

**T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR
EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**PROBLEM ÇÖZME ETKİNLİKLERİNİN 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN
BASINÇ KONUSU İLE İLGİLİ BAŞARI, TUTUM VE ÜSTBİLİŞ
BECERİLERİNİN GELİŞİMİNE ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

Murat BOZAN

Balıkesir, Temmuz-2008

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR
EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

PROBLEM ÇÖZME ETKİNLİKLERİNİN 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN
BASINÇ KONUSU İLE İLGİLİ BAŞARI, TUTUM VE ÜSTBİLİŞ
BECERİLERİNİN GELİŞİMİNE ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

Murat BOZAN

Tez Danışmanı: Yard. Doç. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER

Sınav Tarihi: 21.07.2008

Jüri Üyeleri: Doç. Dr. Ahmet İlhan ŞEN

(HÜ)

Yard. Doç. Dr. Hülya GÜR

(BAÜ)

Yard. Doç. Dr. Neşet DEMİRCİ

(BAÜ)

Yard. Doç. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER

(Danışman- BAÜ)

Yard. Doç. Dr. Kemal YÜRÜMEZOĞLU

(MÜ)

Balıkesir, Temmuz-2008

ÖZET

PROBLEM ÇÖZME ETKİNLİKLERİNİN 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN BASINÇ KONUSU İLE İLGİLİ BAŞARI, TUTUM VE ÜSTBİLİŞ BECERİLERİNİN GELİŞİMİNE ETKİSİ

Murat BOZAN
Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı, Fizik Eğitimi

(Doktora Tezi / Tez Danışmanı: Yard. Doç. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER)

Balıkesir, 2008

Bu çalışmada, ilköğretim 7. sınıf fen ve teknoloji dersinde yer alan basınç konusuna yönelik olarak tasarlanan ve uygulanan problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin başarısına, fene, problem çözmeye ve üstbiliş beceriler geliştirmeye karşı tutumlarına olan etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Çalışmada, ön test-son test yarı deneysel araştırma dizaynı kullanılmıştır. Araştırma, 2006-2007 eğitim-öğretim yılında, dört deney grubu ve beş kontrol grubu ile yürütülmüştür. 116 deney ve 153 kontrol grubunda olmak üzere toplam 269 öğrenci çalışmaya katılmıştır. Deney grubundaki öğrencilere problem çözme çalışmalarında hazırlanan problem çözme etkinlikleri destekli öğretim yapılmıştır. Veriler, başarı testi, fene, problem çözmeye ve üstbiliş beceriler geliştirmeye karşı tutum anketleri ve görüşmeler ile toplanmış, hem nitel hem de nicel olarak analiz edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar, deney grubunda gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirdiğini göstermiştir. Basınç başarı ve tutum anketlerinin son test puanlarında, deney ve kontrol grupları arasında, deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmuştur. Ayrıca problem çözme becerileri kazanç puanlarındaki artış, deney grubunda daha fazladır. Sonteste, kontrol grubu tüm hata kategorilerinde deney grubuna göre iki kat fazla hata yapmıştır. Kullanılan cümlelere baktığımızda deney grubu daha çok sonucu belirtmek ve yorumlamak, verilenler ve problemdeki olayı betimlemek 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 üstbiliş becerileri kontrol grubu öğrencilerine göre daha sık ve bilinçli olarak yerine getirmiştir.

Bu çalışmada ortaya konulan problem çözme modelinin, öğrencilerin başarılarına, fene ve problem çözmeye karşı tutumlarına ve üstbiliş beceriler geliştirmelerine olumlu katkılarından dolayı, bu modelin öğretmenler, ders kitabı ve program yazarları tarafından kullanılması yapılan önemli önerilerdendir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: problem çözme/basınç/üstbiliş/başarı/tutum

ABSTRACT

THE EFFECT OF THE PROBLEM SOLVING ACTIVITIES ON PRESSURE TOPIC TO ACHIEVEMENT, ATTITUDE AND DEVELOPING METACOGNITIVE SKILLS IN 7TH GRADE STUDENTS

Murat BOZAN

Bahkesir University, Institute of Science,
Department of Secondary Science and Mathematic Education, Physics Education

(Ph. D. Thesis / Supervisor: Asst. Prof. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER)

Bahkesir-Turkey, 2008

In this study, the determination of the effects of a problem solving activities designed and applied on the problem solving skills and changes of the 7th grade students' science achievement, attitude of science, problem solving and developing metacognitive skills on one of the physics topics "pressure" has been aimed. The pre/post-test quasi experimental research model was used in the study. The research was conducted with four experimental group and five control groups in 2006-2007 academic years. Totally 269 7th grade students, 116 in experimental groups, 153 control groups, participated in this research. In the experimental groups, students solved the problems using the prepared problem solving activities. A pressure achievement test, attitude questionnaires towards science and problem solving and metacognitive skills questionnaire were used to collect data in the research. The collected data have been analyzed both quantitatively and qualitatively.

The results obtained from the post achievement test and questionnaires have shown that problem solving activities carried out in the experimental groups improve the students' problem solving skills. There was a statistically significant difference on achievement and attitude questionnaires in the post tests between the experimental groups and the control groups, in favour of the experimental groups. Problem solving activities in the experimental groups served to increase their problem solving skill scores more than the control group which was supported gain scores between pre and post test. In a review of research on errors occurred the post test, it indicates that in all error categories, control groups errors are twice as much as the experimental groups errors. In a review of sentences used, experimental groups point out the importance of determination and of verification the solution, givens and representation of the event in the problem mostly, whereas control groups tend to use sentences about determination of the solution. During the problem solving, the experimental groups carry out the metacognitive skills such as monitoring, regulating, assessing and planning more frequently and consciously than the control group.

Because of positive contribution on achievement, attitudes and metacognitive skills, we suggest that teachers, textbook and program authors can use problem solving model applied in this research.

KEY WORDS: problem solving/pressure/metacognition/achievement/attitude

İÇİNDEKİLER

ÖZET, ANAHTAR SÖZCÜKLER	ii
ABSTRACT, KEY WORDS	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ	viii
ÖNSÖZ	x
1. GİRİŞ	1
1.1 Araştırmanın Amacı	1
1.2 Araştırmanın Önemi	2
1.3 Problem Durumu	5
1.4 Problem Cümlesi ve Alt Problemler	10
1.5 Sayılılar	11
1.6 Sınırlılıklar	11
2. LİTERATÜR TARAMASI	12
2.1 Problem, Problem Çözme Tanımları ve Problem Çözmede Temel Unsurlar	12
2.2 Üstbilgi (Metacognition)	17
2.3 Problem Tipleri ve Bireylerin Bilişsel Yapısı	22
2.4 Problem Çözme Modellerinin Çerçevesi	26
2.5 Problem Çözme Üzerine Araştırmalar	31
2.5.1 Problem Çözmede Çözüm Stratejileri	32
2.5.2 Problem Çözme Süreçleri	33
2.5.2.1 Bilgi İşlem Modeli	33
2.5.2.2 Problem Çözmede Bilgi İşlem Yaklaşımları	34
2.5.2.2.1 Genel Problem Çözme	34
2.5.2.2.2 Alana Özgü Problem Çözmede Temel Yaklaşımlar	36
2.5.2.2.2.1 Alana Özgü Problem Çözme Süreçleri	37
2.5.2.2.2.1.2 Fizik Alanına Özgü Problem Çözme Süreçleri	45
2.6 Uzman ve Acemi Problem Çözücüler	60
2.7 Fen ve Fizik Alanında Yapılan Çalışmalardan Elde Edilen Sonuçlar	63
3. YÖNTEM	74
3.1 Araştırmada Kullanılan Yöntem	74
3.2 Araştırmanın Deseni	74
3.3 Örneklem	76
3.3.1 Örneklem Seçimi	77
3.4 Araştırmanın Uygulama Basamakları	78

3.4.1 Hazırlık Süreci	78
3.4.2 Deneysel İşlem Süreci	83
3.5 Verilerin Toplanması	87
3.5.1 Veri Toplama Araçları	88
3.5.1.1 Basınç Başarı Testi	89
3.5.1.1.1 Basınç Başarı Testinin Hazırlanması	89
3.5.1.1.2 Basınç Başarı Testinde Kullanılan Problemler	91
3.5.1.2 Fen Bilgisi Dersine Yönelik Tutum Anketi	94
3.5.1.3 Problem Çözmeye Yönelik Tutum Anketi	94
3.5.1.4 Problemleri Nasıl Çözersiniz (Üstbiliş) Anketi	95
3.5.1.5 Görüşme	95
3.6 Deney Grubunda Uygulanan Problem Çözme Etkinliklerinin Tasarlanması	97
3.6.1 Tasarlama	97
3.6.1.1 Problem Çözme Etkinliklerinin Dayandığı Teorik Temeller	97
3.6.1.2 Basınç ve Problem Çözme Kitapçığında Yer Alan Bölümler	98
3.6.1.2.1 Fen Bilgisi Problemlerinin Çözümü ve Problem Çözme Taslağı	99
3.6.1.2.2 Formüllerin Sembolik ve Kavramsal Açından Değerlendirilmesi	100
3.6.1.2.3 Ünitelerdeki Konular için Hazırlanan Şekil, Grafik ve Açıklamalar	101
3.7 Basınç ve Problem Çözme Kitapçığındaki Bölümler Hakkında Genel Değerlendirme	102
3.8 Verilerin Analizi	103
3.8.1 Deney ve Kontrol Gruplarında; Basınç Başarı, Fen Bilgisi ve Problem Çözmeye Karşı Tutum, Üstbiliş Beceriler ve Formül Kullanımı Üzerine Yapılan Nicel Analizler	103
3.8.1.1 Basınç Başarı Testi ve Anketlerin Nicel Analizi	103
3.8.2 Deney ve Kontrol Gruplarına Uygulanan Basınç Başarı Son Testin Nitel Analizi	106
3.8.2.1 Problem Çözümünde Kullanılan Cümlelerin Analizi	106
3.8.2.2 Hataların Analizi	108
3.8.3 Öğretmenlerin Yapılan Çalışma, Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Problem Çözme Yöntemleri ve Üstbiliş Beceriler Üzerine Görüşlerinin Nitel Analizi	112
4. BULGULAR VE YORUM	113
4.1 Çalışmadan Elde Edilen Bulgu ve Yorumlar	113
4.1.1 Uygulanan Test ve Anketlerden Elde Edilen Nicel Bulgu ve Yorumlar	113
4.1.1.1 Basınç Başarı Testine Ait Verilerin Nicelleştirilmesi Sonucunda Elde Edilen Bulgu ve Yorumlar	114
4.1.1.2 Fen Bilgisine Karşı Tutum Anketine Ait Bulgu ve Yorumlar	115
4.1.1.3 Problem Çözmeye Karşı Tutum Anketine Ait Bulgu ve Yorumlar	117
4.1.1.4 Problemleri Nasıl Çözersiniz? (Üstbiliş Beceriler) Anketine Ait Bulgu ve Yorumlar	118
4.1.1.5 Basınç Başarı Son Testinde Grupların Formül Değerlendirme Puanlarına Ait Bulgu ve Yorumlar	120
4.1.1.6 Deney ve Kontrol Gruplarının Problem Çözmede Kritik Becerileri Gösterme Düzeyleri ile İlgili Bulgu ve Yorumlar	122
4.1.1.6.1 Problemi Açıklama Becerisinin Karşılaştırılması	122
4.1.1.6.2 Verilenleri ve İstenenleri Yazma Becerisinin Karşılaştırılması	124
4.1.1.6.3 İlgili Şekil ve Grafik Çizme Becerisinin Karşılaştırılması	125

4.1.1.6.4 Kavram, Formül ve Kanunları Belirtme Becerisinin Karşılaştırılması	127
4.1.1.6.5 Yapılacak İşlemleri Kısaca Açıklama Becerisinin Karşılaştırılması	128
4.1.1.6.6 Gerekli İşlemleri Yapma, Problemi Çözme Becerisinin Karşılaştırılması	130
4.1.1.6.7 Çözümün Doğruluğunu Kontrol Etme ve Sonucu Yorumlama Becerisinin Karşılaştırılması	131
4.1.2 Basınç Başarı Son Testinde Öğrencilerin Yaptıkları Hatalar, Kullandıkları Cümleler ve Görüşmelerden Elde Edilen Nitel Bulgu ve Yorumlar	133
4.1.2.1 Deney ve Kontrol Grubunun Basınç Son Testte Yaptıkları Hatalardan Elde Edilen Bulgu ve Yorumlar	133
4.1.2.2 Deney ve Kontrol Grubunun Basınç Son Testte Kullandıkları Cümlelerden Elde Edilen Bulgu ve Yorumlar	140
4.1.2.3 Öğrenci ve Öğretmenlerin Görüşleri	145
4.1.2.3.1 Öğrenci Görüşleri	145
4.1.2.3.1.1 Problem Tanımına İlişkin Görüşler	145
4.1.2.3.1.2 Problem Çözme Yöntemi ile İlgili Görüşler	148
4.1.2.3.1.3 Üstbiliş Beceriler	157
4.1.2.3.2 Uygulamaya Katılan Öğretmenlerin Görüşleri	173
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	178
5.1 Sonuçlar	178
5.1.1 Başarı Testi ve Tutum Ölçeklerinden Elde Edilen Sonuçlar	178
5.1.2 Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Problem Çözme Beceri Puanlarına İlişkin Sonuçlar	182
5.1.3 Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Başarı Son Testinde Yaptıkları Hatalardan Elde Edilen Sonuçlar	188
5.1.4 Çalışmaya Katılan Öğrenciler ve Öğretmenlerle Yapılan Görüşmelerden Elde Edilen Sonuçlar	191
5.1.4.1 Çalışmaya Katılan Öğrencilerle Yapılan Görüşmelerden Elde Edilen Sonuçlar	192
5.1.4.2 Çalışmaya Katılan Öğretmenlerle Yapılan Görüşmelerden Elde Edilen Sonuçlar	197
5.2 Öneriler	198
5.2.1 Çalışmanın Sonuçları Doğrultusunda Yapılan Öneriler	198
5.2.2 İleride Yapılacak Çalışmalara Yönelik Öneriler	201
5.2.3 Öğretmenlere Yönelik Öneriler	204
5.2.4 Ders Kitabı ve Program Yazarlarına Yönelik Öneriler	207
6. EKLER:	210
EK A Deney Grubu Öğrencilerine Dağıtılan Kitapçık	210
EK B Fen Bilgisi Dersine Yönelik Tutum Ölçeği	249
EK C Problem Çözmeye Yönelik Tutum Ölçeği	250
EK D Problemleri Nasıl Çözersiniz? Anketi	252
EK E Görüşme Formu	254
EK F Hata Tipleri	257
EK G Basınç Başarı Testi	261
EK H İzin Belgesi	263
7. KAYNAKÇA	264

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil Numarası	Adı	Sayfa
Şekil 2.1	Problem çözümede CRESST modeli	14
Şekil 2.2	Matematiksel problem çözme'nin (MPÇ) biliş-üstbiliş modeli	20
Şekil 2.3	Problem çözme yaklaşımları	32
Şekil 2.4	Modal Model	33
Şekil 2.5	Fen öğretimi ve öğrenimi için genellenmiş yapılandırmacı model	39
Şekil 2.6	Polya'nın problem çözme basamaklarının dinamik gösterimi	41
Şekil 2.7	Zoller'in geliştirdiği problem çözme basamakları	42
Şekil 2.8	Neto ve Valente tarafından geliştirilen stratejiyi planlama ve organize etme basamağı	57
Şekil 2.9	Heller ve Heller tarafından problem çözümlerinde kullanılan problem çözme formatı	59
Şekil 3.1	Pilot çalışmadaki (1) bir problemin uygulamada kullanılan hali (2)	91

TABLO LİSTESİ

Tablo Numarası	Adı	Sayfa
Tablo 2.1	Durumsal bilginin başarılı ve başarısız bireylerdeki karakteristikleri	25
Tablo 2.2	Farklı bilim dallarında problem çözme basamakları	40
Tablo 2.3	Uzman ve acemilerin bilgi yapılarının karşılaştırılması	63
Tablo 3.1	Ön test son test kontrol gruplu desenin simgesel görünümü	75
Tablo 3.2	Araştırmanın deneysel deseni	76
Tablo 3.3	Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin cinsiyete göre dağılımı	77
Tablo 3.4	“Gerekli işlemleri yapma, problemi çözme” problem çözme becerisinin puanlamasında kullanılan ifadeler	104
Tablo 3.5	Formüllerin değerlendirilmesinde kullanılan ifadeler ve puan değerleri	106
Tablo 3.6	Cümle kategorileri	107
Tablo 3.7	Hata kategorileri ve açıklamaları	110
Tablo 4.1	Deney ve kontrol grubu basınç başarı ön-son testi ortalama ve standart sapma değerleri	114
Tablo 4.2	Deney ve kontrol grubu basınç başarı ön-son test puanlarının ANOVA sonuçları	115
Tablo 4.3	Deney ve kontrol grubu fen bilgisi tutum ölçeği ön-son testi ortalama ve standart sapma değerleri	116
Tablo 4.4	Deney ve kontrol grubu Fen bilgisi tutum ölçeği ön-son test puanlarının ANOVA sonuçları	116
Tablo 4.5	Deney ve kontrol grubu problem çözme tutum ölçeği ön-son testi ortalama ve standart sapma değerleri	117
Tablo 4.6	Deney ve kontrol grubu problem çözme tutum ölçeği ön-son test puanlarının ANOVA sonuçları	118
Tablo 4.7	Deney ve kontrol grubu problemleri nasıl çözersiniz (üstbilgi beceriler) ön-son anketi ortalama ve standart sapma değerleri	119
Tablo 4.8	Deney ve kontrol grubu problemleri nasıl çözersiniz (üstbilgi beceriler) anketi ön-son test puanlarının ANOVA sonuçları	119
Tablo 4.9	Deney ve kontrol grubu Basınç başarı ön-son testi formül değerlendirme ortalama ve standart sapma değerleri	120
Tablo 4.10	Deney ve kontrol grubu basınç başarı ön-son testi formül değerlendirme puanlarının ANOVA sonuçları	121
Tablo 4.11	Deney ve kontrol grubu problemi açıklama becerileri ortalama ve standart sapma değerleri	122
Tablo 4.12	Deney ve kontrol grubu problemi açıklama becerisi ön-son test puanlarının ANOVA sonuçları	123
Tablo 4.13	Deney ve kontrol grubu verilenleri ve istenenleri yazma becerileri ortalama ve standart sapma değerleri	124

Tablo 4.14	Deney ve kontrol grubu verilenleri ve istenenleri yazma becerisi ön-son test puanlarının ANOVA sonuçları	125
Tablo 4.15	Deney ve kontrol grubu ilgili şekil ve grafik çizme becerileri ortalama ve standart sapma değerleri	125
Tablo 4.16	Deney ve kontrol grubu ilgili şekil ve grafik çizme becerisi ön-son test puanlarının ANOVA sonuçları	126
Tablo 4.17	Deney ve kontrol grubu ilgili kavram, formül ve kanunları belirtme becerileri ortalama ve standart sapma değerleri	127
Tablo 4.18	Deney ve kontrol grubu ilgili kavram, formül ve kanunları belirtme becerisi ön-son test puanlarının ANOVA sonuçları	128
Tablo 4.19	Deney ve kontrol grubu yapacağı işlemleri kısaca açıklama becerileri ortalama ve standart sapma değerleri	128
Tablo 4.20	Deney ve kontrol grubu yapacağı işlemleri kısaca açıklama becerisi ön-son test puanlarının ANOVA sonuçları	129
Tablo 4.21	Deney ve kontrol grubu gerekli işlemleri yapma, problemi çözme becerileri ortalama ve standart sapma değerleri	130
Tablo 4.22	Deney ve kontrol grubu gerekli işlemleri yapma, problemi çözme becerisi ön-son test puanlarının ANOVA sonuçları	131
Tablo 4. 23	Deney ve kontrol grubu çözümün doğruluğunu kontrol etme ve sonucu yorumlama becerileri ortalama ve standart sapma değerleri	131
Tablo 4.24	Deney ve kontrol grubu çözümün doğruluğunu kontrol etme ve sonucu yorumlama becerisi ön-son test puanlarının ANOVA sonuçları	132
Tablo 4.25	Deney ve kontrol gruplarının basınç başarı son testinde yaptıkları hata tiplerinin frekans ve yüzdeler dağılımı	134
Tablo 4. 26	Deney ve kontrol grubunun kullandıkları cümle tiplerinin toplam, frekans ve yüzdeler dağılımları	141
Tablo 4.27	Deney ve kontrol gruplarında basınç başarı son testte kullanılan cümleler ile ilgili olarak bağımsız gruplar t testi sonuçları	144
Tablo 4.28	Deney grubu öğrencilerinin problem tanımına verdikleri yanıtlarda ortaya çıkan temalar	146
Tablo 4.29	Kontrol grubu öğrencilerinin problem tanımına verdikleri yanıtlarda ortaya çıkan temalar	147
Tablo 4.30	Deney grubu öğrencilerinin problem çözme yöntemlerine ilişkin verdikleri yanıtlarda ortaya çıkan temalar	149
Tablo 4.31	Deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesi problem çözme yöntemlerine ilişkin verdikleri yanıtlarda ortaya çıkan temalar	152
Tablo 5.1	Çalışmaya katılan öğrencilere uygulanan test ve ölçek puanları ortalama ve standart sapma değerleri	179
Tablo 5.2	Deney ve kontrol gruplarına uygulanan test ve ölçeklere ait ön-son test puanlarının ANOVA sonuçları	179
Tablo 5.3	Çalışmaya katılan öğrencilere ait kritik problem çözme beceri puanları ortalama ve standart sapma değerleri	183
Tablo 5.4	Deney ve kontrol grupları kritik problem çözme becerilerine ait ön-son test puanlarının ANOVA sonuçları	184

ÖNSÖZ

İnsanın hayat boyunca yaptığı çalışmaların verimliliği herhalde kendisinden çok, topluma ve çevresine verdiği fayda oranında değerlendirilir. Tez konumu belirlerken yapacağım çalışmanın öğrencilerin öğretim ortamında doğrudan kullanabilecekleri ve karşılaştıkları sorunları bir derece de olsa çözmek amacını taşıması gerektiğini düşündüm. Bu amaçla problem çözme konusundaki çalışmam; ilkin bir hayal, sonra bir fikir olarak başlayıp şimdi ise bir gerçek olarak tüm öğrencilerin ve araştırmacıların karşısındadır. En büyük dileğim bu çalışmanın tüm öğrenci, öğretmen ve araştırmacılara yararlı olmasıdır.

Bu tez, birçok insanın bana verdiği emek, ilgi ve sabrın sonunda gerçekleşmiştir. Yalnızca öğrenim hayatım boyunca değil her zaman yanımda olan ve umutsuzluklarımı yenmemde katkısı olan herkese bana inanıp güvendikleri için teşekkür ederim. Çalışmalarım boyunca beni her zaman destekleyen, teşvik eden, cesaretlendiren, sabırla dinleyip zamanını hiçbir zaman esirgemeyen sayın hocam Yard. Doç. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER'e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmalarımda olumlu öneri ve eleştirileriyle bana katkı sağlayan çalışmamı yönlendiren sayın hocalarım Doç. Dr. Ahmet İlhan ŞEN ve Yard. Doç. Dr. Neşet DEMİRCİ'ye çok teşekkür ediyorum.

Üniversite öğrenimim boyunca beni her zaman teşvik eden ve ilgisini esirgemeyen sayın hocam Yard. Doç. Dr. R. Suat IŞILDAK'a teşekkür gönül borcumdur. Tezime verdikleri katkılardan dolayı sayın hocalarım Yard. Doç. Dr. Hülya GÜR, Yard. Doç. Dr. Kemal YÜRÜMEZOĞLU ve Yard. Doç. Dr. H. Asuman KÜÇÜKÖZER'e teşekkür ediyorum. Bu çalışmanın yürütülmesinde; gerek yaptığım anketlere katılan, gerekse pilot çalışmaya ve uygulamaya özverili katkılarda bulunan fen ve teknoloji dersi öğretmenlerine, ayrıca heyecanlarını, umutlarını benimle paylaşan öğrencilerime teşekkürü bir borç bilirim.

Yalnızca tez çalışmam süresince değil her anımda benim yanımda olan, bütün sıkıntılarımı paylaşan, bana her zaman destek olan canımdan çok sevdiğim yaşama sevincim annem Mahmure BOZAN, babam Zikri BOZAN ve kardeşlerim Alper ve Ferhat BOZAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarak, tezimi sizlere adadığımı belirtmeliyim...

Balıkesir, 2008

Murat BOZAN

1. GİRİŞ

Fen öğretiminde kazandırılmaya çalışılan en temel hedefler; belirli bir alanda bilgi yapısı ve o alandaki problemlerin çözümüne yardımcı olacak bir takım problem çözme becerileridir [1]. Bazı çalışmalar [2, 3] öğrencilerin hem bilimsel fikirlerden farklılık gösteren fikirlere sahip olduklarını (kavram yanılgıları), hem de problem çözümlerinde sorun yaşamakla beraber çoğunlukla, formül temelli çözüm yöntemlerini kullandıklarını göstermektedir. Öğrenciler özellikle fen derslerinde konu hakkında gerekli olan kavramlara sahip olmalarına rağmen, bu kavramlarla ilgili problemleri çözecek beceriyi genelde gösterememektedirler [4]. Huffman [3] problem çözme öğretimi üzerine yapılan birçok çalışma sonrası öğrencilerin problem çözüme zorluklar yaşadıklarını hala acemi problem çözümlerinin sahip oldukları yöntemleri kullandıklarını belirtmektedir. Bu durumda öğrencilerin yeterli problem çözme becerilerine sahip olması amacıyla özel bir takım problem çözme yöntemlerinin geliştirilme ihtiyacı, araştırmacılar tarafından üzerinde önemle durulan bir konu olmaya devam etmektedir.

Literatürde problem çözme öğretimi üzerine yapılan çalışmalar, bu alanda yeni çözüm yaklaşımlarının gerekli olduğunu önemle vurgulamaktadırlar. Bu çalışmada basınç konusu çerçevesinde öğrencilerin problem çözme becerilerine sahip olmaları amacıyla içerisinde birçok etkinliğin bulunduğu bir problem çözme modeli ortaya koyulmuştur.

1.1 Araştırmanın Amacı

Araştırmanın ana amacı; problem çözme etkinliklerinin basınç konusunda başarıya, fen bilgisi ile problem çözmeye karşı tutumlarına ve üstbiliş beceriler kazandırmaya katkısını incelemektir. Araştırmanın alt amaçları ise;

- deney ve kontrol grupları arasında; “problemi açıklama”, “problemlerle ilgili olarak şekil ve grafik çizme”, “verilenleri ve istenenleri yazma”, “kavram ve kanunları belirtme”, “yapacağı işlemleri kısaca açıklama”, “gerekli işlemleri yapma, problemi çözme”, “çözümün doğruluğunu kontrol etme ve sonucu yorumlama” şeklinde belirlenen kritik problem çözme becerilerini ve formülleri kullanma becerilerini karşılaştırmak,
- öğrencilerin problem çözümlerinde yaptıkları hataları belirlemek,
- öğrencilerin çözümde kurdukları cümleler ile sahip oldukları problem çözme yöntemlerini nitel yönden değerlendirmek,
- çalışma sonrasında öğrencilerle yapılan görüşmeler ile; problem çözme yöntemleri ve üstbilgi beceriler üzerine çalışma öncesi ve sonrası sahip oldukları fikirleri ortaya çıkarmak,
- çalışmanın uygulama aşamasındaki etkililiğini değerlendirmek amacıyla çalışmaya katılan öğretmenlerin görüşlerinin neler olduğunu belirlemek şeklindedir.

1.2 Araştırmanın Önemi

Çağımızda toplumların her alanda gösterdikleri hızlı gelişim, bireyleri önemli ölçüde etkilemekte ve onların bu gelişimlere ayak uydurabilmelerini zorlaştırmaktadır. Bireylerin hem kendilerinin, hem de toplumun istek ve ihtiyaçlarını dengeleyerek karşılaştıkları olaylara en doğru tepkileri vermeleri büyük önem taşımaktadır. Bireylerin böyle bir durumda en doğru tepkiyi vermeleri verilecek eğitimle mümkün olacaktır. Verilecek eğitimde, çevremizdeki teknolojik dünyanın anlaşılmasını sağlayan problem çözme becerileri ile bilimsel ve teknolojik okuryazarlık önemli bir yere sahiptir [5]. Zhang ve Peck [6] tarafından belirtildiği gibi araştırmacılar eğitimin birçok alanında, problem çözmenin önemini vurgulamaktadırlar.

Teknolojik gelişmelerin büyük bir hızla yaşandığı bu yüzyıl, öğrencilerden geçmiş dönemlerdeki öğrencilere göre daha bilgili olmalarını ve daha karmaşık durumlarla başa çıkabilmelerini istemektedir [7]. Öğrencilerin karmaşık durumlarla

başa çıkabilmesi için analiz, sentez ve değerlendirme gibi yüksek düşünme becerilerini kazanmaları gerekir. Bu bilişsel becerilerin kazanımı, problem çözmenin öğrenciler tarafından bilinçli bir şekilde eğitim ortamlarında kullanılması ile mümkün görünmektedir. Oysa eğitim ortamında öğrenciler çoğu kez olguları öğrenir, ardından ezberledikleri bir takım yöntemleri kullanarak bilgilerini uygulamaya çalışırlar. Problem çözme, temel becerilerin öğrenme ortamlarında ve değişik şartlarda içerik ve uygulamayı birleştirmek için gerekli bir araç haline gelmiştir [8]. Öğrenme teorilerindeki son gelişmeler, iş yaşamındaki yeni ihtiyaçlar, değişen profesyonel standartlar ve problem çözmedeki son araştırmalar eşliğinde, eğitimciler yüksek düzeyde düşünme becerilerini özellikle de problem çözme becerilerinin öğrenciler tarafından kullanılmasını cesaretlendirecek tümleşik öğrenme ortamlarını öğretim programlarına dahil etmeye çalışmaktadırlar [8]. Gagne'nin de belirttiği üzere öğretimin temel noktalarından biri; insanlara düşünmeyi, mantıklarını kullanmayı ve daha iyi problem çözümler olmayı öğretmektir [9]. Fizik eğitimcileri problem çözmenin fiziği anlamaya öncülük ettiğini ve onun değerlendirilmesi amacıyla geçerli bir yol olduğunu belirtmektedirler [10]. Gagne'ye göre problem çözme, düşünme becerilerini geliştirmek ve yeni anlayışlar üretmek için bir öğrenme yoludur [6]. Problem çözme süreçleri ile öğrenci öğrendiği bilgiyi kodlamak ve düzenlemek için birçok fırsata sahip olmaktadır [6].

Hestenes [11] bilimsel bilgiyi iki grupta toplamaktadır. Bunlar; teorilerden, modellerden ve deneysel verilerden oluşan durumsal bilgi ile durumsal bilginin gelişimini, geçerliliğini ve kullanımını sağlayan strateji, taktik ve teknikleri içeren işlemsel bilgidir. Durumsal bilgi ders kitaplarında açık bir biçimde organize olarak bulunmasına rağmen, işlemsel bilgi yetersiz olup, bilimsel süreç becerileri hakkında basmakalıp bilgiler ve problem çözme üzerine gelişigüzel söylemler içermektedir. Buna paralel olarak Fen öğretiminde genellikle iki hedefi gerçekleştirmek amaçlanır: Bunlar; başta özel bir alanda organize bilgi yapısını ve o alanda problemleri çözme becerisini kazanmaktır [1]. Ayrıca 1996 yılında NRC'nin (Ulusal Araştırma Kongresi) yayımladığı Ulusal Fen Eğitim Standartlarında, öğretimde öğrencilerin fen konularını yeni sorunlara uyarlamaları, problem çözme ve grup tartışmaları gibi çalışmalara katılmaları gerektiği belirtilmektedir [12]. Solaz-Portolez ve Lopez [13] problem çözmenin birçok ülkede fen öğretim programlarında önemli bir rol

oynadığını belirtmektedir. Ancak öğrenciler okullarda kazandıkları bilgiyi uygulamada zorluklar yaşamaktadırlar. Bu durum özellikle fen derslerinde kendini göstermektedir. Araştırmacılar öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmek, fen öğretmenleri ve araştırmacıları açısından büyük önem taşıdığını vurgulamaktadırlar [13]. Buradan hareketle, öğretim programlarında problem çözmenin ana unsur olarak yer alması yönünde bir eğilim vardır. Özellikle NRC'nin yanı sıra, AAAS (Amerika Bilimi Geliştirme Birliği) (1993), NCSS (Ulusal Sosyal Çalışmalar Konseyi) (1997), NCTE (Ulusal Eğitim Teknolojiler Merkezi) (1996), NCTM (Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi) (1989, 1991) gibi birçok standartta, öğrencilerin başarılı problem çözümler olma gereksinimi ana tema haline gelmiştir. 1989 NCTM raporunda problem çözmenin ayrı bir konu olmadığı, tüm programın içine yayılması gereken, kavramların ve becerilerin öğrenildiği durumları geliştiren bir süreç olduğu belirtilmektedir. Ayrıca tıp, mühendislik ve ticaret okulları da artık programlarını yenileyerek problem çözme üzerinde durmaktadırlar [8].

