anlamadığı noktalarda sorular sorarak aldığı cevap ve dönütlere göre problem çözümlerini tamamlamaya çalıştıkları gözlenmiştir. Öğrencilerin problem çözme aşamalarını kendi başlarına yürüttükleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin katı ve sıvı basınçlarını ortak olarak içeren problemlerin çözümünde zorlandıkları ancak gerekli ipucu ve dönütlerle problem çözümlerini tamamlayabildikleri gözlenmiştir. Öğrencilerin problemlerdeki değişkenleri birimleriyle birlikte belirlemede nadiren zorlandıklarını ve bu değişkenleri problem çözümündeki formül ve eşitliklerde etkili olarak kullanabildikleri tespit edilmiştir. Matematiksel işlem gerektirmeyen yorumla çözülebilecek problemleri öğrencilerin genellikle çözebildikleri gözlenmiştir.”

Araştırmacının gözlem notları ve Tablo 62’de yer alan beşinci hafta verileri dikkate alındığında, öğrencilerin problem çözme etkinliklerinde önceki haftalara kıyasla daha istekli oldukları, aktif olarak öğretmenden problem çözümlerine yönelik ipucu ve dönütler aldıkları, problem çözme sürecini daha bilinçli olarak gerçekleştirdikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin “*birden çok ilke-yasa*” kodlu PÇB’yi de kapsayan problem çözümlerinde bu beceriyi problem çözümlerinde tam olarak kullanamadıkları belirlenmiştir.

Tablo 62’de yer alan altıncı hafta etkinliklerine yönelik verilere göre, öğrencilerin PÇB gelişimlerinin tamamına yakınının “gözlendi” seviyesinde olduğu açıkça görülmektedir. “*PÇ süreci*” kodlu PÇB’nin diğer becerilerin aksine önceki haftalara nazaran “*gözlendi*” seviyesinden “*kısmen gözlendi*” seviyesine gerilediği görülmektedir. Altıncı haftada, uygulama öğretmeni tarafından gözlem formunun ikinci bölümüne aşağıdaki bilgiler kaydedilmiştir.

“Öğrencilerin sınıfta yapılan uygulamalara tam anlamıyla uyum sağladıkları ve çoğunluğun problem çözme aşamalarını takip ederek problemleri tam ve doğru olarak çözebildiği gözlenmiştir. Ancak birkaç öğrencinin bazı problemlerdeki farklı durumları ayırt etmekte zaman zaman zorlandıkları gözlenmiştir. Uygulama etkinlikleri tamamlandıktan sonraki hafta öğrencilerden bazıları problem çözme etkinliklerinin devam etmesini istedikleri belirtmişlerdir.”

Araştırmacının gözlem notları ve Tablo 62’de yer alan altıncı hafta verileri dikkate alındığında, öğrencilerin problem çözme materyallerini amacına uygun olarak kullanabildikleri ve problem çözümlerini bireysel olarak tamamlayabildikleri belirlenmiştir. Etkinliklerin tamamlanmasından sonraki hafta öğrencilerin problem çözme etkinliklerinin devam etmesi yönündeki isteklerini belirtmeleri dikkat çekici bulunmuştur.

PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme uygulamalarının, öğrenme ortamına hangi düzeyde yansıtıldığı ve bu süreçte rehber öğretmenin görev ve sorumluluklarını hangi derecede gerçekleştirdiğinin belirlenmesi amacıyla uygulama öğretmeni tarafından her hafta düzenli olarak takip edilen formdan elde edilen veriler Tablo 63’te verilmiştir.

Tablo 63’ten de görüldüğü gibi; problem çözme etkinlikleri, geliştirilen PÇEST aşamaları ve öğretmenin görev ve sorumlulukları dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Problem çözme etkinliklerine hazırlık yapılan ilk haftadan sonra problem çözme etkinliklerinin başladığı ikinci haftada sınıf ortamında PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde kısmen sorunların olduğu ancak sonraki haftalarda bu durumun tamamen giderilerek etkinliklerin gerçekleştirildiği ve çözülmesi hedeflenen problemlerin tamamının çözüldüğü görülmektedir.

Tablo 63. PÇEST'nin Haftalara Göre Uygulanma Seviyesi

Problem Çözme Etkinlikleri Süreç Tasarımı Uygulanma Düzeyi Belirleme Kriterleri	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta	5.Hafta	6.Hafta
	1. Tasarlanan süreç tüm basamakları dikkate alınarak uygulanmıştır.	3	2	3	3	3
2. Uygulama etkinlikleri öğretim programındaki kazanımlara uygun şekilde yürütülmüştür.	X	3	3	3	3	3
3. Geliştirilen materyaller amacına uygun şekilde kullanılmıştır.	3	2	3	3	3	3
4. Problem çözme sürecinde öğrencilerin bireysel çabaları ve girişimleri desteklenmiştir.	X	3	3	3	3	3
5. Problem çözme sürecinde öğrencilerin ihtiyaç duyduğu ipuçları ve geri dönütler sağlanmıştır.	X	3	3	3	3	3
6. Problem çözümlerinde, problemin olası farklı çözümlerine dikkat çekilmiştir.	X	2	3	3	3	3
7. Problem çözme sürecinde öğrencilere yeterli süre sağlanmıştır.	X	3	3	3	3	3
8. Problem çözme sürecinde öğrenciler motive edilerek problem çözmeye cesaretlendirilmiştir.	X	3	3	3	3	3
9. Hızlı ve yavaş problem çözen öğrencilerin uygulamalardaki sürekliliği yeterli düzeyde ek problemler sunularak sağlanmıştır.	X	3	3	3	3	3
10. Ders süresince planlanan sayıda problem çözülmüştür.	X	2	3	3	3	3
11. Öğrencilere verilen hafta sonu ödev problemlerinin takibi gerçekleştirilmiştir.	X	3	3	3	3	3

1: Eksik 2: Kabul Edilebilir 3: İyi

4.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine Yönelik Bulgular

PÇE, toplamda 35 maddeden oluşan ancak 32 maddesi değerlendirmeye alınan bir öz değerlendirme envanteridir (Ek 7). PÇE'nin 16 maddesi olumlu, 16 maddesi olumsuz yargı bildiren özelliklere sahip olduğundan, PÇE içerdiği olumlu ve olumsuz maddelere göre iki ayrı değerlendirmeye alınmıştır. Öğrencilerin PÇE'den aldıkları puanlar kapsamında Wilcoxon testi analiz sonuçları Tablo 64'te yer almaktadır.

Tablo 64. PÇE Öntest ve Sontest Puanlarının Wilcoxon İlişkili İki Örneklem Testi Analiz Sonuçları

Envanter Bölümü	N	\bar{X}		Ss		z		p	
		Öntest	Sontest	Öntest	Sontest	Öntest	Sontest	Öntest	Sontest
Olumlu	10	62.00	72.70	16.49	10.82	-2.31		.021	
Olumsuz	10	55.60	55.40	8.28	9.02	-0.38		.812	
Toplam	10	116.90	126.40	18.41	12.51	-1.54		.123	

*p<.05

Tablo 64'te görüldüğü gibi, PÇE toplam puanlar kapsamında değerlendirildiğinde, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin PÇB öz değerlendirmeleri öntest ve sontest puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın oluşmadığı görülmektedir ($p=.123$ ve $p>.05$). Tablo 64'ten görüldüğü gibi, envanterin 16 maddelik olumlu yargılar bildiren bölümü ile ilgili öğrencilerin öntest ortalama değeri $\bar{x}_o = 62.00$ iken, sontest ortalama değeri $\bar{x}_s=72.70$ olarak tespit edilmiştir. Bu durum PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin, PÇE'nin olumlu maddeleri dikkate alındığında, öntest ve sontest değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu belirlenmiştir ($p=.021$ ve $p<.05$).

PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri sürecinde uygulama öğretmeni tarafından yapılan gözlemlerden elde edilen bulgular; öğrencilerin problem çözme etkinliklerine ilk hafta direnç göstermelerine rağmen ikinci hafta istekli olduklarını ve bu isteklerinin ilerleyen haftalarda artarak devam ettiğini ve problem çözümlerinde öğrencilerin zamanla daha girişken davrandığını göstermektedir. Buna göre, gözlem yoluyla elde edilen bulgular PÇE'den öğrencilerin PÇB öz değerlendirmelerine yönelik olumlu maddeleri kapsamında elde edilen bulguları destekler niteliktedir. Bu anlamda, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin PÇB öz değerlendirme gelişimleri üzerinde olumlu bir etki gösterdiği tespit edilmiştir.

Tablo 64'deki verilere göre PÇE'nin olumsuz yargı bildiren maddelerine yönelik yapılan analiz sonuçları değerlendirildiğinde, öntest ortalamasının $\bar{x}_o=55.60$ iken, sontest ortalamasının $\bar{x}_s=54.40$ olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir. Olumsuz maddelerin değerlendirilmesinde ters puanlamanın yapıldığı dikkate alındığında bu durum, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin PÇB öz değerlendirmeleri gelişimleri üzerinde etkili olduğunu ön plana çıkarmaktadır. Ancak öntest ve sontest arasındaki bu farkın istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir ($p=.812$ ve $p>.05$).

PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri sürecinde uygulama öğretmeni tarafından yapılan gözlemlerden elde edilen bulgular; öğrencilerin fizik problemlerini çözmeye yönelik ön yargılarının azaldığını ve öğrencilerin problem çözmeye yönelik istekli olduklarını göstermektedir. Buna göre, gözlem yoluyla elde edilen bulgular PÇE'den öğrencilerin PÇB öz değerlendirmelerine yönelik olumsuz maddeleri kapsamında elde edilen bulguları destekler niteliktedir. Bu anlamda, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin PÇB öz değerlendirme gelişimleri üzerinde olumlu bir etki gösterdiği tespit edilmiştir.

5. TARTIŞMA

Problem çözenin, sonuç odaklı yerine süreç ağırlıklı bir beceri olarak öğretim programlarında yer alması ve özellikle PÇB gelişimi üzerine vurgu yapılması, fizik eğitimi alanında PÇB'lerinin nitelikli bir şekilde geliştirecek öğretim etkinliklerinin tasarlanmasını, yürütülmesini ve değerlendirilmesini daha da önemli hale getirmiştir. Bu araştırma yenilenen fizik öğretim programında da belirtilen PÇB gelişiminin daha etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi için geliştirilen PÇEST'nin öğrencilerin PÇB gelişimlerine etkisini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu bölümde, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin değerlendirilmesine yönelik, araştırma kapsamında elde edilen bulguların yorumlanmasına ve literatürdeki ilgili çalışmalarla karşılaştırılarak irdelenmesine yer verilmektedir.

5.1. PÇEST'ye Göre Gerçekleştirilen Problem Çözme Etkinliklerinin Öğrencilerin PÇB Gelişimi Üzerindeki Etkisine İlişkin Tartışma

Bu başlık altında, araştırma kapsamında belirlenen ve iyi yapılandırılmış problemlerin çözümünde sıklıkla kullanılan PÇB'lerin gelişimlerinin belirlenmesine yönelik elde edilen bulgular irdelenmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde, PÇEST'nin uygulanma düzeyinin belirlenmesine yönelik elde edilen veriler, PÇEST'nin amacına uygun şekilde kullanıldığını göstermektedir (Tablo 63). Etkinliklerin ikinci haftasında bazı ölçütlerin *"kısmen gözlendi"* seviyesinde olmasının nedeni, problem çözme etkinliklerinin ilk haftası olması ve öğrencilerin sürece alışmamış olmaları ile ilişkilendirebilir. PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerine katılan öğrencilerin PÇBT öntest ve sontest sonuçları arasında sontest lehine .005 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu ve etkinliklere katılan öğrencilerin tamamında pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu görülmektedir (Tablo 9). Diğer taraftan, etkinliklere katılan öğrencilerin belirlenen ödev problemleri düzenli olarak çözmelerinin, PÇB gelişimlerini daha da üst düzeylere çıkarmada bir engel oluşturduğu ifade edilebilir.

PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin, araştırma çerçevesinde tanımlanan *"değişken, ilke-yasa, sözel-anlam, tablo-grafik, çizim, yorum, farklı durum, birden çok ilke-yasa, olası hata"* ve *"PÇ süreci"* kodlu PÇB'lerin gelişimi üzerindeki etkileri sırasıyla ve detaylı bir şekilde alt başlıklar altında irdelenmiştir.

5.1.1. Değişken Kodlu PÇB'ye İlişkin Tartışma

Araştırma kapsamında tanımlanan iyi yapılandırılmış problemlerin içerdiği PÇB'lerden ilki "*Problemin değişkenlerini belirleyebilme (değişken kodlu PÇB)*" becerisidir. "*Değişken*" kodlu PÇB için PÇBT'lerin değerlendirmesi yapıldığında, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerine katılan öğrencilerin öntest ve sontest sonuçları arasında sontest lehine .011 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu ve 10 öğrencinin yedisinde pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu görülmektedir (Tablo 9). Ayrıca PÇBT öntest ve sontest verilerine göre öğrencilerin "*değişken*" kodlu PÇB gelişim düzeyinin %40 olduğu belirlenmiştir (Tablo 10). Bu durumda, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerine katılan öğrencilerin "*değişken*" kodlu PÇB'lerinin, uygulanan etkinlikler sonunda gelişim gösterdiği belirtilebilir.

PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde kullanılan diğer veri toplama aracı, öğrencilerin kullandıkları problem çözme materyalleridir. Her bir öğrencinin problem çözümlerini gerçekleştirdiği problem çözme materyalleri, PÇB'ler dikkate alınıp ayrı ayrı incelenip "*değişken*" kodlu PÇB için elde edilen veriler analiz edilmiştir. Analizler sonucunda, problem çözme etkinliklerinde "*değişken*" kodlu PÇB'yi %83,33 düzeyi ile en düşük düzeyde D1 kodlu öğrenci (Tablo 15), %92,98 düzeyi ile en yüksek düzeyde D2 kodlu öğrenci (Tablo 20) kullanırken bütün öğrenciler bireysel problem çözümlerinde bu beceriyi "*iyi*" seviyede kullanmıştır. Bu durum, problem çözme materyallerinden elde edilen bulguların PÇBT'den elde edilen bulguları destekler nitelikte olduğunu göstermektedir.

Araştırma kapsamında klinik mülakattan elde edilen bulgular dikkate alındığında; PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri sonrasında klinik mülakata katılan üç öğrencinin tamamı problem çözümlerinde "*değişken*" kodlu PÇB'yi amacına uygun olarak kullanmıştır (Tablo 61). Araştırma sürecinde gerçekleştirilen gözlemler yoluyla elde edilen bulgular, öğrencilerin problem çözme etkinliklerinde "*değişken*" kodlu PÇB'yi ikinci hafta "*kısmen gözlendi*" seviyesinde, ilerleyen haftalarda ise "*gözlendi*" seviyesinde kullanabildiğini göstermektedir (Tablo 62). Buna göre, klinik mülakat ve gözlem yoluyla elde edilen bulgular PÇBT'den ve problem çözme materyallerinden elde edilen bulguları destekler niteliktedir.

Araştırma kapsamında elde edilen bulgular Bozan (2008), Temel ve Morgil (2013) ve Kan (2014)'ün yaptığı araştırma sonuçları ile uyumluluk göstermektedir. Bozan (2008) problem çözme etkinliklerinin öğrencilerinin verilenler ve istenilenleri yazarak problemdeki hedefin belirlenmesi becerisini geliştirmede etkili olduğunu göstermiştir. Temel ve Morgil (2013) problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin problemlerdeki değişkenleri belirleyebilme becerileri gelişimi üzerinde olumlu etki gösterdiği sonucuna ulaşmıştır. Kan (2014) fizik öğretiminde PDÖ etkinliklerinin öğrencilerin değişkeleri birimleriyle birlikte kayıt edilmesine

yönelik becerilerini geliştirmede ve öğrencilerin problem çözme sürecinde verileri birimleriyle kaydetmeyi alışkanlık haline getirmede etkili sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca, bu araştırma kapsamında “*değişken*” kodlu PÇB’ye yönelik elde edilen bulgular Çalışkan (2007), Gürcan Töre (2007), ve Tambychik ve Meerah (2010)’un araştırma sonuçlarıyla uyumluluk göstermektedir.

PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde yer alan problemlerdeki değişkenlerin bir kısmı farklı birim sistemlerine ait büyüklükleri içermektedir. Öğrencilerin problemlerde yer alan değişkenleri uygun birimleriyle ve tam olarak belirlemede, PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri sonrasında uygulama öncesine kıyasla, daha üst düzey beceriler sergilediği ve bu becerileri problem çözümlerinde amacına uygun olarak kullanabildiği araştırma kapsamında elde edilen bulgularla açıkça desteklenmektedir (Tablo 9, Tablo 10, Tablo 61 ve Tablo 62). Araştırma süresince PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde yer alan problemlerin bir kısmında farklı birim sistemlerine ait büyüklükler yer alırken bazı problemlerde ise değişkenler arasındaki ilişkiler oran belirtecek şekilde ifade edilmiştir. Öğrencilerin problem çözme etkinliklerinde bu tür ve benzeri problemlerle sıklıkla karşılaşmasının ve uygulama öğretmeni tarafından çözülen örnek problemlerde de benzer durumların ön plana çıkarılarak vurgulanmasının, öğrencilerin “*değişken*” kodlu PÇB’lerinin gelişmesinde oldukça etkili olduğu ifade edilebilir. Ayrıca problem çözme materyallerinde dikkate alınan GOAL problem çözme basamaklarının birincisi olan “*bilgi toplama*” basamağının öğrencilerin problemlerdeki değişkenlerin doğru şekilde ve uygun birimleriyle belirlenmesinde etkili olduğu belirtilebilir. Bu durumda, öğrencilerin problemdeki değişkenleri belirleyebilmede, PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri sonrasında uygulama öncesine kıyasla, daha üst düzeyde beceriler sergilediği ve bu becerileri problem çözümlerinde amacına uygun şekilde kullanabildiği ifade edilebilir.