Bu bağlamda; öğrencilerin günümüzde teknolojik gelişmeler doğrultusunda daha karmaşık durumlarla başa çıkabilmesi gerekmektedir. Bunun için de yüksek düzeyde düşünme becerilerinin kazanımı büyük önem taşımaktadır. Problem çözme becerilerini geliştirmek bu hedefi gerçekleştirmeye yardımcı olacaktır. Ayrıca öğretim ortamlarında durumsal bilginin gelişimi amacıyla fizik kavram ve prensiplerinin kazanımına büyük önem verilmekte ancak bu kavramların değişik problem durumlarında uygulamalarına yeterince önem verilmemektedir [4, 13]. Oysa durumsal bilginin gelişimine problem çözme becerilerinin öğretimi büyük katkı sağlayacaktır. Öğrencilerin fiziksel olguları farklı problem durumlarında kullanabilme becerisi elde etmeleri problem çözme becerilerinin öğretimini önemli bir unsur haline getirmektedir. Buradan hareketle bu çalışmada problem çözme becerilerinin öğretim ortamında öğrencilere kazandırılması amacıyla değişik etkinlikler tasarlanmıştır. Araştırma sonucunda eğitim ortamında problem çözümünde rahatlıkla kullanılacak bir problem çözme modeli ortaya koyarak, başarıyı arttırıcı öneriler geliştirildiğinde; öğretmenler kavram ve prensiplerin öğretiminde ve bunların öğrenciler tarafından uygulanmasında bu etkinlikleri kullanabileceklerdir. Ayrıca araştırmacılar tarafından, bu çalışmada problem çözme

yöntemi olarak ortaya koyulabilecek başarılı bir model temelinde fizik ve hatta fen bilgisinde diğer alanlardaki konularda problem çözümlerinde buradaki modelde yer alan unsurları kullanabilecek olmaları da çalışmanın önemini arttırmaktadır.

1.3 Problem Durumu

Fen öğretiminde öğrencileri etkili problem çözümler yapmak ve onların kavramları anlamalarına yardımcı olmak başarılması zor olan hedefler arasındadır. Birçok araştırma sonucu göstermektedir ki; öğretim sonrasında öğrenciler fizik problemlerini çözmekte zorluklar yaşamakta ve acemi problem çözümlerinin kullandıkları problem çözme yöntemlerini kullanmaktadırlar. Aynı şekilde ders kitaplarında yer alan problem çözme yöntemleri de problem çözmenin nicel boyutunu ele almakta ve problemlerin çözümünde ele alınacak yöntemleri basamaklar şeklinde ifade etmektedir [3]. Oysa fiziksel kavramların tam olarak öğrenimi o konudaki problemlerin çözümünü garanti etmediği gibi, problem çözme becerilerinin gelişimi de kavramların öğrenimi için yeterli değildir [14].

Fizik alanında problem çözme üzerine yapılan birçok çalışma daha çok üniversite veya ortaöğretim düzeyinde yürütülmüştür [15]. Bu çalışmaların bazıları problem çözme stratejilerini belirlemeyi amaçlarken [16, 17], bazıları da uzman ve acemi problem çözümler arasındaki farklılıkları ortaya koymaktadır [18, 19]. Bu çalışmalarda amaç, problem çözme süreçlerinde etkin olan bilgi tiplerini ve problem çözme yöntemlerini belirlemektir. Öğrencilerin sahip oldukları bilgi tipleri ve problem çözme yöntemlerinin belirlenmesinden sonra da problem çözme becerilerinin gelişimini sağlamak için çeşitli problem çözme yöntemleri ortaya koyulmuştur.

Hsu ve ark. [20] fizik alanında problem çözme ile ilgili 109 çalışmayı incelemiştir. Bu çalışmaların yalnızca 13 tanesi problem çözme becerileri ile 4 tanesi ise problem çözümünde öğrencilere yardımcı olmak için geliştirilen bilgisayar programları ile ilgilidir. Bu çalışmalar incelendiğinde problem çözme yöntemi olarak; temel olarak çözüm basamakları [3, 21-23], kavram haritaları [14], işbirlikçi

problem çözme grupları [23] ve çoklu problem betimlemeleri [24] ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmalarda ortak temel unsur, problem çözme becerilerinin gelişimi amacıyla problem çözüme kullanılacak çözüm basamaklarıdır. Bu basamaklar bazı çalışmalarda ayrıntılı biçimde, bazılarında ise genel hatları ile belirtilmektedir. Çözüm basamaklarında genel olarak fiziksel kavram ve prensipler ya da şekil ve grafik çizme çalışmaları ele alınmıştır. Bu çalışmaların en önemli ortak özelliği, fizikte belirli bir kavrama bağlı olarak bir çözüm yöntemi ortaya koymalarıdır. Newton yasaları, momentum, iş-güç-enerji, hız ve elektro manyetizma gibi fiziksel konu ve kavramların temelinde her bir çalışma o kavrama ait problemlerin çözümü için bir yöntem belirlemektedir. Problem çözme ile ilgili çalışmalar 60'lı yıllarda genel problem çözme yöntemlerinden günümüzde belirli bir alana özgü problem çözme yöntemlerine doğru bir gelişim göstererek son 25 yılda bilişsel öğrenme teorilerinin etkisi altında her bilim dalına özgü çalışmalar yapılmıştır [13]. Ancak problem çözme ile ilgili çalışmalarda her bir kavram için bir problem çözme yöntemi ortaya koymak öğrenciler açısından kazanılan bilgileri uygulamada bazı zorluklar doğurmaktadır. Bu durumda öğrencilerin bilgiyi kullanmakta başarısız oldukları ifade edilmektedir [3, 13].

Öğrenciler fizik derslerinde formül merkezli problem çözme stratejilerini kullanmaktadırlar [2]. Zihinlerinde düzensiz biçimde fiziksel olgular ve denklemler bulunmaktadır. Birçok araştırma öğrencilerin, derslere başladığında zihinlerinde var olan kavram yanılgıları ve formül merkezli problem çözme stratejileri ile derslerden ayrıldıklarını ifade etmektedir [2]. Bu durumda öğrenciler problem çözmek için gerekli olan becerileri kazanamamakta ve acemi problem çözümlerinin gösterdikleri davranışları sergilemektedirler [2]. Buna neden olarak da problem çözme becerilerinin geleneksel olarak bir takım örnek çözümlerle öğretilmeye çalışılması gösterilmektedir [2]. Burada öğrenciler, problemlerin çözümü için öğretmenleri tarafından yapılan işlemleri aynen tekrar ederler. Bu amaç için yapılanlar ise, formüllerin yazılması ve verilenlerin formüllerde yerine yazılıp matematiksel işlemler ile nicel bir sonuç bulmaktır. Problem çözümünde öğretmenler ve ders kitapları şekil çizmenin önemli olduğunu belirtirler ancak bunun için yapılacağı üzerinde durmazlar. Öğrenciler yanıtın formüller sayesinde bulunduğunu, şekil ve grafik çizmekle uğraşmanın çözüm için bir yarar sağlamadığını düşünürler.

Öğrencilere göre böyle bir çözüm yöntemi sonrası problem çözmeye temel etken, doğru formülü bulmaktır [11]. Öğrencilerde bu nedenle formül merkezli problem çözüme yöntemi gelişir. Ayrıca bu yöntem fizikte başarılması gereken temel hedeflerden biri olan kavram öğretimi çalışmalarında ortaya çıkan kavram yanlışlarına da neden olabilmektedir [11].

Problem çözüme basamakları yanında algoritmik yaklaşımlar da (sıkı kurallar içeren problem çözüme yöntemleri) problem çözümenin gelişimine katkıda bulunmamaktadır. Ayrıca De Berg [25] problem çözmeye kullanılan algoritmanın her zaman işe yaramadığını, öğrenciler tarafından özellikle probleme başlamada ve uygun formüllerin kullanılmasında kavramların anlaşılmasına önem vermeden salt sembollerin körü körüne kullanılmasının yanlış olduğu belirtilmektedir [25]. Gabel ve Bunce ise basit ve rutin problemlerin kullanımında algoritmanın işe yaradığını belirtmektedirler [aktaran 1]. De Berg [25] algoritmaya olan bağlılığı indirgemek için soru tiplerinde nicel bilgi kadar nitel bilgiye dayanan soruların da bulunmasını önermektedir. Gabel öğrencilerin algoritmik teknikleri kullanmaya yatkın olduklarını ve bu yöntem sonucunda problemi başarı ile çözümenin eğitimciler tarafından kavramların öğrenildiği şeklinde yorumlandığını belirtmektedir [aktaran 26].

Algoritmada olduğu gibi genel çözüm basamaklarının belirtildiği yöntemlerde de aşağıda belirtilen eksikliklerin olduğu Wilson ve ark. [27] tarafından dile getirilmiştir. Bunlar: *i)* problem çözüme doğrusal bir süreç olarak tanımlanır, *ii)* problem çözmeye uygulanacak basamaklar adımlar halinde sırayla sunulur, *iii)* problem çözüme; hatırlanacak, uygulanacak ve yerine koyulacak bir işlem olarak görülür ve *iv)* cevap elde edilmeye yoğunlaşılır şeklindedir.

Özellikle fen derslerinde öğrencilerin problem çözüme becerilerini geliştirmek, fen bilgisi öğretmenleri ve fen eğitimi araştırmacılarının temel hedefleri olmaya devam etmektedir [13]. Mevcut algoritmik ve genel çözüm basamaklarından oluşan problem çözüme yöntemleri tek boyutlu olmakla birlikte, problemlerin ezberle çözülmesini sağlamakta ve kavramların öğretimini de zorlaştırmaktadır [25, 26]. Ülkemizdeki fen ve teknoloji ve fizik programlarına baktığımızda problem çözüme

becerilerinin gelişimi için özel bir çalışma yapılmadığını görmekteyiz. Fen ve teknoloji programında problem çözme becerileri bilimsel süreç becerileri kazanımları içerisinde belirtilmektedir. Problem çözme becerilerini de kapsayan bu bilimsel süreç becerileri içinde; bilimsel araştırma ve sorgulama, bilimsel düşünceleri ve sonuçları iletme, işbirliği içinde çalışma ve bilinçli karar verme becerileri bulunmaktadır. Öğretim programında öğretmenlerden kılavuz kitaplarda belirtilmese de konular işlenirken derste gerekli görülen bölümlerde bu bilimsel süreç becerilerine vurgu yapmaları istenmektedir [28]. Bu durum öğretmenler açısından bir belirsizlik oluşturmaktadır. Problem çözme becerileri için nasıl bir yöntem uygulanması gerektiği belirtilmemektedir. Yenilenen Lise 9. sınıf fizik programında ise bilimsel süreç becerileri, yaratıcı düşünme becerileri, eleştirel düşünme becerileri, analitik ve uzamsal düşünme becerileri, veri işleme ve sayısal işlem becerileri ve üst düzey düşünme becerileri problem çözme becerileri kapsamında ele alınmaktadır. Yine bu programda problem çözme becerileri için nelerin yapılması gerektiği algoritmik bir sırayla ilköğretim programında verildiği gibi sunulmaktadır. Ortaöğretim düzeyinde diğer sınıflarda okutulmakta olan fizik programlarında ise yalnızca konular sıralanmaktadır [29].

Geleneksel eğitim anlayışında öğrenciler pasif olarak sınıflarda oturdukları yerden öğretmenlerinin verdiği bilimsel bilgiyi alan bireyler olarak görülmekteydi. Bugünkü eğitim anlayışında ise öğrenci aktif biçimde öğretime katılmaktadır. Bu bağlamda baktığımızda fiziksel bilgilerin kazanımı için öğretim programlarının gelişimine büyük bir önem verilmektedir. Son on yıla baktığımızda fen bilgisi öğretim programında iki büyük değişiklik yaşanmıştır. İlk olarak 2001 yılında öğretim programı yenilenmiş ve öğrenci merkezli öğretimin temelleri atılmıştır. 2006 yılından itibaren de fen ve teknoloji adı altında son bilimsel yeniliklerin de kapsandığı bir öğretim programı uygulanmaya başlanmıştır. Bu programlar incelendiğinde, problem çözme ile ilgili bir yöntem yoktur. Ders ve çalışma kitaplarında da örnek problem çözme çalışmaları ya da problem çözme becerilerinin nasıl uygulanması gerektiği hakkında bir bilgilendirme bulunmamaktadır [30-34] . Ayrıca öğretmenler için problem çözüme kullanılacak bir öğretim modeli de sunulmamaktadır. Öğretim programlarında kavramsal bilginin gelişimine büyük önem verilmesine rağmen bu kavramların uygulanması amacıyla yöntem, teknik ve

taktiklerin öğretimde nasıl kazandırılacağına önem verilmemektedir. Yalnızca problem çözme becerilerini diğer bilimsel süreç becerileri yanında maddeler halinde sıralamak ve yeri geldiğinde kavramlarla beraber bu becerilerden bahsedilmesini istemek öğretmenler ve öğrenciler açısından problem çözme becerilerinin kazanımını bir sorun olmaktan çıkarmamaktadır.

Problem çözme becerisi kazandırmak zor bir süreç olmakla birlikte birçok bilişsel ve duyuşsal niteliği içerisinde barındırmaktadır. Çünkü Solaz-Portolez ve Lopez [13], fen problemlerinin çözümü için gerekli olan bilişsel değişkenleri; ön bilgi, muhakeme, zihinsel kapasite, özel bir alana bağımlı ve bağımsız beceriler, ayrıştırıcı ve birleştirici düşünme, kavramsal bilgi, kısa süreli bellek kapasitesi, kavram ilişkisi, problem transfer becerisi, ön problem çözme yeterliliği, işlemsel bilgi, stratejik bilgi, problem şema bilgisi (bir problemin çözümü için gerekli tüm bilgileri içeren problem şeması) ve üstbiliş beceriler şeklinde belirtmektedir. Problem çözme becerisinin gelişimi yukarıda sözü edilen bilişsel değişkenlerin birbiri ile etkin etkileşimine bağlıdır [13]. Tüm bilişsel değişkenlere ek olarak birçok araştırmacı “tutumlar”, “değerler”, “motivasyon” ve “hisler” gibi duyuşsal değişkenlerin de problem çözümede önemli olduğunu belirtmektedirler [17].

Literatürde problem çözme ile ilgili çalışmalara bakıldığında ve özellikle ülkemizdeki bu konudaki eksiklikler göz önüne alındığında yapılması gereken birçok çalışmanın olduğu görülmektedir. Ortaya koyulacak problem çözme modelinde, burada sözü edilen niteliklerin tümüne karşılık verecek çok yönlü problem çözme etkinliklerinin tasarlanması gerekmektedir. Problem çözme becerilerinin öğretiminde yalnızca bir ya da birkaç etkinlik tasarlamak, iyi bir problem çözme modelinin ortaya koyulması için yeterli değildir. Problem çözme becerilerinin gelişimi amacıyla ortaya koyulacak modelde genel bir takım yöntem ve etkinliklerin bulunması büyük önem taşımaktadır. Fizik problemlerinin hatta fen bilgisinde diğer alanlardaki problemlerin çözümü için genel bir problem çözme modeli ortaya koymak amacıyla yapılması gereken çalışmaların olduğu düşünülmektedir. Literatürdeki benzer çalışmalardan ayrı olarak burada bir problem çözme modelinin ortaya koyulması bu çalışmayı farklı kılmaktadır.

1.4 Problem Cümlesi ve Alt Problemler

Araştırmanın ana problemi, “Basınç ile ilgili problemlerin çözümünde, problem çözme etkinliklerinin; öğrencilerin başarısına, fen bilgisine ve problem çözmeye karşı tutumları ile üstbiliş becerilerin gelişimi üzerine etkisi nedir?” şeklindedir. Alt problemler ise aşağıda verilmiştir.

- 1) Deney ve kontrol grubu öğrencilerine ön ve son test olarak uygulanan basınç başarı testi problem çözme becerileri toplam puanlarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?
- 2) Deney ve kontrol grubu öğrencilerine ön ve son test olarak uygulanan fen bilgisine karşı tutum ölçeği puanlarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?
- 3) Deney ve kontrol grubu öğrencilerine ön ve son test olarak uygulanan problem çözmeye karşı tutum ölçeği puanlarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?
- 4) Deney ve kontrol grubu öğrencilerine ön ve son test olarak uygulanan üstbiliş beceriler geliştirmeye ilişkin anket puanlarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?
- 5) Deney ve kontrol grubu öğrencilerine ön ve son test olarak uygulanan basınç başarı testinde öğrencilerin formül kullanım beceri puanlarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?
- 6) Deney ve kontrol grubu öğrencilerine ön ve son test olarak uygulanan basınç başarı testinde öğrencilerin gösterdikleri her bir kritik problem çözme beceri puanlarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?
- 7) Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin basınç başarı son testte problem çözümlerinde yaptıkları hatalar arasında farklılıklar var mıdır?
- 8) Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin basınç başarı son testte problem çözümlerinde kullandıkları cümleler arasında farklılıklar var mıdır?
- 9) Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin problem, problem çözme yöntemleri ve üstbiliş beceriler üzerine görüşleri nelerdir?
- 10) Çalışmaya katılan öğretmenlerin problem çözme etkinlikleri üzerine görüşleri nelerdir?

1.5 Sayıtlılar

Araştırmanın sayıtlıları aşağıda maddeler halinde belirtilmiştir.

1. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrenciler ölçüm araçlarındaki soruları (basınç başarı testi, fen bilgisi ve problem çözme tutum ölçekleri, problemleri nasıl çözersiniz anketi ile görüşme) samimiyetle cevaplandırmışlardır.
2. Kullanılan testlerin geçerliliğini belirlemede görüşlerine başvurulmuş uzmanların kanıları yeterlidir.
3. Araştırmanın uygulama sürecinde, deney ve kontrol gruplarındaki öğrenciler arasında ve dış etkenler bakımından araştırmanın sonuçlarını etkileyecek bir etkileşim olmamıştır.
4. Çalışmanın yürütüldüğü örneklem grubu evreni temsil etmektedir.
5. Ünite konularında, deney ve kontrol grupları öğretmenleri aynı öğretim yöntemlerini kullanmışlardır.

1.6 Sınırlılıklar

Bu araştırma:

1. İlköğretim okullarında 7. sınıfta okutulmakta olan fen bilgisi dersi, bu derste yer alan “Ya Basınç Olmasaydı?” ünitesi ve bu ünitenin işlendiği 12 haftalık süre,
2. 2006-2007 eğitim öğretim yılı Balıkesir ilindeki 5 ilköğretim okulunda yer alan toplam 269 öğrenci,
3. Basınç başarı testi, fen bilgisi ve problem çözme tutum ölçekleri, problemleri nasıl çözersiniz anketi ile öğrenci ve öğretmenlerle yapılan görüşmelerle sınırlıdır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde, problem ve problem çözmenin ne anlama geldiği, problem çözmeyi etkileyen bilişsel ve üstbiliş faktörler, problem çözme modelleri ve bu modeller çerçevesinde geliştirilen genel ve alana özgü problem çözme yöntemleri, problem çözme becerilerinin öğretimi üzerine yapılmış çalışmalar ve bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar üzerinde durulmuştur.

2.1 Problem, Problem Çözme Tanımları ve Problem Çözmede Temel Unsurlar

Hayatımızın her aşamasında çeşitli sorunlarla karşılaşırız. Bu sorunlara genellikle benzer sorunların çözümünde kullandığımız yöntemler ışığında deneme yanılma süreçlerinden geçerek çözüm yolları ararız. Kazandığımız tecrübeler yoluyla gittikçe gelişen düşünme becerilerimiz hayatımızı kolaylaştırır.

Problem çözme ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında, birçok araştırmacı tarafından farklı problem tanımlarının yapıldığı görülmektedir. Problem için; Dewey, şüphe ve belirsizlik uyandıran herhangi bir şeydir [aktaran 35] derken, Morgan bireyin bir hedefe ulaşmada bir engelle karşılaştığında içinde bulunduğu bir çatışma durumudur şeklinde tanımlamaktadır [36]. Hayes problemi, bireyin şimdi bulunduğu yer ile olmak istediği yer arasında bir boşluk olduğu zaman, bu boşluğu nasıl açacağını bilmediğinde, içinde bulunduğu durum olarak belirtir [aktaran 37]. Bodner [37] ise Hayes tarafından yapılan problem tanımının üzerine kendi görüşlerini belirtmiştir. Bu tanımdan hareketle Bodner [37], birbiriyle yakından ilişkili olan alıştırma ve problem arasındaki farka işaret ederek tanım yapmaktadır. Buna göre alıştırma, problemden farklı olarak okunduğu zaman ne yapılması gerektiğinin bilindiği bir durum iken problemde ise ilk okunduğunda ne yapılması gerektiği bilinemez [37]. Bir başka açıklamada ise bilim insanları bir olayla

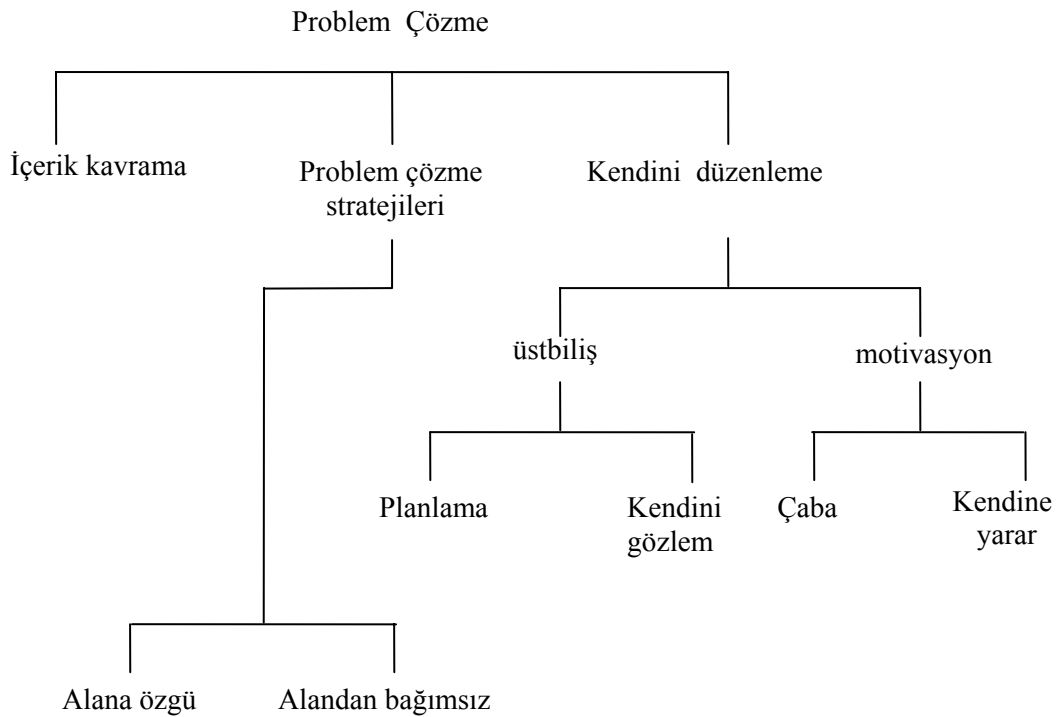
karşılaştıklarında o olayı bilimin ilkeleriyle açıklayamıyor ve önceden kestirilemiyorsa onlar için o olay bir problemdir [35]. Massachusetts Kariyer Geliştirme Enstitüsü'nün raporunda problem; bir çözüm, cevap veya karar gerektiren; kuşkulu, belirsiz, zor veya kararsız durum olarak belirtilmektedir [38]. Arlin ise bu tanımlamaların paralelinde gerçek bir problemde, çelişkileri ortadan kaldırmak ve insanın bir çözüme ulaşması için onu motive eden ihtiyaç hissini duyulması gerektiğini ifade ediyor [aktaran 39]. Winkel [40] tarafından da iyi bir problemin taşıması gereken nitelikler şöyle sıralanmaktadır:

- Problem durumu öğrencinin ilgisini çekmelidir.
- Problem, ilginç ve gerçek durumlarla ilgili olmalıdır.
- Kelimeler, işaretler ve geometri başlangıçta çözüm için mantıklı bir yol temin etmelidir.
- Problem, çok farklı yaklaşımların geliştirilmesine olanak vermeli ve probleme açık olarak nasıl başlanacağını göstermemelidir.
- Problem basit algoritmik bilgi içermemelidir. Ayrıca kitaplardaki rutin bölüm sonu problemlerinden olmamalıdır. Çözüm için birden fazla algoritmik yaklaşım sunabilmelidir.
- Problem öğretmen için çoklu hedefler sunmalı, konuların açıklığa kavuşturulmasına yardım etmelidir.
- Problemde teknolojinin anlamlı kullanımları olmalıdır.
- Probleme tatminkâr bir yanıt olmalıdır. “Bu problem niçin tartışmaya değer?”, “Öğrencilerin zaman harcamasına değer mi?”.

Yukarıda problem için yapılan farklı tanımlamaların ışığında; problem, bireyin karşılaştığı bir olayda mevcut bilişsel ve duyuşsal yapısının çözüm için yetersiz kaldığı -onu anlamlandıramadığı- her bir durumdur şeklinde tanımlanabilir. Ayrıca problem, verilenler yardımıyla birey için bir başlangıç noktası belirler ve bireyden buradan hareketle farklı bir noktaya (hedef) ulaşmasını ister. Amaç bu noktalar arasındaki belirsizlikleri gidermek, boşlukları doldurmak, uygun bir yol takip ederek istenen noktaya varmaktır. Bu aşamada problemin bizim için belirlediği ilk durum, istenen noktaya varılması için ayrı bir önem taşımaktadır. Problemin gerçekten bir problem olması için çözümün hemen ortaya koyulamayıp öğrenci

tarafından araştırılması ayrıca öğrencinin onu çözmeye, üzerinde işlem yapmaya değer olduğunu hissetmesi gerekir.

Problemin tanımından hareketle problem çözenin tanımına ulaşmak mümkündür. Kruger'e [41] göre problem çöme, istenmeyen durumlara müdahalenin sistematik sürecidir. Bir başka tanımda ise Harren [42], belli veya gerçek bir engelin üstesinden gelmenin ve bir amaca ulaşmanın sürecidir demektedir. O'Neil [43] problem çözenin genelde herkes tarafından kabul edilen bir tanımının olmadığını belirtmekte, Mayer ve Wittrock tarafından yapılan tanımı kullanmaktadır. Bu tanımda problem çöme; problem çözücünün açık bir biçimde çözüm metoduna sahip olmadığına hedefe ulaşmak için yaptığı bilişsel işlemlerdir.



Şekil 2.1 Problem çömede CRESST modeli

Yine O'Neil [43] tarafından belirtildiğine göre, Baxter, Elder ve Glaser problem çözmeyi; başarılı öğrencilerin, olgu üzerine tek durumların veya yüzeysel

özelliklerin tanımlarından çok prensipler temelinde uyumlu açıklamalar yapıp, problem durumu için yeterli betimlemeler ile kılavuzlanan çözüm için bir plan üretip, hedef ve alt hedeflerle ilişkili çözüm stratejilerini uygulayıp, dönüt temelli kendi yaklaşımlarını değerlendirmek ve hareketlerini gözlemlemek biçiminde belirtmektedirler. O'Neil [43] literatürdeki bu ve benzeri tanımlamaları derinlemesine analiz ederek ortaya bir tanım koymaktan çok problem çözmek için gerekli bileşenleri belirtmektedir. Bu bileşenler CRESST (center for research on evaluation, standarts and student testing) problem çözme modeli olarak bilinmektedir. O'Neil [43] tarafından sunulan CRESST problem çözme modeli özellikle Baxter ve ark. ve Sugrue ve ark., gibi eğitimcilerin yaptığı betimlemelerin bileşimini kapsamaktadır. Bu model üç ana parçadan oluşmaktadır. Bunlar: (1) içerik kavrama; (2) problem çözme stratejileri; ve (3) kendi kendine düzenleme'dir. Şekil 2.1'de Cresst problem çözme modeli ayrıntılı olarak gösterilmektedir [43]. Jonassen ve Tessmer de problem çözenin tanımından çok bilişsel bileşenlerini belirtmekte ve problem çözenin bu bileşenlerin toplamından daha fazlası olduğunu açıklamaktadır. Problem çözmeye bilişsel bileşenler; alan bilgisi (ön bilgi, kavramlar, kural ve prensipler), yapısal bilgi (bilgi ağı, kavramsal ağ, zihinsel (mental) modeller ve anlam haritası [semantic mapping]), yan (ampliative) beceriler (argümanları uygulama ve yapılandırma, çıkarsamada bulunma ve kıyaslama yapmak), üstbiliş beceriler (hedef belirleme, bilişsel kaynakları belirleme, ön bilgileri değerlendirme, süreci değerlendirme ve hata kontrolü), motivasyon/tutumsal bileşenler (çaba gösterme, işin üzerinde uğraşma, bilinçli olarak işe dahil olma) şeklinde sıralanabilir [39]. Jonassen ve Grabowski alandan bağımsızlık, bilişsel karmaşıklık, bilişsel esneklik ve kategori genişliği gibi bilişsel kontrollerin problem çözümünü etkilediğini belirtmektedirler. Bu nitelikler, problem çözümü için daha fazla alternatif sunmakta ve analitik olarak probleme nasıl bakılması gerektiğini belirtmektedirler [39]. Epistemolojik inanışlar da problem çözümlerinde etkin bilişsel parçalardan biridir. Problem çözücü, problemleri ve çözümleri değerlendirirken çoklu perspektiflerin ve fikirlerin gerçekliğini göz önüne almak zorundadır. Bunu başarabilmesi, bilginin ve onun nasıl geliştiği üzerine olan inanışlarına bağlıdır. Problem çözücünün problem çözenin doğası üzerine epistemic (bilgibilimsel) inanışları, yani problem çözmeye doğru kabul ettiği savlar problemlere yaklaşma tarzını etkiler [39].

Problem çözüme unsurları dikkate alındığında alan bilgisinin (kavram ve prensipler) diğer unsurlara göre ön plana çıktığı görülmektedir. William ve ark.' na [44] göre kavram temelli problem çözüme sayesinde anlamdan ve en önemlisi bilimden uzaklaşan bir eğitim anlayışının yerleşmesinin önleneceği açıklanmaktadır. Bilimi öğrenmenin merdivene tırmanmaya benzediğini ve tırmanmak için her iki bacağın da çalışması gerektiği belirtilmektedir. Kavramsal analizin ve problem çözümenin de böyle beraber çalıştığı, problem çözümenin fen öğretiminde daha yüksek düşünme becerilerine sahip olunması için gerekli olduğu açıklanmaktadır. Bunun sağlanabilmesi için sınıf ortamında kavramsal analiz gerektiren problemlerin seçilmesi gerektiği, öğrencilere problemin çözümünü açıklamaları için fırsatların sağlanması, ayrıca öğrencilerin aynı problemi farklı yaklaşımlar kullanarak çözümlerine yardımcı olunması gerektiği tavsiye edilmektedir [44].

Bu bağlamda problem çözüme ile öğrenme teorileri arasındaki ilişkiyi ortaya koyan Hope [45] bunu aşağıdaki gibi ifade etmektedir.

- Problem çözüme, öğrenmenin merkezidir.
- Öğrenme, problem çözümenin bir sonucudur.
- İnsanların nasıl öğrendiği üzerine olan inanışlarımız, insanların nasıl problem çözdüğü üzerine olan inanışlarımızı güçlü bir şekilde etkiler.
- Öğrenme teorisi, problem çözüme teorisine temel teşkil eder.