5.1.2. İlke-Yasa Kodlu PÇB’ye İlişkin Tartışma

Araştırma kapsamında tanımlanan iyi yapılandırılmış problemlerin içerdiği PÇB’lerden ikincisi “*Problemi; ilgili ilke, yasa ve kanunlarla ilişkilendirerek temel matematiksel eşitlikleri oluşturabilme, yorumlayabilme ve sonuçlandırabilme (ilke-yasa kodlu PÇB)*” becerisidir. “*ilke-yasa*” kodlu PÇB için PÇBT’lerin değerlendirmesi yapıldığında, PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerine katılan öğrencilerin öntest ve sontest sonuçları arasında sontest lehine .004 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu ve 10 öğrencinin dokuzunda pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu görülmektedir (Tablo 9). Ayrıca PÇBT öntest ve sontest verilerine göre öğrencilerin “*ilke-yasa*” kodlu PÇB gelişim düzeyinin %50 olduğu belirlenmiştir (Tablo 10). Buna göre, PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem

çözme etkinliklerine katılan öğrencilerin “ilke-yasa” kodlu PÇB’lerinin, uygulanan etkinlikler sonunda gelişim gösterdiği ifade edilebilir.

PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde kullanılan diğer veri toplama aracı, öğrencilerin kullandıkları problem çözme materyalleridir. Her bir öğrencinin problem çözümlerini gerçekleştirdiği materyaller problemlerin içerdiği PÇB’ler dikkate alınıp ayrı ayrı incelenerek “ilke-yasa” kodlu PÇB için elde edilen veriler analiz edilmiştir. Analizler sonucunda, problem çözme etkinliklerinde “ilke-yasa” kodlu PÇB’yi %88,89 düzeyi ile en düşük düzeyde D3 kodlu öğrenci (Tablo 25), %100 düzeyi ile en yüksek düzeyde D4 kodlu öğrenci (Tablo 30) problem çözümlerinde kullanırken etkinliklere katılan öğrencilerin tamamı bireysel problem çözümlerinde bu beceriyi “iyi” seviyede kullanmıştır. Bu durum, problem çözme materyallerinden elde edilen bulguların PÇBT’den elde edilen bulguları destekler nitelikte olduğunu göstermektedir.

Araştırma kapsamında klinik mülakattan elde edilen bulgular dikkate alındığında; PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri sonrasında klinik mülakata katılan üç öğrencinin üçü de “ilke-yasa” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde amacına uygun şekilde kullanmıştır (Tablo 61). Araştırma sürecinde uygulama öğretmeni tarafından yapılan gözlemler yoluyla elde edilen bulgular, öğrencilerin “ilke-yasa” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde “gözlendi” seviyesinde kullanabildiğini göstermektedir (Tablo 62). Bu durum dikkate alındığında, klinik mülakat ve gözlem yoluyla elde edilen bulguların PÇBT ve problem çözme materyallerinden elde edilen bulguları destekler nitelikte olduğu görülmektedir.

Problemlerin amacına uygun şekilde çözülebilmesi için, problemin ilgili olduğu konunun veya formüllerin bilinmesi bir ön şart olarak ifade edilmekte (Friege ve Lind, 2006) ve öğrencilerin konu bilgileriyle problem çözme becerileri arasında olumlu bir ilişkinin olduğu vurgulanmaktadır (Chang, 2010). Araştırma kapsamında “ilke-yasa” kodlu PÇB ile ilgili elde edilen bulgular Kim ve Pak (2002), Bozan (2008) ve Perveen (2010)’un yaptığı araştırma sonuçları ile uyumluluk göstermektedir. Kim ve Pak (2002) problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin formülleri kullanmaları, eşitlikleri oluşturmaları ve kavramsal öğrenmeleri üzerinde olumlu etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Bozan, (2008) problem çözme etkinliklerinin, öğrencilerin problemin ilgili olduğu kavram, formül ve kanunları belirtme becerilerini kullanmada olumlu bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmıştır. Perveen (2010) yaptığı çalışmada, problem çözme teknikleri öğretimi üzerine gerçekleştirdiği problem çözme etkinliklerinin öğrencilerinin temel ifadeleri, kavramları ve formülleri kullanabilmeleri üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca, bu araştırma kapsamında “ilke-yasa” kodlu PÇB ile ilgili elde edilen bulgular Friege ve Lind (2006)’nın araştırma sonuçlarıyla da uyumluluk göstermektedir.

PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde yer alan problemler, "Basınç ve Kaldırma Kuvveti" ünitesinin kazanımlarını tamamen kapsayan ancak farklı PÇB'leri içeren problemlerden oluşmaktadır. PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri kapsamında, öğrenciler "Basınç ve Kaldırma Kuvveti" ünitesinin ilgili kazanımlar çerçevesinde kapsadığı ilke, yasa ve kanunları içeren farklı türlerde birçok problem çözümü gerçekleştirmiştir. Öğretmenler çok sayıda problem çözmek yerine farklı türlerde problem çözmenin daha etkili olduğunu belirtmektedir (Özyıldırım-Gümüş ve Şahiner, 2015). Öğrencilerin, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde kazanımlarla ilgili ilke, yasa ve kanunları kullanarak çözümlere ulaşmayı gerektiren farklı türlerdeki problemlerle sıklıkla karşılaşmasının ve uygulama öğretmeni tarafından farklı türlerde örnek problem çözümlerinin gerçekleştirilmesinin öğrencilerin "ilke-yasa" kodlu PÇB'leri daha üst düzeyli kullanmasında etkili olduğunu söylenebilir. Öğrencilerin "ilke-yasa" kodlu PÇB'lerinin gelişmesinde problem çözme materyallerinde yer alan GOAL problem çözme basamaklarının ikincisi ve üçüncüsü olan "yaklaşımı organize etme" ve "problemin analizi" adımlarının amacına uygun şekilde irdelenmesinin de önemli bir etkiye sahip olduğu ifade edilebilir. Araştırma kapsamında öğrencilerin problemi; ilgili ilke, yasa ve kanunlarla ilişkilendirerek temel matematiksel eşitlikleri oluşturabilme, yorumlayabilme ve sonuçlandırabilmede, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri sonrasında uygulama öncesine kıyasla, daha üst düzey beceriler sergilediği ve bu becerileri problem çözümlerinde amacına uygun şekilde kullanabildiğini elde edilen bulgular açıkça desteklemektedir. Bundan dolayı, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin "ilke-yasa" kodlu PÇB'lerini geliştirmede etkili olduğu belirtilebilir.

5.1.3. Sözel-Anlam Kodlu PÇB'ye İlişkin Tartışma

Araştırma kapsamında tanımlanan iyi yapılandırılmış problemlerin içerdiği PÇB'lerden üçüncüsü "Problemdaki önemli sözel ifadelerle dikkat etme ve bu ifadeleri tam olarak anlayabilme (sözel-anlam kodlu PÇB)" becerisidir. "Sözel-anlam" kodlu PÇB için PÇBT'lerin değerlendirmesi yapıldığında, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerine katılan öğrencilerin öntest ve sontest sonuçları arasında sontest lehine .007 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu ve 10 öğrencinin sekizinde pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu görülmektedir (Tablo 9). Ayrıca PÇBT öntest ve sontest verilerine göre öğrencilerin "sözel-anlam" kodlu PÇB gelişim düzeyinin %60 olduğu belirlenmiştir (Tablo 10). Bu durumda, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerine katılan öğrencilerin "sözel-anlam" kodlu PÇB'leri, bu etkinlikler sonunda gelişim gösterdiği ifade edilebilir.

PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde kullanılan diğer veri toplama aracı, öğrencilerin kullandıkları problem çözme materyalleridir. Her bir öğrencinin problem çözümlerini gerçekleştirdiği materyaller, problemlerin içerdiği PÇB'ler dikkate alınıp ayrı ayrı incelenerek "sözel-anlam" kodlu PÇB için elde edilen veriler analiz edilmiştir. Analizler sonucunda, problem çözme etkinliklerinde "sözel-anlam" kodlu PÇB'yi %87,3 düzeyi ile en düşük düzeyde D3 kodlu öğrenci (Tablo 25), %96,3 düzeyi ile en yüksek düzeyde D7 kodlu öğrenci (Tablo 45) problem çözümlerinde kullanırken uygulamalara katılan öğrencilerin tamamı bireysel problem çözümlerinde bu beceriyi "iyi" seviyede kullanmıştır. Buna göre, problem çözme materyallerinden elde edilen bulgular PÇBT'den elde edilen bulguları destekler niteliktedir.

Araştırma kapsamında klinik mülakattan elde edilen bulgular dikkate alındığında; PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri sonrasında gerçekleştirilen klinik mülakata katılan üç öğrencinin üçü de "sözel-anlam" kodlu PÇB'yi problem çözümlerinde amacına uygun olarak kullanmıştır (Tablo 61). Araştırma sürecinde uygulama öğretmeni tarafından gerçekleştirilen gözlemlerden elde edilen bulgular, öğrencilerin "sözel-anlam" kodlu PÇB'yi bireysel problem çözümlerinde "gözlendi" seviyesinde kullanabildiğini göstermektedir (Tablo 62). Bu durum dikkate alındığında, klinik mülakat ve gözlem yoluyla elde edilen bulgular, PÇBT ve problem çözme materyallerinden elde edilen bulguları destekler niteliktedir.

Okuduğunu anlama, konu ile ilgili ön bilgilerden faydalanarak problemde verilen ve istenilenleri belirlemek ve bunlara anlam yüklemektir (Yılmaz, 2008). Problemi anlama ile problem çözme becerileri arasında olumlu bir ilişki olup (Chang, 2010) lise öğrencilerinin fizik problemlerini çözerken zorluk çektikleri aşamalardan biri de problemi anlamadır (Eryılmaz-Toksoy, 2014; Harskamp ve Suhre, 2007; Gökkurt ve Soylu, 2013). Okuduğunu anlama eğitimi alan öğrencilerin problem çözme başarılarının anlamlı düzeyde arttığı tespit edilmiştir (Ulu, Tertemiz ve Peker, 2016). Anlama becerisinin problem çözme başarısını arttırmada oldukça etkili olduğu vurgulanmaktadır (Ulu, 2017). Bu araştırmaların sonuçları, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin "sözel-anlam" kodlu PÇB gelişimine yönelik elde edilen bulgularla örtüşmektedir. Ayrıca araştırma kapsamında "sözel-anlam" kodlu PÇB'ye yönelik elde edilen bulgular, literatürdeki benzer araştırma sonuçlarıyla da uyumluluk göstermektedir (Canan Hamurcu, 2016; Karataş, 2002; Özsoy, 2005; Pape, 2004; Tuohimaa, Aunola ve Nurmi, 2008; Walsh, Howard ve Bowe, 2007).

PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde öğretmenin örnek problemleri analiz ederek çözmesi ve benzer PÇB'leri içeren bireysel problem çözümlerinin öğrenciler tarafından gerçekleştirilmesinin, öğrencilere yeterli sürenin verilmesinin, ihtiyaç duyulan ipuçlarının öğrencilere sağlanmasının ve öğrencilerin problem çözümü için

cesaretlendirilmesinin, öğrencilerin problemleri daha iyi anlayarak problem çözümlerini tam olarak gerçekleştirebilmelerinde etkili olduğu ifade edilebilir. Ayrıca uzman problem çözümler için çözülen bireysel probleme eş değer ek problemlerin sunulmasıyla etkinlikler sürecinde sınıf içi bütünlük sağlanmıştır. PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde metne dayalı problemlerin yer alması ve problem çözümlerinde okuduğunu anlama ve sözel ifadelerle vurgu yapılarak üzerine ayrıca odaklanılmasının, öğrencilerin “sözel-anlam” kodlu PÇB'lerinin gelişmesinde oldukça etkili olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin problemdeki önemli sözel ifadelerle dikkat etme ve bu ifadeleri tam olarak anlayabilmede, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri sonrasında uygulama öncesine kıyasla, daha üst düzeyde beceriler sergilediği ve bu becerileri problem çözümlerinde amacına uygun şekilde kullanabildiği ifade edilebilir.

5.1.4. Tablo-Grafik Kodlu PÇB'ye İlişkin Tartışma

Araştırma kapsamında tanımlanan iyi yapılandırılmış problemlerin içerdiği PÇB'lerden dördüncüsü “*Problemlerle ilgili tablo, grafik ve şekilleri problemin amacına uygun olarak yorumlayabilme (tablo-grafik kodlu PÇB)*” becerisidir. “*Tablo-grafik*” kodlu PÇB için PÇBT'lerin değerlendirmesi yapıldığında, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerine katılan öğrencilerin öntest ve sontest sonuçları arasında sontest lehine .009 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu belirlenmiştir. Problem çözme etkinliklerine katılan 10 öğrencinin sekizinde pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu görülmektedir (Tablo 9). Ayrıca PÇBT öntest ve sontest verilerine göre öğrencilerin “*tablo-grafik*” kodlu PÇB gelişim düzeyinin %75 olduğu ve bu gelişimin tüm PÇB'ler arasında en yüksek düzeyli gelişim olduğu belirlenmiştir (Tablo 10). Buna göre, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerine katılan öğrencilerin “*tablo-grafik*” kodlu PÇB'lerinin etkinlikler sonunda gelişim gösterdiği ifade edilebilir.

PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde kullanılan diğer veri toplama aracı, öğrencilerin kullandıkları problem çözme materyalleridir. Her bir öğrencinin problem çözümlerini gerçekleştirdiği bu materyaller problemlerin içerdiği PÇB'ler dikkate alınıp ayrı ayrı incelenerek “*tablo-grafik*” kodlu PÇB için elde edilen veriler analiz edilmiştir. Analizler sonucunda, problem çözme etkinliklerinde “*tablo-grafik*” kodlu PÇB'yi %66,67 düzeyi ile en düşük düzeyde D1, D3 ve D9 kodlu öğrenciler (Tablo 15, Tablo 25 ve Tablo 55), %100 düzeyi ile en yüksek düzeyde D2, D4, D6 ve D7 kodlu öğrenciler (Tablo 20, Tablo 30, Tablo 40 ve Tablo 45) problem çözümlerinde kullanırken uygulamalara katılan 10 öğrenciden yedisi bireysel problem çözümlerinde bu beceriyi “*iyi*” seviyede kullanırken üçü de “*kabul edilebilir*” seviyede kullanabilmiştir. Bu durum, problem çözme materyallerinden

elde edilen bulguların PÇBT'den elde edilen bulguları destekler nitelikte olduğunu göstermektedir.

Araştırma kapsamında klinik mülakattan elde edilen bulgular dikkate alındığında; PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri sonrasında yapılan klinik mülakata katılan üç öğrencinin ikisi "*tablo-grafik*" kodlu PÇB'yi problem çözümlerinde "*iyi*" seviyede kullanırken, Ö3 kodlu öğrenci ise "*kabul edilebilir*" seviyede kullanabilmiştir (Tablo 61). Araştırma sürecinde uygulama öğretmeni tarafından gerçekleştirilen gözlemlerden elde edilen bulgular, öğrencilerin "*tablo-grafik*" kodlu PÇB'yi içeren problemleri, dördüncü haftada ikinci haftaya kıyasla daha etkili şekilde çözebildiğini göstermektedir (Tablo 62). Bu durum dikkate alındığında, klinik mülakat ve gözlem yoluyla elde edilen bulgular PÇBT ve problem çözme materyallerinden elde edilen bulguları desteklemektedir.

Öğrencilerin kavramsal bilgi edinmelerini kolaylaştırmada, uzamsal düşünebilmede ve problem çözme becerilerini geliştirmede grafiklerin etkin kullanımının önemli katkı sağladığı bilinmektedir (Bayazıt, 2011). Ancak, yapılan araştırmalar ilköğretim çağından üniversiteye kadar öğrencilerin grafik içeren problemleri çözmeye belirgin ve ciddi güçlükler yaşadıklarını ve bazı kavram yanlışlarına sahip olduklarını göstermektedir (Bowen ve Roth, 2005; Capraro, Kulm ve Capraro, 2005; Crisostomo, 2010; Eryılmaz-Toksoy, 2014; Şengül ve Katrancı, 2013). PÇEST'ye göre gerçekleştirilen etkinliklerin değerlendirilmesi kapsamında öğrencileri "*tablo-grafik*" kodlu PÇB'lerinin gelişimine yönelik elde edilen bulgular Gaigher ve diğerleri (2007), Bozan (2008) ve Kan (2013)'ün araştırma sonuçlarıyla uyumluluk göstermektedir. Yapılandırılmış bir problem çözme stratejisinin problem çözme becerileri ve kavramsal fizik anlayışı üzerindeki etkisi ile ilgili yapılandırılmış problem çözme stratejisi eğitimi almanın grafik kullanma becerilerinin gelişimine katkı sağladığı vurgulanmaktadır (Gaigher vd., 2007). Problem çözme etkinliklerinin, öğrencilerin problemle ilgili grafik çizme becerileri gelişimi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu belirtilmektedir (Bozan, 2008). Fizik öğretiminde PTÖ ve PDÖ uygulamalarının değerlendirilmesine yönelik yapılan araştırmada, PTÖ uygulamalarının grafik oluşturma becerilerini geliştirmede PDÖ uygulamalarına göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Kan, 2013). Ayrıca araştırma kapsamında "*tablo-grafik*" kodlu PÇB'ye yönelik elde edilen bulgular Sutherland (2002) ve Simpson, Hoyles ve Noss (2006)'nın araştırma sonuçlarıyla da benzerlik göstermektedir.

PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde "*tablo-grafik*" kodlu PÇB'yi içeren örnek problemlerin uygulama öğretmeni tarafından analiz edilerek çözülmesi ve sonrasında eşdeğer bir problemin bireysel problem olarak öğrenciler tarafından çözülmesinin ve ihtiyaç duyulan ipuçlarının öğrencilere sunulmasının, öğrencilerin "*tablo-grafik*" kodlu PÇB'lerinin gelişmesinde etkili olduğu ifade edilebilir. Ayrıca farklı kazanımlara

yönelik “*tablo-grafik*” kodlu PÇB’yi kullanmayı gerektiren problem çözümlerinin gerçekleştirilmesinin ve grafik çizmeyi gerektiren problem çözümlerine yer verilmesinin de öğrencilerin “*tablo-grafik*” kodlu PÇB’lerinin gelişmesinde etkili olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin problemle ilgili tablo, grafik ve şekilleri problemin amacına uygun olarak yorumlayabilmede, PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri sonrasında uygulama öncesine kıyasla, daha üst düzeyde beceriler sergilediği ve bu becerileri problem çözümlerinde genellikle amacına uygun şekilde kullanabildiği belirtilebilir.

5.1.5. Çizim Kodlu PÇB’ye İlişkin Tartışma

Araştırma kapsamında tanımlanan iyi yapılandırılmış problemlerin içerdiği PÇB’lerden beşincisi “*Problem çözümü ile ilgili gerekli çizim ve diyagramları oluşturabilme (çizim kodlu PÇB)*” becerisidir. “*Çizim*” kodlu PÇB için PÇBT’lerin değerlendirmesi yapıldığında, PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerine katılan öğrencilerin öntest ve sontest bulguları arasında sontest lehine .03 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu belirlenmiştir. Problem çözme etkinliklerine katılan 10 öğrencinin yedisinde pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu ve bir öğrenci de ise negatif yönlü ilişkinin olduğu görülmektedir (Tablo 9). Ayrıca PÇBT öntest ve sontest verilerine göre öğrencilerin “*çizim*” kodlu PÇB gelişim düzeyinin %45 olduğu belirlenmiştir (Tablo 10). Buna göre, PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerine katılan öğrencilerin “*çizim*” kodlu PÇB’lerinin etkinlikler sonunda gelişim gösterdiği belirtilebilir.

PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde kullanılan diğer veri toplama aracı, öğrencilerin kullandıkları problem çözme materyalleridir. Her bir öğrencinin problem çözümlerini gerçekleştirdiği bu materyaller problemlerin içerdiği PÇB’ler dikkate alınıp ayrı ayrı incelenerek “*çizim*” kodlu PÇB için elde edilen veriler analiz edilmiştir. Analizler sonucunda, problem çözme etkinliklerinde “*çizim*” kodlu PÇB’yi, %66,67 düzeyi ile en düşük düzeyde D3 ve D6 kodlu öğrenciler (Tablo 25 ve Tablo 40), %100 düzeyi ile en yüksek düzeyde D2 ve D8 kodlu öğrenciler (Tablo 20 ve Tablo 50) kullanmıştır. Bu beceriyi içeren problem çözme etkinliklerine katılan yedi öğrenciden beşi bu beceriyi bireysel problem çözümlerinde “*iyi*” seviyede kullanırken, ikisi de “*kabul edilebilir*” seviyede kullanabilmiştir. Buna göre, problem çözme materyallerinden elde edilen bulgular, PÇBT’den elde edilen bulguları destekler özelliindedir.

Araştırma kapsamında klinik mülakattan elde edilen bulgular dikkate alındığında; PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri sonrasında yapılan klinik mülakata katılan üç öğrencinin üçü de “*çizim*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde “*iyi*” seviyede kullanmıştır (Tablo 61). Araştırma sürecinde uygulama öğretmeni tarafından yapılan gözlemler yoluyla elde edilen bulgular, öğrencilerin “*çizim*” kodlu PÇB’yi içeren

problemleri, dördüncü haftada, ikinci haftaya göre daha etkili biçimde çözebildiğini göstermektedir (Tablo 62). Bu durum dikkate alındığında, klinik mülakat ve gözlem yoluyla elde edilen bulgular PÇBT ve problem çözme materyallerinden elde edilen bulguları destekler niteliktedir.

Bozan (2008)'in araştırma sonuçları PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin "çizim" kodlu PÇB gelişimleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesine yönelik elde edilen bulgularla benzerlik göstermektedir. Problem çözme etkinliklerinin öğrencilerinin şekil ve grafik çizme becerisini geliştirmede olumlu bir etkiye sahip olduğu belirtilmektedir (Bozan, 2008). Ayrıca araştırma kapsamında "çizim" kodlu PÇB'ye yönelik elde edilen bulgular Crespo ve Kyriakides (2007), Reid ve Yang (2002) ve Delice ve Sevimli (2010)'un araştırma sonuçlarıyla da uyumluluk göstermektedir. "Çizim" kodlu PÇB gelişimine yönelik elde edilen bulgular Çalışkan (2007)'nin araştırma sonuçları ile çelişki göstermektedir. Çalışkan (2007) yaptığı araştırma sonucunda strateji öğretiminin öğrencilerin görselleştirme becerileri gelişimi üzerinde pozitif anlamlı bir etki oluşturmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Fizik problemlerinin çözümünde sıklıkla kullanılan problem çözme stratejilerden biri, problem durumunun görselleştirilmesidir (Kara, 2007; Rosengrant, Heuvelen ve Etkina, 2006). Problem durumunun görselleştirilmesi, problemin doğru çözüme olasılığını artıran önemli bir faktördür (Rosengrant vd., 2006). Ancak ders kitapları ve test kitaplarında yer alan problemlerin çoğunda problem durumunu temsil eden şekiller hazır olarak öğrencilere sunulmaktadır (Kaya Şengören, Tanel ve Kavcar, 2006; Yiğit vd., 2012). Bu durum, öğrencilerin "çizim" kodlu PÇB'lerinin geliştirilmesinin önünde bir engel olarak kabul edilebilir. Literatürde öğrencilerin problem durumunu temsil eden şekil, çizim ve diyagramları oluşturmada yetersiz kaldıklarını tespit eden araştırmalar yer almaktadır (Eryılmaz, Akdeniz ve Kaya, 2011; Eryılmaz-Toksoy, 2014; Eryılmaz-Toksoy ve Akdeniz, 2017; Gök ve Sılay, 2008; Yiğit vd., 2012). Öğrencilerin PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde "çizim" kodlu PÇB'yi içeren, problem durumunu canlandırmayı, şekil çizmeyi ve diyagram oluşturmayı gerektiren farklı kazanımlarla ilgili, örnek problemlerin uygulama öğretmeni tarafından analiz ederek çözülmesi ve sonrasında benzer bir problemin öğrenciler tarafından bireysel olarak çözülmesinin, öğrencilerin "çizim" kodlu PÇB'lerinin gelişmesinde etkili olduğu ifade edilebilir. Ayrıca problem çözme materyallerinde takip edilen GOAL problem çözme basamaklarının ikincisi olan "yaklaşımı organize etme" adımındaki yönergelerden faydalanarak problem durumunun görselleştirilmesinin problem durumunu somutlaştırdığı ve böylece öğrencilerin "çizim" kodlu PÇB'lerinin gelişmesinde etkili olduğu ifade edilebilir. Öğrencilerin problem çözümü ile ilgili gerekli çizim ve diyagramları oluşturabilmede, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen

problem çözme etkinlikleri sonrasında uygulama öncesine kıyasla, daha üst düzeyde beceriler sergilediği ve bu becerileri problem çözümlerinde amacına uygun olarak kullanabildiği ifade edilebilir.

5.1.6. Yorum Kodlu PÇB'ye İlişkin Tartışma

Araştırma kapsamında tanımlanan iyi yapılandırılmış problemlerin içerdiği PÇB'lerden altıncısı *“Matematiksel işlem gerektirmeyen, yoruma dayalı problemleri temel fizik ilkeleriyle ilişkilendirebilme, anlamlandırabilme ve yorumlayarak fikir üretebilme (yorum kodlu PÇB)”* becerisidir. *“Yorum”* kodlu PÇB için PÇBT'lerin değerlendirmesi yapıldığında, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerine katılan öğrencilerin öntest ve sontest bulguları arasında sontest lehine .034 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu belirlenmiştir. Problem çözme etkinliklerine katılan 10 öğrencinin yarısında pozitif yönlü diğer yarısında ise eşit düzeyli ilişki olduğu tespit edilmiştir (Tablo 9). Ayrıca PÇBT öntest ve sontest verilerine göre öğrencilerin *“yorum”* kodlu PÇB gelişim düzeyinin %45 olduğu belirlenmiştir (Tablo 10). Bu durumda, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerine katılan öğrencilerin *“yorum”* kodlu PÇB'lerinin, etkinlikler sonunda gelişim gösterdiği belirtilebilir.

PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde kullanılan diğer veri toplama aracı, öğrencilerin kullandıkları problem çözme materyalleridir. Her bir öğrencinin problem çözümlerini gerçekleştirdiği bu materyaller problemlerin içerdiği PÇB'ler dikkate alınıp ayrı ayrı incelenerek *“yorum”* kodlu PÇB için elde edilen veriler analiz edilmiştir. Analizler sonucunda, problem çözme etkinliklerinde *“yorum”* kodlu PÇB'yi %76,19 düzeyi ile en düşük düzeyde D1 kodlu öğrenci (Tablo 15), %100 düzeyi ile en yüksek düzeyde D4 kodlu öğrenci (Tablo 30) problem çözümlerinde kullanmıştır. Bu beceriyi içeren problem çözümlerine katılan 10 öğrenciden dokuzu bu beceriyi *“iyi”* seviyede kullanırken, bir öğrenci ise bu beceriyi içeren problem çözümlerine katılmamıştır. Buna göre, problem çözme materyallerinin analizinden elde edilen bulgular, PÇBT'den elde edilen bulguları destekler niteliktedir.

Araştırma kapsamında klinik mülakattan elde edilen bulgular dikkate alındığında; PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri sonrasında gerçekleştirilen klinik mülakata katılan üç öğrencinin ikisi *“yorum”* kodlu PÇB'yi problem çözümlerinde *“iyi”* seviyede kullanırken Ö2 kodlu öğrenci ise *“kabul edilebilir”* seviyede kullanabilmiştir (Tablo 61). Araştırma sürecinde uygulama öğretmeni tarafından gerçekleştirilen gözlemler yoluyla elde edilen bulgular, öğrencilerin *“yorum”* kodlu PÇB'yi problem çözümlerinde ikinci hafta itibarıyla daha etkili şekilde kullanabildiğini göstermektedir (Tablo 62). Bu durum dikkate

alındığında, klinik mülakat ve gözlem yoluyla elde edilen bulgular, PÇBT ve problem çözme materyallerinden elde edilen bulguları destekler niteliktedir.

Literatürde, bilimsel süreç becerileri farklı şekillerde sıralanmaktadır. Bu becerilerden biri de yorumlama becerisidir (Tan ve Temiz, 2003). Öğrencilerin problem çözerken en çok güçlük yaşadığı noktalardan biri de yorumlama becerisidir (Eryılmaz-Toksoy, 2014). OECD tarafından yapılan ve çoğunluğunu 9. ve 10. sınıf öğrencilerinin oluşturduğu 15 yaş grubu öğrencilerinin okulda öğrendiği bilgi ve becerileri kullanabilme yeterliliklerinin değerlendirildiği PISA 2015 ulusal raporunda, fen okuryazarlığı alanında tanımlanmış üç yeterlik alanı arasında verileri ve bulguları bilimsel olarak yorumlama yeterliliğinin en düşük seviyede olduğu belirlenmiştir (MEB, 2016). Düşünme becerileri eğitimi programının öğretmen adaylarının yorumlama becerilerini geliştirmede zayıf düzeyde olumlu bir etki oluşturduğu belirlenmiştir (Tok ve Sevinç, 2010). Tok ve Sevinç (2010)'un araştırma sonuçları bu araştırma kapsamında öğrencilerin “*yorum*” kodlu PÇB’lerinin gelişimine yönelik elde edilen bulgularla benzerlik göstermektedir.

PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde “*yorum*” kodlu PÇB’yi içeren farklı kazanımlarla ilgili örnek problemlerin uygulama öğretmeni tarafından analiz edilerek ve sonrasında eşdeğer bir problemin bireysel problem olarak öğrenciler tarafından çözülmesi ve ihtiyaç duyulan ipuçlarının sunulması öğrencilerin çözüm için cesaretlendirilmesi öğrencilerin “*yorum*” kodlu PÇB’lerinin gelişmesinde etkili olduğu ifade edilebilir. Öğrencilerin matematiksel işlem gerektirmeyen, yoruma dayalı problemleri temel fizik ilkeleriyle ilişkilendirebilme, anlamlandırabilme ve yorumlayarak fikir üretebilmede, PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri sonrasında uygulama öncesine kıyasla, daha üst düzeyde beceriler sergilediği ve bu beceriyi problem çözümlerinde amacına uygun şekilde kullanabildiği belirtilebilir.

5.1.7. Farklı Durum Kodlu PÇB’ye İlişkin Tartışma

Araştırma kapsamında tanımlanan iyi yapılandırılmış problemlerin içerdiği PÇB’lerden yedincisi “*Problemdaki farklı durumları algılayabilme, ayırt edebilme ve bu durumları problem çözümünde kullanabilme (farklı durum kodlu PÇB)*” becerisidir. “*Farklı durum*” kodlu PÇB için PÇBT’lerin değerlendirmesi yapıldığında, PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerine katılan öğrencilerin öntest ve sontest bulguları arasında sontest lehine .015 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu belirlenmiştir. Problem çözme etkinliklerine katılan 10 öğrencinin yedisinde pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu ve üç öğrencide ise negatif yönlü ilişkinin olduğu görülmektedir (Tablo 9). Ayrıca PÇBT öntest ve sontest verilerine göre öğrencilerin “*farklı durum*” kodlu PÇB gelişim düzeyinin %50 olduğu belirlenmiştir (Tablo 10). Buna göre, PÇEST’ye göre gerçekleştirilen

problem çözme etkinliklerine katılan öğrencilerin “*farklı durum*” kodlu PÇB’lerinin, etkinlikler sonunda geliştiği ön plana çıkmaktadır.

PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde PÇB gelişimini belirlemeye yönelik kullanılan veri toplama araçlarından biri de öğrencilerin problem çözme etkinlikleri sürecinde problem çözümlerini gerçekleştirdiği problem çözme materyalleridir. Her bir öğrencinin problem çözümlerini gerçekleştirdiği bu materyaller problemlerin içerdiği PÇB’ler dikkate alınıp ayrı ayrı incelenerek “*farklı durum*” kodlu PÇB için elde edilen veriler analiz edilmiştir. Analizler sonucunda, problem çözme etkinliklerinde “*farklı durum*” kodlu PÇB’yi %83,33 düzeyi ile en düşük düzeyde D6 ve D10 kodlu öğrenciler (Tablo 40 ve Tablo 60), %100 düzeyi ile en yüksek D4 ve D7 kodlu öğrenciler (Tablo 30 ve Tablo 45) kullanmıştır. Bireysel problem çözme etkinliklerine katılan öğrencilerin tamamı “*farklı durum*” kodlu beceriyi bireysel problem çözümlerinde “*iyi*” seviyede kullanmıştır. Buna göre, problem çözme materyallerinden elde edilen bulgular, PÇBT’den elde edilen bulguları destekler özelliindedir.

Araştırma kapsamında klinik mülakattan elde edilen bulgular dikkate alındığında; PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri sonrasında gerçekleştirilen klinik mülakata katılan üç öğrencinin üçü de “*farklı durum*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde “*iyi*” seviyede kullanmıştır (Tablo 61). Araştırma sürecinde uygulama öğretmeni tarafından yapılan gözlemler yoluyla elde edilen bulgular, öğrencilerin “*farklı durum*” kodlu PÇB’yi ikinci ve üçüncü haftaya kıyasla ilerleyen haftalarda daha etkili şekilde kullanabildiğini göstermektedir (Tablo 62). Bu durum dikkate alındığında, klinik mülakat ve gözlem yoluyla elde edilen bulguların, PÇBT ve problem çözme materyallerinden elde edilen bulguları destekler nitelikte olduğu ön plana çıkmaktadır.

Fizik öğretiminde öğrencilerin konu ile ilgili temel kavram, ilke ve yasaları öğrenmekte zorluk yaşamadıkları, ancak öğrencilerin önemli bir kısmının öğrendiği bilgi ve becerileri farklı problem durumlarının çözümünde amacına uygun olarak kullanamadıkları, yıllar süren deneyimlerle gözlenmiştir (Yiğit vd., 2012). Ancak literatürde öğrencilerin “*farklı durum*” kodlu PÇB’lerini geliştirmeye yönelik herhangi bir araştırmaya rastlanılmamıştır.

Araştırma süresince PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde her bir kazanıma yönelik “*farklı durum*” kodlu PÇB’yi içeren örnek problemlerin uygulama öğretmeni tarafından irdelenerek çözümlenmesinin, bir sonraki basamakta aynı kazanımla ilgili benzer problemin öğrenciler tarafından bireysel olarak çözümlenmesinin ve bireysel problem çözme sürecinde gerekli ipuçlarının sağlanarak karşılıklı sorgulamaların yapılmasının öğrencilerin “*farklı durum*” kodlu PÇB’lerinin gelişmesinde etkili olduğu düşünülmektedir. Problem çözme etkinliklerinin gerçekleştirildiği ikinci ve üçüncü haftalarda öğrencilerin problem çözümlerinde “*farklı durum*” kodlu PÇB’yi etkili kullanamamasının nedeni

öğrencilerin daha önce bu tür problemlerle sıklıkla karşılaşmamış olmalarından kaynaklanabilir. Öğrencilerin problemdeki farklı durumları algılayabilme, ayırt edebilme ve bu durumları problem çözümünde kullanabilmede, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri sonrasında uygulama öncesine kıyasla, daha üst düzeyde beceriler sergilediği ve bu becerileri problem çözümlerinde amacına uygun olarak kullanabildiği belirtilebilir.

5.1.8. Birden Çok İlke-Yasa Kodlu PÇB'ye İlişkin Tartışma

Araştırma kapsamında tanımlanan iyi yapılandırılmış problemlerin içerdiği PÇB'lerden sekizincisi *“Konu ile ilgili birden fazla ilke/yasa/kanunu kapsayan problemlerde temel ilişki ve eşitlikleri oluşturarak problemi çözebilme (birden çok ilke-yasa kodlu PÇB)”* becerisidir. *“Birden çok ilke-yasa”* kodlu PÇB için PÇBT'lerin değerlendirmesi yapıldığında, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerine katılan öğrencilerin öntest ve sontest bulguları arasında sontest lehine .059 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir farklılığın olduğu belirlenmiştir. Ancak etkinliklere katılan 10 öğrencinin dördünde pozitif yönlü altısında ise eşit düzeyde bir ilişkinin olduğu görülmektedir (Tablo 9). Ayrıca PÇBT öntest ve sontest verilerine göre öğrencilerin *“birden çok ilke-yasa”* kodlu PÇB gelişim düzeyinin %35 olduğu ve bu gelişimin tüm PÇB'ler arasında en düşük düzeyli gelişim olduğu belirlenmiştir (Tablo 10). Buna göre, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerine katılan öğrencilerin *“birden çok ilke-yasa”* kodlu PÇB'leri gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri sonunda, istatistiksel olarak anlamlı olmasa da belirgin bir şekilde gelişim göstermiştir.

Araştırma kapsamında PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde her bir öğrencinin problem çözümlerini gerçekleştirdiği materyaller problemlerin içerdiği PÇB'ler dikkate alınıp ayrı ayrı incelenerek *“birden çok ilke-yasa”* kodlu PÇB'ye yönelik elde edilen veriler analiz edilmiştir. Analizler sonucunda, problem çözme etkinliklerinde *“birden çok ilke-yasa”* kodlu PÇB'yi %66,67 düzeyi ile en düşük düzeyde D1, D3, D5, D8 ve D10 kodlu öğrenciler (Tablo 15, Tablo 25, Tablo 35, Tablo 50 ve Tablo 60), %100 düzeyi ile en yüksek düzeyde D2 kodlu öğrenci (Tablo 30) problem çözümlerinde kullanırken, dört öğrenci bu beceriyi içeren problem çözümlerine katılmamıştır. *“Birden çok ilke-yasa”* kodlu PÇB'yi içeren problem çözümlerine katılan altı öğrenciden sadece biri bireysel problem çözümlerinde bu beceriyi *“iyi”* seviyede kullanırken diğerleri ise *“kabul edilebilir”* seviyede kullanabilmiştir. Buna göre, problem çözme materyallerinden elde edilen bulgular, PÇBT'den elde edilen bulgular ile benzerlik göstermekte ve birbirini destekler niteliktedir.

Araştırma kapsamında klinik mülakattan elde edilen bulgular dikkate alındığında; PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri sonrasında klinik mülakata

katılan üç öğrencinin üçü de “*birden çok ilke-yasa*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde amacına olacak şekilde kullanmıştır (Tablo 61). Araştırma sürecinde uygulama öğretmeni tarafından gerçekleştirilen gözlemlerden elde edilen bulgular, öğrencilerin “*birden çok ilke-yasa*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde “*kısmen gözlendi*” seviyesinde kullanabildiğini göstermektedir (Tablo 62). Bu durum dikkate alındığında, klinik mülakat ve gözlem yoluyla elde edilen bulguların PÇBT ve problem çözme materyallerinden elde edilen bulguları destekler nitelikte olduğu ön plana çıkmaktadır.

Öğrencilerin karşılaştığı problemleri amacına uygun şekilde çözülebilmelerinin en önemli ön şartlarından biri, problemin ilgili olduğu konu veya formüllerin bilinmesi ve problem çözümünde uygun şekilde kullanılmasıdır (Friege ve Lind, 2006). Ancak öğrencilerin problemlerdeki verileri formüllerde uygun şekilde kullanarak nicel türlerdeki problemleri çözebildikleri fakat sahip oldukları bilgi ve becerileri daha üst düzeyli problemlerin çözümünde amacına uygun olarak kullanamadıkları belirlenmiştir (Kim ve Pak, 2002). Araştırma sonucunda “*birden çok ilke-yasa*” kodlu PÇB’ye yönelik elde edilen bulgular Kim ve Pak (2002)’nin araştırma sonuçlarıyla uyumluluk göstermektedir. Ancak literatürde öğrencilerin “*birden çok ilke-yasa*” kodlu PÇB’lerini geliştirmeye yönelik benzer bir araştırmaya rastlanılmamıştır.

“Basınç ve Kaldırma Kuvveti” ünitesinin kazanım özellikleri ve kazanımlara ayrılan süreler dikkate alınarak gerçekleştirilmesi problem çözme etkinliklerinde “*birden çok ilke-yasa*” kodlu PÇB’nin gelişimine yönelik çözülen problem sayısının ve bu becerinin gelişimine yönelik ayrılan sürenin kısıtlı olmasına neden olmuştur. Bu durumun “*birden çok ilke-yasa*” kodlu PÇB gelişiminin düşük düzeyde kalmasına neden olduğu düşünülmektedir. Ancak klinik mülakata katılan üç öğrencinin üçünün de problem çözümlerinde “*birden çok ilke-yasa*” kodlu PÇB’yi “*iyi*” seviye kullanabilmesi dikkat çekicidir (Tablo 61). Öğrencilerin konu ile ilgili birden fazla ilke/yasa/kanunu kapsayan problemlerde temel ilişki ve eşitlikleri oluşturarak problemi çözebilmede, PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri sonrasında uygulama öncesine kıyasla, daha üst düzeyde beceriler sergilediği ve bu becerileri problem çözümlerinde hedeflenen düzeyde olmasa da kısmen amacına uygun şekilde kullanabildiği ifade edilebilir.

5.1.9. Olası Hata Kodlu PÇB’ye İlişkin Tartışma

Araştırma kapsamında tanımlanan iyi yapılandırılmış problemlerin içerdiği PÇB’lerden altıncısı “*Problemin çözüm sürecinde karşılaşılabilecek olası hata kaynaklarının farkına varabilme (olası hata kodlu PÇB)*” becerisidir. “*Olası hata*” kodlu PÇB için PÇBT’lerin değerlendirmesi yapıldığında, PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerine katılan öğrencilerin öntest ve sontest bulguları arasında sontest lehine .005 düzeyinde

istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu belirlenmiştir. Problem çözme etkinliklerine katılan 10 öğrencinin dokuzunda pozitif yönlü birinde ise eşit düzeyli ilişki olduğu tespit edilmiştir (Tablo 9). Ayrıca PÇBT öntest ve sontest verilerine göre öğrencilerin “*olası hata*” kodlu PÇB gelişim düzeyinin %40 olduğu belirlenmiştir (Tablo 10). Buna göre, PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerine katılan öğrencilerin “*olası hata*” kodlu PÇB’lerinin, etkinlikler sonunda gelişim gösterdiği ön plana çıkmaktadır.

Araştırma kapsamında PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde her bir öğrencinin problem çözümlerini gerçekleştirdiği materyaller problemlerin içerdiği PÇB’ler dikkate alınıp ayrı ayrı incelenerek “*olası hata*” kodlu PÇB için elde edilen veriler analiz edilmiştir. Analizler sonucunda, problem çözme etkinliklerinde “*olası hata*” kodlu PÇB’yi %76,67 düzeyi ile en düşük düzeyde D1 kodlu öğrenci (Tablo 15), %90,48 düzeyi ile en yüksek düzeyde D4 kodlu öğrenci (Tablo 30) problem çözümlerinde kullanırken uygulamalara katılan öğrencilerin tamamı bireysel problem çözümlerinde bu beceriyi “*iyi*” seviyede kullanmıştır. Buna göre, problem çözme materyallerinden elde edilen bulgular PÇBT’den elde edilen bulguları destekler niteliktedir.

Araştırma kapsamında klinik mülakattan elde edilen bulgular dikkate alındığında; PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri sonrasında gerçekleştirilen klinik mülakata katılan üç öğrencinin ikisi “*yorum*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde “*iyi*” seviyede kullanırken Ö1 kodlu öğrenci çözdüğü iki problemde de bu beceriyi “*kabul edilebilir*” seviyesinde kullanabilmiştir (Tablo 61). Araştırma sürecinde uygulama öğretmeni tarafından gerçekleştirilen gözlemler yoluyla elde edilen bulgular, öğrencilerin “*olası hata*” kodlu PÇB’yi problem çözümlerinde ilk üç hafta “*kabul edilebilir*” seviyede kullanabildiği, son iki haftada amacına uygun şekilde kullanabildiği belirlenmiştir (Tablo 62). Bu durum dikkate alındığında, klinik mülakat ve gözlem yoluyla elde edilen bulgular PÇBT ve problem çözme materyallerinden elde edilen bulguları desteklemektedir.

Öğrencilerin problem çözümlerinde yaptıkları hataların farklı kaynakları olduğu vurgulanmaktadır (Çelik ve Güle, 2013; Meltzer, 2005; Sezgin-Memnun, 2014; Toksoy-Eryılmaz, 2014). Öğrencilerin problem çözümlerinde hata yapmalarının temel sebepleri, ezbercilik, acelecilik ve sınırlı ve belirli kalıptaki problem türlerinin çözülmesi olarak ifade edilmektedir (Yenilmez ve Yılmaz, 2008). Literatürde fizik problem çözme süreci ile ilgili hata kaynaklarının tespit edilmesine yönelik çok sayıda araştırma olmasına rağmen, öğrencilerin hata kaynaklarının farkında olmalarını ve problem çözme sürecindeki hatalarını azaltmaya yönelik herhangi bir araştırmaya rastlanılmamıştır.

PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde örnek problemlerin uygulama öğretmeni tarafından analiz edilerek çözülmesi sürecinde, gerek problem çözümlerinde yapılabilecek olası hata kaynaklarının neler olduğuna vuru yapılmasının

gerekse GOAL problem çözme basamaklarının dördüncüsü olan “*çabalarınızdan öğrendikleriniz*” basamağındaki “*Sonuçları kontrol etme*” ve “*Çözüm mantıklı mı?*” yönergelerinin öğrenciler tarafından dikkate alınmasının öğrencilerin “*olası hata*” kodlu PÇB’lerinin gelişmesinde etkili olduğu düşünülmektedir. Son iki haftada öğrencilerin “*olası hata*” kodlu PÇB’yi daha etkili şekilde kullanmalarının nedeni, son iki haftaya kadar farklı türlerde ve çok sayıda problem çözmüş olmaları ile ilişkilendirilebilir. Öğrencilerin problemin çözüm sürecinde karşılaşacağı olası hata kaynaklarının farkına varabilmede, PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri sonrasında uygulama öncesine kıyasla, daha üst düzeyde beceriler sergilediği ve bu beceriyi problem çözümlerinde amacına uygun şekilde kullanabildiği belirtilebilir.

5.1.10. PÇ Süreci Kodlu PÇB’ye İlişkin Tartışma

Araştırma kapsamında tanımlanan iyi yapılandırılmış problemlerin içerdiği PÇB’lerden sonuncusu “*Problem çözme aşamalarını etkili bir şekilde uygulayabilme ve problemi sonuçlandırabilme (PÇ süreci kodlu PÇB)*” becerisidir. “*PÇ süreci*” kodlu PÇB için PÇBT’lerin değerlendirmesi yapıldığında, PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerine katılan öğrencilerin öntest ve sontest sonuçları arasında sontest lehine .005 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu ve problem çözme etkinliklerine katılan öğrencilerin tamamında pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu görülmektedir (Tablo 9). Ayrıca PÇBT öntest ve sontest verilerine göre öğrencilerin “*PÇ süreci*” kodlu PÇB gelişim düzeyinin %65 olduğu belirlenmiştir (Tablo 10). Buna göre, PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerine katılan öğrencilerin “*PÇ süreci*” kodlu PÇB’leri, bu etkinlikler sonunda gelişim göstermiştir.

PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde her bir öğrencinin problem çözümlerini gerçekleştirdiği problem çözme materyalleri PÇB’ler dikkate alınıp ayrı ayrı incelenerek “*PÇ süreci*” kodlu PÇB için elde edilen veriler analiz edilmiştir. Analizler sonucunda, problem çözme etkinliklerinde “*PÇ süreci*” kodlu PÇB’yi %71,79 düzeyi ile en düşük düzeyde D6 kodlu öğrenci (Tablo 40), %90,48 düzeyi ile en yüksek düzeyde D4 kodlu öğrenci (Tablo 30) problem çözümlerinde kullanırken, bütün öğrenciler bireysel problem çözümlerinde bu beceriyi “*iyi*” seviyede kullanmıştır. Buna göre, problem çözme materyallerinden elde edilen bulgular PÇBT’den elde edilen bulguları destekler niteliktedir.

Araştırma kapsamında öğrencilerin PÇB gelişimlerini belirlemeye yönelik kullanılan klinik mülakattan elde edilen bulgular dikkate alındığında; PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri sonrasında klinik mülakata katılan üç öğrenciden ikisi problem çözümlerinde “*PÇ süreci*” kodlu PÇB’yi amacına uygun olarak problem çözümlerinde kullanırken, Ö3 kodlu öğrenci bu beceriyi “*kabul edilebilir*” seviyede kullanabilmiştir (Tablo

61). Araştırma sürecinde gerçekleştirilen gözlemler yoluyla elde edilen bulgular, öğrencilerin problem çözme etkinliklerinde “PÇ süreci” kodlu PÇB’yi dördüncü ve beşinci hafta “gözlendi” seviyesinde kullanabilirken, son hafta ise “kısmen gözlendi” seviyesinde kullanabildiklerini göstermektedir (Tablo 62). Buna göre, klinik mülakat ve gözlem yoluyla elde edilen bulgular PÇBT’den ve problem çözme materyallerinden elde edilen bulguları desteklemektedir.

Herhangi bir problemin amacına uygun şekilde çözülebilmesi için problemin anlaşılması bir ön şarttır. Ancak problemin anlaşılması, o problemin çözümü için tek başına yeterli değildir (Tambychik ve Meerah, 2010). Problem çözme basamaklarının belirlenmesi ve bu basamakların etkili şekilde yürütülmesi oldukça zor problemlerin çözümünü de oldukça kolaylaştırmaktadır (Nunokawa, 2001). Öğrencilerin konuya yönelik ilke, yasa ve kanunları bilmelerine rağmen, ilgili problemleri çözemedikleri tespit edilerek bu durum öğrencilerin problem çözme aşamalarını uygulamada ve çözüm planı yapmada yetersiz oldukları ile ilişkilendirilmiştir (Eryılmaz ve Akdeniz, 2013; Eryılmaz-Toksoy ve Akdeniz, 2017). Farklı araştırmalarda da öğrencilerin problem çözümünü planlama ve uygulamada yetersiz oldukları vurgulanmaktadır (Crespo ve Kyriakides, 2007; Harskamp ve Suhre, 2007; Özcan, 2011; Özsoy, 2005).

Araştırma kapsamında elde edilen bulgular Çalışkan (2007), Kargas ve Stephens (2014) ve Özyıldırım-Gümüş ve Umay (2017)’nin araştırma sonuçlarıyla uyumluluk göstermektedir. Problem çözme stratejileri öğretiminin öğrencilerin problem çözme performansını olumlu şekilde etkilediği ve öğrencilerin problem çözme adımlarını daha etkili şekilde gerçekleştirdiği belirtilmektedir (Çalışkan, 2007). Koçluk eğitimine dayalı Polya’nın dört adımlı problem çözme süreci ve yedi farklı özel strateji öğretiminin sekizinci sınıf öğrencilerinin problem çözme yeterliliklerini geliştirdiği vurgulanmaktadır (Kargas ve Stephens, 2014). Problem çözme stratejileri öğretiminin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının kavramsal/işlemsel çözüm tercihlerine ve problem çözme performansı üzerinde problem çözme eğitimi alanının işlemsel çözüm yollarının daha etkili kullanmayı geliştirdiği ifade edilmektedir (Özyıldırım-Gümüş ve Umay, 2017). Ayrıca araştırma kapsamında “PÇ süreci” kodlu PÇB’ye yönelik elde edilen bulgular Gürcan-Töre (2007) ve Tambychik ve Meerah (2010)’un araştırma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Araştırma kapsamında “PÇ süreci” kodlu PÇB’ye yönelik elde edilen bulgular Taşpınar (2011)’in araştırma sonuçlarıyla çelişki içermektedir. Strateji öğretiminin öğrencileri belirli çözüm yollarına hapsettiği ve öğrencileri ezbere sürüklediğini ifade etmekte ve bu durumun öğrencilerin problem çözme performansını olumsuz yönde etkilediğini belirtilmektedir (Taşpınar, 2011).

PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde “Basınç ve Kaldırma Kuvveti” ünitesinin kazanımlarına yönelik farklı PÇB’leri içeren farklı türlerde problem

çözümleri gerçekleştirilmesinin, problem çözme etkinliklerine hazırlık sunusunda öğrencilerin problem çözme süreci ve basamakları hakkında bilgilendirilerek GOAL problem çözme stratejisinin uygulandığı örnek problem çözümlerinin sunulmasının, örnek problem çözümlerinin uygulama öğretmeni tarafından GOAL problem çözme stratejisi basamaklarının ve her bir basamaktaki yönergelerin dikkate alınıp irdelenilerek çözümlenmesinin ve bireysel problemlerin öğretmen rehberliğinde öğrenciler tarafından GOAL problem çözme stratejisi basamaklarının dikkate alınarak çözümlenmesinin öğrencilerin “PÇ süreci” kodlu PÇB’lerinin gelişmesinde etkili olduğu ifade edilebilir. Ayrıca, problem çözümüne yönelik gerçekleştirilen farklı çözüm yollarının paylaşılarak irdelenmesinin öğrencilerin problem çözümüne yönelik farklı bakış açıları kazanmalarında ve geliştirmelerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Problem çözme etkinliklerinin son haftasında “PÇ süreci” kodlu PÇB’nin önceki iki haftaya kıyasla daha düşük seviyede kullanılarak “kısmen gözlendi” seviyesinde (Tablo 62) olmasının, ünitelendirilmiş yıllık plan çerçevesinde işlenen kazanımların matematiksel işlemlerden arındırılmış olmasından ve problem çözme etkinliklerinde kullanılan problemlerin yoruma dayalı öncüller içeren türden problemler olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Öğrencilerin problem çözme aşamalarını etkili bir şekilde uygulayabilme ve problemi sonuçlandırabilmede, PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri sonrasında uygulama öncesine kıyasla, daha üst düzey beceriler sergilediği ve bu becerileri problem çözümlerinde amacına uygun olarak kullanabildiği ifade edilebilir.

5.2. PÇEST’ye Göre Gerçekleştirilen Problem Çözme Etkinliklerinin Öğrencilerin Öz Değerlendirmeleri Üzerindeki Etkisine İlişkin Tartışma

PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin öz değerlendirmeleri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla kullanılan veri toplama aracı PÇE’dir. PÇE’nin değerlendirilmesinde dikkate alınan 32 maddesinin tamamına yönelik yapılan değerlendirmede, öntest ve sontest verileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 64). Ancak envanterde yer alan olumlu ve olumsuz maddelerin varlığı dikkate alındığında, PÇE’nin genel değerlendirilmesinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın oluşmaması normal bir durum olarak değerlendirilebilir. Çünkü envanterde yer alan maddelerin yarısı olumlu yarısı olumsuz yargı bildiren önermeler olduğundan, öğrencilerin yaptıkları öz değerlendirmelerin öntest ve sontest sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmayacak şekilde bir denge oluşturduğu belirlenmiştir. Bu durum dikkate alınarak PÇE’den elde edilen bulguları, olumlu ve olumsuz yargı bildiren maddeler kapsamında iki başlık altında incelemek daha anlamlıdır.

PÇE'nin olumlu yargı bildiren maddeleri kapsamında, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin öntest ve sontest sonuçları arasında sontest lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu ($p=.021$) ve toplamda 96 puan üzerinden öntest puan ortalamasının 62 puan iken sontestte 72.7 olduğu görülmektedir (Tablo 64). Ayrıca, araştırma kapsamında gözlemler yoluyla elde edilen bulgular PÇE'den elde edilen olumlu yöndeki öz değerlendirme bulgularını destekler niteliktedir. Buna göre, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerine katılan öğrencilerin PÇB'lerine yönelik öz değerlendirmeleri, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen etkinliklere bağlı olarak gelişim göstermiştir.

PÇE'nin olumsuz yargı bildiren maddeleri kapsamında ise öntest ve sontest sonuçları arasında sontest lehine bir azalma olsa da bu azalma istatistiksel olarak ($p=.812$) anlamlı değildir (Tablo 64). Bu durum, öğrencilerin problem çözmeye yönelik olarak kendilerini olumsuz değerlendirme düzeylerinde yani problem çözmeye yönelik kaygılarında uygulamalar sonunda azalma olduğunu gösterse de bu azalma istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu bulgulara ilave olarak, klinik mülakatlarda öğrencilerin problem çözme sürecine ("*PÇ süreci*" kodlu PÇB) yönelik doğrudan gözlenerek elde edilen bulgular öğrencilerin, iyi yapılandırılmış bir problemle karşılaştıklarında sergiledikleri süreç yönetme becerilerinin hedeflenen düzeye yakın bir düzeyde olduğunu göstermektedir. Ayrıca, araştırma kapsamında gözlemler yoluyla elde edilen bulgular PÇE'den elde edilen olumsuz yöndeki öz değerlendirme bulgularını destekler niteliktedir. Bu anlamda, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin PÇB'lerine yönelik öz değerlendirme gelişimleri üzerinde genel olarak olumlu bir etki oluşturduğu ifade edilebilir.

Araştırma kapsamında PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin öz değerlendirmeleri üzerindeki etkisine yönelik elde edilen bulgular benzer konuda araştırma yapan Lohman ve Finkelstein (2002), Yaman (2003), Ak (2008), Karataş (2008), Cantürk-Günhan ve Başer (2009), Pimta ve diğerleri (2009), Tok ve Sevinç (2010), Kan (2013) ve Ancel (2016) tarafından da desteklenmektedir. PDÖ'nün öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri üzerindeki geleneksel öğretim yöntemine göre daha üst düzeyde beceri gelişimi gösterdiği belirtilmektedir (Cantürk-Günhan ve Başer, 2009). PTÖ etkinliklerine katılan öğrencilerin PÇB'lerinin PÇE'den elde edilen bulgulara göre gelişim gösterdiği ancak, PDÖ etkinliklerine katılan öğrencilerin PÇB'lerinin ise PÇE'den elde edilen bulgulara göre gelişim göstermediği belirtilmektedir (Kan, 2013).

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu bölümde, araştırma bulgularına dayalı olarak ulaşılan sonuçlara ve bu sonuçlara bağlı olarak eğitim öğretim faaliyetlerinin daha verimli hale getirilmesine ve sonraki araştırmaların niteliğinin artırılmasına yönelik önerilere yer verilmektedir.

6.1. Sonuçlar

Bu başlık altında, “Basınç ve Kaldırma Kuvveti” ünitesi kapsamında PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin PÇB gelişimleri üzerindeki etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirilen araştırma kapsamında elde edilen bulguların yorumlanmasıyla ulaşılan sonuçlar maddeler halinde sıralanmaktadır:

1. PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde “Basınç ve Kaldırma Kuvveti” ünitesindeki kazanımların her birine yönelik çözülen iyi yapılandırılmış problemler dikkate alındığında PÇB’lerin tamamına yönelik problem çözümlerinin gerçekleştirilmesinin, öğrencilerin PÇB gelişimleri üzerinde etkili olduğu sonucuna varılmaktadır.
2. Araştırma kapsamında belirlenen, iyi yapılandırılmış problemlerin içerdiği 10 PÇB’den dokuzunun (*Değişken, ilke-yasa, sözel-anlam, tablo-grafik, çizim, yorum, farklı durum, olası hata ve PÇ süreci* kodlu PÇB’ler) PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri sonrasında gelişim göstermesi (Tablo 9) ve nitel ve nicel verilerin birlikte değerlendirilmesi sonucunda PÇB’lerin tamamının gelişim göstermesi dikkate alındığında, PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin fizik dersi kapsamındaki PÇB’lerinin gelişimine olumlu katkı sağladığı ifade edilebilir.
3. PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde kullanılan problemlerin içerdiği PÇB’lerin uygulamalar öncesinde belirlenerek bu problemlerin öğrencilerin hangi PÇB’lerini geliştireceklerinin bilinmesinin, öğrencilerin PÇB gelişimleri üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır.
4. PÇEST’ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri sonunda, PÇE’den elde edilen bulgular (Tablo 64) kapsamında, öğrencilerin problem çözmeye yönelik olumlu yöndeki öz değerlendirmeleri anlamlı düzeyde artarken (Tablo 64); olumsuz yöndeki öz değerlendirmeleri üzerinde anlamlı bir etki oluşturmasa da, klinik mülakat ve gözlemlerden elde edilen bulgular, öğrencilerin problem çözmeye yönelik olumsuz yöndeki öz değerlendirmelerinin azaldığını

göstermektedir. Bu durumda, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin problem çözmeye yönelik öz değerlendirmeleri üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu ifade edilebilir.

5. PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde, problem çözme sürecinin; problem çözme etkinliklerine hazırlık, problem çözme etkinliklerinin gerçekleştirilmesi ve ev ödevleri-ek etkinlikler şeklinde bir bütün olarak ele alınması, öğrencilerin PÇB gelişimleri üzerinde olumlu etki oluşturmuştur.
6. Öğrencilerin PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerine üst düzeyde ilgi gösterip problem çözümlerini amacına uygun şekilde gerçekleştirerek PÇB düzeylerinin gelişmesinde, problem çözme etkinliklerine hazırlık materyalinde yer verilen sunuların etkili olduğu belirtilebilir.
7. PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde; örnek problemlerin öğretmen tarafından irdelenerek çözüldükten sonra, benzer PÇB'leri içeren bireysel problemlerin öğrencilere çözdürülmesi, öğrencilerin PÇB'lerini pekiştirerek problem çözme sürecini amacına uygun şekilde gerçekleştirmelerine katkı sağlamıştır.
8. PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin bireysel problem çözme basamağında, öğrencilerin problem çözümüne yönelik kullandığı farklı çözüm yollarının irdelenmesinin, öğrencilerin PÇB gelişimleri üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır.
9. PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin bireysel problem çözme basamağında, çözülen problem ile benzer PÇB'leri içeren ek problemlerin uzman problem çözücülere sunulmasının, etkinliklerin uygulanma sürecinde sınıf içi bütünlük oluşmasında, öğrencilerin problem çözmeye istekli olmalarında ve PÇB'lerinin gelişiminde etkili olduğu belirtilebilir.
10. PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde, öğrencilerin problem çözme sürecine aktif olarak katılmasının ve problem çözme materyalindeki GOAL problem çözme basamaklarında öğretmenlere ve öğrencilere yönelik yönergelerin dikkate alınarak takip edilmesinin, problem çözme sürecinin etkili bir şekilde yürütülmesine ve öğrencilerin PÇB'lerinin gelişmesine katkı sağladığı sonucuna varılmıştır.
11. Öğrencilerin, öğretmen rehberliğinde gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde istekli ve yarışmacı bir tutum içinde olmalarına rağmen, "ev ödevleri-ek etkinlikler" olarak verilen problem çözme görevlerini yerine getirme konusunda isteksiz olmaları, öğrencilerin bireysel olarak yeterli istek ve

motivasyonu sağlayamadıklarını göstermektedir. Bu durumun, öğrencilerin PÇB gelişimleri üzerinde olumsuz bir etki oluşturduğu belirtilebilir.

12. Öğrencilerin matematiksel işlem gerektiren problem çözümlerinde problem çözme materyalindeki GOAL problem çözme basamaklarını dikkate almaları, ancak bazı problem çözümlerinde GOAL problem çözme basamaklarını dikkate almaları veya doğrudan problemle ilgili yönergeleri cevaplayarak problem çözümünü tamamladıkları görülmektedir. Bu durumda, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin tamamında GOAL problem çözme stratejisini kullanarak aynı problem çözme basamaklarını dikkate almanın, farklı PÇB'leri içeren problem çözümleri için yetersiz kaldığı veya uygun olmadığı belirtilebilir.

6.2. Öneriler

Bu başlık altında, araştırma sonuçlarına dayalı olarak oluşturulan öneriler alt başlıklar halinde sunulmuştur.

6.2.1. Araştırma Sonuçlarına Yönelik Öneriler

Bu başlık altında, araştırmada ulaşılan sonuçlar dikkate alınarak öğretim faaliyetlerinin daha etkili hale getirilmesine yönelik öneriler sıralanmaktadır:

1. PÇB'ler, süreç eğitime dayalı olarak gelişen beceriler olduğundan, fizik öğretmenleri, öğrencilerin bu becerilerini geliştirmeye yönelik ezbere dayalı ve sonuç odaklı öğretim yöntemleri yerine süreç ağırlıklı yöntemlere yer vermeli ve önceden planlanmış ve zamana yayılmış problem çözme etkinlikleri gerçekleştirilmelidir.
2. PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri, öğrencilerin PÇB'lerini geliştirmede etkili olduğundan, fizik öğretmenleri bu yöntemi kullanmaya teşvik edilmeli ve PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri farklı fizik üniteleri kapsamında da gerçekleştirilmelidir.
3. PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri, öğrencilerin öz değerlendirmeleri üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğundan, fizik öğretmenleri problem çözme etkinliklerini PÇEST'ye göre gerçekleştirmelidirler.
4. Problemlerin içerdiği PÇB'lerinin önceden bilinmesi PÇB gelişimi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğundan, PÇEST'ye gerçekleştirmeyi planlayan fizik öğretmenleri, konu ile ilgili problemleri önceden analiz etmeli ve problemlerin içerdiği PÇB'leri dikkate alarak problem çözme etkinliklerini uygulamalıdır.

5. Problem çözüme etkinliklerine hazırlık sunusunun problem çözüme etkinliklerinin amacına göre gerçekleştirilmesinde etkili olduğundan, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözüme etkinlikleri öncesinde öğrenciler, "Problem Çözüme Etkinliklerine Hazırlık" aşamasında süreç, etkinlikler ve problem çözüme materyalleri hakkında detaylı olarak bilgilendirilmelidirler.
6. PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözüme etkinlikleri öğrencilerin PÇB gelişimleri üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğundan, fizik ders kitaplarında PÇEST'de yer alan problem çözüme etkinliklerine hazırlık sunusuna benzer bir kısım oluşturulmalı, ünitelerde yer alan çözümlü problemler ve konu sonu problemleri iyi yapılandırılmış problemlerin içerdiği PÇB'ler dikkate alınarak belirlenmeli ve kazanımlara yönelik her bir PÇB'yi içeren problem havuzları oluşturulmalıdır.
7. PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözüme etkinliklerinde örnek problem çözümlerinin ardından bireysel problem çözümlerinin gerçekleştirilmesi PÇB gelişimi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğundan, problem çözüme etkinliklerinde ilgili PÇB'leri içeren örnek problem çözümleri gerçekleştirildikten sonra aynı PÇB'leri içeren benzer problem çözümleri öğrenciler tarafından öğretmen rehberliğinde bireysel olarak gerçekleştirilmeli ve öğrencilerin PÇB gelişimleri pekiştirilerek problem çözüme sürecini bilinçli olarak gerçekleştirmeleri sağlanmalıdır.
8. Problem çözümlerine yönelik farklı çözüm yollarının irdelenmesinin öğrencilerin PÇB gelişimleri üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğundan, öğrencilerin problem çözümüne yönelik farklı çözüm yollarını öğrenmelerine yönelik ortam oluşturulmalı, öğretmenler mümkün oldukça farklı yollarla problemleri çözmeli ve öğrenciler farklı problem çözüme yollarını öğrenmeye teşvik edilmelidir.
9. Öğrencilere ek problem sunmak etkinlikler süresince bir bütünlük sağladığından ve öğrencilerde problem çözmeye yönelik isteklilik oluşturduğundan, gerçekleştirilen problem çözüme etkinliklerinde uzman problem çözümlere, çözülen problemin içerdiği PÇB'lere benzer PÇB'leri içeren, ek problemler önceden hazırlanarak sunulmalıdır.
10. PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözüme etkinliklerinde kullanılan PÇ materyalinde yer alan GOAL problem çözüme basamaklarının dikkate alınarak problem çözümlerini gerçekleştirmenin öğrencilerin PÇB gelişimine katkı sağladığından, problem çözüme etkinliklerinde GOAL veya benzeri problem çözüme stratejisi basamakları takip edilmelidir.

11. PÇEST'ye katılan öğrencilerin belirlenen sayıdan daha az sayıda ödev problem çözmelerini giderebilmek için problem çözme etkinliklerine hazırlık aşamasında öğrencilere ödev problem çözümlerinin ders içi etkinliklere katılım notu üzerinde belirli bir yüzde oranında etkili olacağı duyurulmalıdır.
12. PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin amacına uygun ve etkili şekilde gerçekleştirilebilmesi için uygulama öğretmeninin problem çözme etkinliklerinde kullanılacak öğretmen ve öğrenci rehber materyallerini önceden incelemesi ve gerekli hazırlıkları önceden yapmalıdır.