Problem çözümenin süreç boyutu önemli bir durum olarak yapılan çalışmalarda ele alınmaktadır. Bu süreçte birey bilişsel ve duyuşsal yapısında dış etkenlerin olaya dahil olmasıyla yeni bir duruma ulaşır. Birey problem çözümünde yalnızca problemin sonucunun değil, buna ek olarak problem çözüme olduğunun farkında olmalıdır. Bilişsel yapıda ortaya çıkan yeni düzenlemeler ile her problemin çözümü, öğrencinin zihninde problem çözüme bilgisi üzerine yeni yapılanmalar sağlayacaktır. Yukarıda belirtildiği gibi problem çözüme önemli unsurlardan biri üstbiliş (metacognition) terimidir. Günümüzde matematik ve fizik alanında problem çözüme becerilerinin kazanımı için yapılan çalışmalarda üstbiliş beceri ve stratejilere ağırlık verilmektedir. Bir sonraki bölümde üstbiliş üzerine literatürdeki çalışmalar açıklanmaktadır.

2.2 Üstbilis (Metacognition)

Flawell tarafından üstbilis teriminin 1970'lerde ortaya atilmasından sonra üstbilis kavramı dikkat çeken bir durum haline geldi [46]. Weinert üstbilis terimini; düşünceler üzerine düşünceler, bilgi üzerine bilgi ve hareketler üzerine fikirler olarak tanımlamıştır [aktaran 46]. Üstbilis, öğrenilenlerin uygulanışını, akılda tutulmasını, idrak ve kazanımı etkilediği gibi öğrenme etkinliğini, kritik düşünmeyi ve problem çözmeyi de etkiler. Üstbilis; bilinç, düşünme, öğrenme süreçleri ve ürünler üzerinde kontrol ve kendi kendine düzenlemeyi sağlar. Literatürde, üstbilis için üstbilis bilgi ve üstbilis beceriler şeklinde iki boyutun olduğu belirtilmektedir [46]. Üstbilisin ilk boyutu üstbilis bilgi üç ana parçadan meydana gelmektedir. Bunlar; bildirimsel (declarative), işlemsel (procedural) ve durumsal (conditional) bilgidir. Bildirimsel bilgi pozisyonel bilgidir ve neyi bilmek sorusunun karşılığıdır. İşlemsel bilgi ise bir takım işlemlerin nasıl yapılacağını bilmek ve bir işi yaparken nasıl çalışılacağı, nasıl strateji kullanılacağı ile ilgilidir. Durumsal bilgi ise niçin bilmek sorusunun karşılığıdır. Öğrencinin bir strateji kullanmanın ve kazanmanın mantığını ve değerini anlamasını içerir. Ayrıca durumsal bilgi bir çözüm stratejisinin uygun olup olmadığına ve onun ne kadar işe yarayıp yaramadığını bilmek için de gereklidir [47, 48]. Bu bağlamda Norman üstbilis bilginin olaylara dayansın ya da dayanmasın inanışları da içerdiğini belirtmektedir. Norman inanışları öznel bilginin bir tipi olarak görmekte ve insanın inanışlarının, bilişsel davranışlarını önemli biçimde etkilediğini ileri sürmektedir [49]. Ayrıca Flavell'e [50] göre üstbilis bilgi; kişi, iş ve strateji faktörlerinin etkisine dayanıp dayanmadığına göre kategorize edilir. Kişi kategorisi, kişinin bilişsel varlıklar olarak kendisi ve diğerleri hakkında neye inandığı bilgisini içerir. İş kategorisi, üstbilis işlemler boyunca bireydeki mevcut bilgi ile ilgilidir. Bu bilgi bazen tanıdık veya tanımadık, iyi veya zayıf organize olmuş olabilir. Bu kategorideki üstbilis bilgi, işi başarabilmek için bilişsel işlemlerin nasıl başarılı olduğunu, hangi varyasyonların ortaya koyulması gerektiğini içerir. Strateji kategorisinde ise genel ve özel stratejiler bilgisi vardır. Ne tür bilişsel faaliyetlerde, probleme ait hedef ve alt hedefleri başarmak için hangi stratejilerin etkili olabileceği bilgisini içerir [50].

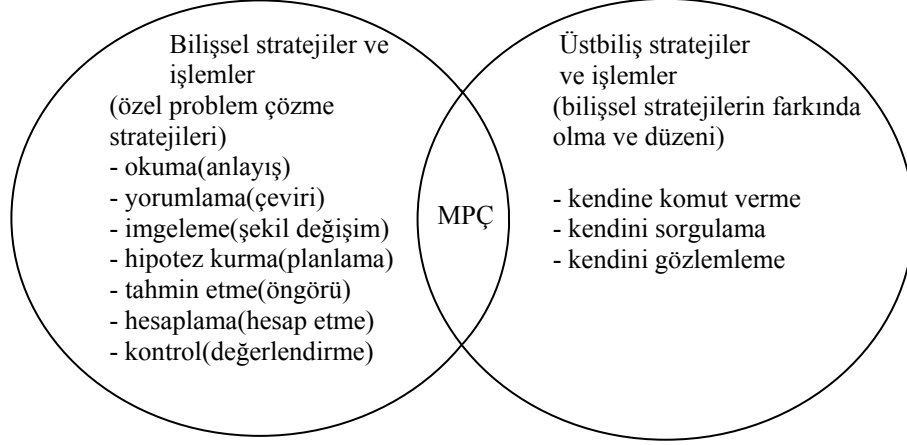
Üstbiliş için ikinci boyut ise, üstbiliş becerilerdir. Baker ve Brown bu becerilerin; planlama, gözleme, test etme, denetleyip düzenleme, özel stratejileri seçme ve değerlendirme ile ilgili olduğunu belirtmektedir [47, 48]. Bu beceriler problem çözme üzerine ortaya konan modeller ile uyumlu olup problem çözme süreçlerinde önemli bir yere sahiptir [49]. Tobias ve Everson [aktaran 51] da problem çözüme temel bileşenin üstbiliş olduğunu belirtip üstbiliş becerilerin, problem çözme üzerinde kontrol ve yaptıklarının farkında olmayı sağlamakla birlikte problem çözümenin her evresinde bilişsel davranışlar ile bilişsel olmayan faktörleri birbirine bağladığını açıklamaktadırlar. Ayrıca üstbiliş bilgi ve beceriler, bireyin yaptıklarının farkında olmasını sağladığı gibi, zayıf ve güçlü yönlerini de ortaya çıkarmaktadır. Artzt ve Armour- Thomas [52], öğrencilerin yaptıklarını gözleme (monitoring) ve denetleyip düzenleme (regulating) üstbiliş becerilerini aynı kategoride tanımlamaktadır. Louca [53] tarafından belirtildiğine göre Kluwe, bu iki üstbiliş beceriyi yönetici süreçler (executive processes) olarak bir kategoride toplamaktadır. Ayrıca öğrencilerin problem çözümlerinde kendilerine sorular sorması da kendini gözleme üstbiliş becerisi çerçevesinde ele alınmaktadır [54]. Barak ve Mesika [55], öğrencilerin yaptığı işlemleri gözlemleyerek denetlemek üstbiliş becerisini kazandıklarında bu becerinin problem çözümünde kullanılacak çözüm yönteminin yararlı olup olmadığının anlaşılmasına yardımcı olacağını belirtmektedirler. Acemi problem çözümler problem metin bölümünü okuduklarında verilen bilgiyi analiz etmeyip, okuduklarının ne anlama geldiğini gözlemlememektedirler [56]. Buna rağmen uzman problem çözümler problem çözme stratejilerini ve yaptıkları işlemleri dikkatli bir biçimde gözlemleyerek denetlerler [57]. Öğrenme ortamında güçlü ve zayıf yönlerini bireyin bilmesi bilişsel performansın yeterli bir düzeye gelmesini sağladığı gibi [58], öğrenme ortamında uygulayacakları stratejileri ve onların ne kadar etkili olduklarını belirlemelerini de sağlar [59, 60]. Böylece öğrenci neyi, ne kadar iyi yaptığının farkında olur [61].

Schraw [61] ise üstbiliş beceriler kategorisinde üç temel beceriden söz etmektedir. Bunlar; planlama, gözleme ve değerlendirmedir. Bunlar en yüksek düzeydeki üstbiliş becerileri ifade eder [62]. Planlama; uygun stratejilerin ve çözüm performansını etkileyen işlemlerin seçimini içermektedir. Planlama becerisi ayrıca problemin değerlendirilmesi ile de yakından ilgilidir [61]. Üstbiliş beceriler

içerisinde planlama ile beraber gözlem yapma iki önemli unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca bilgi işlem sürecine baktığımızda planlama ve gözlem yapma becerileri kısa süreli bellekte bulunan becerilerdir. Bilişsel işlemlerle ilgili olan kısa süreli belleğin kapasitesi arttırılırsa bilginin daha karmaşık bir yapıda işlenmesiyle daha derin bilişsel stratejilerin kullanımı mümkün olacaktır [63]. Bu bağlamda planlama ve gözleme becerilerinin gelişmesi kısa süreli belleğin ve karmaşık problemlerin çözümü için gerekli olan daha karmaşık stratejilerin kullanımına izin verecektir. Özellikle planlama becerisi Kleitman ve Stankov [58] tarafından problem çözüme betimlemeden sonra yapılan bir etkinlik olarak değerlendirilirken, Veenman ve Beishuizen [64] ise planlamanın tüm problem çözme çalışması boyunca devam ettiğini belirtmektedirler.

Literatürde üstbilis ile bilişsel stratejiler farklı biçimde gruplandırılmaktadır (bak. Şekil 2.2). Üstbilis stratejiler; öğrenme sürecini düşünme, öğrenmeyi planlama, ürünün veya anlayışın gerçekleştiği sırada onu gözleme ve aktiviteler yapıldıktan sonra öğrenmenin kendi kendine değerlendirilmesini içerir. Bilişsel stratejiler ise daha çok doğrudan bireysel öğrenme çalışmaları ile ilgilidir ve öğrenme materyallerinin doğrudan dönüşümünü ya da manipulasyonunu gerektirir. Pressley, Snyder ve Cariglia-Bull, üstbilis için öğrencilerin ne öğrendiklerinin farkında olmalarına bilinçli olarak yardım ettiğini ve çözümde yararlı olabilecek durumların farkında olmalarına yardım edeceğini ileri sürerek bilişsel becerilerin düzenlenmesine yardımcı olduğunu ileri sürmüştür [aktaran 47, 48, 51].

Problem çözme üzerine yapılan çalışmalarda matematik problemlerinin çözümleri bir başlangıç noktası oluşturduğu gibi üstbilisin de bu alanda yapılan çalışmalar ile ön plana çıktığı görülmektedir. Montague matematiksel problemlerin çözümlerinde bilis ve üstbilis stratejileri beraber ele almıştır. Şekil 2.2’de matematiksel problem çözüme kullanılan bilis ve üstbilis modelin unsurları gösterilmektedir [65]. Montague geliştirdiği problem çözme modelinde belirttiği yedi bilişsel sürecin her aşamasında öğrencinin yapması gereken işlemler belirtilmektedir. Her bilişsel süreçte öğrencinin sırayla yapması gereken işlemler; komut, sorgu ve kontrol alt süreçler ile tanımlanmıştır [65].



Şekil 2.2 Matematiksel problem çözme'nin (MPÇ) biliş-üstbiliş modeli

Şekil 2.2'de belirtilen yorumlama; problemi kendi ifadeleri ile belirtme, imgeleme; problemi birtakım gösterimlerle kağıt üzerine veya mental şemalar olarak açıklama, hipotez kurma ise problemi çözmek için problemdeki hedefleri belirleme ve çözüm için planları ortaya koyma basamaklarını içerir [65]. Bu stratejiler özellikle çözüm planlarının gelişimini, problemdeki bilginin kavranmasını ve birbiri ile bütünleşmesini sağlamakla birlikte hafızada problemin doğru betimlenmesine yardım etmektedir. Bu stratejiler başarılı bir problem çözümü için ayırt edici bir özelliğe sahiptirler. Diğer stratejiler (okuma, tahmin etme, hesaplama ve kontrol) tüm problem çözümlerinin sahip olduğu ancak problem çözme sürecinde yeterince yerine getirilemeyen stratejilerdendir. Üstbiliş işlemler ise bilişsel bilginin farkında olunmasına odaklanır. Bu işlemler problem çözme boyunca bilişsel işlem ve stratejileri yönlendirir ve düzenler. Başarılı problem çözümler bilerek ya da bilmeyerek; stratejik bilgiyi kullanmak, stratejilerin yönetimi ve düzenlenmesi için kendine komut verme, kendini sorgulama ve kendini gözlemleme işlemlerini gerçekleştirirler. Kendine komut verme uygulamadan önce problem çözme stratejilerinin belirlenmesini ve yönetimini sağlar. Kendini sorgulama bilişsel stratejilerin yönetimini ve problemdeki bilgileri sistematik olarak analiz etmek için iç diyaloglar geliştirmesini sağlar. Kendini gözlemleme, öğrencilerin genel performanslarını gözlemlemesini cesaretlendirir ve özel stratejilerin uygun kullanımını geliştirir [65].

Garofalo ve Lester [49] ise problem çözme için bir biliş-üstbiliş çerçeve sunmaktadırlar. Bu çerçevenin Polya, Schoenfeld, Sternberg ve bir derece Luria tarafından yapılan çalışmaların bir karışımı olduğunu belirtmektedirler. Bu çerçevede dört ana kategoride, her bir kategori ile ilişkili olan ayrı üstbiliş beceriler belirtilmiştir [49]. Bu dört kategori aşağıdaki sunulmuştur.

YÖNELME: problemi anlamak ve değerlendirmek için stratejik davranış

- A. anlama stratejileri
- B. durumların ve bilginin analizi
- C. problemdeki benzerliğin değerlendirilmesi
- D. ilk ve sonraki betimlemeler
- E. zorluk derecesinin ve başarı şansının değerlendirilmesi

ORGANİZASYON: davranışın ve işlemlerin seçiminin planlanması

- A. hedef ve alt hedefleri belirleme
- B. genel planlama
- C. yerel planlama (genel planları yerine getirmek için)

UYGULAMA: planları gerçekleştirmek için davranışın düzenlenmesi

- A. yerel işlemlerin yerine getirilmesi
- B. genel planların ve yerel işlemlerin gözlenmesi
- C. kararların değiştirilmesi (hız, doğruluk gibi)

DOĞRULAMA

- A. yönelme ve organizasyonun değerlendirilmesi
 - 1. betimlemenin yeterliliği
 - 2. organizasyonel kararların yeterliliği
 - 3. yerel planlarla genel planların tutarlılığı
 - 4. hedeflerle genel planların tutarlılığı
- B. uygulamanın değerlendirilmesi
 - 1. işlemlerin uygulanmasının yeterliliği
 - 2. planlarla işlemlerin tutarlılığı
 - 3. problem durumları ve planlarla yerel sonuçların tutarlılığı
 - 4. problem durumlarıyla nihai sonuçların tutarlılığı.

Lucangeli ve ark. [66] matematik problemlerinin çözümünde uygulanması amacıyla literatürden yararlanarak belirlediği beceriler doğrultusunda ortaya bir yöntem koymuştur. Bu yöntemde yer alan basamaklar; metnin anlaşılması, problem betimleme, problemi kategorize etme, çözümü tahmin, çözümü planlama, problemi çözme, işlemlerin ve hesaplamaların değerlendirilmesi şeklindedir. Bilişsel ve üstbilgi becerilerin beraber kullanılabilmesi geçerli bir yöntem ortaya koymaya çalışan Lucangeli ve ark. [66], çözümü tahmin ve hesaplamaların değerlendirilmesi basamaklarının dışında diğer basamakların birbiriyle başarıyı açıklama açısından yüksek ilişkiye sahip olduklarını belirtmektedir.

Üstbilgi yalnızca problem çözüme değil tüm öğrenme faaliyetlerinde etkin rol almaktadır. Öğrenme etkinliklerinde ne, neden ve nasıl sorularına cevap veren üstbilgi bilgi; bireyin var olan bilişsel yapısını ortaya koyarken, üstbilgi beceriler ise bu bilgi yapısının düzenlenmesini ve gelişimini kontrol eder ve düzenler. Birey herhangi bir öğretim etkinliğinde bulunduğu sırada üstbilgi beceriler, etkinlikle ilgili olan tüm bilgi ve becerilerin neler olduğunu ve nasıl kullanılması gerektiğini belirler. Bunlar arasındaki etkileşimi üstbilgi beceriler sağlar. En önemlisi de öğretim sonrasında bu bilgi ve beceriler arasında yeni ve eskisinden daha karmaşık ilişkiler ağının ortaya çıkmasıdır. İlerideki öğretim faaliyetlerinde kullanılacak bilgi ve becerilerin birbiri ile daha karmaşık yapıya ulaşmasıyla bilişin ulaştığı yeni durum bireyin daha zor durumları analiz ederek bunlara farklı çözüm yaklaşımları getirmesini sağlayacaktır. Özellikle problem çözme etkinliklerinde bu bilgi ve becerilerin tümünün birbiriyle etkileşim içerisinde olması gerekmektedir. Bunu sağlayacak olan üstbilgi beceriler, problem çözme yöntemlerinin tasarlanmasında temel etkenlerden biri olarak görülmektedir.

2.3 Problem Tipleri ve Bireylerin Bilişsel Yapısı

Problem tiplerini bilim insanları farklı kategorilerde gruplandırmışlardır. Kahney [aktaran 67] ve Johannes [aktaran 9], problemleri yapılandırılmış ve yapılandırılmamış olarak ayırmışlardır. Yapılandırılmış bir problemde: *i)* problemin tüm parçaları belirtilir, *ii)* bilinen bir çözüm yolu vardır, *iii)* sınırlı sayıda kural ve

prensip kullanılır, *iv*) doğru ve tek cevabı vardır ve *v*) tanımlanabilen çözüm yöntemlerine sahiptir. Yapılandırılmamış problemde ise: *i*) metin içerisinde problemi tanımlamak gerekir, *ii*) probleme ait bir ya da daha fazla öge belirtilmez, *iii*) net olmayan hedefler vardır, *iv*) çözümleri değerlendirmek için çoklu ölçütler mevcuttur, *v*) çoklu çözümlere ya da tam bir çözüme sahip değildir ve *vi*) hangi kavram, kural ve prensiplerin kullanılacağında belirsizlikler vardır.

Problem tipleri yukarıda belirtildiği gibi genel olarak iki grupta toplanır. Ancak problem tiplerini çoğaltmak ve farklı adlarla belirtmek de mümkündür. Taconis [68] problemleri açık ve kapalı problemler olarak ikiye ayırır. Açık problemlerde tek doğru bir yanıt yoktur. Kapalı problemlerde ise tek matematiksel çözüm vardır. Problem tiplerine genel olarak baktığımızda Arlin tarafından yapılan; tanımlanmış veya tanımlanmamış, basit veya karmaşık, uzun terim (long term) veya kısa terim (short term), benzer veya farklı biçimlerindeki problem betimlemelerini ele aldığımızda genel olarak üç tip problem ortaya koymamızı sağlar. Bunlar; yapılandırılmış, yapılandırılmamış ve bulmaca problem tipleridir [39]. Bulmaca tipi problemler bir alana özgü degillerdir. Bulmaca problem tipinde amaç bireyin muhakeme ve düşünme süreçlerini ortaya çıkarmaktır. Bunlar tarafsız içerikli bulmacalardır. Örneğin anagram, Hanoi kulesi, Dokuz nokta, Misyonerler ve Yamyamlar problemleri şeklinde belirtilebilir. Bulmaca problemleri araç amaç analizi gibi mantıksal, algoritmik işlemlerin kullanıldığı tek doğru cevaplı problemlerdir. Bu tip problemler özel alan bilgisi gerektirmez ve problem çözümünün öğretiminde kısıtlı bir faydaya sahiptir [39]. Yukarıda belirtilen her üç tipteki problemlerin çözümü bireylerin sahip olduğu bilişsel yapı ile yakından ilgilidir. Bireylerin bilişsel yapısı, bilişsel teori ile açıklanmaktadır. Bu teoride bireyler dışarıdan bilgiyi aldıklarında zihinlerindeki bilgiyi kullanarak onu belirli işlemlerden geçirerek yorumlarlar, bildikleri ile ilişkilendirerek onu hafızalarında saklarlar. Bireyler problem çözmek gibi bilişsel işlem gerektiren bir durumla karşı karşıya kaldıklarında zihinlerindeki var olan bilişsel yapıyı kullanırlar [68]. Problem çözenin doğasını anlamak için öğrencinin bilişsel yapısına yakından bakmak gerekir. Öğrencinin bilişsel yapısı iki alandan oluşur. Bunlar: i) bilgi tabanı: alan bilgisi ve genel bilgiyi içerir, ii) beceri tabanı: bilişsel aktivitelerin bir repertuarını içerir. McNumara' ya göre [aktaran 68] bunlar farklı yollardan mental olarak

kodlanmışlardır. Buna ikili kod (dual-code) teorisi denir. Diğer taraftan problem çözme, alan bilgisi içerisine geçmiş bilişsel aktiviteler ve stratejiler gerektirir.

Bilişsel teori perspektifi içinde şema teorisi, öğrencinin zihninde var olan bilgiye yeni bilginin nasıl uyum sağladığını ve uygulamada nasıl kabul edildiğini anlamada temel rol oynar. Bu teoride yeni bilgi var olan bilgiye yalnızca eklenmez. Onun yeni bir yapıya dönüşmesine kılavuzluk yapar. Bir şemanın metot ve içerik boyutları vardır. İçerik yönü bilginin nasıl yapılandırılıp hafızada organize edileceğine odaklanır. Süreç boyutu ise bu yapıların nasıl geliştirilip, güncellenip, kullanılacağına odaklanır. Bu aktif bir süreçtir. Bir şemada bilginin farklı tipleri bulunur. Problem çözme şeması da problem çözme aktivitelerini ve bilgi tiplerini içerir. Bu tiplerin hepsi problem çözmeye bir fonksiyona sahiptir. Diğer taraftan problem çözücü yanıtı bulmak için bilişsel aktivitelerin bir birleşimine veya serisine –strateji bilgisine– ihtiyaç duyar. Ayrıca problem çözümünde; verilenleri yorumlama, problemi açıklama, hesaplamaları yapma, planlama ve işlemi yürütme gibi aktiviteler için de alan bilgisine ihtiyaç vardır. Bir problem şemasında bulunan bilgi tipleri alan bilgisinin kategorileridir [44, 68]. Bu bilgi tipleri: *i*) yaklaşım ve metotların stratejik bilgisi; örneğin seri analiz, plan, işlem, değerlendirme, *ii*) problemi tanımlama, organize etme, çözüm için gerekli ifade bilginin seçimi için gerekli durumsal bilgi, *iii*) çözümü yürütme, planlama ve durum hakkında karara varmak için gerekli olan olguların, prensiplerin ve kanunların ifade bilginin ve *iv*) planın yürütülmesinde ifade bilginin uygulanması için işlemsel bilgi şeklindedir. Problem çözmek için gerekli olan bilgi tipleri çözüm sürecini doğrudan etkileyen faktörlerdir. İşlemsel bilgi problem çözümünde doğru yanıtı ulaşmak için yapılan tüm faaliyetleri içerirken, stratejik bilgi çözüme ulaşmak için problem çözme sürecini organize ederek problem çözücünün bir sonraki adımda hangi stratejiyi takip edeceğini gösterir [69]. Bu bağlamda problem çözümlerindeki hatalar daha çok işlemsel ve stratejik bilgi ile ilgilidir. Doğru çözüm stratejileri problem çözücünün zihninde var olan bilgiyi daha etkin biçimde kullanmasını olanaklı kılar [70]. Ayrıca işlemsel ve stratejik bilgi, problem çözümü için gerekli olan durumsal ve kavramsal bilgi tipleriyle de yakından ilişkilidir. Bildirimsel bilgi kavramsal bilgi olarak da nitelendirilmektedir [69]. Heller ve Reif [71] ile Sherin [72], stratejik ve işlemsel bilgi yanında durumsal bilginin de önemli olduğunu belirtmektedir. Durumsal bilgi,

kavramsal ve işlemsel bilginin ne zaman ve niçin kullanılacağı bilgisini içerir. Bu bilgi tipi ile öğrenci hangi bilginin problem için gerekli olduğunu rahatlıkla ayırt ederek, stratejileri daha etkili kullanır [61]. Buradaki bilgi tiplerinden durumsal bilginin özel bir ayrılacağı olduğu literatürdeki açıklamalardan anlaşılmaktadır. Bu bilgi tipi bir anlamda diğer bilgi tipleri arasında işbirliği ve koordinasyonu sağlamaktadır. Ön bilgilerin düzenlenmesinde, zihinsel tanımların yapımında önemli bir yere sahiptir. Problemi başarı ile çözmek için yeterli bir tanım yapabilmek gerekir [17]. Durumsal bilgi; problem çözümü için gerekli olan fizik kuralları, çözüm metotları gibi diğer alanlara girme olanağı verir. Başarılı ve başarısız öğrencilerin durumsal bilgilerindeki farklılıklar (bkz. Tablo 2.1) onların problem çözme becerilerindeki farklılıkları açıklar [17]. Tüm bilişsel değişkenlere ek olarak birçok araştırmacı duyuşsal değişkenlere de önem vermiştir. Bunlar; “tutumlar”, “değerler”, “motivasyon” ve “hisler” şeklindedir [17]. Sutherland [56], öğrencilerin problem çözme performanslarının karmaşık bir yapıda olduğunu ve bu bilgi tiplerinin tümünü içerdiğini belirtmektedir.

Tablo 2.1 Durumsal bilginin başarılı ve başarısız bireylerdeki karakteristikleri

Durumsal bilginin karakteristikleri	
Başarısız birey	Başarılı birey
İçerik yönünden	
garip mantık/somut	soyut varlıklar
değişen zaman temelli	sabit temelli
topolojik ve fonksiyonel	geometrik ilişkiler
soru	verilenler
sayısal(nicel)	nitel özellikler
Yapı yönünden	
parça parça	tutarlı
ağaç yapılı, tek çıkarsama kaynaklı	grafik yapılı, fazla çıkarsama kaynaklı
dağınık durum ve çözümler	entegre çözüm bilgisi
dağınık	lokalize nitelikler
tek tanım	çoklu birden fazla tanım

Öğrencinin bilişsel yapısı, bilgi tabanı yanında bir de beceri tabanından oluşmaktadır. Beceri tabanında ise bilişsel beceriler kavramı kullanılmaktadır. Bu,

aktivite serilerini ya da belirli bilişsel aktiviteleri belirtir. Bazı beceriler analiz, planlama ve hesaplama yapma gibi geneldir. Diğer genel beceriler orantılı düşünme, olasılıklı düşünme gibi düşünme becerilerini kapsar [73].

2.4 Problem Çözme Modellerinin Çerçevesi

Problem çözme modelleri, yapılandırılmış ve yapılandırılmamış problemlerin çözümleri şeklinde iki grupta toplanabilir. Aşağıda ilk olarak yapılandırılmış problemlerin çözümlerinde izlenen yöntem, daha sonra da yapılandırılmamış problemler için takip edilen çözüm yöntemi hakkında bilgi verilmektedir.

Boyle kanunu'nu uygulama, 80 dB şiddetindeki sesi sağlayacak gücü bulma, verilen zaman ve yoldan hızı bulma gibi yapılandırılmış problemleri çözmek için geliştirilen modellerde genelde üç aşama bulunur [9]. Bunlar: *i)* problemi betimleme, *ii)* çözüm için planlama ve *iii)* çözüm basamağından oluşur.

Problemi betimleme becerisi problem çözme sürecinde ilk basamak olarak nitelendirilmektedir [74]. Problemi betimleme, çözümün yönünü belirlemede önemli rol oynayan becerilerden biri olarak görülüp [75], çözüm için planlamada bir araç olarak işe yaramaktadır. Problemi betimleyebilen biri sonuca ulaşmak için gerekli işlemleri daha kolay yerine getirebilir [76]. Problemi betimleme, problemin varolan bilgiyle ilişkilendirilmesini sağlar. Buna şema kazanımı denilmektedir. Problem için tam bir şema kurulduğunda, problem durumu varolan problem şeması üzerine kolayca yerleştirilebilir. Varolan problem şemaları daha önceki problemlerin çözümlerindeki tecrübelerden oluşur [39]. Ayrıca problemi yalnızca tek bir yoldan değil, alternatif betimlemeler kullanarak analiz etmek problem çözümünde temel bir faktör olarak görülmektedir. Bu konuda Dufresne ve ark. [77] tarafından problemi çözenin yollarından birisinin de çoklu problem betimlemelerinin öğrenciler tarafından ortaya koyulması olduğu belirtilmektedir.

Problemi betimleme aşamasında yerine getirilmesi gereken birçok beceri bulunmaktadır. Bu becerilerden biri olan şekil ve grafik çizme problemin

betimlenmesinde dikkate alınması gereken önemli süreçlerden biridir [78]. Larkin ve Simon [79] şekil ve grafiklerin problem çözümünde kullanılacak bilginin organize edilmesine yardımcı olabileceğini belirtmektedir. Dhillon [16] ise birçok problem çözme yönteminin şekil ve grafik çizmenin gerekliliğini savunduğunu ve bunun problemde verilenler arasında uyumu sağlayarak çözümü kolaylaştırdığını belirtmektedir. Şekil ve grafik çizmek, problemdeki bilginin organizasyonunu sağlamakla birlikte bu bilgiler arasındaki ilişkilerin de anlaşılmasını sağlamaktadır. Bu durum öğrencilerin çözüm planı geliştirmelerine yardımcı olmaktadır [66].

Problemi betimleme aşamasında verilenlerin ve istenenlerin belirtilmesi de önemli süreçlerdendir. Problem çözücü problem ile karşılaştığında verilenleri, hedef ve problemin yapısını ortaya koyarak problemi betimleme sürecine devam eder [9]. Bu süreçte ilk olarak hedefin belirtilmesi [71], daha sonra ise problemde bu hedefe ulaşmakta kullanılacak bilginin (verilenler) ortaya koyulması gerekir. Bilgi işlem yaklaşımı çerçevesinde problem çözümedeki temel süreçlerden biri de problemde verilenlerden hedefe bir çözüm prosedürü için strateji belirlemektir [80]. Bu bağlamda verilenlerin açıkça ve tam olarak belirtilmesi çözümün başlangıç noktasını oluşturmaktadır. Ayrıca problemlerin sınıflandırılması yapılırken hedefin tam olarak belli olup olmaması da önemlidir [81]. Problemde hedefin tam olarak ortaya çıkarılması çözüm yöntemini de yakından ilgilendirmektedir [82]. Jones [83] problemde hedefi, verilenleri ve çözüm için gerekli bilgiyi tanımlamayı problem çözme stratejisi olarak belirtmektedir. Özellikle hedefin belirlenmediği bir durumda doğru bir çözüm yöntemi geliştirmek ve sonuca ulaşmak mümkün olmayacaktır [83].

Problemi betimleme aşamasında bir diğer beceri de problemin ilgili olduğu kavram ve prensipleri belirtmektir. Problemdeki kavramsal analiz, çözümde yapılması ve uzak durulması gereken işlemlerin neler olduğunun belirlenmesinde önemli rol oynar. Problem çözümünde yapılacak işlemlerin neler olduğu kavramların neler olduğunun belirlenmesine bağlıdır. Problemin betimlenmesi aşamasında yalnızca sayısal verilerin ortaya koyulması ile nicel bir betimleme yapılmış olur. Ancak kavram ve prensiplerin de kullanılarak yapılacak nitel bir betimleme, problemlerin çözümü için gereklidir [84]. Öğrenciler problemin çözümünden önce problemin betimlenmesinde ne kadar çok kavramları kullanırlarsa,

problem çözüme yeterlilikleri de o derece gelişir. Problem çözümünde öğrencilerin bilgilerini organize etmesi için kavramları kullanmaları onların uzman problem çözümleri gibi problem çözümlerini sağlayacaktır [85]. Problemin betimlenmesinde uzman problem çözümleri ilk olarak problemde geçen bir takım anahtar sözcüklere odaklanır. Daha sonra bu ilk betimlemeyi prensip ve kanunlarla ilişkilendirir. Böylece problemi çözmek için nitel bir prosedür geliştirmiş olur. Acemi problem çözümleri ise problemdeki ilk betimlemenin yüzeysel tarafı ile ilgilirlir ve bu da onların çözüm için doğru prensipleri seçmelerine yardımcı olmaz [1]. Freitas ve ark. [aktaran 86] bu tip çözüm yöntemlerinin nicel tipteki problemler için kullanıldığını ve bu çözüm yönteminin bilimsel anlamdan yoksun olduğunu belirtmektedirler. Problemden geçen kavram ve prensipler yanında formüllerin de belirtilmesi gerekir. Formüllerin kullanımı daha çok problem tarzı ile yakından ilgilidir. Yine de problem çözümünde formüller de gereklidir. Formüller, problemi betimleme aşamasında prensipler, kanunlar ve kavramların belirtilmesinden sonra kullanılır [85]. Denklemlerin yalnızca matematiksel işlem ve sembollerden ibaret olmadıkları öğrencilerin dikkatine sunulduğunda daha anlamlı biçimde denklem kullanımı sağlanacaktır [85].

Problemi betimleme aşamasından sonra ikinci olarak, çözüm için bir planın geliştirilmesi gelmektedir. Ayrıca planlama, bir problemin çözümünde önemli bir üstbiliş beceridir [54]. Eğer problemde verilenler ve bilinmeyen arasında iyi bir ilişki kurulabilirse doğru ve tam bir betimleme yapılmış olur. Bu da çözüm planını doğrudan etkiler. Öğrencilerin bir çözüm planı geliştirmeleri onların sahip oldukları bilgi tipleriyle de ilişkilidir. Özellikle stratejik bilgiye sahip olmayan öğrencilerin problemler için çözüm planı geliştiremeyecekleri belirtilmektedir [19, 75]. Ancak planlama aşaması problem çözümlerinde kolaylıkla yerine getirilebilen bir beceri değildir. Buna en büyük etken öğretmenlerin sınıf ortamında problemi betimleme aşamasını çabuk geçerek hemen problemi çözüme ve bir sonuç bulma aşamasına gelmeleridir. Çözümü planlama aşaması öğretmen için çabuk bir biçimde zihinden yapılabilir, ama öğrenciler için bu o kadar da kolay değildir [87]. Bu durumda çözümü planlama öğrencide tam olarak gelişmez. Öğrenciler problem çözümlerinde planlama aşamasından kaçınarak doğrudan hesaplama yaparak bir sonuç bulmaya yönelirler ve problem çözüme onlar için, hızlı biçimde soruyu okumak, problemi

anlamaya pek zaman ayırmadan, hemen yanıtı bulmak şeklindedir. Problemi anlamaya çalışmayan öğrenci diğer problem çözme süreçlerini de önemsememektedir [87].

Problem çözme modellerindeki üçüncü ve son aşama planın uygulandığı çözüm basamağıdır. Problem çözümler eğer problemi doğru olarak betimleyip, çözüm için bir plan geliştirebilirlerse gerekli işlemleri yaparak çözüme daha kolay ulaşabilirler [9]. Uygun bir problem betimleme oluşturamayan acemi problem çözümler çözüm aşamasında alandan bağımsız stratejiler kullanırlar. Uzman çözümler ise bunun aksine alana özgü stratejiler kullanırlar ki bunlar probleme özgüdür [9, 44]. Çözüm için aşağıdaki stratejilerin bir ya da birkaçı problemi çözümlerde kullanılır. Bunlar;

- a) *Benzer problemleri anımsamak*; problem çözümünde Polya'ya göre ilk olarak yapılan benzer problemlerin çözümlerinin uygulanmasıdır. Bu doğal olarak ilk yaptığımız işlemidir.
- b) *Araç amaç analizi*; burada şimdiki durum ile hedef arasındaki çelişki giderilir. Problem çözümler başarılı olacak hedefleri ayırır. Daha sonra sistematik olarak her bir hedefi başarmak için metotlar seçer.
- c) *Ayrıştırma ve basitleştirme*; problemi alt problemlere ayırmak sık tavsiye edilen bir metottur. Problem çözümler, problemi alt problemlere ayırdıktan sonra her bir alt problem için kesin bir çözüm yöntemi bulana kadar analiz yöntemlerini uygular.
- d) *Üretme/test*; çözüm üretme metotlarının en zayıf ve az yapılandırılmış olanıdır. Problem çözümler beyin fırtınasıyla mümkün çözümler üzerinde durur ve bunların problemi çözmek için potansiyellerini değerlendirir. Problem çözme konusunda eğitim almamış kişilerin en çok kullandığı metottur. Çözümler üreten kişilerin genel ve entelektüel becerilerine dayanır. Bu yüzden öğretimin düzenlenmesinde tavsiye edilen bir strateji değildir [39].

Yukarıda belirtilen çözüm stratejileri kullanılarak çözüm denenir. Çözüm akla yatkın ve mantıklı ise iş tamamdır. Yoksa problem uzayına geri dönülüp

yeniden problem betimlenir ve çözüm için bir başka strateji seçilir [9, 44]. Bu aşamada özellikle motivasyon çok önemlidir. Problem çözümler bu aşamada profesyonel yardıma ihtiyaç duyarlar. Başarısızlığa uğramış teşebbüslerin farklı açılardan değerlendirilmesi yeni çözümlerin üretilmesinde kullanılır [39].

Yukarıda verilen problem çözme modeli yapılandırılmış problemler için geliştirilmiştir. Yapılandırılmamış problemler için geliştirilen modellere baktığımızda ilk olarak Sinnot tarafından geliştirilen model göze çarpmaktadır [aktaran 9]. Bu modelde; *i*) problem uzayını yapma, *ii*) çözümler üretme ve seçme, *iii*) kontroller, *iv*) hafızadaki bilgiler, bilişsel olmayan parçalar şeklindedir. Bir diğer modelde ise Jonassen [9] tarafından geliştirilen modeldir. Bu modelde: *i*) içeriksel belirsizlikleri ve problem uzayını birleştirme, *ii*) alternatif fikirleri, perspektifleri ve pozisyonları tanımlama ve aydınlatmak, *iii*) mümkün problem çözümlerini üretme, *iv*) alternatif çözümlerin geçerliliğini değerlendirme, *v*) problem uzayını ve çözüm seçeneklerini gözlemleme, *vi*) çözümü uygulama ve yerine getirme ve *vii*) çözümü uyarlama şeklinde aşamalar yer almaktadır.

Yapılandırılmamış problem durumuyla karşılaşan problem çözümleri önce ortaya çıkarmalıdır. Gerçekten bir problemin olup olmadığının belirlenmesi gerekir. Birçok yapılandırılmamış problem aslında yalancı problemdir. Yani bilinmeyen olduğu görülse bile gerçekte bu saklı bir bilinenidir. Bu tip problemlerin çözümünde en önemli olan, birbiriyle çatışan çoklu betimlemeler arasında uygun bir problem uzayı belirlemektir [39]. Problem çözümleri çoğu durumda geliştirdiği birden fazla problem uzayı arasındaki bilişsel ilişkileri ortaya koymalıdır. Problem için en uygun problem betimlemesi bu yolla yapılır. Problem çözümleri farklı açılardan tanımlayabilmelidir. Bu tip problemler farklı ve alternatif çözümlere sahiptirler [39]. Problemin mümkün hedeflerini analiz ederek çözüm durumlarını belirlemek; çözümleri ve çözüm üretme yöntemlerine odaklanmak anlamına gelir. Üretilen alternatif çözümler problem betimlemelerinin bir fonksiyonudur. Yani çoklu betimlemeler çoklu çözümleri getirir. Problemin kavranması hangi alternatifin seçileceğinin belirlenmesinde temel etkidir. Bu süreç alternatif çözümlerin geçerliliği için epistemik bilgi gerektirir [39]. Yapılandırılmamış problemlerin tek ve en iyi çözümü olmadığı için bireyin tanımı, seçilmiş bir çözüm ve ret edilen alternatif

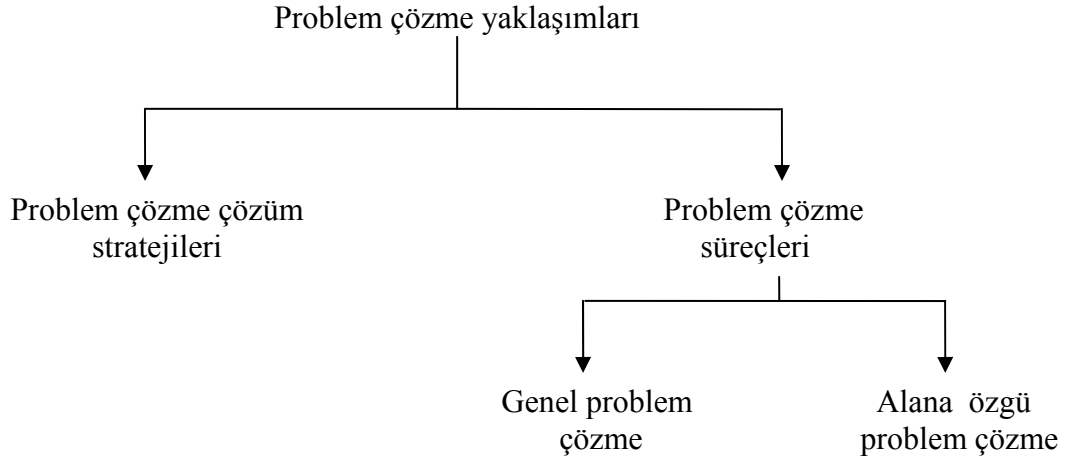
çözümler için bir delil niteliğinde görülebilir. Sonuçta farklı alternatif görüşler farklı çözüm yollarını ortaya çıkarır. Problem çözücünün kendi savlarını ortaya koyarak niçin o çözümü seçtiğini, buna nasıl karar verdiğini kanıtlar toplayarak ifade etmesi gerekir. Ret ettiği alternatif fikirleri de nedenleriyle açıklamalıdır [39]. Çözücü hafızasından duruma uygun kritik bilgileri seçer. Çözücü son olarak seçtiği çözüm yolu için haklı gerekçeler göstermek zorundadır. Çünkü bu tip problemlerde farklı ve alternatif çözümler mümkündür [9]. Özellikle yapılandırılmamış problemlerde problem çözücü, kendi bilişsel kabiliyeti üzerinde daha yoğun bir kontrol ve düzenleme gösterir. Planlama ve bu planı yürütme tüm problem çözme çeşitlerinde gereklidir. Planlama gerekli yönetsel bir strateji ve üstbilişin delilidir [39].

Yapılandırılmamış problemler doğru “correct” bir çözüme sahip olmadıkları için herhangi bir çözümün etkililiği, sadece onun nasıl performans gösterdiği ile belirlenebilir. Çözümün uygulanmasını takiben problem çözücü problemdeki unsurların performansının nasıl olduğunu gözlemlemelidir [39]. Eğer çözümü sınamak mümkünse o zaman problem çözme süreci, alınan dönütlere göre seçilen çözümü gözlemleyen ve adapte eden tekrarlanabilir bir süreç olacaktır. Yalnızca çok az problem tek denemede çözülebilir. Problem çözücü bir çözüm önerir ve dönütlere göre çözümü değerlendirir ve adapte eder [39].

2.5 Problem Çözme Üzerine Araştırmalar

Eğitim alanında problem çözme çalışmaları farklı amaçlar doğrultusunda her zaman uygulanan bir yöntemdir. Bu çalışmalar farklı şekillerde gruplandırılabilir. Problem çözme yaklaşımları (bak. Şekil 2.3), problem çözme çözüm stratejileri ve problem çözme süreçleri olarak iki temel yaklaşım çerçevesinde incelenebilir.

Problem çözme çözüm stratejileri özellikle öğretmenlerin tahta başında kullandıkları stratejilerdir. Bu stratejiler problemlerin işlem basamaklarında kullanılır. Problem çözme süreçleri psikoloji alanında yapılan çalışmaların etkisinde ilerlemiştir. Bilişsel psikolojide etkin olan bilgi işlem teorisi çerçevesinde birçok problem çözme yöntemi geliştirilmiştir [39]



Şekil 2.3 Problem çözüme yaklaşımları

Son yıllarda genel problem çözüme alanından, alana özgü problem çözüme doğru bir hareket vardır [88]. Bundan sonraki bölümde ilk olarak problem çözüme yaklaşımlarından çözüm stratejileri ele alınmıştır. Daha sonra ise genel ve alana özgü problem çözüme süreçlerinden bahsedilmiştir.

2.5.1 Problem Çözmede Çözüm Stratejileri

Problem çözümlerinde kullanılan stratejiler daha çok matematik alanında yapılan çalışmalarda çoğunlukla kullanılmaktadır. Bu stratejileri Arslan [89] onbir başlık altında değerlendirmiştir. Bunlar; *i)* tahmin ve kontrol stratejisi, *ii)* şekil çizme, *iii)* bağıntı arama, *iv)* tablo yapma, *v)* sistematik liste yapma, *vi)* geriye doğru çalışma, *vii)* problemi basitleştirme, *viii)* denklem kurma, *ix)* canlandırma, *x)* mantık yürütme ve *xi)* eleme stratejileridir.

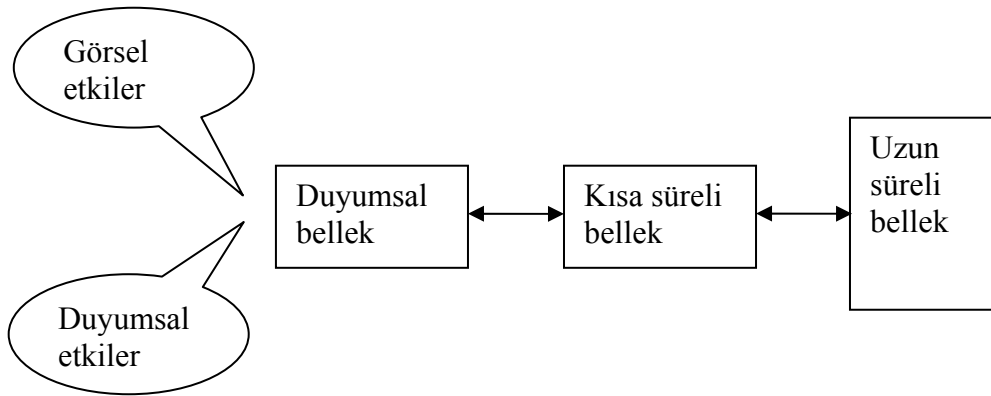
Reys ve ark.'na [aktaran 89] göre öğrenciler bu stratejileri öğrenebilip kullanmaktadırlar. Tüm problem çözümleri için bir strateji uygun değildir. Problem çözümünün değişik basamaklarında yukarıda belirtilen problem çözüme çözüm stratejilerinden bir ya da birkaçı kullanılmaktadır.

2.5.2 Problem Çözme Süreçleri

Problem çözme süreçlerinin bilgi işlem modeli çerçevesinde şekillenmiş ve gelişmiş olduğu yukarıda belirtilmişti. Genel ve alana özgü problem çözme yaklaşımlarından önce, bunlara temel teşkil eden bilgi işlem modeli üzerinde durulacaktır.

2.5.2.1 Bilgi İşlem Modeli

Psikolojide, insanların problem çözerken zihinlerinde hangi süreçlerin yaşandığı önemli bir konu olmuştur. İnsanlar dışarıdan aldıkları verileri bilgi ve beceri tabanlarında mental olarak kodlamaktadırlar. Bizler mental modeller kurarız. Bu modeller fiziksel ve sosyal dünyamızın belirgin taraflarını sunar. Düşünürken, plan yaparken, dünyadaki olayları açıklamaya çalışırken kurduğumuz bu modellerin öğelerini kullanırız. Mental modeller insanın zihnindedir ve doğrudan keşfedilemez. Bunlar kavramsal modeller üzerinden insanların sözle, sembolik ve görsel olarak diğer insanlarla iletişim kurması yoluyla dolaylı olarak keşfedilebilir [90]. Kabul edilen bilgi işlem modeli olan modal model aşağıdaki Şekil 2.4'te sunulmaktadır.



Şekil 2.4 Modal Model

Bu bilgi işlem modelinde bellek üç ana moda ayrılır. Bunlar; duyumsal bellek, kısa süreli bellek ve uzun süreli bellektir. Her bir modun kendi karakteristikleri vardır. Duyumsal bellek çevremizdeki duyumsal ve görsel etkileri çok çabuk algılar ve gelen etkilerin ilk kavramsal işleminin yapıldığı yerdir. Bilgi kısa süreli belleğe geçer ve burada anlam ortaya çıkar. Duyumsal bellekte ve kısa süreli bellekte hem kapasite hem de bilginin durma süresi kısadır. Kısa süreli bellek uzun süreli belleğe bilgiyi gönderip gerekli olanları da geri çağırılmaktadır. Bu bellekler birbirleriyle iki yönlü etkileşim içerisindedir. Bilgi, kısa süreli bellekte kodlanır (encode) ve uzun süreli belleğe gider. Ayrıca işlem için bilgi kısa süreli belleğe geri çağırılır. Kısa süreli bellek, bilincimizi sağlamlaştırmakla beraber mantıksal ve yaratıcı düşünmemizi, problemleri çözmemizi ve anlamlı olmayı sağlayan bir araçtır [91]. Kısa süreli bellek iki depodan oluşur: ses ve görsel durumlar [92]. Problem çözerken kısa süreli belleğin kapasitesi aşıldığında uzun süreli belleğe çözüm için gerekli olan bilgi için sorgulama yapılır. Böylece uzun süreli bellekte saklanan bilgi aktif biçime getirilmiş olur. Ayrıca bellekler arasındaki etkileşim sürecinde, uzun süreli bellekte depo edilen bilgi algılarımızı da etkiler. Böylece birey aldığı uyarıları anlamlı hale getirmeye çalışır [91].

2.5.2.2 Problem Çözmede Bilgi İşlem Yaklaşımları

Bilişsel psikolojinin etkisi altında farklı problem çözme yöntemleri ortaya atılmıştır. Bu yöntemler, problem çözme ile ilgili düşünme süreçleri çerçevesinde farklı problem çözme stratejileri, algoritmalar ve heuristik yöntemlerdir. Aşağıda problem çözme süreçlerinden, genel problem çözme yöntemleri ele alınmıştır.

2.5.2.2.1 Genel Problem Çözme

Genel problem çözme yaklaşımları çoğunlukla stratejiler üzerine odaklanmıştır. Bu genel tipteki problemlerin (Hanoi kulesi, anagramlar, dokuz nokta gibi), çözümlerinde belirli bir alana özgü bilgi gerekmez. Bu problemler, bireylerin düşünce ve mantık süreçleri hakkında bilgi edinmekle beraber alana özgü problemlerin çözümlerinde de kullanılan stratejileri ortaya koymak için

araştırmacılar tarafından kullanılmaktadır [39, 88]. Artık alana özgü problem çözüme yaklaşımlarına doğru bir değişim vardır [88]. Genellikle alandan bağımsız problemlerin çözümlerinde kullanılan bu stratejiler aşağıda kısaca özetlenmiştir [16].

Beyin fırtınası: Çözümlerin sayısını ve niteliğini arttırmak için kullanılan bu stratejide ilk olarak problem tanımlanır ve üzerinde fazla düşünülmeden olabildiğince fazla çözüm üretilir. Kriterler belirlenerek çözümlerin uygulanabilirliği ve geçerliliği değerlendirilir ve en iyi çözüm seçilir. *Tasavvur etme:* Bir dizi enstantane resim üretmeyi içeren bu strateji neyin olabileceğini ya da olduğunu tanımlanır. Bu veriler problem durumunda çeşitli açılardan ne olacağını kabaca tahmin etmek için nitel bilgi sağlar. Alana özgü prensipler ve formüller problem durumunun nitel mantıksal betimlemesini sağlamak için kullanılır. *İleri doğru çalışma:* Bilgi tabanı kullanılarak problemin betimlemesi yapılır ve bu betimlemeden yararlanılarak bir çözüm üretilir. Yapılandırılmış problemlerde çözüm, problemdeki bilgiden üretilen sınırlı anlamın uygulanması ile başarılır. İlk veri üzerine uygulanan işlem hedefe götürmeyebilir ve bireyi faydasız yönle sevk edebilir. *Herustik araştırma:* Problem uzayının araştırılmasında yol gösteren operatörleri kullanma yöntemidir. Araştırma, derinlemesine ya da yüzeysel olarak gidebildiği gibi farklı yönle de gidebilir. Eğer problem uzayı geniş ise araştırma, ilk kullanılan problem analizi ile daha kontrol edilebilir bir biçime transfer edilebilir. Olasılıklar ve kesin bilgi, deneme çözümleri üretmek için gereklidir. *Problem çıkarma:* Bir problemde en önemli öğelerin genellenebilir betimlemesi üzerine odaklanma sürecidir. Problem çözücü böylece detaylara takılmadan basit bir tanımlama yapar ve problemin temel, kesin özelliklerini elde tutarak probleme odaklanır. *Geriye doğru çalışma:* Hedef yönelimli bir stratejidir. Hedef durumundan başlanarak problemde verilen nicelikler elde edilmeye çalışılır. Önceki problem çözüme tecrübelerinden kazanılan kurallar çözüme potansiyel olarak ulaşıp ulaşılamayacağını tartışmak için kullanılır. Hangi kuralın işe yarayacağı ve uygun olduğunu gösteren bir özel yol haritası yoktur.

Bu stratejilere ayrıca Jonassen tarafından yukarıda ayrıntılı olarak incelenen benzer problemleri anımsamak, araç amaç analizi, ayrıştırma ve basitleştirme, üretme/test stratejilerinin de dahil olduğu unutulmamalıdır [39]. Hammouri problem çözüme stratejilerini belirtirken değinilen stratejilerden farklı olarak literatürde yer

alanları; döngüsel ve anti döngüsel, buluşsal, holistic (parçalar ve bütün arasındaki fonksiyonel ilişkiler), analitik, formal cebirsel stratejiler olarak belirtmektedir. Problem çözmeye ister genel, ister alana özgü problemler olsun bu stratejilerden yararlanılır [51].

2.5.2.2.2 Alana Özgü Problem Çözmede Temel Yaklaşımlar

Alana özgü problemlerin çözümlerinde ortaya atılan yöntemler bilgi işlem yaklaşımı çerçevesinde şekillenmiştir. Bilgi işlem yaklaşımında problem çözümleri için işlem basamakları belirlenir. Probleme verilenlerden başlayarak hedefe ulaşmaya kadar yapılması gerekenler adımlar halinde belirlenir. Bu adımlar genel hatlarla ya da daha ayrıntılı olarak belirli bir alana özel belirtilir. Bilgi işlem yaklaşımında problem çözme adımlarının belirlenmesi problemlerin çözümlerinde öğrencilere, problemlerle karşılaştıklarında yapacakları işlemler için bir yol haritası sunmaktadır. Problem çözümlerinde ortaya çıkan yöntemler temelde iki aşamada belirtilmektedir. Bu aşamalar; problemi anlama ve problemi çözme olarak belirtilebilir [39].

Belirli bir alanda (fizik, matematik, kimya ya da biyoloji alanlarında) problem çözümlerinin öğretiminde ortaya çıkan süreçler iki açıdan incelenebilir. Bunlar; pedagojik ve metotsal stratejilerdir. Pedagojik stratejiler öğretmen merkezli, metotsal stratejiler ise daha çok öğrenci merkezlidir. Pedagojik stratejiler, duygusal, psikolojik ve bilişsel zorlukların üstesinden gelmek için kullanılır. Ders hakkında açık bir tartışma ortamı ile öğrenciler korku ve ilgilerini açıklayacak böylece oluşan uygun öğrenme ortamında ceza almadan sorular soracak ve problemlerin çözümlerinde farklı fikirlerin ve yaklaşımların ortaya koyulmasını kolaylaştıracaktır. Sınıf tartışmaları ayrıca problem çözme becerilerinin gelişimini de kuvvetlendirir. Değerlendirme için; öğrencilere problem çözme stratejilerini yazdıkları kişisel günlükler tutturmak, ev ödevleri ve sınavların tekrar çalışılmasını sağlamak tek bir doğru cevaba ulaşma takıntısının dağılmasını ve problem çözme süreçlerinin cesur bir biçimde ortaya koyulmasını sağlayacaktır. Bu amaçla tek bir öğretim yöntemi yerine farklı yöntemler kullanılmaktadır. Kavramların gösteriminde grafikler

kullanmak, sınıfta pratik imkânı sağlamak, öğrencilerden verilerin yorumunu istemek, öğrencileri gruplar halinde çalıştırmak kullanılan bazı yöntemlerin başında gelmektedir. Öğrencileri öğrenme stillerinden ve tercihlerinden haberdar etmek de problem çözümlerinde yararlı olabileceği belirtilmektedir [93].

Metotsal stratejiler ise algoritmik ve herustik olmak üzere iki temel yöntemden oluşur. Algoritmik yöntem bir hedefe ulaşmak için adım adım bir talimatlar dizisidir. Öğrenciye problemin çözümünde hangi işlemleri yapacağını ayrıntılı biçimde belirtir. Herustik yöntem ise probleme çözüm bulmak için kullanılan genel şemalardır. Birçok alana uygulanabilir. Algoritmalarından daha kullanışlıdır. Ayrıca hatırlamak algoritmalara göre daha kolaydır ve bu yöntemde basamaklar genel hatlarıyla betimlenir [93].

2.5.2.2.2.1 Alana Özgü Problem Çözme Süreçleri

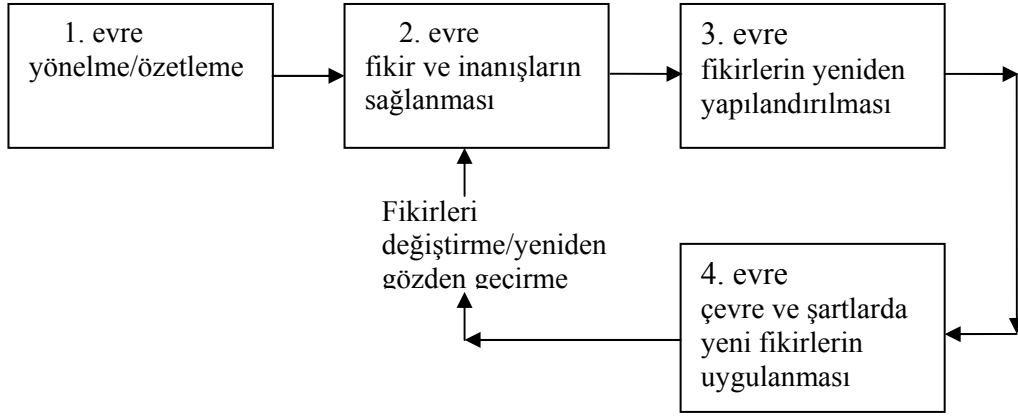
Bu konuda Dewey, Poyla ve Wallas tarafından yapılan çalışmalar problem çözme çalışmalarına yön vermiştir. Dewey problem çözme sürecinde beş adım belirlemiştir. Bunlar sırasıyla; *i)* zorluk hisset, *ii)* problemi açıkla, *iii)* mümkün sonuçları belirle, *iv)* önerilen sonuçları test et ve *v)* sonuçların doğruluğunu kanıtla şeklindedir. Polya matematikte problem çözme üzerine bir herustik model ortaya koymuştur. İleri sürdüğü modeldeki aşamalar; *i)* problemi anlama, *ii)* bir plan tasarlama, *iii)* planı uygulama ve *iv)* kontrol etme biçimindedir. Wallas ise dört aşamadan oluşan yaratıcı problem çözme yöntemi belirlemiştir. Bu aşamalar; *i)* hazırlık, *ii)* kuluçka dönemi, *iii)* açıklama ve *iv)* doğruluğunu kanıtlama şeklindedir. Günümüzde ise bu basamaklara işlem yapma ve motivasyon olarak iki basamak daha eklemiştir. Bu yöntemler doğrultusunda farklı alanlarda çeşitli problem çözme yöntemleri kendini göstermiştir [aktaran 6].

Popüler problem çözme süreçlerinden biri de Bransfort ve Stein tarafından ortaya koyulan ve IDEAL model olarak bilinen süreçtir. Bu model; identifying, defining, exploring, acting ve looking back kelimelerinin baş harfleri bir araya getirilerek oluşturulmuştur. Bu süreç potansiyel problemi teşhis etmek, problemin

betimlemesini ortaya koymak, mümkün stratejileri keşfetmek, stratejileri kullanmak ve geriye bakarak aktivitelerin etkilerini değerlendirmek şeklindedir [27]. Wilson ve ark. [27] tarafından belirtildiğine göre Gick, bu ve benzeri problem çözme süreçlerini birleştirerek yapılandırılmış problemler için bir şema sentezlemiştir. Süreç öğrenci tarafından problemin tanımlanması ile başlamaktadır. Bu aşamada problem ve probleme yol açan durum nedir? Ne çeşit bir problemdir? şeklinde sorulara yanıt aranır. Bu süreç problemin analizi ve sınıflandırılmasını içerir. Sonraki adımda çözücü problem için mümkün olan çözümler üretir veya araştırır, daha sonra uygulanır ve test edilir. Başarılı bir çözüm bulunana kadar problemi tekrar tanımlamak, alternatif çözümler üretmek vasıtasıyla bu süreç devam eder. Etkin ve doğru bir yanıt bulmak bu sürecin ana unsurudur [27].

Anonymous [aktaran 94], yaratıcı düşüncenin geliştirilmesinde problem çözümlerinin kullanılabileceğini belirterek yukarıdaki problem çözme basamaklarına uygun aşamalar tanımlamaktadır. Bu aşamalar şunlardır: *i)* problemin tanımlanması, *ii)* problemin analiz edilmesi, *iii)* birçok alternatifin oluşturulması, *iv)* alternatiflerin analiz edilerek en aza indirilmesi, *v)* alternatiflerden birinin seçilmesi, *vi)* seçilenin uygulanması ve *vii)* sonuçların kontrol edilmesi şeklindedir. Bu problem çözme sürecinde öğrencinin düşünme becerileri ön plana çıkarılmaktadır. Eğitim alanında yapılandırılmamış problemlerin çözümlerinde, ev ödevi olarak verilen günlük yaşamdan problemlerin çözümleri için ve proje kapsamında özellikle grup çalışmalarının desteklenmesi amacıyla bu problem çözme yöntemleri kullanılabilir.

Valandides ve Angeli yapılandırmacı bakış açısından problemlerin çözümü için bir model sunmaktadır. Bu model Scott tarafından yapılan çalışmalar ışığında geliştirilmiştir [aktaran 45]. Şekil 2.5'te bu model gösterilmektedir. Şekil 2.5'te görüldüğü gibi modelde dört evre bulunmaktadır. Aslen bu evreler her bir problem çözme basamağını ifade etmektedirler. Bu modelde basamaklarda sırasıyla; problemin ortaya çıkarılması, problemler ilgili fikirlerin sunulması, bu fikirlerin yapılandırılması, yapılandırılan fikirlerin probleme uyarlanması bulunmaktadır. Son evrede başarısızlık durumunda problemle ilgili fikirler gözden geçirilerek çözüm için yeni fikirler bulma evresine dönlür.



Şekil 2.5 Fen öğretimi ve öğrenimi için genellenmiş yapılandırmacı model

Her bilim dalında problem çözme süreçleri kullanılmasına rağmen farklı bilim dallarında farklı uygulamalar ortaya çıkmıştır. Lumsdaine ve Lumsdaine problem çözme süreçlerini farklı bilim dalları için Tablo 2.2’de özetlemiştir [aktaran 95]. Tablo incelendiğinde her bilim dalı için problem çözmenin farklı uygulamaları görülmektedir. Bu yöntemler kendi aralarında da uygulanabilir. Yani yaratıcı düşünme yöntemi, psikoloji dalında kullanıldığı gibi fen bilimlerinde de rahatlıkla kullanılabilir. Tüm bu süreçler var olan bir problemi çözmeye ve en iyi çözümü bulmaya bir araçtır [95].

Polya tarafından geliştirilen herustik problem çözme yöntemi diğer problem çözme çalışmalarını yakından etkilemiştir. Polya tarafından önerilen dört aşamadan oluşan problem çözme yöntemine baktığımızda, problemi anlama basamağında, problem çözücü problemi anlamak zorundadır. Problemden bilinmeyenleri, verileri, koşulları, bilinmeyeni bulmak için verilenlerin yeterli ve gerekli olup olmadığını, çelişkili olanları belirlemeyi daha sonra bir şekil ya da grafik çizerek problem hakkında fikir yürütülmesini önermektedir. Bir plan tasarlamada, problem çözücü bilinmeyen ile veriler arasında bağlantı kurmaya çalışır. Eğer bunu başaramıyorsa problemi daha önce çözdüğü problemlerle karşılaştırıp benzer yanlarını bulmalı, böylece problemi tanıdık hale getirmeye çalışmalıdır [5].