6.2.2. İleride Yapılabilecek Araştırmalara Yönelik Öneriler

Bu başlık altında, araştırmadan elde edilen sonuçlar dikkate alınarak, fizik öğretiminin daha etkili hale getirilmesi için araştırmacılara yönelik öneriler sıralanmaktadır:

1. PÇB gelişimine verilen önem her geçen gün artmakta olmasına rağmen Türkiye'de özellikle fizik öğretimi alanında PÇB gelişimine yönelik oldukça sınırlı sayıda araştırmalara rastlanılmaktadır. Bu anlamda yürütülen araştırma sonuçları, fizik öğretiminde PÇB'lerin geliştirilmesinde PÇEST'ye göre gerçekleştirilen etkinliklerin oldukça etkili olduğunu ve benzer araştırmaların yürütülmesinin gerekliliğini ön plana çıkarmaktadır.
2. PÇEST'ye göre gerçekleştirilen fizik problem çözme etkinlikleri "Basınç ve Kaldırma Kuvveti" ünitesi kapsamında gerçekleştirilmiş ve öğrencilerin PÇB gelişimine yönelik olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Benzer şekilde PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri fizik öğretimi kapsamında farklı sınıf düzeylerinde ve farklı ünite kazanımlarına dayalı olarak gerçekleştirilerek etkililiği değerlendirilebilir.
3. PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri GOAL problem çözme basamakları dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Konu ile ilgili yapılacak yeni araştırmalar kapsamında, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinde farklı problem çözme stratejilerinin basamakları takip edilerek öğrencilerin, problem çözme stratejileri adımlarından bağımsız kendilerine özgü problem çözme basamaklarını oluşturmaları konusunda teşvik edilmeleri sağlanmalıdır.
4. Bu araştırmada, iyi yapılandırılmış problemlerin içerdiği PÇB'ler de belirlendiğinden iyi yapılandırılmış problemlerin içerdiği PÇB'ler arasındaki ilişki düzeyi farklı bir araştırmanın konusu olabilir.
5. Bu araştırmada, PÇEST'ye göre gerçekleştirilen fizik problem çözme etkinliklerinde kağıda yazılı problem çözme materyalleri kullanılmıştır. Farklı bir

araştırmada, problem çözüme materyalleri bir yazılım programına aktararak problem çözüme etkinlikleri yazılım programı üzerinden gerçekleştirilerek uygulamanın etkililiği değerlendirilebilir.

6. PÇEST'ye göre gerçekleştirilen problem fizik çözüme etkinlikleri kapsamında ders içi ölçme ve değerlendirmelerine yönelik özel araştırmalar yapılabilir.
7. Fizik öğretiminde PÇB gelişimine yönelik çalışmalar yapmayı planlayan araştırmacıların daha etkili değerlendirme yapabilmeleri için, uygulamaları bizzat takip etmeli mümkünse uygulayıcı rolünde olmalıdır. Aksi durumlarda, araştırmacı ile uygulama öğretmeni arasında bir işbirliği olmalı ve araştırmacı uygulama öğretmenine gerekli sunum ve rehberliği yapılmalıdır.



7. KAYNAKLAR

- Açıkgöz, K. Ü. (2000). *Etkili öğrenme ve öğretme* (3. baskı). İzmir: Kanyılmaz Matbaası.
- Adeoye, F. A. (2010). Effects of problem-solving and cooperative learning strategies on senior secondary school students' achievement in physics. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 6(1), 235-266.
- Adesoji, F. A. and Raimi, S. M. (2004). Effects of enhanced laboratory instructional technique on senior secondary students' attitude toward chemistry in oyo township, oyo state, Nigeria. *Journal of Science Education and Technology*, 13(3), 377-385.
- Adıgüzel, A. (2009). Yenilenen ilköğretim programının uygulanması sürecinde karşılaşılan sorunlar. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(17), 77-94.
- Ak, Ş. (2008). *Bilgisayar destekli probleme dayalı öğrenmede öğrencilerin önbilgi düzeyi ve öğrenme yaklaşımlarının problem çözme becerilerine ilişkin algıları ve güdülenmelerine etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Akay, H. (2006). *Problem kurma yaklaşımı ile yapılan matematik öğretiminin öğrencilerin akademik başarısı, problem çözme becerisi ve yaratıcılığı üzerindeki etkisinin incelenmesi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Akdeniz, A. R. (2006). *Problem çözme, bilimsel süreç ve proje yönteminin fen eğitiminde kullanımı*. Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Aktamış, H., Çalışkan, S. ve Aktamış, S. (2012). Ortaöğretim öğrencilerinin fizik problemlerini çözmeye yönelik tutumlarının incelenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(20), 395-404.
- Altun, M., Memnun, D. S. ve Yazgan, Y. (2007). Sınıf öğretmeni adaylarının rutin olmayan matematiksel problemleri çözme becerileri ve bu konudaki düşünceleri. *İlköğretim Online*, 6(1), 127-143.
- Altun, M. (2001). *Matematik öğretimi*. İstanbul: ALFA Basım Yayın Dağıtım.
- Altun, M. ve Sezgin-Memnun, D. (2008). Matematik öğretmeni adaylarının rutin olmayan matematiksel problemleri çözme becerileri ve bu konudaki düşünceleri. *Journal of Theory and Practice in Education*, 4(2), 213-238.
- Ancel, G. (2016). Problem-solving training: Effects on the problem-solving skills and self-efficacy of nursing students. *Eurasian Journal of Educational Research*, 64, 231-246.
- Arslan, A., Ercan, O. ve Tekbıyık, A. (2012, Haziran). *Fizik dersi yeni öğretim programına ilişkin öğretmen görüşlerinin çeşitli değişkenler açısından değerlendirilmesi*. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri, Niğde Üniversitesi, Niğde.

- Ataide, A. and Greca, I. (2013). Epistemic views of the relationship between physics and mathematics: its influence on the approach of undergraduate students to problem solving. *SCI & Education*, 22, 1405-1421.
- Ataizi, M. (1999). *Bilgisayar destekli durumlu öğrenmede bilişsel biçim ve içeriğin gerçeklik düzeyinin sorun çözme becerilerinin gelişimine etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Ateş, S. (2008). Mekanik konularındaki kavramları anlama düzeyi ve problem çözme becerilerine cinsiyetin etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 33(148), 3-12.
- Avramiotis, S. and Tsaparlis, G. (2013). Using computer simulations in chemistry problem solving. *Chemistry Education Research and Practice*, 14, 297-311.
- Ayas, A. ve Coştu, B. (2001, Eylül). Lise I öğrencilerinin buharlaşma, yoğunlaşma ve kaynama kavramlarını anlama seviyeleri. Yeni Bin Yılın Başında Türkiye’de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu’nda sunulan bildiri, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Aydurmuş, L. (2013). *8. sınıf öğrencilerinin problem çözme sürecinde kullandığı üstbiliş becerilerin incelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Bademci, S. (2008). *Fizik problemleri çözümede düşünce deneylerinin yeri: Birinci ve beşinci sınıf fizik öğretmen adayları üzerine bir inceleme* (Yayınlanmış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Baki, A. ve Gökçek, T. (2012). Karma yöntem araştırmalarına genel bir bakış. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(42), 1-21.
- Barak, M. ve Mesika, P. (2007). Teaching methods for inventive problem-solving in junior high school. *Thinking Skills and Creativity*, 2(1), 19-29.
- Bardak, Ş. ve Karamustafaoğlu, O. (2016). Fen bilimleri öğretmenlerinin kullandıkları öğretim strateji, yöntem ve tekniklerin pedagojik alan bilgisi bağlamında incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(2), 567-605.
- Bayazıt, İ. (2011). Öğretmen adaylarının grafikler konusundaki bilgi düzeyleri. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(4), 1325-1346.
- Beichner, R. J. (2002). *GOAL oriented problem solving*. Retrieved November 10, 2014 from http://www2.ncsu.edu/ncsu/pams/physics/Physics_Ed/Authors/Beichner.html
- Bilen, M. (1996). *Plandan uygulamaya öğretim* (4. baskı). Ankara: Aydan Veb Tesisleri.
- Bingham, A. (2004). *Çocuklarda problem çözme yeteneklerinin geliştirilmesi*. İstanbul: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Birbiri İleritürk, D. ve Yavaş-Kıncal, R. (2016). The review of variables related to problem solving skills in PISA 2003-2012 of Turkey. *Sakarya University Journal of Education*, 6(3), 40-53.
- Birgin, O. ve Baki, A. (2007). The use of portfolio to assess students performance. *Journal of Turkish Science Education*, 4(2), 75-90.

- Blumenfeld, P., Soloway, E. and Marx, R. A. (1991). Motivating project based learning: sustaining the doing, supporting the learner. *Educational Psychologist*, 26(3-4), 369-398.
- Bodner, G. M. and Domin, D. S. (2000). Mental models: The role of representations in problem solving in chemistry. *University Chemistry Education*, 4(1), 22–28.
- Bozan, M. (2008). *Problem çözme etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin basınç konusu ile ilgili başarı, tutum ve üstbiliş becerilerinin gelişimine etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Balıkesir Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Bozan, M. ve Küçüközer, H. (2007). Elementary school students' errors in solving problems related to pressure subjects. *Elementary Education Online*, 6(1), 24-34.
- Bozan, M., Küçüközer, H. ve Işıldak, R. S. (2008). İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin basınç ünitesi hakkında tutumları ve onların üst bilişsel problem çözme becerileri. *E-Journal of New World Sciences Academy Social Sciences*, 3(2), 161-174.
- Bowen, G. M. and Roth, W. M. (2005). Data and graph interpretation practices among preservice science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(10), 1063-1088.
- Brad, A. (2011). A study of the problem solving activity in high school students: Strategies and self regulated learning. *Acta Didactica Napocensia*, 4(1), 21-31.
- Bransford, J. D., Sherwood, R. D. and Sturdevant, T. (1984). *Teaching thinking and problem solving*. Retrieved December 18, 2017 from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED262755.pdf>
- Canan-Hamurcu, G. (2016). *İlköğretim 7. sınıf Türkçe dersinde otantik öğrenmenin öğrencilerin problem çözme ve okuduğunu anlama becerileri ile derse ilişkin tutumlarına etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). İnönü Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Capraro, M. M., Kulm, G. and Capraro, R. M. (2005). Middle grades: Misconceptions in statistical thinking. *School Science and Mathematics*, 105(4), 165-174.
- Cardellini, L. (2006). Fostering creative problem solving in chemistry through group work. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2), 131-140.
- Chan-Lin, L. J. and Chan, K. C. (2004). PBL approach in web-based instruction. *Journal of Instructional Psychology*, 31(2), 98–105.
- Chang, K. E, Sung, Y. T. and Lin, S. F. (2006). Computed assisted learning for mathematical problem solving. *Computer & Education*, 46(2006), 140-151.
- Chasteen, S. V., Pollock, S. J., Pepper, R. E. and Perkins K. K. (2012). Thinking like a physicist: A multise semester case study of junior-level electricity and magnetism. *American Association of Physics Teachers*, 80(10), 923-930.
- Chen, C. (2010). Teaching problem solving and database skills that transfer. *Journal of Business Research*, 63(2), 175-181.

- Chi, M. T. H., Bassok, M., Lewis, M. W., Reimann, P. and Glaser, R. (1989). Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive Science*, 15, 145-182.
- Chu, K. C. and Lai, P. (2002). How can engineering students' problem solving skills be improved? *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 1(1), 91-94.
- Chun, C. Y. and James, P. (1999). The use of a problem-solving-based instructional model in initiating change in students' achievement and alternative frameworks. *International Journal Science Education*, 21(4), 373-388.
- Cock, M. D. (2012). Representation use and strategy choice in physics problem solving. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 8(2), 1-15.
- Cohen, L., Manion, L. and Morrison, K. (2002). *Research methods in education*. London: Routledge.
- Cooper, G. (1998). *Research into cognitive load theory and instructional design at unsw, school of education studies, university of new south wales, Australia*. Retrieved August 26, 2017 from <http://dwb4.unl.edu/Diss/Cooper/UNSW.htm>
- Coştu, B. (2007). Comparison of students' performance on algorithmic, conceptual and graphical chemistry gas problems. *Journal of Science Education Technology*, 16, 379-286.
- Coutinho, S. A. (2006). The relationship between the need for cognition, met cognition, and intellectual task performance. *Educational Research and Reviews*, 1(5), 162-164.
- Creswell, J. W. (2003). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (2th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Creswell, J. W. (2008). *Educational research planning, conducting and evaluating quantitative and qualitative research*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Merrill Prentice Hall.
- Creswell, J. W. and Plano Clark, V. L. (2011). *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Creswell, J. W. (2013). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Crisostomo, A. (2010). Students' conceptual understanding and problem solving difficulties in physics using a concept based problem solving strategy. *The International Journal of Learning*, 17(6), 165-174.
- Crown, W. (2002). *Problem solving strategies of middle school students: An analysis of gender differences and thinking in high-achieving students* (Unpublished doctoral dissertation). Rutgers the State University, Institute of Educational Sciences, New Jersey.
- Çağlayan, H. S., Taşğın, Ö. ve Yıldız, Ö. (2008). Spor yapan lise öğrencilerinin problem çözme becerilerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 2(1), 62-77.

- Çakallıoğlu, N. S. (2008). *Proje tabanlı öğrenme yaklaşımına dayalı fen bilgisi öğretiminin akademik başarı ve tutuma etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Çakıcı, Y. (2012). Fen ve teknoloji öğretiminde yeni yaklaşımlar. Ö. Taşkın (Ed.), *Fen ve teknoloji öğretiminde yapılandırmacı yaklaşım* içinde (s. 375-431). Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Çakmak, M. ve Tertemiz, N. (2002). *Problem çözme*. Ankara: Gündüz Eğitim ve Yayıncılık.
- Çakmak, M. (2003). *Matematik derslerinde problem çözme yaklaşımının değerlendirilmesi*. www.matder.org.tr adresinden 10.7.2017 tarihinde erişilmiştir.
- Çalışkan, S. (2007). *Problem çözme stratejileri öğretiminin fizik başarısı, tutumu, özyeterliliği üzerindeki etkileri ve strateji kullanımı* (Yayınlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Çalışkan, S., Selçuk-Sezgin, G. ve Erol, M. (2006). Fizik öğretmen adaylarının problem çözme davranışlarının değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 73-81.
- Çelik, D. ve Güler, M. (2013). İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin gerçek yaşam problemlerini çözme becerilerinin incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 180-195.
- Çepni, S., Özsevgeç, T. ve Gökdere, M. (2003). Bilişsel gelişim ve formal dönem özelliklerine göre öss fizik ve lise fizik sorularının incelenmesi. http://dhgm.meb.gov.tr/yayimlar/dergiler/milli_egitim_dergisi/157/cepni.htm adresinden 2.5.2017 tarihinde erişilmiştir.
- Çepni, S. (2007). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. Trabzon: Üçyol Kitabevi.
- Çevik, D. B. ve Özmaden, M. (2013). Öğretmen adaylarının problem çözme becerileri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(3), 258-263.
- Çınar, D. and Bayraktar, Ş. (2010, June). *The effects of the problem based learning approach on higher order thinking skills in elementary science education*. Paper presented at 14th IOSTE Symposium, Socio-cultural and Human Values in Science and Technology Education, Bled, Slovenia.
- Çiftçi, S. (2006). *Sosyal bilgiler öğretiminde proje tabanlı öğrenmenin öğrencilerin akademik risk alma düzeylerine, problem çözme becerilerine, erişilerine kalıcılığa ve tutumlarına etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Selçuk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- De Jong, T. and Ferguson-Hessler, M. G. H. (1986). Cognitive structure of good and poor novice problems in physics. *Journal of Educational Psychology*, 78, 279-288.
- De Waal, C. (2001). *On peirce*. Australia, Belmont: Wadsworth/Thomson Learning.
- Delice, A. ve Sevimli, E. (2010). Geometri problemlerinin çözüm süreçlerinde görselleme becerilerinin incelenmesi: Ek çizimler. *M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 31, 83-102.

- Demirci, N. (2014). *Sistematik yaratıcı problem çözme etkinliklerinin ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin ışık konusundaki kuramsal, deneysel ve günlük yaşam problemlerini çözmelerine etkisi* (Yayınlanmış doktora tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Demirci, N. ve Uyanık, F. (2009). Onuncu sınıf öğrencilerinin grafik anlama ve yorumlamaları ile kinematik başarıları arasındaki ilişki. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 3(2), 22-51.
- Demircioğlu, H. ve Geban, Ö. (1996). Fen bilgisi öğretiminde bilgisayar destekli öğretim ve geleneksel problem çözme etkinliklerinin ders başarısı bakımından karşılaştırılması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12, 183–185.
- Demirtaş, H. ve Dönmez, B. (2008). Ortaöğretimde görev yapan öğretmenlerin problem çözme becerilerine ilişkin algıları. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(16), 177–198.
- Deniz, M. E., Arslan, C. ve Hamarta, E. (2014). Lise öğrencilerinin problem çözme becerilerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 31(31), 374-389.
- Dinç, A. (2000). *Örgütlerde karar verme ve problem çözme süreçlerinde yaratıcı düşüncenin yeri ve önemi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dinçol-Özgür, S., Temel, S. and Yılmaz, S. (2012). The effect of learning styles of preservice chemistry teachers on their perceptions of problem solving skills and problem solving achievements. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 46, 1450-1454.
- Doğan, B. (2002). *Strateji öğretiminin işbirlikli ve geleneksel sınıflarda okuduğunu anlama becerileri, güdü ve hatırd tutma üzerindeki etkileri* (Yayınlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Doğan, U. (2009). *Lise öğrencilerinin duygusal zekâ düzeyleri ile problem çözme becerilerinin bazı değişkenlere göre incelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Muğla Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Düzgün, Z. (2011). *Fen ve teknoloji öğretmenlerinin düşünme stilleri ile problem çözme becerileri arasındaki ilişki* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- D'Zurilla, T. J. and Nezu, A. M. (1990). Development and preliminary evaluation of the social problem-solving inventory. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 2, 156–163.
- Erdemir, B. (2009). Determining students' attitude towards physics through problem-solving strategy. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 10(2), 1-19.
- Erden, M. ve Akman, Y. (2004). *Gelişim ve öğrenme*. Ankara: Arkadaş Yayınevi.
- Ergün, H. (2010). *Problem tasarımının fizik eğitiminde kavramsal öğrenmeye ve problem çözmeye etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Eryılmaz-Toksoy, S. (2014). 10. sınıf öğrencilerinin “kuvvet ve hareket” ünitesiyle ilgili problemleri çözüm süreçlerinin “ipucu destekli problem çözme aracı” ile belirlenmesi (Yayınlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Eryılmaz, S. ve Akdeniz, A. R. (2013). 10. sınıfta yer alan “Kuvvet ve Hareket” ünitesiyle ilgili problemleri çözerken öğretmenlerin sergiledikleri adımlar. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(3), 166-180.
- Eryılmaz-Toksoy, S. ve Akdeniz A. R. (2015). Öğrencilerin kuvvet ve hareket ünitesi ile ilgili problemleri çözerken güçlük çektikleri noktaların ipucu kartlarıyla belirlenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 40(180), 343-362.
- Eryılmaz-Toksoy, S. ve Akdeniz A. R. (2017). Öğrencilerin problemleri çözüm süreçlerinin ipucu destekli problem çözme aracı ile belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(1), 185-208.
- Fidan, S. (2006). *İlköğretim 5. sınıfta matematik dersinde öğrencilerin problem kurma çalışmalarının problem çözme başarısına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Fisher, R. (1990). *Teaching children to think*. UK: Stanley Thornes Publishers.
- Foster, T. M. (2000). *The development of students' problem-solving skill from instruction emphasizing qualitative problem solving* (Unpublished doctoral dissertation). The University of Minnesota, Institute of Educational Sciences, Minnesota.
- Friege, G. and Lind, G. (2006). Types and qualities of knowledge and their relations to problem solving in physics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 4(3), 437-465.
- Gaigher, E., Rogan, J. M. and Braun, M. W. H. (2007). Exploring the development of conceptual understanding through structured problem-solving in physics. *International Journal of Science Education*, 29(9), 1089-1110.
- Genç, M. (2007). *İşbirlikli öğrenmenin problem çözmeye ve başarıya etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Genç, M. (2012). Öğretmenlerin çoklu zekâ alanları ile problem çözme becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 77-88.
- Gerace, W. J. (2001, July). *Problem solving and conceptual understanding*. Paper presented at Proceedings of the 2001 Physics Education Research Conference, Rochester, New York.
- Gerace, W. J. and Beatty, I. D. (2005, February). *Teaching vs. learning: Changing perspectives on problem solving in physics instruction*. Paper presented at 9th Common Conference of the Cyprus Physics Association and Greek Physics Association, Nicosia, Cyprus.
- Ghavami P. (2003). *Cognitive aspects of problem solving and the achievement of first-year college physics students* (Unpublished doctoral dissertation). University of Houston, Institute of Educational Sciences, USA.