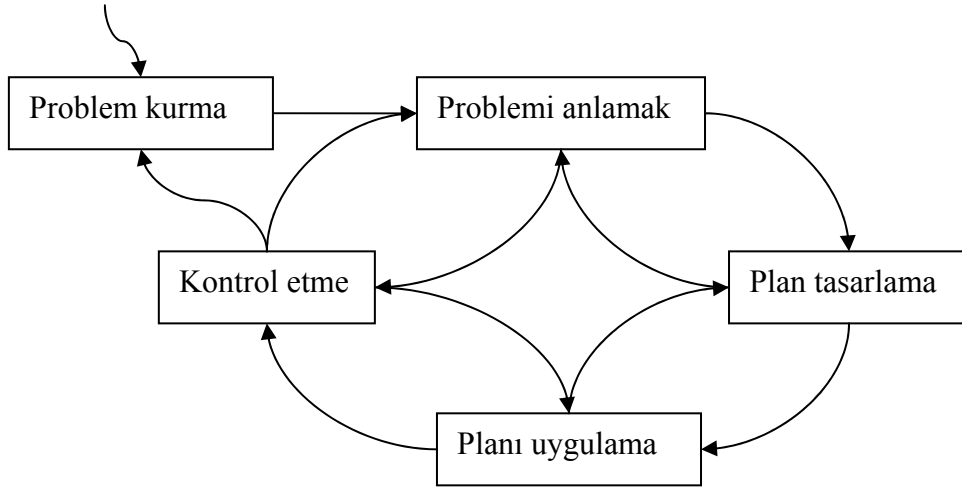
Tablo 2.2 Farklı bilim dallarında problem çözme basamakları

Bilimsel yöntemsel	Yaratıcı düşünce	Polya'nın yöntemi	Analitik düşünce	Yaratıcı problem çözme
Fen bilimleri	Psikoloji	Matematik	Mühendislik	Her problem
Veri analizleri ve hipotezleri tümevarım ile belirleme	Kaynakların araştırılması	Problem nedir?	Sistemi tasarlamak ve tanımlamak	Problemi tanımlama: veri toplama ve içeriğin analizi ve araştırılması
Mümkün çözümleri tüm dengeli ile belirleme	Kuluçka (üretim) dönemi- ihtimaller	Çözüm planı	Bilinmeyenleri belirlemek	Fikirler üretmek (çok fikir)
Alternatif çözümleri test etme	Açıklama dönemi (çözüm için kararı belirleme)	Alternatiflere bakma	Problemi modelleme	Yaratıcı fikirlerin değerlendirilmesi
En iyi çözümü uygulama	Doğrulama ve değiştirme dönemi	Planı uygulama ve sonuçları kontrol etme	Gidişatı ve deneyimleri analiz etme	Fikirleri muhakeme etme ve karar verme (en iyi çözüm)
			Son ürünü değerlendirmek	Çözümü uygulama ve takip etme. Ne öğrenildi?

Planı uygulama aşamasında ise, problem çözümü için hazırlanan plan uygulanır. Gerekli işlemler yerine getirilir. Son aşama olan kontrol etmede, bulunan sonucun doğruluğu kontrol edilir. Problem çözücü sonucu farklı bir yolla bulup bulamayacağını ve bu yöntemi başka problemlerde kullanıp kullanamayacağına bakar [5].

Wilson ve ark. [27] problem çözme modeli olarak Georgia üniversitesinde bu modelin lineer süreçten bağımsız olarak daha dinamik şekilde (bak. Şekil 2.6) uygulandığını belirtmektedirler. Burada Polya tarafından önerilen model geliştirilmiş ve basamaklar arasındaki etkileşim ön plana çıkarılmıştır. Problem kurma basamağı da bu çözüm yöntemine eklenmiştir. Aslında Polya, problem kurma için özel olarak bir açıklama yapmamıştır. Problem kurma daha çok kontrol etme basamağı ile ilişkilidir. Problemi anlamaya çalışan bir öğrenci bir plan yapmaya

çalışır ve belki de bu süreçte problemi daha iyi anlama ihtiyacı doğar. Planı uygulamaya çalışan öğrenci bir sonraki aşamada yeni plan yapmaya, problemi yeniden tanımlamaya ya da problemle ilgili yeni bir problem kurmaya yönelebilir. Bu çevrimde her bir ok matematik problemlerinin çözümünde öğrencinin yapacağı aktiviteleri tanımlamaktadır [27].



Şekil 2.6 Polya'nın problem çözme basamaklarının dinamik gösterimi

Britz, önerdiği modelde grup çalışmalarına önem vermiştir. Modelde; problemi tanımlama, olası çözümler için beyin fırtınası yapma, bir çözüm seçme ve onu uygulama ve ortaya çıkan değerlendirme basamakları bulunmaktadır. Öğrencilerin en çok ilk basamakta zorlandıkları gözlenmiştir [96].

Mayer problem çözme modelinde; problem cümlesini anlamlı gösterimlerle belirterek problemi anlama, başarılı sonuçlara götürebilecek stratejinin seçiminde bir plan hazırlanması ve gerekli işlemsel adımları doğru bir şekilde yaparak bu planı uygulama şeklinde üç aşama önermektedir [97]. Problem çözümünün öğretiminde ise yapılacak çalışmaları aşağıdaki gibi ifade etmektedir;

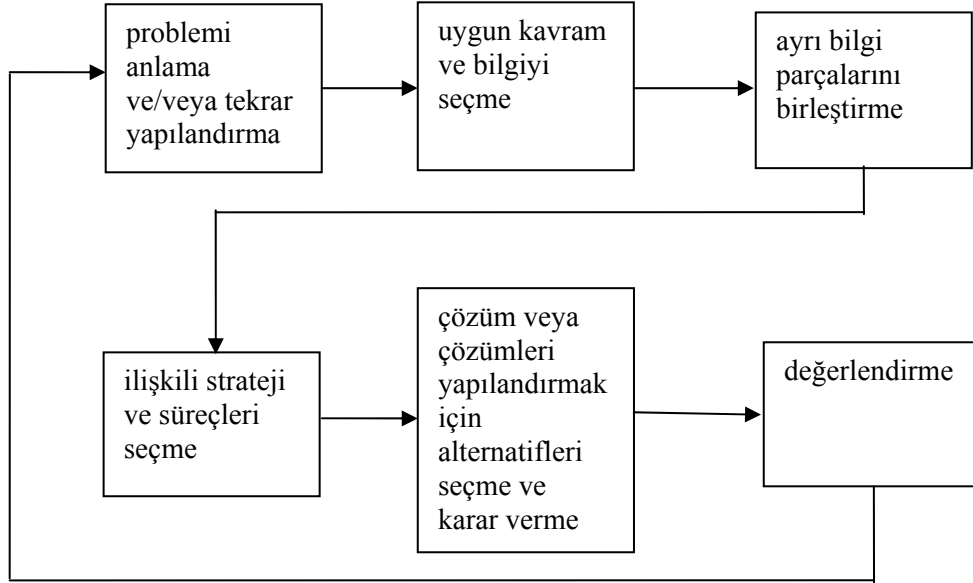
Değiştirme: problemdeki her bir cümlenin nasıl transfer edilerek iç betimleme oluşturulacağının öğretimi,

Şema: tutarlı betimlemelerin içine bilginin nasıl dahil edileceğinin öğretimi,

Strateji: çözüm planlarının nasıl tasarlanıp, izleneceğinin öğretimi,

Algoritma: aritmetik ve cebirsel prosedürlerin etkili olarak öğretimini içerir.

Zoller [98] problem çözme sürecinde kimya öğrencilerinin soru sorma kapasitelerini geliştirmenin, problem çözme becerisi için zorunlu olduğunu açıklamaktadır. Bu amaçla şematik olarak problem çözme (bak. Şekil 2.7) sürecinde önemli aşamalar olduğunu belirtmektedir.



Şekil 2.7 Zoller'in geliştirdiği problem çözme basamakları

Bu aşamaların her birinde öğrenci kendine sorular sorarak problemi çözmeye çalışır. Bu yolla problem çözerken soru sorma yeterliliği artar. Öğrenci ilk aşamada bir ya da daha fazla basit soru ile hedefi daha anlaşılır yapmak ve problemi başka bir şekilde ifade etmek için sorular sormalıdır. İkinci ve dördüncü aşamalarda öğrenci gerekli bilginin ne olduğuna ve kullanılacak işlemlere karar vermelidir. Son aşamada ise problem durumuyla çözüm arasında tutarlılık için sorular sormalıdır [98]. Zoller tarafından ileri sürülen Şekil 2.7'de gösterilen problem çözme sürecindeki işlem basamaklarını arttırmak mümkündür. Lin ve ark. [26], öğrencilerin problem çözme becerilerini arttırmak için belirli bir konuda bilim insanlarının konu ile ilgili olarak yaptıkları tartışmaları, fikir ayrılıklarını, yapılan deneyleri ve tarihsel gelişim içerisinde ortaya çıkan fikirleri öğrenme ortamında kullanmışlardır.

Bir başka problem çözme yönteminde Pizzini ve arkadaşları dört basamak önermişlerdir. Yapılandırılmamış problem çözümlerinde kullanılan bu yöntemde şu basamaklar bulunmaktadır: araştıır, çöz, yarat ve paylaş. Araştıır aşamasında, öğrenciler, öğretmenler tarafından hazırlanan materyallerden ya da çeşitli bilimsel makalelerden yararlanarak beyin fırtınası ile problemi tanımlarlar. Çöz aşamasında öğrenciler bireysel olarak problemin çözümü için analiz ve araştırma yaparak çözüm planını hazırlarlar. Yarat aşamasında ise grup tartışmasıyla öğrenciler çözüm ya da çözümler üretirler. Böylece öğrenciler fikirlerini tartışarak çözümler üzerinde uzlaşmaya varırlar. Son aşamada ise çözümler herkes tarafından grup tartışmalarıyla değerlendirilir [99].

Chang ve Weng [12] problem çözme basamaklarını dört aşamada tanımlamışlardır. Onların yöntemi Osborne tarafından önerilen yaratıcı problem çözme yönteminden uyarlanmış olup; durum bulma, problem bulma, fikir bulma ve çözüm bulma basamaklarından oluşmaktadır. Durum bulma aşamasında, öğrenci problemdeki olayların türünü ve sayısını bulur. Problem bulmada, farklı sayıda problem ortaya koyularak problemler birbirinden belirgin şekilde ayrılır. Fikir bulma evresinde, çözüm için öğrenciler çeşitli fikirler ortaya koyarlar. Son aşamada ise, fikirler değerlendirilerek makul, geçerli ve uygulanabilir çözümler belirtilir. Bu basamaklar açık uçlu problemlerin çözümünde kullanılmıştır [12].

Sutherland [56] tarafından yapılan çalışmada problemlerde verilen bilginin analizi, ilgili becerilerin kazanımı ve etkin problem betimlemeleri sağlamak amacıyla soru analiz stratejisi geliştirilmiştir. Bu soru analiz stratejisindeki basamaklar sırasıyla; problemde bir ya da iki cümle okumak, anahtar sözcüklerin altını çizmek, okuduğu bilgiyi organize etmek, problemler ile ilgili olarak kimya alanında kullanılacak bilgiyi hatırlamak ve problemde verilen bilgi ile kimya bilgisini ilişkilendirmek şeklindedir. Bu strateji kimya bilgisini öğrencilerin daha rahat yorumlayıp, kullanabilmelerine yardım etmek için tasarlanmıştır. Bir ve iki numaralı adımlar problemde verilen belirgin bilginin öğrenciler tarafından tanımlanmasını sağlar. Diğer adımlar ise problemde verilen bilginin analizini kolaylaştırmak ve etkili biçimde problemin betimlenmesi sağlamak içindir. Özellikle problemin betimlenmesinde soru analiz stratejisinin son üç basamağının öğrenciler tarafından

daha rahat yerine getirilebilmesi için bu basamaklara özgü bir takım stratejik sorular kullanılmaktadır. Tekrar organize etme basamağında “Cümlelerin anlamı nedir?, Bana verilen önemli bilgi nedir?, problemdeki tüm bilgiyi dikkate aldım mı?” şeklinde sorulara yer verilmektedir. hatırlama basamağında “ Bu anahtar sözcüklere göre hangi kimya bilgisine ihtiyacım var?, Çözüm için ihtiyacım olan tüm kimyasal olgu ve prensipleri dikkate aldım mı?” şeklindedir. Son olarak ilişkilendirme basamağında ise “Bu olgular problemdeki bilgi ile nasıl uyumludur?”, “Tablo veya grafikteki bazı özellikler hangi kimyasal süreçlerden nasıl meydana gelmiş olabilir?”, “problemdeki tüm bilgi ve durumları göz önüne aldım mı?” şeklinde sorular bulunmaktadır. Ayrıca problemin çözümünden sonra öğrencilerin kendilerini değerlendirmeleri için yansıtıcı değerlendirme soruları geliştirilmiştir. Bu soruları öğrenciler kendilerine çözüm sonrası sormuşlardır. Bu sorular “Problemin yanıtını bulabildim mi?, Problemin yanıtını bulmak için neler yaptım?, Hangi yöntem doğru sonucu bulmamı engelledi veya bana yardımcı olmadı?” şeklindedir.

Bolton ve ark. [67] problem çözme aşamalarını hazırlık, çalışma ve kontrol etme olarak belirtmiştir. Hazırlık aşamasında, öğrenci problemde verilenleri not ederek, gerekli nicelikleri belirtir. Ayrıca bir diyagram çizerek probleme genel olarak bakıp, problem için gerekli olduğunu düşündüğü denklemleri ve kuralları yazar. Bu, çözüm için öğrenciyi cesaretlendirir. Çalışma evresi, cebirsel işlemler ve verilen niceliklerin yerine koyulmasını içerir. Son olarak kontrol evresinde, çözümün kontrol edilmesi gelmektedir. Buradaki temel yaklaşım, öğrencilerin probleme farklı yaklaşımlar getirebilmelerini cesaretlendirmektir. Çözüm için alternatif metotlar ortaya koyma ve fiziğin temel prensipleri açısından çözümü değerlendirebilmek bu aşamada öğrenciden istenen becerilerdir [67].

McCalla [100] tarafından geliştirilen problem çözme yönteminde dört öge bulunmaktadır. Bunlar; hedef, verilenler, çözüm yolu ve cevaptır. Çözüm yolunda öğrenci ayrıntılı olarak çözümde uygulayacağı basamakları verilenlerden hedefe doğru yazar. Bu Kimya problemlerinin çözümlerinde kullanılmak için geliştirilmiş bir algoritmadır. Hedef bölümünde birimlerle beraber problemin ne sorduğu yazılır. Verilenler kısmına ise problemle ilgili olan bilgiler yazılır. Çözüm yolunda verilenlerle hedef arasında yapması gereken işlem basamakları aşamalı düzende

belirtilir. Burada hedeften geriye doğru giderek mantıksal olarak verilenlere geriye doğru oklar çizerek ulaşmaya çalışılır.

2.5.2.2.2.1.2 Fizik Alanına Özgü Problem Çözme Süreçleri

Farklı alanlardaki problem çözme çalışmaları yukarıdaki bölümde belirtildiği gibi birçok yöntem ortaya koymaktadır. Bu çalışmalar birbirini etkilemekle birlikte fizik alanında yapılan problem çözme çalışmalarına da yön vermiştir. Bu bölümde fizik alanına özgü problem çözme çalışmalarına yer verilmektedir.

Reif [altaran 101], mekanik problemlerinin çözümünde kullanılmak üzere bir problem çözme yöntemi tasarlamıştır. Bu yöntem üç ana basamaktan oluşmaktadır. Bunlar sırasıyla; analiz, çözümün yapılandırılması ve kontrol (eğer gerekli ise tekrar gözden geçirmek) şeklindedir. Birinci basamakta problemde verilen durum ve hedef ortaya koyulur. Yapılan ilk problem betimlemesi ardından fiziksel kavramlar eşliğinde daha derinlemesine bir tanımla verilenler bu kavramlarla ilişkilendirilir. İkinci basamakta problemdeki alt problemler ve çözümde kullanılacak ancak problemde belirtilmeyen bilgiler ortaya koyulur. Daha sonra da gerekli işlemler yapılır. Son basamakta ise sonucun değerlendirilmesi bulunmaktadır. Bulunan sonuç; birimine dikkat edilerek kendi içinde tutarlı olup olmadığı araştırılır. Bu yöntemde öğrenciden problemdeki önemli kısımları açıklığa kavuşturması istenmektedir.

Bagno ve Eylon [14] yaptıkları çalışmada öğrencilerin elektromanyetizma konusunda yapılan bir öğretimin ardından karşılaştıkları zorlukları araştırmışlardır. Bu zorluklar; konu hakkındaki bilgi yapısı, kavramsal anlama ve problem çözmede temel ilişkilerin uygulanması şeklinde belirtilmektedir. Bu eksiklikleri iyileştirmek için önerdikleri öğretim modelinde; problem çözme, kavramsal anlam ve bilginin yapılandırılması birbiriyle bütünleşmiştir. Öğretim modelinde öğrencilerin hem problem çözmede hem de kavramsal anlamada yaşadıkları zorlukların üstesinden gelmek temel amaç olarak tasarlanmıştır. Bu öğretim yönteminde bilginin aşamalı olarak organize edilmesine odaklanılmış fakat problem çözme öğretimine açık

biçimde değinilmemiştir. Öğrenciler konu ile ilgili problemleri çözmenin yanında aşamalı olarak bir kavram haritası ortaya çıkarmışlardır. Öğrenciler kavram haritalarını oluştururken, problemdeki kavramları kavram haritasına eklerken bu kavramların problem çözümünde nasıl uygulanacağı bilgisini de belirtmişlerdir. Bu amaç için yapılan problem çözme etkinliklerinde aşamalar sırasıyla: a) çözüm: elektromanyetizma alanında bir takım problemler çözülür, b) ifade etmek: çözülen problemlerdeki kavram ve prensipler belirtilir, c) kavramsallaştırma: anlaşılmasında zorluk yaşanan kavramlarla ilgili olarak bir takım etkinlikler yapılır, d) uygulama: bu aşamada yapılan etkinlikler şunlardır: konu ile ilgili farklı durumları içeren somut örneklerle kavramlar arası ilişkiler ortaya koyulur, yeni problemlerin çözümünde bu kavramların nasıl uygulanacağını öğrenci tarafından belirtilmesi istenir ve öğrencilerin kavram haritasını kullanarak bazı fiziksel süreçlerin nasıl meydana geldiğini belirtmeleri istenir, e) bağlantı kurma: bir problem takımının çözümü için geliştirdikleri kavram haritasını farklı bir problem takımının çözümü için geliştirdikleri kavram haritası ile birleştirirler.

Huffman [3] tarafından yapılan çalışmada problem çözme öğretimi ile öğrencilerin problem çözme performansı ve kavramsal anlama düzeylerinin gelişimi amaçlanmıştır. Bu çalışmada deney grubu öğrencilerine açık problem çözme öğretimi verilmektedir. Bu öğretim yaklaşımında problemlerin hem nitel hem de nicel tarafı ile ilgilenilmektedir. Deney grubunda uygulanan açık problem çözme yöntemi, fizik ve matematik alanlarında yapılan problem çözme çalışmaları değerlendirilerek beş basamaktan oluşmaktadır. Bu basamaklar sırasıyla: 1. probleme odaklanma; problemin metin bölümünde yazılı bilgileri görsel olarak betimlemektir. Bu betimleme içerisinde verilenler şekil üzerinde belirtilir. Hangi kavramın kullanılacağı ve çözüm yöntemi hakkında kısa bir açıklama yapılır. 2. problem durumunun fiziksel olarak betimlenmesi; ilk basamakta belirtilen durum basit bir fiziksel betimleme oluşturularak ortaya koyulur. Grafik ya da koordinat düzleminde verilenler ve istenenler belirtilir. Hangi formülün kullanılacağı da bu basamakta belirtilir. 3. çözüm planı; ikinci aşamada yapılan fiziksel betimleme problem çözümünde kullanılacak matematiksel denklemlere dönüştürülür. Burada denklemler yazılır, denklemlerin çözümü için şartların yeterli olup olmadığına bakılır ve plan sözlü olarak ifade edilir. 4. çözüm planını uygulamak; planlama

aşamasındaki işlemler yapılır. Bilinmeyene ulaşmak için problemle ilgili denklemlerdeki nicelikler birbiri yerine yazılarak nihai denklem bulunur. Birimlerde gerekiyorsa gerekli dönüşümler yapılır. Son aşama ise çözümü değerlendirmedir. Burada ise çözümün akla uygun, mantıklı ve birimin istenen nicelikle uygunluğuna bakılır. Gerçekten problemde istenen değer bulunup bulunmadığı belirtilir. Bu yöntemde diğer klasik problem çözme yönteminden farklı olarak her bir basamak birbirine yakından bağlıdır ve öğrenciler basamaklar ilerledikçe problemin soyut ve matematiksel betimlemesini yapmak zorundadır.

Leonard ve ark. [102] tarafından yapılan çalışmada problem çözmenin nitel boyutunu öne çıkararak problem çözümede kavramsal bilgiye öncelik verilmiştir. Burada geliştirilen problem çözme stratejisi, öğrencilerin çözümde kavram temelli, nitel muhakeme yapmalarına olanak vermiştir. Bu problem çözme stratejisi, çözümde işlemsel becerilerden çok bilişsel becerilerin gelişimine önem vermiştir. Leonard ve ark. [102] tarafından geliştirilen yöntemle göre öğrenciler problem çözümünde ilk olarak kullanılacak temel kavram ve prensipleri belirtmelidirler. Daha sonra ise özel olarak problemlerde kullanılacak kavram ve prensipleri mantıklı bir çerçevede açıklayabilmeleri gerekmektedir. Öğrenciler son olarak da çözümün yapılandırılmasında kavram ve prensiplerin nasıl uygulanacağını betimleyebilmelidirler. Buradaki üç öge nitel problem çözme stratejisini oluşturmaktadır. Problem çözme stratejisi dendiğinde; ilk olarak problemin çözümünde kullanılacak kavram ve prensipler, ikinci olarak bu kavram ve prensiplerin niçin kullanılacağını değerlendirilmesi ve son olarak da sonuca ulaşmak için kavram ve prensiplerin nasıl bir işlem sürecinde kullanılacağını belirtilmesi kast edilmektedir. Bir problemin çözüm sürecinde ne, niçin ve nasıl sorularına yanıt arayan bu strateji öğrencilerin formül merkezli çözümlerden uzaklaşmasını sağlamak üzere tasarlanmıştır. Deney grubu öğrencileri problemleri çözerken öğretmen tarafından geleneksel bir tarz izlemiştir. İlk olarak öğretmen problem hakkında yukarıda belirtilen öğeleri dikkate alarak bir strateji yazmıştır. Bu stratejide problemler ilgili olan kavram ve prensiplerin ne olduğu, niçin ve çözümde nasıl kullanılacağı belirtilmektedir. Daha sonra ise bu stratejide belirtilenlere uygun olarak çözüm gerçekleştirilmiştir. Kavram ve prensipler ile bunların nasıl

uygulanacağı beraber ele alınmış ve öğrencilerin bu süreçte soru sormaları cesaretlendirilmiştir.

Heller ve ark. [23] tarafından yapılan çalışmada işbirlikçi grupların problem çözme performansı üzerine etkisi araştırılmıştır. İşbirlikçi gruplar ilk olarak karmaşık bir becerinin öğretilmesinde öğrencilere yardımcı olmakta ve öğrenciler kavramsal ve işlemsel bilgilerini, çözümdeki açıklama ve değerlendirmelerini birbirleriyle paylaşmaktadırlar. Birbirlerinin performanslarını gözlemleyerek farklı çözüm stratejilerinin nasıl uygulanacağı hakkında bilgi sahibi olmaktadır. Bu çalışmada problem çözme öğretimi için üç bileşen dikkate alınmaktadır. Bunlardan birincisi genel problem çözme stratejilerinin öğretimi ikincisi bu stratejilerin kullanımı için zengin içerikli alıştırmalar ve problemlerin sağlanması, üçüncü olarak öğrenciler problemleri çözmek için stratejileri işbirlikçi gruplarda uygulamalı ve son olarak da bu uygulamanın değerlendirilmesi yapılmalıdır. Burada kullanılan problem çözme yöntemi fizikte Reif ve Heller ile matematik alanında Schoenfeld tarafından geliştirilen problem çözme yönteminden izler taşımaktadır. Problem çözme yöntemindeki basamaklar:

1. Problemi görselleştirme: Problemdeki kelimelerin görsel betimlemelerle ifade edilmesi, problemde anlatılan durum için bir taslak çizmek, bilinen ve bilinmeyen nicelikleri ve kısıtlamaları belirlemek, sorunun üzerinde durmak, probleme genel bir yaklaşım tanımlamak, hangi kavram ve prensiplerin problemde verilen durum için uygun olduğunu belirlemek,

2. Fizik terimleriyle problemi tanımlama (fiziksel tanım): İlk bölümde çizilen taslağı fiziksel betimlemeye çevirmek, her bir obje için koordinat sistemini kullanarak bir grafik çizmek, problemde verilenleri sembollerle grafikte göstermek, hedefi sembolü ile ifade etmek,

3. Çözüm için bir plan yapmak: Bu basamak fiziksel betimlemeyi problemin matematiksel betimlemesine çevirmeyi içerir. Denklem formunda belirli fiziksel kavram ve prensiplerle işe başlamak, fiziksel betimlemede objelerin birbirleriyle olan ilişkilerini fiziksel denklemlerle ifade etmek, problemde verilen özel durumları denklemlerde belirtmek, hedef değişkeninden geriye doğru çalışmak, problemi

çözmek için bilinmeyenler kadar denklem türetmek, problemi çözmek için matematiksel adımları belirtmek,

4. Planı uygulamak: Çözüm için yapılan planı uygun matematiksel işlemlerle uygulamak. Cebir kurallarını kullanarak denklemde bilineni bir tarafta, bilinmeyenleri ise diğer tarafta bulundurmak, aritmetik bir sonuç elde etmek için denklemde verilen değişkenleri yerine koymak ve sonuç bulmak,

5. Kontrol ve değerlendirme: Yanıtın anlamlı olup olmadığını kontrol etmek. Çözümün tamamlanıp tamamlanmadığını ve birimleri kontrol etmek, yanıtın anlamlı olup olmadığını değerlendirmek şeklinde belirtilmektedir.

İkinci aşamada zengin içerikli problemler öğrencilerin beş adımlı stratejiyi uygulamaları için tasarlanmıştır. Öğrenciler bu tip problemlerle kavramsal bilgilerini problemin nitel analizi için denklemleri manipüle etmeye başlamadan önce kullanma ihtiyacı duymaktadırlar. Son olarak da problem çözümü için işbirlikçi gruplar oluşturulmalıdır. Gruplar 3 veya 4 kişiliktir. İlk olarak öğrenciler rasgele gruplara atanmıştır. Daha sonra yapılan test sonucunda öğrenciler farklı beceriler çerçevesinde üç grupta toplanmışlardır. Heller ve Hollabaugh [22] tarafından yapılan çalışmada grupların oluşturulmasının ve problemlerin seçilmesinin problem çözme çalışmalarının başarıya ulaşmasında büyük etkisi olduğu belirtilmektedir. Problemlerin strateji kullanımını sağlayacak tarzda yapılandırılması ve gruplarında üç kişiden ve farklı becerilere sahip öğrencilerden meydana gelmesi gerektiği belirtilmektedir. Farklı fikir ve yaklaşımların üretilmesi ve tüm öğrencilerin çözüme katkıda bulunması için üç kişilik grupların daha kullanışlı olduğu belirtilmektedir. Bu gruplarda her bir üyenin; yönetici, şüpheli ve kontrol edip yapılanları kaydeden gibi görevleri vardır. Problem çözme çalışmalarında gruplar problem çözümlerinin sonunda bir süre yaptıklarını tartışır. Öğrenciler yan yana değil karşılıklı otururlar ve böylece daha fazla etkileşim kurarlar.

Gaigher ve ark. [10] tarafından yapılan çalışmada fizik problemlerinin çözümünde kullanılan yapılandırılmış problem çözme stratejisinin problem çözme becerileri ve kavramsal anlama üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Problemlerin nitel

boyutu üzerinde durulmuş ve sayısal işlemler çözümün yalnızca küçük bir bölümünü oluşturmuştur. Yedi basamaktan oluşan problem çözme stratejisi:

1. problemdeki durumu açıklamak için basit bir diyagram çizmek,
2. diyagram üzerinde verilenleri belirtmek,
3. bilinmeyen değişkeni belirlemek,
4. fiziksel prensiplere göre problemi analiz etmek,
5. çözümle ilişkili denklem veya denklemleri yazmak,
6. bilinenleri denklemde yerine yazarak bilinmeyeni elde edene kadar işlemler yapmak,
7. sayısal yanıtı yorumlamak basamaklarından oluşmaktadır.

Bu problem çözme yönteminin odağında problemle ilgili olarak şekil ve grafik çizmek bulunmaktadır. Özellikle tek bir şekil üzerinde verilenler ve hedef belirtilmekte, böylece problemi betimlemede soyut fiziksel kavramlar somut hale getirilmeye çalışılmaktadır. Bir şekil çizilirken öğrenci problemde tarif edilen somut durumun iki boyutlu halini çizer. Problemde verilen bilgi ve bilinmeyen nicelikler şekil üzerine gruplandırılarak belirtilir. Böylece tek bir şekil üzerinde verilen ve istenenlerin gruplar halinde gösterilmesi, çözümde kullanılacak kavram ve prensiplerin ortaya koyulmasını ve problemdeki farklı parçaların birleştirilmesini sağlayacağı belirtilmektedir. Sınıf ortamında öğretmenler tarafından stratejinin nasıl uygulanacağını anlatılması ardından öğrencilerin aktif katılımı sağlanarak problem çözümleri gerçekleştirilmiştir.

Harskamp ve Ding [103] tarafından yapılan çalışma işbirlikçi öğrenmenin, bireysel öğrenmeye göre problem çözme becerisini daha iyi geliştirmek amacıyla nasıl yapılandırılması gerektiğini açıklamaktadır. Bu amaç için problem çözümede yararlı ipuçları (hints) kullanılmıştır. Fizik problemlerini çözmek için Schoenfeld tarafından geliştirilen beş basamaktan oluşan problem çözme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin fizik problemlerini çözmek için uygun bulunduğu ve bu yöntemde katı problem çözme adımlarının bulunmadığı kişiye bireysel olarak problem çözme stratejisinin gelişimi için bir fırsat verdiği belirtilmektedir. Bu basamaklar: a) okuma ve problemi analiz etmek (analiz), b) problemi çözmek için gerekli bilgiyi ortaya

çıkarmak (keşif), c) bir plan yapmak (planlama), d) planı uygulamak (uygulama), e) cevabı kontrol etmek (yanıtın doğruluğunu kanıtlama) şeklinde sıralanmaktadır. Problem çözümünde bu basamaklar eşliğinde öğrencilere çözüm sürecinde onlara yol gösterecek yararlı ipuçları da (hints) verilmektedir. Çözümde kullanılan ipuçları basamaklara uygun olarak numaralandırılmış biçimde kartlara yazılmıştır. İpuçlarında her bir basamak hakkında bilgi ve problem durumu ile ilgili şekiller vardır. Çözüm basamakları ilerledikçe o basamağa ait ipuçlarındaki şekiller de daha ayrıntılı olmaktadır. İpuçları öğrencilerin önünde karışık biçimde durmaktadırlar. Öğrenciler ipuçlarını çözümlerde istedikleri gibi kullanabilmekte yalnız çözüm basamaklarında önce fikirlerini belirtip çözüm basamağını uygulamaya çalışmakta daha sonra ipuçlarını kullanmaktadırlar. İpuçları öğrenciler tarafından, yapılan çözüm planlarının değiştirilmesi gerektiğinde veya çözüm planlarını doğru yapıp yapmadıklarını görmeleri için de kullanılmaktadır.

Pol ve ark. [70] tarafından yapılan çalışmada fizik problemlerinin çözümü için bilgisayar destekli öğretim uygulanmıştır. Kuvvet konusu ile ilgili problemlerin çözümünde kullanılacak bir bilgisayar programı hazırlanmıştır. Hazırlanan bilgisayar programı ile öğrenciler kendi başına problemleri çözmeye çalışmışlardır. Bunun için her bir probleme özgü ipuçları ve problem çözme basamakları hakkında bilgilerin bulunduğu kartlar geliştirilmiştir. Öğrenci problem çözümünde bu kartları kullanarak problemi çözmeye çalışmıştır. Öğretmen ise ipuçlarının yetersiz olduğu aşamalarda yardımcı olmuştur. Problem çözme basamağı olarak da Schoenfeld tarafından geliştirilen beş basamaklı problem çözme yöntemi temel alınmıştır. Problem çözmek için hazırlanan bilgisayar programının ekranında solda problem ve sağ tarafında ise Schoenfeld tarafından belirtilen problem çözme basamaklarına uygun olarak geliştirilen ipuçları vardır. İpuçları üç basamakta toplanmıştır. Bunlar inceleme (okuma ve analiz), araçlar (keşif) ve plan şeklindedir. İnceleme basamağında problem durumu ile ilgili bilgiler bulunmaktadır. Araçlar ise problemi bitirmek için gerekli olan bilgi ile ilgilidir. Plan ise problem çözümündeki farklı yolları içerir ve çözüm boyunca öğrenciye yardımcı olur. Öğrenci problemin yanıtını verdikten sonra ise öğrenciye çözülmüş yanıtlardan seçim yapması istenir. Bu öğrencilerin stratejik bir tarzda çalışmalarını geliştirir. Ayrıca yanıtın öğrenci tarafından verilmesinden sonra da çözüm planının ve sonucun kontrol edilmesi için

bir değerlendirme bulunmaktadır. Bu değerlendirmeye yanlış yanıt verenler doğru yanıtla ulaşmak için bir fırsat elde etmiş olmaları sağlanmaktadır. Öğrencilere doğru yanıtı bulmaları için üç şans verilmekte ve ipuçlarını istedikleri kadar kullanabilmektedirler.

Gertner ve VanLehn [104] tarafından hazırlanan bilgisayar programı ise problem çözümünde öğrencileri bir öğretmen gibi yönlendirmektedir. Bu bilgisayar programının temelinde; kendi başlarına çözümü bulmaları için gerekli olan ipuçları yardımıyla öğrencilerin yeni bilgilerini yapılandırmalarını cesaretlendirmek, problem çözümlerinde kâğıt kalem kullanır gibi çözüm kolaylığı sağlamak, hızlı dönüt vererek öğrenme fırsatlarını geliştirmek ve yanlış çözümlerde harcanan zamanı azaltmak, esnek bir çözüm yöntemi sağlamak ve çözümde gerekirse bazı adımları geçmek yer almaktadır. Bu program öğrencilerle etkileşimli çalışır ve onlara kılavuzluk eder. Program bir özel öğretmen vazifesi görerek öğrencilerin doğru yaptığı işlemler sonrasında işlemin uygun olduğunu belirtir. İşlem yanlış ise ya da öğrenci zorlanıyorsa bu durumda program ipuçları yardımıyla öğrencinin yine doğru çözüm yoluna girmesini sağlar. Problem ilk olarak açıldığında öğrenci problemi okur ve problemi çözmeden önce nitel olarak analiz eder. Problemin altındaki boşluğa ilgili şekil çizilir. Şekil çizildikten sonra bir diyalog penceresi açılır. Buraya çizmiş olduğu şekildeki objelerle ilgili bilgiyi girer. Sonra formülü uygulamadan önce formülde geçen tüm değişkenler girilir. Değişkenler tanımlandıktan sonra alt kısma denklemler girilir. Ayrıca öğrencinin her yaptığı işlemde sonra ekranın altındaki bölümde işlemin doğru olup olmadığı yönünde bilgilendirme yapılır ve gerekliyse ipuçları verilir. Program öğrencinin çözümde aktif olması için çok az bilgilendirme yapar ve öğrenci istemedikçe bilgi vermez.

Heuvelen [21] tarafından yapılan çalışmada kullanılan problem çözme yöntemi fiziksel kavramlara ve çoklu betimlemelere dayanmaktadır. Bu problem çözme yönteminde Bagno ve Eylon [14] tarafından yapılan çalışmadan farklı olarak öğrencilerin hem bilgi yapısının organize edilmesine hem de problem çözme becerilerinin gelişimine beraber önem verilmiştir. Burada uygulanan problem çözme yöntemi doğrudan fizik prensipleri temelinde yapılandırılmıştır. Problem çözme çalışmalarına başlanmadan önce kavramlar belirli bir düzende aşamalı olarak

yapılandırılır. Öğrenciler daha sonra fiziksel süreçleri açıklamakta şekillerden ve cisimlerin yaptığı hareketleri gösteren haritalardan (motion maps) yararlanırlar. Öğrenciler son olarak da şekilleri kullanarak verilenleri koordinat düzleminde göstermeyi öğrenirler. Öğrencilerin kullandığı problem çözme taslağında ilk olarak problemin şekille ifade edilmesi ve verilenlerle hedefin belirtilmesi bulunmaktadır. İkinci aşamada ise ilk basamakta belirtilen durumun fiziksel olarak betimlenmesi vardır. Burada xy koordinat düzleminde ya da bir yörünge üzerinde kuvvetler gösterilir. Üçüncü ve dördüncü aşamalarda, problemde belirtilen durumun fizik prensiplerine göre matematiksel olarak ifade edilmesi ve çözümün gerçekleştirilmesi vardır. Son basamak ise değerlendirmeyi kapsar. Burada bulunan yanıtın birimi, büyüklüğü ve işareti değerlendirilir.

Halloun ve Hestenes [105] üniversite düzeyinde yaptıkları çalışmada mekanik konusunda problem çözmenin öğretimi amacıyla bir yöntem geliştirmişlerdir. Bu problem çözme yöntemi model merkezli olmakla birlikte karmaşık yapıda problemlerin çözümü için üç temel bileşen içermektedir. Bunlar: ilk olarak problemin seçimi, diyalektik öğretim stratejisi ve modelleme teori ve tekniklerinin aşamalı olarak anlatılmasını içerir. Bu tip problemler, mekanik konusunun genel karakteristik özelliklerini taşıyan ve diğer problemlerin çözümü için model oluşturacak nitelikte olmalıdır. Diyalektik öğretim stratejisinde öğrencilerin problem çözme etkinliklerine aktif olarak katılımı sağlanmalıdır. Bu problem çözme yaklaşımında öğretmen verilen problemde hangi bilginin seçileceğini ve bunun nasıl betimlenip kullanılacağını öğrencilerden ister. Bu yöntemin uygulanmasında yapılan çalışmalar şöyledir; öğretmen öğrencilerden problemle ilgili olarak tüm bilginin listelenmesini ister, öğrencilerin ürettikleri fikirler öğretmen tarafından tahtaya yazılır, grup tartışmasıyla problemle ilişkili bilginin ilişkisiz bilgiden ayrılması sağlanır, öğretmen öğrencilere seçilen bilgi ile ne yapılabileceğini sorar, öğrenciler öğretmenin tahtaya taslak olarak belirttiği problem çözme taktik ve stratejilerini kullanırlar, öğrenciler çözüm için kullandıkları taktik ve stratejileri diğer gruplarla tartışır, fizik kanunlarına ve olgulara dayanarak savlarını desteklerler. Gruplar arasında tartışma sonucunda çözüm için uygun bir çözüm yönteminde anlaşıldığında öğretmen problemin çözüm sürecini ve yapılması gereken temel adımları özetler, aksi durumda öğretmen problemin çözümü için yeterli bilgiyi öğrenciler tarafından

ortaya koyulması amacıyla yeni fikirler ortaya atar. Son olarak da öğretmen problem çözümünde kullanılacak modelleme teorisinin teknik ve prensiplerini problem çözümlerinde yeri geldiğinde öğrenciye sunar. Bu amaçla problem çözümünde kullanılmak üzere ilk olarak genel model gelişim stratejisi verilir. Daha sonra bu model gelişim stratejisindeki ilk iki bölüm için gerekli açıklamalar verilir. Son olarak da model hakkında bir değerlendirme yapılır. Bu model aşağıda açıklanmaktadır.

Öğrencilerin problem çözümlerinde kullanacakları bir model geliştirmeleri yani modelleme, bazı fiziksel olay ve süreçlerin bir modelini üretmek için bilişsel süreçlerin bir teorisinin genel prensiplerine uygulanması olarak kabul edilir. Fiziksel olay ve süreçlere uygulanacak model gelişim stratejisi 4 ana basamaktan oluşur. Bu modelleme stratejisindeki basamaklar genel bir taslak olarak görülebilir. Bu taslakta sıkı kurallar bulunmamaktadır. Fizikçiler bu modelleme stratejisini uzun deneyimlerle kazanırlar. Fiziksel olayları anlamak için olduğu gibi fizikte problem çözmek için de bir modelleme süreci gerekir. Bu modelleme stratejisi genel problem çözme stratejisi olarak görülebilir. Bu strateji basamakları: *i)* betimleme, *ii)* formülleştirme, *iii)* çözüm ve sonuç bulma ve *iv)* değerlendirme olarak belirtilir [11]. Hestenes [11] tarafından fizik problemlerinin çözümü yukarıda bahsedilen dört basamaklı bir problem çözme modeli ile mümkün olacağı belirtilmektedir. İlk olarak betimleme basamağında; problemdeki cisimler ve bu cisimlerin üzerindeki kuvvetler eşliğinde yaptığı hareketler şekil üzerinde gösterilir. Formülleştirme basamağında, hareket kanunlarından yararlanılarak cisim üzerindeki kuvvetlerin matematiksel ifadesi yazılır. Çözüm ve sonuç bulma basamağında, denklemler çözülerek bir sonuç bulunur. Değerlendirme basamağında ise bulunan sonucun deneysel olarak değerlendirilmesi yapılır.

Heuvelen ve Zou [24] tarafından üniversite düzeyinde yapılan çalışmada mekanik problemlerinin çözümünde çoklu betimlemelerden yararlanılmıştır. Bu amaçla problemin; sözel ve şekil olarak betimlenmesinin yanı sıra iş-enerji değişiminin çubuk grafiği ve matematiksel olarak betimlenmesi de yapılmaktadır. Öğrencilerin problem çözümlerinde çoklu betimlemeleri kullanabilmeleri için; üzerinde durulacak olan nesne ve/veya nesnelere hangileri onu belirlemelidirler.

Nesnelerin ilk ve son durumu belirtilmeli, sistemde yer alan nesnelerin ilk ve son durumlarındaki enerjileri hesaplanmalıdır. Ayrıca sisteme dışarıdan bir müdahalenin olup olmadığı belirlenmeli ve sistemin ilk enerjisi ile yapılan işin toplamının son enerjiye eşit olduğu fikri unutulmamalıdır. Burada problem çözümlerinde çoklu betimleme etkinliklerini yerine getirirken, problemdeki iş-enerji değerlerini çubuk grafik olarak göstermek problemleri çözmekte kullanılacak olan kavramların kullanılmasında problemdeki kelimelerle matematiksel betimleme arasındaki boşluğu doldurmada önemli bir yere sahiptir. Öğrenciler problemdeki ilk durumda ve son durumda objelerin sahip oldukları enerjiyi (kinetik ve potansiyel enerjiyi, sürtünme enerjisi) xy koordinat düzleminde çubuklarla gösterirler. Sonra da bu grafiklerden yararlanarak matematiksel denklemleri ortaya koyarlar. Problemlerin çözümünde öğrenciler sırasıyla; problemin kısa bir özetini yazarlar, problemde verilenleri şekil üzerinde gösterirler. İş enerji çubuk grafiği çizilir ve öğrenciler bunları kullanarak fiziksel denklemleri yazarlar, denklemi çözerek bir sonuç bulurlar ve son olarak da yanıtlarının mantıklı olup olmadığını görmeleri için değerlendirmede bulunurlar. Bu tarz bir problem çözme yönteminde problemin analiz aşamasında çözüm için gerçekleştirilen; verilenlerin kelimelerle özetlenmesi, şekil ve grafik çizimleri ve en önemlisi de problemdeki her bir nesne için iş enerji değişimini göstermek çalışmanın en önemli bölümüdür. Bu problem çözme aşamaları öğrencilere bir çalışma kâğıdında verilmektedir.

Van Weeren ve ark. [4] tarafından yapılan çalışmada öğrenciler tarafından elektromanyetizma problemlerinin nasıl çözüleceği konusunda bir yöntem geliştirilmiştir. İlk olarak problem çözümleri için betimleyici bir model ortaya koyulmuş ardından da bu modelden yararlanarak öğrenciler tarafından elektromanyetizma problemlerinin çözümünde rahatlıkla kullanılacak bir yöntem belirlenmiştir. Elektromanyetizma problemlerinin çözümü için literatürden yararlanılarak geliştirilen problem çözme yönteminde hangi basamakların öğretmen ve öğrenciler tarafından daha çok tekrarlandığı ve üzerinde durulduğu vurgulanmıştır. Başarılı problem çözme etkinliklerinde ortaya koyulan problem çözme basamakları belirlenerek öğrenciler tarafından problem çözümlerinde kullanılacak bir yöntem belirlenmiştir. Buna göre: problem çözümede analiz süreci çok önemli olup üzerinde çok durulması gereken bir aşamadır, acemi öğrenciler

problem çözümlerinde planlama aşamasına yeterince önem vermemektedirler, öğretmenler uzman problem çözümler olduklarından dolayı çözümlerini kısaltarak yapmak eğilimindedirler. Bu genel değerlendirme sonucunda önerilen problem çözme etkinliklerinde sırasıyla: analiz, planlama ve değerlendirme aşamaları bulunması gerektiği belirtilmektedir.

Neto ve Valente [106] öğrencilerin mekanik problemlerinin çözümünde kullanacakları bir sistematik üstbilgi çalışma kâğıdı hazırlamışlardır. Burada öğrenci problemlerin çözümünde sistematik çalışmayı, bilişsel ve üstbilgi stratejilerin yeterli derece yönlendirilmesini ve bu tür stratejileri şekillendiren düşünme süreçlerini ifade etmeyi sağlayan bir yöntemle karşı karşıyadır. Neto ve Valente tarafından hazırlanan problem çözme basamakları aşağıdaki gibidir. Öğrenciler boşlukları kendilerinden istenen işlemlerin yapılması için kullanmışlardır.

1. Problem durumunu şekille ifade etme

.....

2. Problemi analiz etme

- problemi dikkatle oku. Problemdeki en önemli durumu ortaya çıkar. Bilmediğin herhangi bir kelime ya da ifade var mı? Var ise aşağıya yaz.

.....

- Sana göre sorudaki kesin problem nedir? Onu formüle etmeye çalış.

.....

- Tanımlamış olduğun problemle ilişkili olan fizik kavram ve kanunları nelerdir?

.....

- Senin görüşüne göre verilen fiziksel durumda anahtar kelime/ifade nedir?

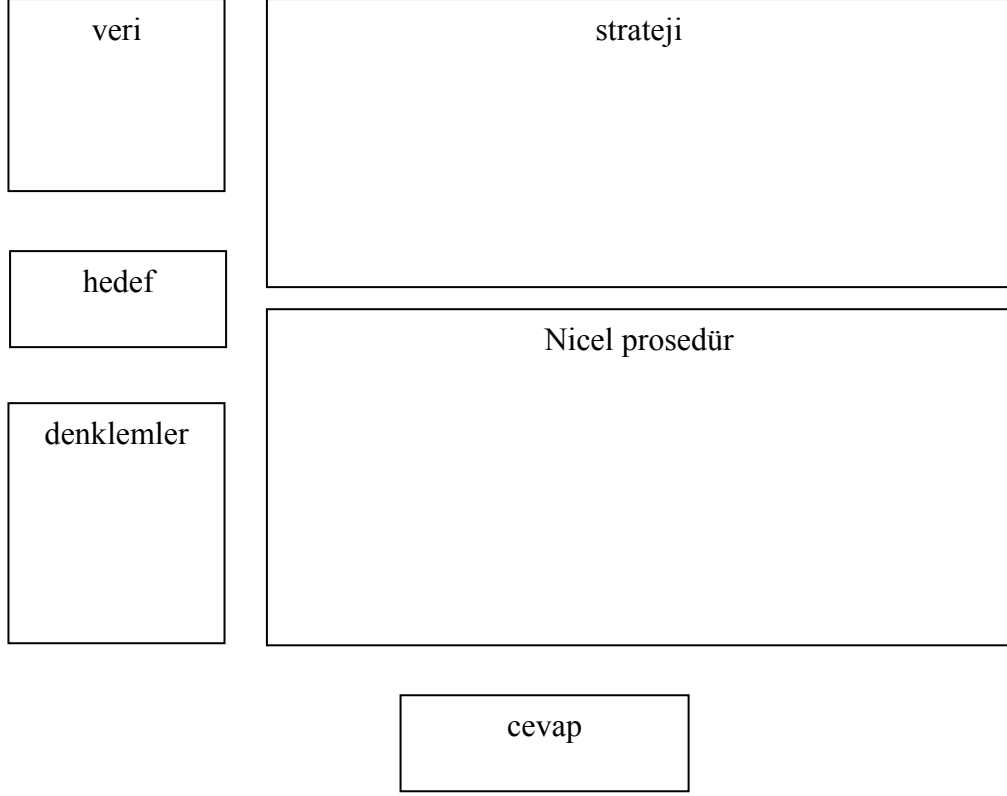
.....

- Problemin cevabı için bir öngörünüm formüle edebilir misin? Aşağıda belirt.

.....

- Problemi çözmek için hafızandan kullanacağın en önemli bilgiyi açıklayabilir misin?

3. Stratejiyi planlama ve organize etme. Bu aşama Şekil 2.8'dedir.



Şekil 2.8 Neto ve Valente tarafından geliştirilen stratejiyi planlama ve organize etme basamağı

4. Çözümü değerlendirme

- problemin çözümünde ortaya çıkan adımlar neler?
- ortaya çıkan yanıtın anlamlı olduğunu, doğrulamaya çalış.
- zorlukları tanımla
- uygulanan işlem basamaklarından en zor olanı hangisiydi?
- problemle ilgili olup iyi bilmediğin konu neydi?

5. Tüm problem çözme performansını değerlendirilmesi: problem çözme boyunca yapılan bazı genel hatalar ve ihmallere; problem çözerken yaptığın en önemli yanlışlar hangileriye işaretleyiniz.

- a) tahmin ediyorum ki problemi dikkatli okumadım.
- b) matematiksel denklemler ve hesaplamalarla çok fazla ilgilendim.
- c) sorudaki problemi tam olarak belirtmekte çok zorluk çektim.
- d) problem için zihnimde uygun bir tanım kuramadım.
- e) çözüm stratejisini planlamakla fazla ilgilenmedim.
- f) dürüst olmak gerekirse konuya fazla çalışmadım.
- g) öğrendiğim konu ile problem arasında ilişki kuramadım.
- h) çok fazla muhakeme ve hesaplama hatası yaptım.
- i) soruya yeterince konsantre olamadım.
- j) problem çözme sürecimin kontrolü ve değerlendirilmesiyle fazla ilgilenmedim.

Heller ve Heller [82] beş adımdan oluşan bir problem çözme yöntemi geliştirmişlerdir. Bu yöntemde yer alan basamaklar:

1. Probleme odaklanma: problem hakkında nitel bir betimleme yapılır. Problemdeki olay taslak olarak bir şekil yardımıyla görselleştirilir. Bulunmak istenen ve problemde kullanılacak fiziksel fikirler yazılır. Problem için bir çözüm yaklaşımı belirtilir.

2. Fiziksel betimleme: problem nicel çözüm için hazırlanır. Problemdeki durum bir diyagram yardımı ile ortaya koyulur. Şekil üzerinde verilenler belirtilir, matematiksel nicelik olarak hedef belirlenir ve verilenlerle ilgili denklemler yazılır. Bu aşamada çözümle ilgili olarak tüm bilgiler belirlenir.

3. Çözüm planı: ikinci adımda yazılan denklemler kullanılarak hedefi belirten bir formül ortaya koyulur. Birim analizi yapılır.

4. Planın yerine getirilmesi: bir önceki basamakta bulunan denklem matematiksel işlemler yapılarak çözülür. Gerekli ise birim değişikliği yapılır.

PROBLEM ÇÖZME FORMATI	
<p>Probleme Odaklanmak Şekil ve verilenler</p> <p>Hedef</p> <p>Problem çözme yaklaşımı</p>	
<p>Fiziksel Betimleme Grafikler ve niceliklerin belirtilmesi</p> <p>Hedef nicelikler</p> <p>Denklemler</p>	
<p>Çözüm Planı Hedefin bir denklemle ifade edilmesi</p> <p>Birim kontrolü</p>	<p>Planın Yerine Getirilmesi Hedef niceliklerin hesaplanması</p> <p>Yanıtın Değerlendirilmesi Yanıt uygun biçimde ifade edildi mi? Yanıt mantıklı mı? Yanıt istenen değer mi?</p> <p>(çözüm için fazla alan)</p>

Şekil 2.9 Heller ve Heller tarafından problem çözümlerinde kullanılan problem çözme formatı

5. Yanıtı değerlendirme: bulunan sayısal sonuç; birim ve işaretine, mantıklı bir değere sahip olup olmamasına ve problemde istenen niceliğin bulunup bulunmadığına göre değerlendirme yapılır. Yukarıda Şekil 2.9'da bu basamakların hangi biçimde uygulandığı gösterilmektedir.

Yukarıda belirtilen her bir adımda yapılması gerekenler daha ayrıntılı biçimde yazarlar tarafından ortaya koyulmaktadır. Şekil 2.9'da genel olarak bu çözüm basamaklarının nasıl uygulanacağını belirtilmektedir. Burada genel olarak yöntem hakkında bilgi verilmektedir. Öğrenciler yukarıda belirtilen problem çözme aşamalarını hazırlanan problem çözme taslağına uygun olarak çözerler. Bu yöntem tüm fizik problemlerine uygulanabilir ve öğrencilerin kendi çözüm yollarını ortaya çıkarmalarına yardımcı olur. Yukarıdaki Şekil 2.9'da bu beş basamaklı yöntem için kullanılan problem çözme formatındaki probleme odaklanmak ve fiziksel betimleme bir sayfada diğer basamaklar ise ayrı bir sayfada bulunmaktadır.

2.6 Uzman ve Acemi Problem Çözücüler

Literatürde 80'li yıllarda problem çözme üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde öğrencilerin problem çözme süreçlerini ve sahip oldukları bilgi tiplerini ortaya çıkarmaya yönelik birçok çalışmanın yapıldığı görülmektedir [88]. Bu çalışmalar daha çok fizik eğitimi alanında yapılmıştır. Kimya ve biyoloji alanlarında bu tip çalışmaların az olduğu görülmektedir [107]. Bu araştırmalarda ilk olarak uzman ve acemi problem çözücüler arasındaki bilişsel farklılıklar ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Daha sonraki çalışmalarda acemi problem çözücülerin kendi aralarındaki bilişsel farklılıkların araştırıldığı görülmektedir [108]. Bu çalışmalarda temel amaç uzman ve acemi problem çözücüler arasındaki farklılıkları ortaya koyarak etkili problem çözme yöntemleri geliştirmektir.

Problem çözmeye kullanılan iki ana strateji bulunmaktadır. Bunlar ileri çalışan strateji (working forward strategy) ve araç amaç (means-ends strategy) stratejileridir. İleri çalışan stratejide problem çözücü problemde verilen bilgi ile işe başlar ve hedefe ulaşmaya kadar çalışmasını devam ettirir. Önceki bilgilerin varlığı bu stratejinin kullanılması ile yakından ilgilidir [1, 9, 44]. Araç amaç stratejisinde sırayla şu aşamalar uygulanır; *i*) hedefi tanımlama, *ii*) hedef ve verilen durum arasındaki farklılıkları bulma, *iii*) bu farklılıkları aza indirecek bir işlem bulma (denklem ya da formül kullanarak) ve *iv*) bu işlemi devam ettirmek eğer çözüm olmaz ise "*ii*" adımına geri dönerek bunu çözüm yolu bulana kadar devam ettirmek

[1, 9, 44]. Literatürde yapılan çalışmalarda araç amaç stratejisini acemi öğrencilerin daha sıklıkla kullandıkları, ileri çalışan stratejinin ise uzman problem çözümleri tarafından kullanıldığı görülmektedir [1, 9]. Çözümlerde kullanılacak stratejiler problemin tanımlanması ile başlamaktadır. Uygun bir problem tanımı yapamayan öğrenci araç amaç stratejisini kullanmaktadır. Uzman ve acemi problem çözümlerinde problem tanımı problem çözümü sırasında değişir. Bu değişimler nitel olarak farklılık gösterir. İlk olarak problem çözümleri problemde belirtilen bazı anahtar kelimelere yoğunlaşır. Yay, hareket eden bloklar, makaralar gibi gerçek, tanıdık objelere bağlı olarak problemin ilk betimlemesini uzman ve acemiler yaparlar. Uzmanlar problemi çözmek amacıyla nitel bir yordam yapmak için ilk betimlemeyi prensip ve kanunlarla ilişkilendirirler. Ortaya çıkan nitel betimleme, sayısal bir çözüm elde etmek için uygun formüllerin seçiminde kılavuzluk edecek matematiksel betimlemenin oluşmasına yardımcı olur. Acemiler ise bunun tersine ilk betimlemenin yüzeysel taraflarına odaklanıp kalırlar. Bu uygulama fizik kurallarının seçimine fazla yardımcı olmaz. Acemiler problemleri fiziksel prensipler yerine problemdeki nesne ve durumlara göre nitelendirirler. Acemiler nitel düşünmeyi olaya dahil etmeyerek sayısal bir çözüme varmak için formül ve denklemlere odaklanarak yalnızca matematiksel bir betimleme yaparlar [1, 17]. Uzman problem çözümleri problemin analizi için birden fazla betimleme -başarısızlık durumunda başka çözüm yollarına yönelmeyi sağlar- yaparken, acemiler de çözümlerinde yaptıkları tek bir nicel betimlemeyi kullandıkları için başarısızlık durumunda tek başlarına bu durumdan kurtulamazlar [109].

Fizik ve kimya gibi bilim alanlarında bilgi düzeyleri; makroskobik, mikroskobik ve sembolik olmak üzere üç ana bölümde incelenmektedir. Makroskobik seviye, gözlenen objelerle uyumlu olarak somut durumlar içerir. Mikroskobik seviye, makroskobik seviyede gözlenen durumun açıklaması için kavram, teori ve prensipleri içerir. Sembolik seviye ise matematiksel hesaplamalar ve formüller ile ilgilidir. Bilim insanları bu üç seviyeyi kolayca kullanarak çaba harcamadan birinden diğerine kolayca geçebilir [1]. Problem çözmede acemi öğrenciler mikroskobik seviyede zorluklar yaşamakta ve buna bağlı olarak yanlış kavramlar geliştirmektedirler. [1].

Savelsberg ve ark. [17] başarılı acemilerin başarısız acemilere göre hedefe daha iyi odaklandıklarını belirtmektedirler. Uzman ve acemiler arasındaki önemli farklılıklardan biri de uzmanlar, problemde enerji gibi sabit kalan niceliklerle ilgilenirken, acemiler hız gibi değişen nicelikler ile ilgilenmektedirler. Uzman ve acemiler arasındaki bu farklılıklara rağmen Savelsberg ve ark. [17] yaptıkları çalışmalarda problemin çözümünde tüm öğrencilerin her aşamada çok az şekil ve grafik çizimi yaptıklarını ifade etmişlerdir.

Uzman problem çözümler planlama aşamasına önem vererek problemleri daha kısa zamanda çözerken, acemiler ise problemi çözmede daha çok formüllere önem vererek problem çözümlerinde çok zaman harcarlar. Acemiler bulunan yanıtın doğruluğunu kontrol ederken yüzeysel olarak bir değerlendirme yaparlar. Oysa uzmanlar birçok farklı yöntemi kullanarak yanıtın doğruluğunu değerlendirirler [109]. Problem çözümünde yapılan işlemleri ve sonucu değerlendirme önemli bir üstbilgi beceridir [54] ve uzman problem çözümler, acemi problem çözümlere göre işlemlerini daha çok değerlendirme becerisine sahiptirler [110]. Ayrıca acemiler problem çözümlerinde yaptıkları hataların farkına kolaylıkla varamazlar ve kendilerini sonucu götürmeyen bazı yöntemleri kullanırlar. Problemdeki tüm bilgiyi görmekte ve kullanmakta başarısızdırlar. Acemiler rutin olarak çözümlerinde yaptıklarını kontrol etmedikleri için, yanıtın yanlış olduğunu gördüklerinde hatasının gerçek nedenini zor bulurlar. Oysa uzmanlar güçlü biçimde yaptıklarını gözleme becerilerine sahiptirler. Fizikte uzman problem çözümler çözüm sürecinde zorlandıkları durumlarda acemi problem çözümlere göre kendi yaptıklarını daha fazla gözlemlerler ve bu da üstbilgi farkında olma olarak nitelendirilir [111]. Kullandıkları çözüm yöntemi işe yaramadığında hemen kullandıkları stratejiyi terk ederler. Uzmanlar çözümdeki öngörülerini ve yaptıkları işlemleri çok çabuk kontrol ederler [112]. Uzman ve acemi problem çözümlerinin sahip oldukları bilgi yapısında da bir takım farklılıklar bulunmaktadır (bak. Tablo 2.3).

Acemi problem çözümler problemdeki bilginin analiz edilmesi sürecinde yetersiz stratejik bilgiye sahipken, uzman problem çözümler problemdeki bilgiyle ilişkili olarak işlemsel ve kavramsal bilgilerini kullanarak daha derin problem betimlemesi yaparlar [56]. Uzman problem çözümlerinin kavramsal bilgi şemasında

kavramlar, birbirine aşamalı bir düzende ve birbirleriyle sıkı ilişkiler içerisindedir. İşlemsel bilgi ile de çift yönlü bir iletişim söz konusudur.

Tablo 2.3 Uzman ve acemilerin bilgi yapılarının karşılaştırılması

Uzmanların Bilgi Yapısı	Acemilerin Bilgi Yapısı
<ul style="list-style-type: none">• aşamalı olarak yapılandırılmış bilgi	<ul style="list-style-type: none">• parçalı bilgi yapısı
<ul style="list-style-type: none">• fiziksel prensipler üzerinedir	<ul style="list-style-type: none">• yüzeysel nitelikler üzerinedir
<ul style="list-style-type: none">• bilgi yapıları birbiriyle zengin bağlara sahiptir-geniş çaplı uyum	<ul style="list-style-type: none">• bilgi yapısı birbirine bağlı değildir- lokal uyum
<ul style="list-style-type: none">• bilgi yapısı prensiplere çoklu betimlemelerle bağlıdır	<ul style="list-style-type: none">• bilgi yapısında birkaç kullanışlı betimleme bulunur
<ul style="list-style-type: none">• alana özgü bilgi fazladır	<ul style="list-style-type: none">• alana özgü bilgi sınırlıdır

Acemi problem çözücülerin kavramsal ve işlemsel bilgi şemalarında bir bağ olmamakla birlikte kavramsal bilgi şemasında da kavramlar arasında zengin bir etkileşim ve aşamalılık ilişkisi yoktur [113]. Chi ve ark. [19] bilgi tiplerinin zihinde organizasyonu ve kalitesinin, uzman ve acemi problem çözücülerin problem çözme performansını yakından etkilediğini belirtmektedirler. Bunun yanında uzmanlar uzun süreli belleklerinde daha geniş şemalara (bilgi ağları) sahip olmakla birlikte, acemilere göre uzmanların otomasyon seviyeleri (bir işi konsantre olmadan yerine getirme kabiliyeti) daha yüksektir [91].

2.7 Fen ve Fizik Alanında Yapılan Çalışmalardan Elde Edilen Sonuçlar

Fen bilgisi ve özellikle fizik alanında yapılan çalışmalarda ortaya koyulan yöntem ve teknikler önceki bölümde açıklanmıştır. Bu bölümde ise çalışmalardan elde edilen sonuçlara yer verilmiştir.

Taconis ve ark. [68] yaptıkları çalışmada 1985–1995 yılları arasında yayımlanan 22 makaleyi incelemişlerdir. Yapılan inceleme sonucunda problem çözmede rol oynayan etkenleri belirtmişlerdir. Bu sonuçlar:

- a) Problem çözüme pratiği ve strateji bilgisi (genel metotlar) problemleri çözüme için yeterli olmamaktadır.
- b) Öğrenciler problem çözüme süreç ve ürünlerini değerlendirme ölçütlerine sahip olmalıdırlar. Ayrıca anında geri bildirim öğrencilerin problem çözüme becerilerini geliştirmektedir.
- c) Grup çalışması, geri bildirim ve olayın ana noktalarına değinmek gibi diğer değişkenler işe katılmadan problem çözümede olumlu bir etki ortaya çıkarılamaz.