- Giannakaki, M. S. (2005). Using mixed-methods to examine teachers' attitudes to educational change: The case of the skills for life strategy for improving adult literacy and numeracy skills in England. *Educational Research and Evaluation*, 11(4), 323-348.
- Gonen, S. and Basaran, B. (2008). The new method of problem solving in physics education by using scorm-compliant content package. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 9(3), 112-120.
- Gök, T. (2006). *Fizik eğitiminde işbirlikli öğrenme guruplarında problem çözme stratejilerinin problem çözme stratejilerinin öğrenci başarısı, başarı güdüsü ve tutum üzerindeki etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Gök, T. (2010). The general assessment of problem solving processes and metacognition in physics education. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, 2(2), 110-122.
- Gök, T. ve Sılay, İ. (2009). Problem çözme stratejilerinin öğrenilmesinde işbirlikli öğrenme yönteminin etkileri. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5, 58-76.
- Gök, T. ve Sılay, İ. (2008). Fizik eğitiminde işbirlikli öğrenme guruplarında problem çözme stratejilerinin öğrenci başarıları üzerindeki etkileri. *HÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34, 116-126.
- Gökkurt, B., Örnek, T., Hayat, F. ve Soylu, Y. (2015). Öğrencilerin problem çözme ve problem kurma becerilerinin değerlendirilmesi. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(2), 751-774.
- Gökkurt, B. ve Soylu, Y. (2013). Öğrencilerin problem çözme sürecinde anlam bilgisini kullanma düzeyleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 21(2), 469-488.
- Greene, J. C. (2005). The generative potential of mixed methods inquiry. *International Journal of Research & Method in Education*, 28(2), 207-211.
- Greene, J. C., Caracelli, V. J. and Graham, W. F. (1989). Toward a conceptual framework for mixed-method evaluation designs. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 11, 255-274.
- Güçlü, N. (2003). Lise müdürlerinin problem çözme becerileri. *Milli Eğitim Dergisi*, 160.
- Gündüz, Ş. (2008). *Fizik problemlerini çözme performansının teşhise yönelik değerlendirilmesinde bir model geliştirilmesi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gürbüz, R. (2008). *Matematik öğretiminde çoklu zekâ kuramına göre tasarlanan öğrenme ortamlarından yansımalar* (Yayınlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Gürcan-Töre, C. (2007). *İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin problem çözme sürecini bilme ve uygulama düzeylerinin araştırılması* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

- Haláková, Z. and Prokša, M. (2007). Two kinds of conceptual problems in chemistry teaching. *Journal of Chemical Education*, 84(1), 172-174.
- Hammouri, H. A. M. (2003). An investigation of undergraduates' transformational problem solving strategies: cognitive/metacognitive processes as predictors of holistic/analytic strategies. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 28(6), 571-586.
- Harskamp, E. G. and Suhre, C. J. (2007). Schoenfeld's problem solving theory in a student controlled learning environment. *Computers & Education*, 49, 822-839.
- Heller, P., Keith, R. and Anderson, S. (1992). Teaching problem solving through cooperative grouping. part 1: Group versus individual problem solving. *American Journal of Physics*, 60(7), 627-636.
- Heppner, P. P. and Peterson, C. H. (1982). The development and implications of a personal problem solving inventory. *Journal of Counseling Psychology*, 29, 66-75.
- Heppner P. P., Pretorius T. B., Wei M., Lee D. G. and Wang Y. W. (2002). Examining the generalizability of problem solving appraisal in Black South Africans. *Journal of Counseling Psychology*, 49(4), 484-498.
- Heppner, P. P., Witty, T. E. and Dixon, W. A. (2004). Problem-solving appraisal: Helping normal people lead better lives. *The Counseling Psychologist*, 32, 466-472.
- Heyworth, R. M. (1999). Procedural and conceptual knowledge of expert and novice students for the solving of basic problem in chemistry. *International Journal of Science Education*, 21(2), 195-211.
- Hope, G. (2002). Solving problems: Young children exploring the rules of the game. *The Curriculum Journal*, 13, 265-278.
- Huang, H. M. E. (2004). The impact of context on children's performance in solving everyday mathematical problems with real world settings. *Journal of Research in Childhood Education*, 18(4), 278-292.
- Ishida, J. (2002). Students' evaluation of their strategies when they find several solution methods. *The Journal of Mathematical Behavior*, 21(1), 49-56.
- İnel, D. (2012). *Kavram karikatürleri destekli probleme dayalı öğrenme yönteminin öğrencilerin problem çözme becerileri algılarına, fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarına ve kavramsal anlama düzeylerine etkileri* (Yayınlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- İsrael, E. (2003). *Problem çözme stratejileri, başarı düzeyi, sosyo-ekonomik düzey ve cinsiyet ilişkileri* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Jacobse, A. E. and Harskamp, E. G. (2009). Student controlled metacognitive training for solving word problems in primary school mathematics. *Educational Research and Evaluation*, 15(5), 447-463.
- Jeon, K., Huffman, D. and Noh, T. (2005). The effects of thinking aloud pair problem solving on high school students' chemistry problem-solving performance and verbal interactions. *Journal of Chemical Education*, 82(10), 1558-1565.

- Johnson, M. (2001). Facilitating high quality student practice in introductory physics. *American Journal Physics Supplementary*, 69, 2-11.
- Johnson, R. B. and Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: a research paradigm whose time has come. *Educational Researcher*, 33(7), 14–26.
- Johnson, B. and Turner, L. A. (2003). Data collection strategies in mixed methods research. *In Handbook of Mixed Methods in Social and Behavioral Research*, 5(3), 297-319.
- Jonassen, D. H. (1997). Instructional design for well structured and ill structured problems. *Educational Technology Research and Development*, 45(1), 656–694.
- Jonassen, D. H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology Research & Development*, 48(4), 63-85.
- Kalaycı, N. (2001). *Sosyal bilgilerde problem çözme ve uygulamalar*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Kalaycı, Ş. (2010). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*. Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- Kan, S. (2013). *Fizik öğretiminde proje tabanlı ve probleme dayalı öğrenme uygulamalarının değerlendirilmesi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kanadlı, S. ve Sağlam, Y. (2013). Üstbilişsel davranışlar problem çözmeye faydalı mıdır? *İlköğretim Online*, 12(4), 1074-1085.
- Kaptan, F. ve Korkmaz, H. (2002). Fen eğitiminde proje tabanlı öğrenmenin yaratıcı düşünme, problem çözme ve akademik risk alma düzeylerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22, 164-170.
- Kaptan, F. ve Korkmaz, H. (2002). Türkiye'de hizmet öncesi öğretmenlerin problem çözme becerilerine yönelik algıları üzerine bir inceleme. *Journal Of Qafqaz University*, 9, 183-188.
- Kara, İ. (2007). Revelation of general knowledge and misconceptions about Newton's laws of motion by drawing method. *World Applied Sciences Journal*, 2, 770-778.
- Karam, R., Pospiech, G. and Pietrocola, M. (2011, August). *Mathematics in physics lessons: Developing structural skills*. Paper presented at Girep-Epec & Phec 2009 International Conference, University of Leicester, UK.
- Karasar, N. (2005). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Karataş, İ. (2002). *8. sınıf öğrencilerinin problem çözme sürecinde kullanılan bilgi türlerini kullanma düzeyleri* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Karataş, İ. (2008). *Problem çözmeye dayalı öğrenme ortamının bilişsel ve duyuşsal öğrenmeye etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Karataş, İ. ve Güven, B. (2003). Problem çözme davranışlarının değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler: Klinik mülakat potansiyeli. *İlköğretim-Online*, 2(2), 2-9.
- Kargas, C. A. and Stephens, M. (2014, June). *Using coaching to improve the teaching of problem solving to year 8 students in mathematics*. Paper presented at 37th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, Sydney, Australasia.
- Kartal-Taşoğlu, A. (2009). *Fizik eğitiminde probleme dayalı öğrenmenin öğrencilerin başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve problem çözme tutumlarına etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Kaya, D., Izgiol, D. and Kesan, C. (2014). The investigation of elementary mathematics teacher candidates' problem solving skills according to various variables. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 6(2), 295-314.
- Kaya-Şengören, S., Tanel, R. and Kavcar, N. (2006). Drawings and ideas of physics teacher candidates relating to the superposition principle on a continuous rope. *Physics Education*, 41(5), 453-461.
- Kayabaşı, Y. (2012). Öğretmenlerin öğretim sürecinde kullandıkları öğretim yöntem ve teknikleri ile bunları tercih etme nedenleri. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(27), 45-65.
- Kaymak, K. (2010). *Fizik eğitiminde bilimsel süreç becerilerine dayalı sanal tasarım proje modelinin geliştirilmesi: Gülümlü mermi örneği* (Yayınlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kim, E. and Pak, S. J. (2002). Students do not overcome conceptual difficulties after solving 1000 traditional problems. *American Association of Physics Teachers*, 70(7), 759-765.
- Kneeland, S. (2001). *Problem çözme*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Konu, M. (2017). *Yaşam temelli probleme dayalı öğretim uygulamalarının öğrencilerin biyoloji dersindeki başarılarına, tutumlarına, motivasyonlarına ve problem çözme becerilerine etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Korkmaz, E. ve Gür, H. (2006). Öğretmen adaylarının problem kurma becerilerinin belirlenmesi. *Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1), 64-74.
- Kumaş, A. (2008). *Yeryüzünde hareket ünitesinde işbirlikli öğrenme gruplarında probleme dayalı öğrenme uygulaması ve değerlendirilmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Larkin, J. H., McDermott, J. Simon, D. P. and Simon, H. A. (1980). Expert and novice performance in solving physics problems. *Science*, 208, 1335-1342.
- Lazakidou, G. and Retalis, S. (2010). Using computer supported collaborative learning strategies for helping students acquire self regulated problem solving skills in mathematics. *Computers & Education*, 54, 3-13.

- Lee, Y. (2004). *Student perceptions of problems' structuredness, complexity, situatedness, and information richness and their effects on problem-solving performance*. (Unpublished doctoral dissertation). Florida State University, Institute of Educational Sciences, Florida.
- Lin, H. S., Hung, J. Y. and Hung, S. C. (2002). Using the history of science to promote students' problem-solving ability. *International Journal of Science Education*, 24(5), 453–464.
- Lloyd M. M., William W. C., Megan L. G., Jacinta M. and George A. (2014). The effect of using an explicit general problem solving teaching approach on elementary pre-service teachers' ability to solve heat transfer problems. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 2(3), 164-174.
- Lohman, M. C. and Finkelstein, M. (2000). Designing groups in problem based learning to promote problem-solving skill and self-directedness. *Instructional Science*, 28(4), 291-307.
- Lohman, M. C. and Finkelstein, M. (2002). Designing cases in problem-based learning to foster problem-solving skill. *European Journal of Dental Education*, 6(3), 121-127.
- Lorenzo, M. (2005). The development, implementation, and evaluation of a problem solving heuristic. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 3, 33–58.
- Lynch, C. L., Wolcott, S. K. and Huber, G. E. (2000). *Tutorial for optimizing and documenting open-ended problem solving skills*. Retrieved July 11, 2017 from <http://home.apex.net/~leehaven>.
- Maccini, P. and Hughes, C. A. (2000). Effects of a problem solving strategy on the introductory algebra performance of secondary students with learning disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 15(1), 10-21.
- Macpherson, K. (2002). Problem-solving ability and cognitive maturity in undergraduate students. *Assessment & Evaluation In Higher Education*, 27(1), 5-22.
- Malone, K. (2007). The convergence of knowledge organization, problem-solving behavior, and metacognition research with the modeling method of physics instruction – Part II. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 4(2), 3-15.
- Mason, A. and Singh, C. (2010). Surveying graduate students' attitudes and approaches to problem solving. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 6, 1-16.
- Mayer, R. E. (1982). Different problem solving categories for algebra word and equation problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 8, 448-462.
- Mayer, R. E. and Wittrock, M. C. (1996). Problem solving transfer. *Handbook of Educational Psychology*, 15, 47-62.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2007). *Ortaöğretim fizik dersi öğretim programı*. Ankara: MEB Yayınları.

- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013). *Ortaöğretim fizik dersi öğretim programı*. Ankara: MEB Yayınları.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2016). *Uluslararası öğrenci değerlendirme programı, PISA 2015 ulusal raporu*. Ankara, Türkiye: MEB.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2017). *Ortaöğretim fizik dersi öğretim programı*. Ankara: MEB Yayınları.
- Meltzer, D. (2005). Relation between students problem solving performance and representational format. *American Journal of Physics*, 73(5), 463-478.
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. USA: Jossey Bass Publications.
- Mertoğlu, H. ve Öztuna, A. (2004). Bireylerin teknoloji kullanımı problem çözme yetenekleri ile ilişkili midir? *The Turkish Online Journal Of Educational Technology*, 3(1), 83-92.
- Montague, M. (1992). The effects of cognitive and metacognitive strategy instruction on the mathematical problem solving of middle school students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 25(4), 230-248.
- Morse, L. W. and Morse, D. T. (1995). The influence of problem-solving strategies and previous training on performance of convergent and divergent thinking. *Journal of Instructional Psychology*, 22(4), 341-349.
- Mumcu, H. Y. (2011). *12. sınıf öğrencilerinin matematiği kullanma becerilerinin yorumlanması* (Yayınlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Nakhleh, M. B. (1993). Are our students conceptual thinkers or algorithmic problem solvers? *Journal of Chemical Education*, 70(1), 52-55.
- Nakiboğlu, C. ve Kalın, Ş. (2009). Ortaöğretim öğrencilerinin kimyada problem çözme basamaklarının kullanımı ile ilgili düşünceleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 17(2), 715-725.
- Nunokawa, K. (2001). Interactions between subgoals and understanding of problem situations in mathematical problem solving. *Journal of Mathematical Behavior*, 20(2), 187-205.
- Ogan-Bekiroğlu, F. (2004). *Klasik ve alternatif ölçme ve değerlendirme yöntemleri: Fizikte uygulamalar*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Ogunleye, A. O. (2009). Teachers' and students' perceptions of students' problem solving difficulties in physics: Implications for remediation. *Journal of College Teaching & Learning*, 6(7), 85-90.
- Olatoye, R. (2007). Effect of further mathematics on students' achievement in mathematics, biology, chemistry and physics. *International Journal of Environmental & Science Education*, 2(2), 48-53.