Heyworth [1] 6 acemi ve 6 uzman problem çözücüler üzerinde yaptığı çalışmada öğrenci grupları arasındaki kavramsal ve işlemsel bilginin nitel problemleri çözümedeki etkisini araştırmıştır. Uzman ve acemi problem çözücüler arasında 3 belirgin fark belirlenmiştir. Bunlar; kavramsal anlama, kullanılan problem çözüme stratejileri ve nitel betimlemelerin kullanımınıdır. Bunların ışığında bazı öneriler sunulmuştur. Bunlar; kavramsal anlamayı öğretmek, nitel düşünme ve anahtar kelimelerin tanımı için öğrenciyi cesaretlendirmek, öğrencilerin kullandığı stratejiler üzerinde bilgilendirme ve pratik yapma imkânı sağlamadır [1]. Bolton ve ark. [67], üniversite 1. sınıf öğrencilerine ilk yılın ve hazırlanan problem çözüme stratejisinin değerlendirilmesi amacıyla 20 soruluk bir anket uygulanmıştır. Öğrencilerin % 83'ü problem çözüme stratejisinin yararlı ya da çok yararlı olduğunu belirtmiştir. Öğrencilerin % 10' u her zaman bu stratejiyi kullanmış, %63'ü ise bazen kullanmıştır. Yine de problem çözümede öğrenciler probleme başlamada ve hangi denklemin ne zaman kullanacağını bilemediklerini belirtmişlerdir. Sherin [72], makine mühendisliğinde fizik dersi alan 3. sınıf öğrencilerine, ikili gruplar halinde toplam 10 öğrenciye çeşitli fizik problemleri çözdürerek öğrencilerin fizik denklemlerini nasıl algıladıklarını belirlemiştir. Yaptığı çalışmada öğrencilerin bilimsel gerçeklikten uzak denklemler türettiklerini gözlemlemiştir. Matematiksel işaretlemelerin kullanımına gereken önemin verilmemesiyle öğrencilere kötülük edildiğini belirtmektedir. Bu durumda öğrenci formülleri analiz etmeden aynen ezberlemektedir. Lin ve ark. [26], 74 sekizinci sınıf öğrencisiyle yaptığı çalışmada, geleneksel öğretime göre deney grubu öğrencilerinin problem çözüme yeteneklerinin geliştiğini ifade etmektedirler. Ayrıca bu yöntemin etkilerinin uzun vadede ortaya çıktığı belirtilmektedir. Chang ve Barufaldi [99] uyguladıkları problem çözüme

yönteminin öğrencilerin alternatif fikirlerinde belirgin değişimler ortaya çıkardığını gözlemlemişlerdir.

Chang ve Weng [12], 195 lise öğrencisine uyguladıkları yöntemin bilimsel süreç becerileriyle olan ilişkisini incelemişlerdir. Başarılı problem çözücülerin işlem basamaklarını sırayla takip ettikleri gerektiğinde problem bulma basamağına döndükleri bulunmuştur. Acemi çözücüler ise belirli bir işlem basamağı takip edememişlerdir. Bunun nedenleri arasında acemi çözücülerin bilimsel süreç becerilerini kullanmakta başarısız oldukları gözlenmiştir.

McCalla [100] tarafından geliştirilen çözüm yolunu öğrenciler zor problemlerle karşılaştıklarında kullanmaktadırlar. Kolay problemlerin çözümünde öğrenci bildiği yolu kullanmaktadır. Ayrıca bu yöntem aracılığıyla öğrenciler sembolik işaretleri, problem için gerekli olan bilgiyi hatırlamakta bir araç olarak kullanmaktadırlar. Gerçek, alışılmadık problemlerin çözümünde kullanılan yöntemin öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmede yardımcı olduğu açıklanmaktadır.

Tao [114] ders kitaplarındaki nicel problemlerin tersine nitel problemlerin çözümünün ve bunların çoklu çözümlerine yer vermenin kavramsal anlamayı ve sağlam problem çözme stratejileri geliştirdiğini belirtmektedir. Tao tarafından yapılan çalışmaların bir benzerini yapan Bağcı ve ark. [115], Fizik Eğitimi birinci sınıfta eğitim gören 37 öğrenciden, iki fizik problemi için alternatif çözümler üretmeleri istenmiştir. İki haftalık bir aradan sonra ikili gruplar halinde öğrenciler kendi çözümleriyle dağıtılan alternatif çözümleri karşılaştırmaları istenmiştir. Üç haftalık bir aradan sonra yine aynı konu ile ilgili ancak farklı problemler yöneltilmiştir. Öğrenciler ikinci testte verilen problemler için daha fazla sayıda alternatif çözüm üretmişlerdir. İkili gruplar halinde yapılan çalışmalarla öğrenciler hatalarını görmüş, problem çözümlerine farklı yaklaşımlar getirebilmeleri sağlanmıştır. Öğrenciler formüle dayalı çözümler dışında eleme, mantık kurma, açıklama ve yorumlama gibi tekniklerle de fizik problemlerinin çözülebileceğini belirtmişlerdir [115].

Zoller [98] 98 üniversite öğrencisine problem çözümlerinde uyguladığı yöntem ile hem problem çözme yeterliliklerinin hem de soru sorma kabiliyetlerinin geliştirilmesini amaçlamıştır. Yapılan ara ve final sınavlarında öğrencilerden dönem içinde çalıştıkları konulardan birisi üzerine soru yazmaları ve yanıtlamaları istenmiştir. Final sınavlarında, ara dönem sınavına nazaran soru yazan öğrencilerin oranında üç kat artış yaşanmıştır. Başarı yönünden soru yazanlar ile geleneksel olarak yalnızca verilen soruları yanıtlayanların başarıları arasında önemli bir fark görülmemiştir.

Neto ve Valente [106] tarafından fizik dersi alan öğrencilere uygulanan problem çözme yöntemi nitel ve nicel prosedürleri kapsamaktadır. Müfredat kapsamında dersler işlenirken problem çözme stratejileri öğretiminde hem bireysel hem de grup olarak problem çözme çalışmaları yapılmıştır. Beş aylık çalışma sonucunda deney grubunda üstbiliş problem çözme becerileri kontrol grubundaki öğrencilere göre belirgin olarak ilerleme sağlamıştır. Çalışma sonunda nitel ve kavramsal bilgide, derse karşı tutumdaki değişimde ise daha az bir farklılık belirlenmiştir. Sonuçların üstbiliş yönelimli problem çözme yaklaşımının bilimsel kavramlar ve düşünme becerileri arasında bir etkileşim sağlayabilecek uygun bir araç olabileceği ileri sürülmektedir.

Heller ve Reif tarafından seksenlerin ortasında yapılan çalışmalarda problem çözme becerilerini öğretmek için öğrenciler üç gruba ayrılarak çalışmalar yürütülmüştür [aktaran 101]. İlk grup kontrol grubu olarak her öğrenci kendi başına problemleri çözmüş ve ders kitaplarındaki problem çözme yöntemleriyle ilgilenmişlerdir. İkinci grup detaylı bir biçimde hazırlanan öğrencinin yapması gerekenleri sırasıyla belirten problem çözme yöntemini kullanmışlardır. Araştırmalarda daha az detaylandırılmış problem çözme metodu kullanılmak üzere üçüncü bir grup belirlenmiştir. Bu metotta özellikle problemin belirlenmesinde öğrenciye serbestlik tanınmıştır. Kontrol grubunda gerçek bir değişim yaşanmaz iken üçüncü grup bazı problemleri çözmeye kısmen de olsa başarı göstermiştir. En detaylı problem çözme metodunu kullanan grup özellikle problemin başlangıç bölümünde (problemi açıklama, kavram ve prensipleri belirtme ve şekil ve grafik çizme) çok diğer gruplardan daha başarılı olmuştur. Deney grubu problemin diğer

bölümlerinde de diğer gruplardan daha iyi bir performans sergilemişlerdir. Bu problem çözme yöntemi Reif ve arkadaşları tarafından sonraki on yılda geliştirilmiştir.

Bagno ve Eylon [14] yaptıkları çalışmada bütün, kendini oluşturan parçaların toplamından daha büyüktür deyişine göre; problem çözme, kavramsal anlama ve bilginin yapılandırılmasını tümünden ele alınarak daha iyi bir öğrenmenin sağlanabileceğini göstermek istemişlerdir. Çalışma, 69 deney ve 111 kontrol grubundan olmak üzere toplam 180 lise 12 sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Yapılan çalışma sonrası deney grubu öğrencileri problem çözmeye ve kavramsal anlamada kontrol grubuna göre daha iyi performans göstermişlerdir. Deney grubu yapılan sınavda; elektromanyetizma hakkındaki temel fikirler, problem çözümlerinde çözümün doğruluğunu açıklamak, genel problem çözme becerisi konularında kontrol grubundan daha başarılı olmuşlardır. Deney grubu öğrencileri çalışmadan elde ettikleri bilgilerini farklı alanlara transfer etmekte de başarılı olmuşlardır. Deney grubu öğrencileri fizikten farklı bir alandaki konuda temel fikirlerin ortaya çıkartılmasında kontrol grubundan daha başarılı olmuşlardır. Sonuç olarak kavramlar arası ilişkilerin ve bu kavramların problem çözümlerinde nasıl uygulanacağını gösterildiği kavram haritalarının öğrenciler tarafından yapılandırılmasının kavram öğretimine ve problem çözümüne yardımcı olduğu belirtilmektedir.

Huffman [3] tarafından yapılan çalışma, deney grubunda 86 ve kontrol grubunda 59 olmak üzere 145 lise öğrencisi ile yürütülmüştür. Her iki grup da Newton kanunları üzerine öğretim alırken deney grubu açık problem çözme yöntemini, kontrol grubu ise klasik problem çözme yöntemini kullanarak haftada bir ders işbirlikçi gruplarda problemleri çözme çalışmaları yapmışlardır. Sonuçlar göstermektedir ki problem çözme stratejisinin öğretimi yapılan sınıflarda öğrencilerin fiziksel betimlemeleri kontrol grubuna göre daha nitel ve tamdır. Yapılan testte deney grubu öğrencileri kontrol grubundan daha başarılı olmuştur. Ancak gruplar arasında çözümde kullanılan denklemlerin karşılaştırılması yapıldığında bir farklılık olmadığı görülmektedir. Ayrıca matematiksel işlemlerde, çözümün organizasyonu ve planlanması becerilerinde de gruplar arasında farklılık

bulunmamaktadır. Kavramsal anlama bakımından da iki grup arasında farklılık belirlenmemiştir. Problem çözme stratejisi öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirmeye yardımcı olmamıştır. Gruplarda kız ve erkek öğrencilerin başarı puanlarında farklılık olmamasına rağmen deney grubundaki kız öğrencilerin kavramsal anlamaları erkeklere göre daha çok gelişmiştir. Açık problem çözme yönteminin kavramsal doğası olmasına rağmen kavram öğretimine bir etkisi bulunmamakta ve genel olarak başarıyı arttırmasına rağmen çözümü planlama ve matematiksel işlemlerin yerine getirilmesinde bir farklılık yaratmamaktadır.

Leonard ve ark. [102] tarafından yapılan çalışmaya üniversite birinci sınıf mekanik dersi alan mühendislik ve fizik öğrencileri katılmıştır. Deney grubunda 148, kontrol grubunda ise 376 öğrenci bulunmaktadır. Stratejilerin öğretmen tarafından sunumu ve öğrenciler tarafından yazılması problem çözümü için ortak bir dil geliştirmeye yardımcı olmuştur. Böylece dersler daha öğrenci merkezli ve daha etkileşim halinde işlenmiştir. Araştırma, öğrencinin bir materyalle ne kadar çok aktif olarak ilgilenirse onu o kadar çok özümlemekte ve kendisi için anlamlı kıldığını göstermektedir. Yapılan sınavlar sonucunda deney grubu öğrencilerinin üçte ikisi çözüm için yeterli bir strateji yazma becerisine sahip olmuşlardır. Deney grubu öğrencileri problemler için hangi kavram ve prensiplerin gerekli olduğu konusunda kontrol grubu öğrencilerinden daha başarılı bir performans göstermişlerdir. Ayrıca öğrencilere mekanik dersinden aylar sonra bu konuda problem çözümünde gerekli olan kavram ve prensiplerin neler olduğu sorulmuştur. Kontrol grubu mekanik konusu ile ilgili olarak yalnızca Newton yasaları üzerinde dururken, deney grubu ise hem bu yasaları hem de ilgili diğer yasaları açıklamalarında belirtmişlerdir. Yapılan strateji öğretimi konu hakkında daha çok kavram ve prensibin hatırlanmasını sağlamıştır.

Heller ve ark. [23] tarafından yapılan çalışmada deney grubunda 91 ve kontrol grubunda 118 üniversite öğrencisi bulunmaktadır. İşbirlikçi gruplarda problem çözme performansı bireysel problem çözümleriyle karşılaştırıldığında daha yüksektir. Bu durum özellikle de problemin betimlenmesi aşamasında daha belirgindir. Ayrıca öğrencilerin bireysel problem çözme performansları zamanla gelişmiştir. Geleneksel gruba göre deney grubu öğrencileri uzman problem

çözücülerin sahip olduğu problem çözme becerilerini göstermektedirler. Bu yöntem ile öğrencilerin problem çözme becerileri yanında kavramsal anlamaları da gelişmektedir. Öğrenciler problem çözerken bir öğretmen gibi davranarak arkadaşlarını etkilemekte ve problemi tartışmaktadırlar. Bu problem çözme yöntemini kullanan öğrenciler problemi değerlendirmek, fikirlerini açıklamak ve arkadaşları tarafından yapılan açıklamaları değerlendirmek söz konusu olduğunda fiziksel kavram ve prensiplerini daha iyi anlamaktadırlar.

Gaigher ve ark. [10] tarafından yapılan çalışmada deney grubunda 80, kontrol grubunda ise 109 lise 12. sınıf öğrencisi bulunmaktadır. Sonuçta deney grubu öğrencilerinde kavramsal anlama kontrol grubu öğrencilerine göre daha fazla gelişim göstermiştir. Deney grubu öğrencileri genel fiziksel kavram ve prensipleri çözümlerde daha çok kullanmaya başlamışlar ve doğru bir çözüm yapılandırabilmişlerdir. Deney grubu öğrencilerinde formül tabanlı çözüm kullanımı azalmıştır. Kullanılan problem çözme yöntemi öğrencilerde kavramsal anlayışın gelişimi yanında problem çözmeye kavramsal olarak bir yaklaşım sergilemelerine de olanak sağlamıştır. Bu strateji ile öğrenciler çözümlerinde problem durumu ile ilgili olan kavramları ve fiziksel modelleri araştırmaya başlamışlardır. Çözümün matematiksel boyutundan uzaklaşıp diyagram ve argümanlara odaklanma sayesinde bir problem çözümünün ne gerektirdiği daha iyi anlaşılmıştır. Deney grubu öğrencileri sayısal işlemlere odaklanmak yerine problemi tanımlamaya ve şekil çizmeye odaklanmaktadırlar. Problem çözme yönteminin kullanımı ile yazılı argümanlar ve diyagramlar çözümün normal bir parçası haline gelmiştir. Bu çalışma ile deney grubu öğrencileri sembolik bilgi alanındaki sınırlardan dışarı çıkarak, kavram ve modeller vasıtasıyla fiziksel durumları yorumlayabilme becerisi kazanmışlardır.

Harskamp ve Ding [103] tarafından yapılan çalışma 99 lise 11. sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. İpuçlarının kullanıldığı işbirlikçi grupta 26, ipuçlarının kullanılmadığı grupta 25 öğrenci vardır. Yine ipuçlarının kullanıldığı bireysel problem çözme çalışması yapan grupta 23, ipuçlarının kullanılmadığı grupta 25 öğrenci bulunmaktadır. Araştırma sonucunda ipuçlarının kullanımına bağlı olmadan işbirlikçi gruplarda ve ipuçlarının kullanıldığı bireysel öğrenme ortamlarında başarı

artmıştır. Bireysel öğrenmede ipuçları uzman bir yardımcı gibi iş görmüşlerdir. Ancak işbirlikçi gruplara baktığımızda ipuçlarını kullanan işbirlikçi grupta, ipucu kullanmayanlara göre başarıda farklılık yoktur. İpuçları yardımıyla bireysel problem çözümler denklemleri hatırlamak ve bir plan yapmak basamaklarında ipuçlarını sık kullanmışlardır. Böylece ipuçları bireysel olarak problem çözümünde çözüm çabalarını desteklemekte ve öğrencilerin yanlış çözüm yollarına sapmalarını engellemektedir. Bireysel olarak yapılan problem çözme çalışmalarında öğrenciler yanıtın kontrolü ile ilgili ipuçlarını kullanmamışlardır. İpuçlarının kullanıldığı işbirlikçi gruplarda ise yanıtın kontrolü amacıyla özellikle gruptaki bireylerden biri sonuç hakkında diğer grup üyelerine katılmadığında ipuçlarını daha sık kullanılmıştır.

Sutherland [56] tarafından yapılan çalışmaya lise 11. sınıfta öğrenim gören 211 öğrenci katılmıştır. Çalışma; problem çözümede kullanılan öğretim stratejileri, yansıtıcı değerlendirme soruları ve grup veya bireysel problem çözme değişkenleri göz önünde bulundurularak on sekiz farklı deneysel koşul altında yürütülmüştür. Soru analiz stratejisi ile beraber bu stratejinin son üç basamağı ile ilgili olan (tekrar organize etme, hatırlama ve ilişkilendirme) kendini değerlendirme ve yansıtıcı değerlendirme sorularının beraber kullanıldığı gruplarda başarı artmıştır. Bu tarz bir problem çözme yöntemi problem için uygun bir betimleme yapmak ve problemdeki bilginin analiz edilmesi için gerekli olan durumsal ve stratejik bilginin gelişimini sağlamıştır. Ayrıca deney grubu öğrencileri görüşmeler sonrası problemdeki bilginin analizine daha sistematik yaklaşmışlar ve problemdeki bilginin hatırlanması ve kullanımında daha başarılı olmuştur. Böyle bir yöntem; problemdeki bilginin değerlendirilmesine, analiz ve yaptıklarını gözlemlene becerisinin gelişimine katkı sağlamıştır. Deney grubu öğrencileri öğretim sonrasında bilginin analizinde ve etkili problem betimlemelerinin gelişiminde uzman problem çözümler gibi davranmışlardır. Ayrıca farklı kabiliyetlere sahip olan öğrencilerden oluşmuş gruplarda ve bireysel olarak problem çözen öğrencilerin başarısı, aynı özelliklere sahip öğrencilerden oluşmuş gruplardan daha yüksek olmuştur.

Pol ve ark. [70] tarafından yapılan çalışma 16 yaşlarında bir grup öğrenci ile yürütülmüştür. Deney grubunda 11, kontrol grubunda ise 26 öğrenci bulunmaktadır.

Öğrenci seçiminde evlerinde hızlı internet bağlantısı olan öğrenciler seçilmiştir. Sonuç olarak deney grubu öğrencileri problemleri çözmeye bir gelişim göstermişler ancak konu ile ilgili bilgi kazanımı sağlayamamıştır. Problem çözümünde geliştirilen bilgisayar programını kullanan öğrenciler kendilerine daha çok güvenerek problemlerle uğraşmak için daha çok çaba göstermişlerdir. Öğrenciler ipuçlarını kullanarak problem çözümlerinde daha sistematik çalışmışlardır. Bu problem çözme stratejisini güçlendirmiştir. Deney grubunun analiz ve plan yapma becerileri gelişirken, değerlendirme becerisi kontrol grubuna göre anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Öğrenciler ne kadar çok ipuçlarını kullanmışlarsa o kadar çok probleme doğru yanıt vermişlerdir. Deney grubu öğrencilerinde kavramsal ve işlemsel bilgi düzeyleri gelişmemiş olmasına rağmen, stratejik bilgi gelişim göstermiştir.

Gertner ve VanLehn [104] tarafından yapılan çalışma donanma akademisinde deney grubunda 173 ve kontrol grubunda 162 öğrenci ile yürütülmüştür. Yapılan testte deney grubu öğrencileri daha başarılı olmuşlardır. Ayrıca sonuçlar öğrencilerin uzmanlıklarına göre incelendiğinde fizik dersini yeni alan öğrencilerin yardıma daha çok ihtiyaçları olduğu ve bu programın acemi öğrencilerde daha etkili olduğu belirtilmiştir. Heuvelen [21] tarafından yapılan çalışma ise; kontrol grubunda 48, deney grubunda 50 üniversite öğrencisi ile yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlara bakıldığında, deney grubu öğrencileri yapılan açık uçlu ve çoktan seçmeli sınavlarda kontrol grubundan daha başarılı olmuşlardır. Problem çözmeye her iki grubun yaptığı işlemlere baktığımızda ise deney grubu problemin şekil ve grafiklerle ifade edilmesi, problemde geçen kavram ve prensiplerin uygulanması ve doğru yanıtın elde edilmesi becerilerini kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir biçimde daha çok yerine getirmiştir. Kontrol grubu problem çözümlerinde temel kavramları probleme uyarlamaktan çok ezberledikleri bir takım formülleri çözüme uygulamayı seçmişlerdir.

Halloun ve Hestenes [105] tarafından yapılan çalışmada, kontrol grubunda 119 ve deney grubunda ise 319 üniversite öğrencisi bulunmaktadır. Sonuç olarak deney grubu yapılan sınavlarda kontrol grubundan daha başarılı olmuştur. Ayrıca deney grubu öğrencilerinin % 85'i, kontrol grubunun ise % 40'ı problem

çözümlerinde şekil ve grafik çizmeye çalışmışlardır. Deney grubu öğrencilerinin yüzde 50'si, kontrol grubunun ise yalnızca yüzde 20'si doğru çizim yapmışlardır. Her iki grup da benzer biçimde denklemleri doğru olarak belirtmişlerdir. Yanlış şekil çizen öğrencilerin neredeyse tamamı çözüm için doğru denklemleri bulmakta başarısız olmuşlardır. Özellikle deney grubunda yapılan ilk testte başarısız olanlar son testte daha başarılı olmuşlardır.

Heuvelen ve Zou [24] tarafından yapılan çalışmada deney grubunda 67, kontrol grubunda ise 147 öğrenci bulunmaktadır. Görüşmelerden elde edilen sonuçlara göre öğrenciler, problemde verilen niceliklerin enerji değişimlerini çubuklarla göstermeye ve çoklu betimlemelerde bulunmaya olumlu bakmaktadırlar. Enerji çubukları gösterimi, kavramları anlamakta ve problem çözmeye çok önemli bir role sahip olmaktadır. Öğrenci görüşlerine göre fizik konularını öğrenmede çoklu betimlemeler de yarar sağlamıştır. Deney grubu öğrencileri problem çözümlerinde formül merkezli yöntem yerine uzman problem çözümler gibi davranmaya başlamışlardır. Öğrenciler ayrıca bu problem çözme yönteminin onların olayları nitel olarak değerlendirebilme becerilerini geliştirdiğini ve iş enerji olaylarını daha iyi muhakeme ettiklerini belirtmektedirler. Deney ve kontrol grubu öğrencilerine iş enerji problemlerinin çözümünde nitel analiz yapma becerilerinin gelişip gelişmediğini görmek için bir problem sorulmuştur. Deney grubu öğrencilerinin % 60'ı problemi doğru biçimde çözerken, kontrol grubunda ise probleme doğru yanıt veren öğrencilerin oranı % 20 civarında kalmıştır.

Van Weeren ve ark. [4] tarafından yapılan çalışma, üniversite teknoloji bölümlerinde öğrenim gören öğrencilere uygulanmıştır. Sınav sonuçlarına bakıldığında problem çözme öğretimi alan bölümlerdeki başarı kontrol grubu öğrencilerinden daha yüksek olmuştur. Önceki yıllara göre bölümlerdeki başarı notlarında problem çözme çalışmaları süresince bir artış gözlenmiştir. Ayrıca deney grubu öğrencileri çalışmalarında elektromanyetizma dersine kontrol grubundan daha az zaman ayırarak başarılarını sürdürebilmişlerdir.

Bu bölümde literatürde problem çözme üzerine ortaya koyulan çözüm yöntemleri ve bu yöntemlerin uygulanmasında elde edilen sonuçlar ele alınmıştır.

Burada çözüm yöntemi olarak genelde konu merkezli olarak problem çözme yöntemlerinin ele alındığı görülmektedir. Çalışmalarda öncelikle konu seçimi ardından genel hatları ile ya da ayrıntılı biçimde çözüm süreci ele alınmaktadır. Ayrıca acemi problem çözücülerin, problem çözümlerinde formül merkezli bir yöntem kullandıkları belirtilmesine rağmen bu konuda yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Çalışmalardan elde edilen sonuçlarda tam ve nitel bir başarının sağlanamaması problem çözme yöntemini genel olarak değerlendirmeyi zorunlu kılmaktadır. Bu amaçla problem çözmede önemli bir yere sahip olan ve literatürde çözüm sürecine genelde dahil edilmeyen üstbiliş beceriler çerçevesinde problem çözme ele alınıp, bu doğrultuda konular ve kavramlar eşliğinde bir takım problem çözme etkinliklerinin tasarlanması gerekmektedir. Bu etkinliklerin tasarlanması aşamasında literatürde kullanılan problem çözmeye yönelik ipuçları, formüllerin sembolik ve kavramsal değerlendirilmesi ile şekil ve grafiklerin kullanılması öğrencilerin problem çözmeye karşı kazanımlarını daha nitelikli hale getirecektir. Sonuç olarak, üstbiliş beceriler doğrultusunda problem çözmede gözlem formu ve problem çözme taslağı oluşturularak literatür destekli bir takım etkinliklerin tasarlanması bir problem çözme modelinin ortaya koyulmasını sağlamıştır.

3. YÖNTEM

Bu bölümde; araştırmada kullanılan yöntem, araştırmanın deseni, örneklem, araştırmanın uygulama süreci, veri toplama araçları ve verilerin analizi hakkında bilgiler verilmiştir.

3.1 Araştırmada Kullanılan Yöntem

Bu çalışmada hem nitel hem de nicel araştırma yöntemleri kullanılmıştır. Basınç başarı testinde yer alan açık uçlu problemler, öğrenciler ve öğretmenlerle yapılan görüşmeler çalışmanın nitel bölümünü oluşturmaktadır. Basınç başarı testinde öğrencilerin açıklamalarının puanlara dönüştürülmesi ve fen bilgisi, problem çözme ve problemleri nasıl çözersiniz (üstbiliş becerilere yönelik) şeklindeki anketler de araştırmaya nicel bir özellik kazandırmaktadır.

3.2 Araştırmanın Deseni

Araştırmada, ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Bu modelde, yansız atama ile oluşturulmuş iki grup bulunmaktadır [116]. Gruplardan biri deney, diğeri kontrol grubudur. Araştırmada deney–kontrol gruplu bir çalışma modelinin seçilmesinin nedeni; deney grubuna uygulanacak olan problem çözme etkinliklerinin, öğrencilerin; problem çözme becerilerine, fen bilgisine, problem çözmeye karşı tutumlarını, üstbiliş becerilere olan katkısını ve geleneksel problem çözme yöntemlerinden varsa farklılıklarını ortaya koymaktır. Her iki grupta da deneysel işlem öncesi ve sonrası ölçmeler yapılmıştır [116]. Tablo 3.1’de araştırma deseninin simgesel görünümü verilmiştir.

Tablo 3.1 Ön test son test kontrol gruplu desenin simgesel görünümü

Gruplar	Ön test	Yöntem	Son test
Deney	T ₁ , T ₂ , T ₃ , T ₄	X _{PÇEY}	T ₁ , T ₂ , T ₃ , T ₄ , T ₅
Kontrol	T ₁ , T ₂ , T ₃ , T ₄	X _{GU}	T ₁ , T ₂ , T ₃ , T ₄ , T ₅

GU: Geleneksel uygulama
PÇEY: Problem çözme etkinliklerinin uygulanması
T₁ = Basınç başarı testi
T₂ = Fen bilgisi dersine karşı tutum anketi
T₃ = Problem çözmeye karşı tutum anketi
T₄ = Problemleri nasıl çözersiniz anketi (üstbilis becerilerin ölçüldüğü anket)
T₅ = Öğrencilerle yapılan görüşmeler

Tablo 3.1’de belirtilen desende “T” olarak belirtilenler bağımlı değişkenleri yani gruplara uygulanan test, anket ve yapılan görüşmeleri, “X” olarak belirtilenler ise bağımsız değişkeni yani uygulanan problem çözme yöntemlerini belirtmektedir. Deney ve kontrol gruplarında; T simgesi ile ifade edilen, basınç başarı puanları, fen bilgisine ve problem çözmeye karşı tutum ile problemleri nasıl çözersiniz üstbilis beceri puanları bağımlı değişkenler olarak kullanılmıştır. “GU” simgesi kontrol sınıflarında geleneksel problem çözme yöntemini ve “PÇEY” ise deney gruplarındaki araştırmacı tarafından hazırlanmış problem çözme yöntemini ifade etmektedir. Araştırmada kullanılan deneysel desen ayrıntılı olarak aşağıda Tablo 3.2’de gösterilmektedir.

Tablo 3.2’de belirtildiği gibi ilk olarak her iki gruba da deneysel işlem öncesi yukarıda belirtilen test ve anketler uygulanmıştır. İkinci aşamada deney grubunda ünite öncesinde fen bilgisi problemlerinin çözümü hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Kontrol grubunda ise bir işlem yapılmamıştır. Üçüncü aşamada ise deney grubu üniteindeki problemleri hazırlanan problem çözme etkinlikleri ile çözerken, kontrol grubu problem çözümlerinde önceki ünitelerde kullandıkları yöntemleri uygulamışlardır. Dördüncü ve son aşamada ön test olarak kullanılan test ve anketler her iki gruba uygulanmış ayrıca gruplardan rasgele seçilen öğrencilerle ve çalışmaya katılan öğretmenlerle görüşmeler yapılmıştır.

Tablo 3.2 Araştırmanın deneysel deseni

Uygulama Basamakları	Deney grubu	Kontrol grubu
Problem çözme etkinlikleri öncesi uygulanacak test ve anketler	-Problem çözmeye yönelik tutum ölçeği -Fen bilgisi dersine yönelik tutum ölçeği -Problemleri nasıl çözersiniz? anketi -Basınç ön test	-Problem çözmeye yönelik tutum ölçeği -Fen bilgisi dersine yönelik tutum ölçeği -Problemleri nasıl çözersiniz? anketi -Basınç ön test
Basınç ünitesi öncesi teorik bilgi	-Basınç ünitesi öncesinde fen bilgisi problemlerinin çözümü hakkında bilgi	-Problem çözmeye yönelik bir açıklama yapılmayacak
Basınç ünitesi boyunca yapılacak etkinlikler	-Problem çözümlerinde problem çözme taslağı ve problem çözme gözlem formunun kullanılması Problem çözme taslağında konu başlıkları için hazırlanan grafik ve açıklamaların kullanılması -Ünitedeki konular için hazırlanan grafik ve açıklamalardan yararlanılması -Formüller için kavramsal ve sembolik açıklamalar	-Problemlerin standart yöntemlerle çözümü -Öğretim programında standart yöntemler ve materyallerin kullanımı -Formüller için genel standart açıklamalar
Basınç ünitesi öğretimi sonrası uygulanacak test ve anketler	-Problem çözmeye yönelik tutum ölçeği -Fen bilgisi dersine yönelik tutum ölçeği -Problemleri nasıl çözersiniz? anketi -Basınç son test -Rasgele seçilen öğrencilerle görüşme	-Problem çözmeye yönelik tutum ölçeği -Fen bilgisi dersine yönelik tutum ölçeği -Problemleri nasıl çözersiniz? anketi -Basınç son test -Rasgele seçilen öğrencilerle görüşme

3.3 Örneklem

Araştırmanın evrenini, ilköğretim 7. sınıf fen bilgisi dersi alan öğrenciler oluşturmaktadır. Araştırmaya, Balıkesir il merkezinde dört, Kepsut ilçesinde bir ilköğretim okulunda olmak üzere toplam 269 öğrenci katılmıştır. Deney grubunda 116, kontrol grubunda ise 153 öğrenci bulunmaktadır. Dört okulun öğrencileri

rasgele deney ve kontrol grupları şeklinde ayrılmış ve bir okulda yalnızca kontrol grubu oluşturulmuştur. Böylece dört deney grubu ve beş kontrol grubu ile çalışılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrenci sayılarının cinsiyete göre dağılımı Tablo 3.3'te verilmiştir.