- Oliver-Hoyo, M. and Justice, J. (2008). Promoting the use of higher-order cognitive skills in qualitative problem solving. *Journal of College Science Teaching*, 37(5), 62-67.
- Örnek, F. (2009). Problem solving: Physics modeling based interactive engagement. *Asia Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 10(2), 1-35.
- Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi [ÖSYM]. (2010). *LYS sonuçlarına ilişkin sayısal bilgiler*. Ankara: ÖSYM.
- Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi [ÖSYM]. (2013). *LYS sonuçlarına ilişkin sayısal bilgiler*. Ankara, Türkiye: ÖSYM.
- Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi [ÖSYM]. (2014). *LYS sonuçlarına ilişkin sayısal bilgiler*. Ankara, Türkiye: ÖSYM.
- Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi [ÖSYM]. (2016). *LYS sonuçlarına ilişkin sayısal bilgiler*. Ankara, Türkiye: ÖSYM.
- Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi [ÖSYM]. (2017). *LYS sonuçlarına ilişkin sayısal bilgiler*. Ankara, Türkiye: ÖSYM.
- Özcan, Ö. (2011). Fizik öğretmen adaylarının özel görelilik kuramı ile ilgili problem çözme yaklaşımları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40, 310-320.
- Özdemir, A. F. (2005). *Sosyal bilgiler öğretiminde işbirliğine dayalı öğrenme yönteminin ilköğretim 6. sınıfların problem çözme başarısına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özök, A. (2005). Disiplinlerarası yaklaşıma dayalı yaratıcı problem çözme öğretim programlarının yaratıcı problem çözme becerisine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(5), 159-67.
- Özsoy, G. (2005). Problem çözme becerisi ile matematik başarısı arasındaki ilişki. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(3), 179-190.
- Özsoy, G. ve Günindi, Y. (2011). Okulöncesi öğretmen adaylarının üstbilişsel farkındalık düzeyleri. *İlköğretim Online*, 10(2), 430-440.
- Öztürk, A. (2009). *Fizik problemlerini çözmeye yüksek ve düşük başarılı fen ve teknoloji öğretmen adaylarının fizik problem çözme süreçlerinin bilişsel farkındalık açısından incelenmesi* (Yayınlanmış yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Öztürk-Karataş, S. (2007). *Yaratıcı düşünmeye dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Özyıldırım-Gümüş, F. ve Şahiner, Y. (2015). Problem çözme stratejileri öğretiminin öğretime adaylarının problem çözümüne ilişkin düşüncelerine etkisi. *İlköğretim Online*, 14(1), 323-332.
- Özyıldırım-Gümüş, F. ve Umay, A. (2017). Problem çözme stratejileri öğretiminin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının kavramsal/işlemsel çözüm tercihlerine ve problem çözme performansına etkisi. *İlköğretim Online*, 16(2), 746-764.

- Pamuk, M. (2012). Problem çözme becerisini geliştirmeye yönelik bir grup rehberlik programı. *Firat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(1), 128-136.
- Pape, S. J. (2004). Middle school children's problem-solving behavior: A cognitive analysis from a reading comprehension perspective. *Journal For Research in Mathematics Education*, 35(3), 187-219.
- Park, J. and Lee, L. (2004). Analysing cognitive or non-cognitive factors involved in the process of physics problem-solving in an everyday context. *International Journal of Science Education*, 26(13), 1577-1595.
- Perveen, K. (2010). Effect of the problem-solving approach on academic achievement of students in mathematics at the secondary level. *Contemporary Issues In Education Research*, 3(3), 9-14.
- Pimta, S., Tayruakham, S. and Nuangchalem, P. (2009). Factors influencing mathematic problem solving ability of sixth grade students. *Journal of Social Sciences*, 5(4), 381-385.
- Pintrich, P. R. (2002). The role of meta cognitive knowledge in learning, teaching, and assessing. *Theory into Practice*, 41(4), 219-225.
- Pol, H. J., Harskamp, E. G., Suhre, C. J. and Goedheart, M. J. (2009). How indirect supportive digital help during and after solving physics problems can improve problem solving abilities. *Computers & Education*, 53, 34-50.
- Polya, G. (1945). *How to solve it*. New York: Doubleday Anchor Books.
- Polya, G. (1957). *How the solve it: A new aspect of matematical methods* (2th ed.). USA: Princeton University Press.
- Reddy, M. and Panacharoensawad, B. (2017). Students' problem-solving difficulties and implications in physics: An empirical study on influencing factors. *Journal of Education and Practice*, 8(14), 59-62.
- Reid, N. and Yang, M. J. (2002). Open-ended problem solving in school chemistry: A preliminary investigation. *International Journal of Science Education*, 24(12), 1313-1332.
- Reif, F. and Scott, L. A. (1999). Teaching scientific thinking skills: Students and computers coaching each other. *American Journal of Physics*, 67(9), 819-831.
- Reigosaa, C. and Jiménez-Aleixandre, M. P. (2007). Scaffolded problemsolving in the physics and chemistry laboratory: Difficulties hindering students' assumption of responsibility. *International Journal of Science Education*, 29(3), 1–23.
- Rhoder, C. (2002). Mindful reading: Strategy training that facilitates transfer. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 45(6), 498-512.
- Rosengrant, D., Heuvelen, A. V. and Etkina, E. (2006). *Case study: Students' use of multiple representations in problem solving*. Retrieved December 18, 2018 from http://extras.springer.com/2006/978-0-7354-03116/cdr_pdfs/indexed/stage4_copyr/49_1.pdf

- Saka, A. Z. and Kumaş, A. (2009, January). *Implementation of problem based learning in cooperative learning groups: An example of movement of vertical shooting*. Paper presented at World Conference on Educational Sciences, Kyrenia, North Cyprus.
- Santrock, J. W. (2006). *Educational psychology* (2th ed.). New Delhi: McGraw-Hill.
- Sarıay, M. ve Kavcar, N. (2009). İtme ve momentum ünitesinde işbirlikli öğrenme yönteminin etkililiğinin araştırılması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 9-24.
- Sarıtaş, E. (2002). *İşbirlikli ve geleneksel sınıflardaki başarılı ve başarısız problem çözümlerinin kullandıkları öğrenme stratejileri, tutumlar ve edim düzeyleri* (Yayınlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Savelsbergh, E. R., Jong, T. D. and Ferguson-Hessler, M. G. M. (2002). Situational knowledge in physics: The case of electrodynamics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(10), 928.
- Schoenfeld, A. H. (1989). Explorations of students' mathematical beliefs and behavior. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(4), 338-355.
- Schunn, C. D., McGregor, M. U. and Saner, L. D. (2005). Expertise in ill defined problem solving domains as effective strategy use. *Memory & Cognition*, 33(8), 1377-1387.
- Selçuk-Sezgin, G., Çalışkan, S. and Erol, M. (2007). The effects of gender and grade levels on turkish physics teacher candidates' problem solving strategies. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 4(1), 92–100.
- Senemoğlu, N. (2005). *Gelişim öğrenme ve öğretim-kuramdan uygulamaya*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Senemoğlu, N. (2009). *Gelişim, öğrenme ve öğretim kuramdan uygulamaya*. Ankara: Pegem Akademi.
- Serin, O., Bulut Serin, N. and Saygılı, G. (2009). The effect of educational technologies and material supported science and technology teaching on the problem solving skills of 5th grade primary school student. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 1, 665–670.
- Serway, R. A. ve Beichner, R. J. (2002). *Fen ve mühendislik için fizik 2*. Ankara: Palme Yayıncılık.
- Seyhan, H. G. (2015). The effects of problem solving applications on the development of science process skills, logical thinking skills and perception on problem solving ability in the science laboratory. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 16(2).
- Sezgin-Memnun, D. (2014). Beşinci ve altıncı sınıf öğrencilerinin sözel problemleri çözme konusundaki yetersizlikleri ve problem çözümlerindeki hataları. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 5(2), 158-175.

- Sezgin-Selçuk, G. (2010). The effects of problem-based learning on pre-service teachers' achievement, approaches and attitudes towards learning physics. *International Journal of the Physical Sciences*, 5(6), 711-723.
- Simon, D. P. and Simon. H. A. (1978). Individual differences in solving physics problems. Retrived December 18, 2018 from <http://digitalcollections.library.cmu.edu/awweb/awarchive?type=file&item=33854>
- Simpson, G., Hoyles, C. and Noss, R. (2006). Exploring the mathematics of motion through construction and collaboration. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22(2), 114-136.
- Singh, C. (2002). When physical intuition fails. *American Journal of Physics*, 70(11), 1103-1109.
- Singh, C. (2009). Problem solving and learning. *American Institue of Physics Conference Proceedings*, 1140, 183-197.
- Solaz-Portolés, J. J. and López, V. S. (2007). Cognitive variables in science problem solving: A review of research. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 4(2), 25-32.
- Starling, T. T. (2011). *Comparing discourse in face-to-face and synchronous online mathematics teacher education: Effects on prospective teachers' development of knowledge for teaching statistics with technology* (Unpublished doctoral dissertation). North Carolina State University Raleigh, Institute of Educational Sciences, North Carolina.
- Sutherland, L. (2002). Developing problem solving expertise: The impact of instruction in a question analysis strategy. *Learning and Instruction*, 12(2), 155-187.
- Şahin N., Şahin, N. H. and Heppner, P. P. (1993). Psychometric properties of the problem solving inventory in a group of Turkish university students. *Cognitive Therapy Research*, 17(4), 379-439.
- Şen, A. İ. (2001). Fizik öğretiminde bilgisayar destekli yeni yaklaşımlar. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(3), 61-71.
- Şen, A. (2008). *Aktif öğrenme problem çalışma yapıklarının orta öğretim öğrencilerinin problem çözme süreci üzerine etkileri* (Yayımlanmış yüksek lisans tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Şengül, S. ve Katrancı, Y. (2013). İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin "tablo ve grafikler" konusu ile ilgili yakınsal gelişim alanlarının belirlenmesi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 6(5), 633-665.
- Taasoobshirazi, G. and Carr, M. (2008). A review and critique of context based physics insruction and assessment. *Educational Research Review*, 3, 15-167.
- Tambycik, T. and Meerah, T. S. M. (2010). Students' difficulties in mathematics problem solving: What do they say? *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 8, 142-151.
- Tan, M. ve Temiz, B. K. (2003). Fen öğretiminde bilimsel süreç becerilerinin yeri ve önemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 89-101.

- Taplin, M. (2004). *Mathematics through problem solving*. Retrieved August 11, 2017 from <http://www.mathgoodies.com/articels/problem-solving.Html>
- Taşpınar, Z. (2011). *İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin matematik dersinde kullandıkları problem çözme stratejilerinin belirlenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Türk Dil Kurumu [TDK]. (2017). *Türk Dil Kurumu sözlüğü*. <http://www.tdk.gov.tr/> adrsinden 10.7.2017 tarihinde erişilmiştir.
- Temel, S. (2009). *Problem solving applications in chemistry laboratory* (Yayınlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Temel, S. ve Morgil, İ. (2013). Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamaları. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(1), 39-52.
- Teong, S. K. (2003). The effect of metacognitive training on mathematical word problem solving. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19, 46-55.
- Tertemiz, N. I. ve Çakmak, M. (2004). Problem çözme. Ankara: Gündüz Eğitim ve Yayıncılık.
- Tuohimaa, P. M. V., Aunola, B. and Nurmi, J. (2008). The association between mathematical word problems and reading comprehension. *Educational Psychology*, 28(4), 409-426.
- Tok, E. ve Sevinç, M. (2010). Düşünme becerileri eğitiminin eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerine etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 67-82.
- Toluk, Z. ve Olkun, S. (2002). Türkiye’de matematik eğitiminde problem çözme: İlköğretim 1.-5. sınıflar matematik ders kitapları. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 2(2), 567-581.
- Topses, G. (2003). *Gelişim ve öğrenme psikolojisi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Tsaparlis, G. (2005). Non-algorithmic quantitative problem solving in university physical chemistry: A correlation study of the role of selective cognitive factors. *Research in Science & Technological Education*, 23(2), 125-148.
- Turan, H. (2010). *Sınıf öğretmenlerinin yapılandırmacı özellikleri ile yaratıcı düşünme, problem çözme becerileri ve eleştirel düşünme eğilimleri arasındaki açıklayıcı ilişkiler örüntüsü* (Yayınlanmamış doktora tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ulu, M. (2017). The effect of reading comprehension and problem solving strategies on classifying elementary 4th grade students with high and low problem solving success. *Journal of Education and Training Studies*, 5(6), 44-63.
- Ulu, M., Tertemiz, N. ve Peker, M. (2016). Okuduğunu anlama ve problem çözme stratejileri eğitiminin ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin rutin olmayan problem çözme başarısına etkisi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(2), 303-340.

- Ünsal, Y. (2006). *Fizik eğitiminde bir öğretim tekniği olarak işbirliğine dayalı öğrenme takımlarıyla sürdürülen problem çözme seansları* (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ünsal, Y. ve Ergin, İ. (2011). Fen eğitiminde problem çözme sürecinde kullanılan problem çözme stratejileri ve örnek bir uygulama. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 10(1), 79-91.
- Ünsal, Y. ve Ergin, İ. (2012). Fen eğitiminde problem çözme sürecinde kullanılan problem çözme stratejileri ve örnek bir uygulama. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 10, 79-91.
- Ünsal, Y. ve Moğol, S. (2007). Fizik eğitiminde problem çözmeyle ilgili yazılı kaynaklar dizini. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 80-88.
- Ünsal, Y. ve Moğol, S. (2008). Fen eğitiminde problem çözme ile ilgili açıklamalı kaynakça. *Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10, 70-81.
- Walsh, L. N., Howard, R. G. and Bowe, B. (2007). Phenomenographic study of students' problem solving approaches in physics. *Physics Education Research*, 3(2), 1-12.
- Watts, D. M. and Michell, M. (1987). *Better science, curriculum guide 2: Choosing content*. London: Heinemann Educational and Association for Science Education.
- Watts, M. (1991). *The science of problem solving, a practical guide for science teacher*. London: Heinemann Education Ltd.
- Wong, R. M. F., Lawson, M. J. and Keeves, J. (2002). The effects of self explanation training on students problem solving in high school mathematics. *Learning and Instruction*, 12, 233-262.
- Wright, D. S. and Williams, C. D. (1986). A WISE strategy for introductory physics. *The Physics Teacher*, 24, 211-216.
- Yaman, S. (2003). *Fen bilgisi eğitiminde probleme dayalı öğrenmenin öğrenme ürünlerine etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yaman, S. ve Yalçın, N. (2005). Fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımlarının problem çözme ve öz-yeterlik inanç düzeylerinin gelişimine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29, 229-236.
- Yazgan, Y. ve Bintaş, J. (2005). İlköğretim dördüncü ve beşinci sınıf öğrencilerinin problem çözme stratejilerini kullanabilme düzeyleri: Bir öğretim deneyi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 210-218.
- Yenice, N., Özden, B. ve Evren, B. (2012). Examining of problem solving skills according to different variables for science teachers' candidates. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 46, 3880-3884.
- Yenilmez, K. ve Kakmacı, Ö. (2008). İlköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin matematikteki hazırbulunuşluk düzeyi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16(2), 529-542.
- Yenilmez, K. ve Yılmaz, S. (2008). İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin problem çözmedeki kavram yanlışları. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15, 75-97.

- Yeşildere, S. ve Türnüklü, E. (2008). İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin bilgi oluşturma süreçlerinin matematiksel güçlerine göre incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(2), 485-510.
- Yeşilyurt, E. (2013). Öğretmenlerin öğretim yöntemlerini kullanma amaçları ve karşılaştıkları sorunlar. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17(1), 163-188.
- Yıldırım, A., Hacıhasanoğlu, R., Karakurt, P. ve Türkleş, S. (2011). Lise öğrencilerinin problem çözme becerileri ve etkileyen faktörler. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 8(1), 905-922.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2006). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (5. baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, H. İ. ve Yalçın, N. (2008). Eleştirel düşünme becerilerini temel alan fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine etkisi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(3), 165-187.
- Yıldız, A., Baltacı, S. ve Güven, B. (2011). Metacognitive behaviours of eight grade gifted students in problem solving process. *The New Educational Review*, 26(4), 248-260.
- Yıldız, Y. ve Kurtuldu, K. (2014). Müzik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin çeşitli değişkenlere göre incelenmesi: Karadeniz Teknik Üniversitesi örneği. *International Journal of Social Science*, 28, 525-535.
- Yılmaz, M. (2008). Türkçede okuduğunu anlama becerilerini geliştirme yolları. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(9), 131-139.
- Yiğit, N. (2004). Fizik öğretiminde bilgisayar destekli uygulamaların başarıya etkisi. *Milli Eğitim Dergisi*, 161, 101-107.
- Yiğit, N., Alev, N., Tural, G. ve Bülbül, M. Ş. (2012). Fen bilgisi 1. sınıf öğretmen adaylarının elektrik konusundaki problemleri anlama ve çözme durumları üzerine bir araştırma. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 1(2), 18-36.
- Zajhowski, R. and Martin, J. (1993). Differences in problem solving of stronger and weaker novices in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(5), 459-470.
- Zhang, Y. and Chu, S. K. W. (2016). New ideas on the design of the web-based learning system oriented to problem solving from the perspective of question chain and learning community. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 17(3), 176-189.



8. EKLER



9. ÖZ GEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ

07.11.1986 yılında Trabzon'un Ortahisar ilçesinde doğdu. İlkokulu, ortaokulu ve liseyi Trabzon'un Ortahisar ilçesinde tamamladı. 2004 yılında Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Fizik Öğretmenliği bölümünde başladığı lisans eğitimini 2009 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi'nde tamamladı. Aynı yıl KTÜ fizik bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı. 2010-2011 yılında Trabzon Özel Yılmaz Dershanesi'nde fizik öğretmeni olarak görev yaptı. 2012 yılında RTEÜ Fizik Bölümünden mezun oldu ve aynı yıl KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Fen ve Matematik Alanları Anabilim Dalı, Fizik Eğitimi Bilim Dalı'nda doktora eğitimine başladı. 2015 yılında KTÜ Fen Bilimleri Öğretmenliği bölümünden mezun olan araştırmacı aynı yıl Rize İyidere Merkez Ortaokulu'na kadrolu olarak atandı. Orta düzeyde İngilizce bilen araştırmacının tez çalışması TÜBİTAK 2211-A yurt içi doktora burs programı tarafından desteklenmiştir. Evli olan araştırmacı, halen Rize İyidere Merkez Ortaokulu'nda fen bilimleri öğretmeni olarak görev yapmaktadır.

İLETİŞİM BİLGİLERİ:

Adres : Kalkınma Mah. Milli Egemenlik Cad. 101 Nolu Sok. Güllü Ana Ap. No:7
Daire:3

E-mail : yayli1461@gmail.com

Telefon : 0537 266 84 48