Tablo 3.3 Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin cinsiyete göre dağılımı

Gruplar	Kız		Erkek		Gruplar Toplamı	Genel Toplam
	N	%	N	%	N	N
Deney grubu 1	10	83,3	2	16,7	12	116
Deney grubu 2	16	43,2	21	56,8	37	
Deney grubu 3	9	30	21	70	30	
Deney grubu 4	20	54,1	17	45,9	37	
Kontrol grubu 1	5	38,5	8	61,5	13	153
Kontrol grubu 2	17	45,9	20	54,1	37	
Kontrol grubu 3	23	63,9	13	36,1	36	
Kontrol grubu 4	15	46,9	17	53,1	32	
Kontrol grubu 5	17	48,6	18	51,4	35	
Genel Toplamlar	132	49,07	137	50,93	269	269

Deney ve kontrol grubu 1 ve 4 şubelerinde dersler aynı öğretmenle yürütülmüştür. Deney ve kontrol grubu 2 şubelerinde çalışmaya aynı öğretmenle başlanmış ancak çalışma döneminde kontrol grubuna farklı bir öğretmen okul yönetimi tarafından atanmıştır. Deney ve kontrol grubu 3 şubelerinde deney ve kontrol gruplarında farklı öğretmenler ile çalışma yürütülmüştür. Tek bir okulda ise yalnızca kontrol grubu 5 yer almıştır.

3.3.1 Örneklem Seçimi

Çalışmada yukarıda belirtilen örneklem seçimini etkileyen iki faktör olmuştur. Bunlardan birincisi, çalışmanın çerçevesinin basınç konusuyla ilgili olmasından dolayı ilköğretim 7. sınıf öğrencileri seçilmiştir. Çünkü ilk ve orta öğretim düzeyinde bu konu yalnızca ilköğretim düzeyinde ve sadece 7. sınıfta okutulmaktadır.

Öğrencilerin basınç konusunda önceden aldıkları bir öğretim olmaması ve öğretmenlerin kavram öğretimine yönelik yapacakları çalışmalara müdahale edilmeyecek olup aynı öğretim yöntemlerini kullanmaları nedeniyle problem çözmede kavramsal boyutun kontrol altında tutulacağı düşünülmüştür. Böylece öğrencilerin problem çözümünde sahip oldukları beceriler ortaya çıkarılarak bunların öğretim sonunda nasıl bir değişim gösterdiği ortaya koyulmaya çalışılmıştır. İkinci faktör ise, uygulamanın sağlıklı bir ortamda yürütülebilmesi için ilköğretim okullarında görev yapan öğretmenlerin böyle bir çalışmaya karşı daha istekli olmalarıdır. Çalışma öncesinde birçok öğretmenle görüşmeler yapılmış ve böyle bir çalışmayı yapabilecek öğretmenlerle çalışma başlatılmıştır. Öğretmen seçiminde bu tür çalışmalara istekli ve çalışmanın önemini kavrayarak problem çözme ile ilgili çalışma etkinliklerini tam olarak uygulayabilecek olmalarına özen gösterilmiştir. Deney ve kontrol gruplarının seçiminde belirgin bir uygulama yapılmamış, yansız atama ile sınıflar araştırmacı ve öğretmenler tarafından deney ve kontrol grubu olarak belirlenmiştir.

3.4 Araştırmanın Uygulama Basamakları

Bu kısımda araştırmanın uygulama süreci; hazırlık ve deneysel işlem süreci olarak iki basamakta verilmektedir.

3.4.1 Hazırlık Süreci

Deneysel çalışmadan önce problem çözme üzerine yapılan çalışmalar araştırılmıştır. Ayrıca deneysel çalışmada kullanılacak problem çözme etkinliklerinin tasarlanmasına yardımcı olması için öğretmen ve öğrencilere çeşitli test ve anketler yapılmıştır. Pilot çalışma ile literatür destekli hazırlanan problem çözme etkinliklerinin değerlendirilmesi ile uygulama sürecinde kullanılacak test ve anketlerin güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır. Hazırlık sürecinde elde edilen verilerden yararlanılarak uygulamada kullanılacak problem çözme etkinliklerine son şekli verilmiştir. Aşağıda yapılan çalışmalar maddeler halinde verilmektedir:

1. Araştırmada kullanılacak etkinliklerin tasarlanmasında ve geliştirilmesinde ilgili literatür taranarak bu konuda yapılmış çalışmalar incelenmiştir. Problem özme süreçleri hakkında matematik ve fizik eğitimi alanında çalışma yapan eğitimcilerin tarihi süreç içerisindeki çalışmaları ayrıntılı olarak incelenmiştir. Özellikle Matematik alanındaki problem çözme çalışmaları fizik dahil tüm alanlarda problem çözme çalışmalarına yön vermiş ve etkilemiştir. Bu nedenle matematik alanında yapılan çalışmalar da incelenmiştir.

2. Literatürden yararlanarak ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerileri ortaya koyularak, uygulamada kullanılacak etkinliklerin neler olması gerektiği üzerine bir sonuca ulaşılmaya çalışılmıştır. Dört farklı okuldan seçilen 185 öğrenciye deneysel çalışmadan bir yıl önce basınç öğretimi sonunda basınç başarı testi uygulanmıştır. Yapılan test ile öğrencilerin problem çözmede uyguladıkları yöntem ve yaptıkları hatalar ortaya koyulmuştur. Elde edilen veriler literatürde yapılan problem çözme çalışmaları ile beraber değerlendirilerek uygulamada kullanılacak problem çözme etkinliklerinde nelerin olması gerektiğine karar verilmiştir. Bu amaç için kullanılan basınç başarı testi daha sonra uygulamada da kullanılmıştır. Uygulanan test hakkında ayrıntılı açıklama veri toplama araçları bölümünde verilmektedir. Yapılan değerlendirmelerde öğrencilerin problem özümlelerinde doğrudan işlemlere ve açıklamalara yöneldikleri görölmektedir. Problem özümlelerinde belirli aşamaları takip etmek yerine formüller yardımıyla bir takım işlemler yapılarak sonuç bulunmaya çalışılmaktadır. Elde edilen veriler doğrudan öğrencilerin problem çözmede kullanacakları literatür destekli geliştirilen problem çözme taslağı yeniden ele alınarak düzenlenmiştir. Böylece problem özümlelerinde doğrudan çözüme başlamak yerine problemin açıklanması, şekil ve grafiklerle ortaya koyulması ve çözümle ilgili kavramların belirtilmesi gibi diğer becerilerin taslakta daha fazla yer almasına karar verilmiştir. Özellikle öğrencilerin problem özümlelerinde formülleri çok sık kullandıkları ve bu yöntemle problemleri çözme yoluna gittikleri görölmektedir [117]. Formüllerin öğrenciler açısından problem özümlelerinde önemli bir değerşken olduğu verisine dayanarak uygulamada deney grubuna yönelik basınç ünitesinde geçen her bir formöl için özel olarak hazırlanmış çalışma etkinliklerinin tasarlanmasına karar verilmiştir. Bu

etkinliklere, öğrencilerin yaptıkları diğer hatalar da göz önüne alınarak birimler ve semboller ile formüllerin kullanımına yönelik özel ipuçları koyulmuştur. Öğrencilerin yaptıkları bir diğer hata ise metnin doğru ve tam anlaşılmasından kaynaklanan hatalardır. Yapılan hataların düzeltilmesi amacıyla deneysel işlem sürecinde kullanılmak üzere problem çözümlerinde öğrencilerin kullanacakları şekil ve grafiklerle ilgili bir bölüm hazırlanmasına karar verilmiştir.

3. Balıkesir ilinde çalışan öğretmenlere uygulanan fen bilgisi derslerinde yapılan etkinlikler ve problem çözme ile ilgili anket ile onların Fen'e ve problem çözmeye karşı görüşleri değerlendirilmiştir. Anketin son bölümündeki maddelere yazdıkları görüşler çerçevesinde öğretmenlerin konuya bakışları incelenmiştir [118]. Böylece çalışmanın öğretmenleri ilgilendiren boyutunda onların problem çözmeye karşı görüşleri doğrultusunda verilecek desteğin kapsamı belirlenmiştir.

4. Değişik okullardan rasgele seçilen öğrencilere yine yapılacak deneysel çalışmadan bir yıl önce basınç başarı testi ile beraber basınç ünitesine karşı tutumları ile sahip oldukları problem çözme yöntemlerinin incelenmesi için bir anket uygulanmıştır. Anket yardımı ile öğrencilerin, çalışmanın çerçevesini oluşturan basınç ünitesine karşı tutumları ve problem çözmeye karşı davranışları ortaya koyulmuştur. Bu veriler yardımıyla problem çözme etkinliklerine son şekil verilmiştir. Yapılan basınç başarı testinde olduğu gibi öğrenciler bu anket maddelerine verdikleri yanıtlarda formüller üzerinde durmaktadırlar. Ayrıca öğrencilerin; problem çözümünde ara değerlendirmelerde bulunmak, yeni bir plan yapmak ve yanıtın doğruluğunu kontrol etmek gibi üstbiliş becerileri göstermekte yetersiz oldukları görülmüştür [119]. Problem çözme taslağına ek olarak literatürden de yararlanılarak problem çözme gözlem formu geliştirilmesine karar verilmiştir. Öğrencilerin problem çözümlerinde üzerinde durdukları bir diğer önemli nokta da problem çözmeye karşı istekli olmaktır. Bu durumun uygulamaya katılan fen bilgisi öğretmenlerine özellikle belirtilmesi kararlaştırılmıştır. Problem çözme çalışmalarında öğrencilerin problem çözmeye karşı ilgilerinin sürekli olmasına ve çözüm sırasında zorlandıklarında problem çözmeye karşı olumsuz tutum geliştirmemeleri için kısa araların verilmesi gereğinin öğretmenlere belirtilmesine karar verilmiştir.

5. Yapılan pilot çalışmayla ortaya konan problem çözme etkinliklerinin aksayan yönleri ve eksik bölümleri belirlenmiştir. Pilot çalışmada öğrencilere “fen bilgisi problemlerini nasıl çözersiniz?” ve problem çözme taslağı ile beraber problemler fotokopi olarak dağıtılmıştır. Uygulamada kullanılacak ölçek ve anketlerin güvenilirlik çalışmaları ile beraber problem çözme etkinliklerinde kullanılacak problemlerin de değerlendirilmesi yapılmıştır. Pilot çalışma ile öğrencilere yapılan test ve anketlerden yola çıkılarak, tasarlanan problem çözme etkinliklerinin tümünün yer aldığı bir kitapçığın deneysel çalışmada kullanılmak üzere hazırlanmasına karar verilmiştir. Böylece öğrencilerin dağıtılan fotokopileri kaybetme ve düzensiz olarak tutma gibi pilot çalışmada karşılaşılan olumsuzlukların önüne geçileceğı düşünölmüştür.

6. Yukarıda belirtildiğı gibi yapılan çalışmaların sonucunda deney grubunda problem çözme etkinliklerinde kullanılacak yöntem ve çalışmaların yer aldığı “**Basınç ve Problem Çözme**” adlı bir kitapçık (bak. Ek A) hazırlanmıştır. Pilot çalışmada kullanılan “fen bilgisi problemlerini nasıl çözersiniz?” ve problem çözme taslağı üzerinde bazı değışiklikler yapılmıştır. Bu bölümler değıştirilen biçimleriyle kitapçığa konmuştur. Ayrıca kitapçığa formöllerin kavramsal yönden anlaşılması ile basınç ünitesinde yer alan şekil, grafik ve kavramların bulunduğu bölümler eklenmiştir. Böylece pilot çalışmadan elde edilen sonuçlar değerlendirilerek pilot çalışmanın aksayan ve eksik görölen bölümleri giderilmeye çalışılarak son şekli verilmiştir.

7. Deney grubunun sınıfta çözecekleri problemler, problem çözme taslağına göre çözümlenerek öğretmenlere yardımcı olması için verilmiştir.

8. Araştırmanın önemi ve deney grubunda uygulanan problem çözme çalışmaları ve her bir derste yapılacak etkinlikler ile ilgili olarak, öğretmenlere gerekli ön bilgiler araştırmacı tarafından verilmiştir. Verilen bu bilgiler kısaca aşağıda sunulmaktadır.

- Önerilen problem çözme etkinliklerinin ders saatleri içerisinde hangi aşama ile yapılacağı ve ünite içerisinde işlenen konulara göre nasıl bir yol izleneceğı, verilen kavramların sırasına göre derste çözülecek problemlerde hangi açıklamaların nasıl yapılacağı önemlidir.

- Öğrencilere dağıtılan “basınç ünitesi ve problem çözme” adlı kitapçıktaki problem çözmei geliştirmeye yönelik bölümlerin ders saatleri içerisinde ve ev ödevleri biçiminde nasıl uygulanması gerektiği önemlidir. Bu nedenle sınıf içinde yapılan çalışmalarda:
- a) Problem çözme öncelikle bireysel bir çalışmadır. Ancak problemlerin sonuçları öğretmen rehberliğinde tartışılabilir.
 - b) Problem çözme taslağına göre problem çözümlerinde öğretmen üniteadaki konulara ilişkin problem çözümlerinde öğrencilerin taslağı nasıl uygulamaları gerektiğini açıklayacaktır. Devam eden çalışma sürecinde her kavramın verilmesinin ardından bir problem öğretmen eşliğinde çözülecek ve diğer problemler ise öğrenciler tarafından taslağına uygun olarak çözülecektir. Öğretmen burada öğrencilerin zorlandığı durumlarda kılavuzluk yapacak, doğru cevabı söylemeyecektir. Öğretmen problemlerin problem çözme taslağına uygun olarak çözülmesi için öğrencileri uyaracaktır.
 - c) Öğrencilerin problem çözme taslağı yanında dağıtılan kitapçıktaki kavramların, şekil ve grafiklerin olduğu bölümün de problem çözümlerinde kullanılması için gereken uyarılar öğretmen tarafından yapılacaktır.
 - d) Çalışmanın pilot aşamasından elde edilen bulgulara göre basınç ünitesi başında yapılan problem çözme etkinlikleri zaman almaktadır. Çalışmanın sağlıklı yürütülebilmesi için özellikle ilk problem çözme çalışmalarında öğrencilere yeterli zaman ve dönütler verilmelidir. Ayrıca yine kitapçıktaki “fen bilgisi problemlerini nasıl çözersiniz” bölümü, çalışmanın başında geriye dönük olarak öğrencilerin problem çözerken zorlandıkları bölümlerde kullanılmalıdır. Öğrencilerin problem çözme taslağını etkili biçimde kullanmaları, bu bölümde belirtilen bilgilerin doğrudan kullanımına bağlıdır.
 - e) Öğrencilere problem çözme taslağını gerek derslerde gerekse ev ödevi olarak verilen problemlerin çözümünde kullanmalarının önemi üzerinde sık durularak, öğrencilerin bu tarz problem çözmeye karşı motivasyonlarını kaybetmemeleri sağlanmalıdır. Yine çalışma öncesi yapılan araştırmalarda öğrencilerin büyük bölümü problem çözmek için istekli olmayı birinci etken olarak görmekte-dirler.
- Derslerde gerçekleştirilecek problem çözme etkinlikleri önceden öğretmenler ve araştırmacı tarafından tartışıldı. Problemlerin problem çözme taslağına göre nasıl çözüleceği, öğrencilere çözüm için ne kadar süre verileceği ve derslerin normal

işleniş süresine göre aksaklıkların olup olmayacağı üzerinde duruldu. Öğretmenlerin, öğrencilere verilen basınç ve problem çözme kitapçığındaki her bir bölümde yapmaları gereken işlemler aşamalı olarak anlatıldı.

3.4.2 Deneysel İşlem Süreci

Yukarıda anlatılan çalışmalardan elde edilen verilerle hazırlanan, öğrencilerin problem çözmede kullanacakları problem çözme etkinliklerine son şekli verilmiştir. Bu süreçte deney ve kontrol gruplarında yapılanlar ise aşağıda basamaklar halinde sunulmaktadır.

Deney grubunda yapılan çalışmalar:

1. Valilikten alınan izin çerçevesinde (bak. Ek H) yapılacak etkinliklerin öğretmenlerle görüşülerek 12 hafta boyunca sürdürülmesi kararı alınmıştır. Fen bilgisi dersleri ilköğretim yedinci sınıfta yapılan çalışma döneminde (2006-2007 Eğitim-Öğretim yılı) haftada 3 ders saati ile sınırlandırıldığı için toplamda 36 ders saatini kapsayan bir çalışma yapılmıştır.
2. Deney grubu öğrencilerine yukarıda çalışma deseninde belirtilen test, anket ve tutum ölçekleri uygulanmıştır.
3. Öğrenciler problemleri çözme sürecinde, kendilerine verilen kitapçıktaki etkinlikleri yapmışlardır. Deney grubu öğrencileri kitapçığı nasıl kullanacaklarını ve yapacakları etkinliklerin nasıl yürütülmesi gerektiğini öğretmenlerinin yaptıkları açıklamalar yardımıyla öğrenmişlerdir. Bu aşamada kitapçıktaki bölümlerin nasıl kullanıldığı aşağıda maddeler halinde sunulmaktadır.
 - a) Fen bilgisi problemlerini nasıl çözersiniz: Bu bölümde problem çözümlerinde uygulanan basamaklar ve bu basamaklarda yapılacak işlemler açıklanmaktadır. Öğretmenler, bu bölümü 2 ders saati boyunca öğrencilerle tartışarak çalışma

hakkında genel bir bilgiye sahip olmalarını ve bir problemi çözmek için nelerin yapılması gerektiğini açıklamışlardır.

- b) Problem çözme taslağı: Bu taslak, çalışmanın özünü oluşturmaktadır. İlk bölümde anlatılanların nasıl bir sıralama ile uygulanacağı ayrıntılı olarak bu taslakta sunulmaktadır. Öğretmenler problemleri çözerken bu taslağın nasıl uygulanacağını açıklayarak bizzat problemleri taslağa bağlı olarak çözmüşlerdir. Basınç ünitesindeki her bir kavramın öğretiminin ardından bir problem öğretmen kılavuzluğunda, diğer bir problem de öğrenciler tarafından çözülmüştür. Öğrenciler her bir problemi bu taslağa göre çözerken ek olarak sunulan problem çözme gözlem formunu da doldurmuşlardır.
- c) Konu ile ilgili formüllerin bulunduğu bölüm: Bu bölümde öğrencilerin basınç ünitesinde karşılaştıkları formüllerle ilgili alıştırmalar ve problemler bulunmaktadır. Bu bölümde formüllerin kavramsal yönden nasıl değerlendirilmesi gerektiği üzerine de bir bölüm bulunmaktadır. Her formül için hazırlanan bir sayfalık formda bir takım açıklamaların ardından gittikçe zorlaşan alıştırmalar ve bunun ardından bir problem verilmektedir. Böylece öğrencilerin, ilk olarak alıştırmalar sayesinde formülleri nasıl kullanmaları gerektiğini öğrenip, ardından problemi çözerek formül öğreniminin pekiştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu bölümde öğrencilere toplu bir şekilde formüllerde geçen değişkenlerin neler olduğu ve bu değişkenlerin özellikleri sunulmaktadır. Ayrıca bu değişkenlerin kavranmasında öğrenciler tarafından muhtemel karışıklıkları önlemek amacıyla dikkat edilmesi gereken uyarılar da *ipuçları* (hints) şeklinde sunulmuştur. Öğretmenler formüllerin konu içerisinde verilmesinin ardından bu bölümü öğrencilerle beraber incelemiş ve formüllerin nitel olarak da anlaşılmasına olanak sağlamaya çalışmışlardır. Buradaki alıştırmalar niteliğindeki sorular formüllerin öğrenciler tarafından kullanımına pratiklik kazandırmak amacıyla hazırlanmışlardır. Öğrencilere bu alıştırmalar ev ödevi şeklinde verilmiştir.
- d) Şekil, kavram ve grafikler: Bu bölümde yer alan şekil ve grafikler problem çözme taslağındaki belirli aşamaların uygulanması amacıyla kullanılmıştır. Öğrencilerden problem çözme taslağında belirli aşamalara geldiklerinde şekil ve/veya grafik çizmeleri istenmiştir. Öğretmenler problem çözme aşamalarında öğrencilerden bu bölümleri kullanmalarını istemişlerdir. Ayrıca

öğrenciler ev ödevi olarak verilen problemlerin çözümlerinde de bu grafikleri kullanmışlardır.

- e) Konu ile ilgili problemler: İlgili literatür taranarak öğrencilerin kullanacakları problemler; deney grubunda kitapçık sonunda bulunmaktadır. Öğretmenler bu problemlerden sınıf ortamında çözülmeyenleri ev ödevi şeklinde öğrencilere vermişlerdir.

4. Sınıf ortamında problem çözme etkinlikleri öğretmenlerin eşliğinde bireysel olarak gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin sınıfta konularla ilgili problem çözümünde grup çalışması yapmalarına mümkün olduğunca öğretmenler tarafından izin verilmemiştir. Öğrencilere zorlandıkları bölümlerde öğretmenleri tarafından yanıtlar söylenmemiş yalnızca yol gösterici bir tavır sergilemiştir.

5. Öğrencilere, öğretmenleri tarafından problem çözümede zorlandıkları durumlarda kitapçıkta ilk bölümde yer alan “fen bilgisi problemlerini nasıl çözersiniz” ve “şekil, kavram ve grafikler” bölümlerinden gerekli olan kısımlar üzerinde yeniden durulmuştur.

6. Dersler fen ve teknoloji dersi basınç ünitesinde yer alan kazanımlar çerçevesinde yapılarak, tüm öğretmenlerin konuları aynı etkinliklerle, eşit ders saatlerinde işlemeleri sağlanmıştır.

7. Çalışmaya katılan öğretmenlerle çalışma boyunca her hafta görüşülerek etkinliklerin uygulanması hakkında görüşleri alınmış ve karşılaştıkları olumsuz bir durumun olup olmadığı sorulmuş ve işbirliği çalışma sonuna kadar devam etmiştir.

8. Ünite bitiminin ardından öncelikle deneysel desende belirtilen basınç başarı testi, tutum ölçekleri ve anket uygulanmıştır. Rasgele seçilen öğrencilerle problem, problem çözme ve üstbiliş beceriler çerçevesinde görüşmeler yapılmıştır.

9. Ölçme araçlarından elde edilen veriler analiz edilmiş, öğrenciler ve öğretmenlerle yapılan görüşmelerin betimsel analizleri yapılmıştır.

Kontrol grubunda yapılan çalışmalar:

1. Problem çözüme çalışmaları, deney grubunda olduğu gibi 12 hafta sürdürülmesi kararlaştırılmıştır.
2. Kontrol grubu öğrencilerine çalışmaya başlamadan önce deney grubunda uygulanan test ve tutum ölçekleri uygulanmıştır.
3. Öğrencilere deney grubundan farklı olarak yalnızca ünite de kullanılacak problemler fotokopi ile çoğaltılarak verilmiştir. Ders öğretmenleri problem çözümlerinde özel bir yöntem uygulamamış ve daha önceki ünitelerde kullanılan problem çözüme yöntemleri ile problemleri çözmüşlerdir. Bu aşamada problemleri çözüme sürecinde öğretmenler çözümü basamaklara bölerek çözmektedirler. Çözüme genel olarak yaklaşılmakta ve verilenler ile istenen belirtildikten sonra problemin anlaşılmasına yeterli önem verilmeden çözüme başlanmaktadır. Öğrenciler bu çözüm sürecinde pasif olarak çözümü izlemekte ve defterlerine yanıt yazmaktadırlar. Sonuç elde edildikten sonra da problemde eğer isteniyorsa yanıt hakkında bir değerlendirme yapılmaktadır. Kontrol grubunda bu tarz problem çözümleri deneysel çalışmadan bir yıl önce uygulanan basınç başarı testinde öğrencilerin ortaya koyduğu problem çözüme becerileri ile uyumludur. Ayrıca öğretmenler problemde geçen kavram ve prensiplere değindikten sonra daha çok formüller üzerinde durmaktadırlar.
4. Sınıf ortamında problem çözüme etkinlikleri öğretmenlerin eşliğinde deney grubunda olduğu gibi bireysel olarak gerçekleştirilmiş ve öğretmenler öğrencilere zorlandıkları durumlarda çözüm için yol gösterici bir tavır sergilemiştir.
5. Öğrenciler sınıf ortamında çözülmeyen problemleri ünite süresince deney grubunda olduğu gibi ev ödevi olarak çözmüşlerdir.
6. Dersler fen bilgisi basınç ünitesinde yer alan kazanımlar çerçevesinde yapılarak, tüm öğretmenlerin konuları deney gruplarında olduğu gibi aynı etkinliklerle, eşit ders saatlerinde işlemeleri sağlanmıştır.

7. Deney grubunda yapıldığı gibi test ve anketler kontrol grubunda da uygulanmış, rasgele seçilen öğrencilerle görüşmeler yapılmıştır. Elde edilen veriler analiz edilmiştir.

3.5 Verilerin Toplanması

Basınç başarı testi, tutum ölçekleri ve üstbiliş becerilere yönelik anket, deney ve kontrol gruplarına ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Ayrıca deney grubundan 23, kontrol grubundan 11 öğrenci ve çalışmaya katılan fen ve teknoloji öğretmenleri ile çalışma sonrası bire bir yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Araştırmadaki birincil veri toplama kaynakları basınç başarı testi, fen bilgisine ve problem çözmeye karşı tutum ölçekleri ile üstbiliş beceriler geliştirmeye yönelik ankettir. Diğer veri toplama kaynağı ise öğrencilerin yapılan çalışma sonucunda problem, problem çözmeye ve üstbiliş becerilere yönelik görüşlerinin incelendiği yarı yapılandırılmış görüşmelerdir. Ayrıca deney grubundaki öğrencilere, görüşmelerde problem çözmeye kullandıkları kitapçık hakkındaki genel görüşleri de sorulmuştur.

Öğrencilerin konu ile ilgili fikirlerini belirlemek amacıyla geliştirilmiş birçok teknik bulunmaktadır. Driver ve Erickson [aktaran 120] öğrencilerin fikirlerini ortaya çıkarmada kullanılan yaklaşımları **kavramsal** (conceptual) ve **olgusal** (phenomenologically) çerçeve olmak üzere iki ana boyutta ele almışlardır. Araştırmacılar bu iki tip yaklaşımın, sunulan kavramların ya da modellerin bağlı olduğu belli bir kavramsal içerik ve verilen bir fiziksel durumla ilgili koşulların bağlı olduğu içerikten kaynaklanan zorlamalardan dolayı birbirinden ayrıldığını ifade etmektedirler.

Driver ve Erickson tarafından belirtildiğine göre [aktaran 120] kavramsal boyuttaki yaklaşımlarda, öğrencilerden sunulan kavram ile ilgili açıklamalarda bulunmaları ya da herhangi bir problemde, verilen kavramı bir cümle içinde kullanmaları ya da tanımlamaları istenilmektedir. Ayrıca bu yaklaşımda kavram

ilişkilendirme (word associations), serbest yazma (free associations), kavram haritaları ve görüşmeler veri toplama teknikleri olarak kullanılmaktadır. Olgusal boyuttaki yaklaşımlarda ise öğrencilere fiziksel bir sistem ya da olay sunularak öğrencilerin bir tahminde bulunmaları ve bu tahminlerini doğrulamaları istenilmektedir [aktaran 120]. Bu tür bir yolla veri elde edilmesi ya açık uçlu testlerle ya da görüşmeler sayesinde sağlanmaktadır. Açık uçlu soru formatı genellikle, konu ile ilgili olarak öğrencilere olay sunumundan sonra kısa cevaplı veya çoktan seçmeli olarak öğrencilerin tahminde bulunacakları kısım ve ardından bu tahminlerini açıklayıcı fikirlerini sundukları açık uçlu kısmı içermektedir [aktaran 120]. Görüşmelerde ise, konu ile ilgili olarak öğrencilere olayın veya örneğin sunulmasından sonra, bu durum ile ilgili görüşlerinin ne olduğunu açıklamaları istenmektedir.

Basınç ünitesi ile ilgili kavramların soyut ve anlaşılmasının zor olmasından dolayı [121, 122, 123], basınç başarı testinde ve görüşmelerde kullanılacak soruların büyük bir çoğunluğunun kavramsal değil, olgusal boyutta olmasına dikkat edilmiştir. Böylece öğrencilerin problem çözümünde kavramsal bilgileri yanı sıra işlemsel bilgilerinin de belirlenmesi olanağı bulunmaktadır. Bu çalışmada kavramsal boyuttaki sorulara sadece görüşmeler sırasında yer verilmiştir.

3.5.1 Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada kullanılan veri toplama araçları şunlardır:

1. Basınç başarı testi
2. Fen bilgisi dersine yönelik tutum ölçeği
3. Problem çözmeye yönelik tutum ölçeği
4. Problemleri nasıl çözersiniz (üstbiliş) anketi
5. Görüşme

Araştırmada kullanılan veri toplama araçlarının özellikleri aşağıda verilmektedir.

3.5.1.1 Basınç Başarı Testi

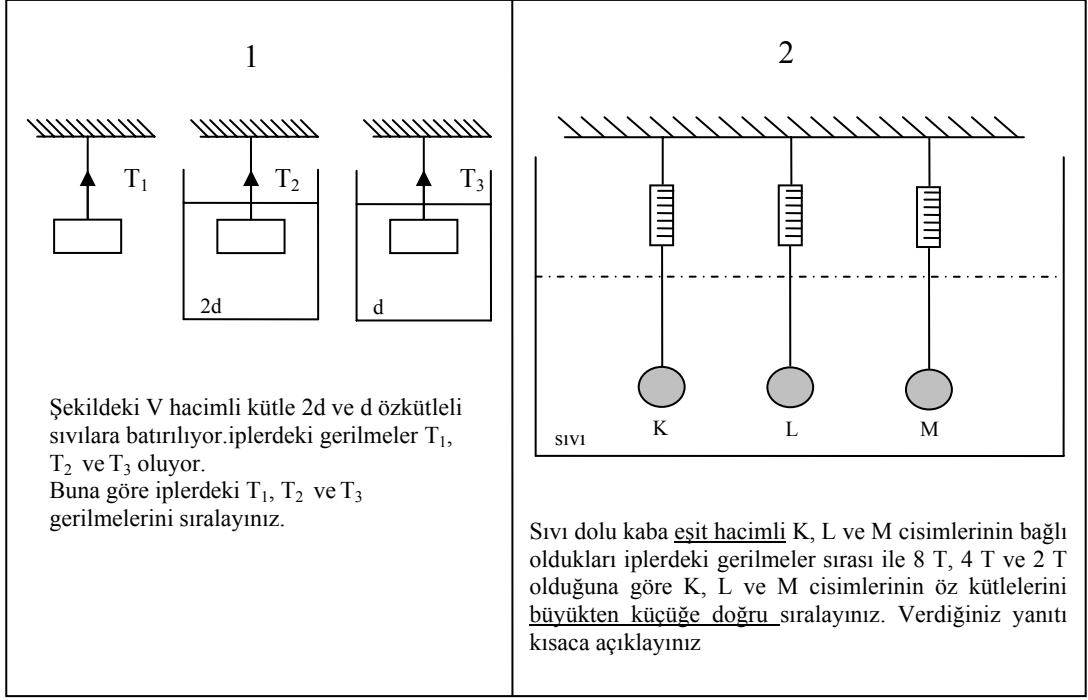
2518 sayılı Milli Eğitim Bakanlığı Tebliğler Dergisi [124] göz önüne alınarak, İlköğretim 7. sınıf fen bilgisi programı ve ders kitabı [125] incelenmiştir. “Ya Basınç Olmasaydı?” ünitesi konuları; katı basıncı, sıvı basıncı, sıvıların kaldırma kuvveti, Pascal prensibi, cisimlerin yüzme şartı, açık hava basıncı ve kapalı kaplardaki basınç konularını içermektedir. Geliştirilen testte bu konular çerçevesinde problemler belirlenmiştir. Problemlerin belirlenmesinde literatürde basınç ünitesi ile ilgili olarak kullanılan problemlerden de yararlanılmıştır. Bu testteki problemlerin nasıl belirlendiği aşağıda ayrıntılarıyla açıklanmıştır.

3.5.1.1.1 Basınç Başarı Testinin Hazırlanması

Deneysel işlem öncesinde pilot çalışmada kullanılan testte yedi problem bulunmaktadır. Bu maddeler yukarıda belirtilen basınç ünitesinde yer alan konular doğrultusunda belirlenmiştir. Basınç ünitesinde toplam 25 kazanım mevcuttur. Kazanımlar doğrultusunda 58 açık uçlu problem hazırlanmıştır. Problemler; ülke çapında yapılan merkezi sınavlar, literatürde kullanılan problemler [123, 126, 127], çeşitli test kitaplarından alınarak [128, 129] ve araştırmacı tarafından tasarlanarak oluşturulmuştur. Problemlerin kapsam geçerliliğini belirlemek için tez yöneticisi, üç Fizik Eğitimi alanında uzman kişiye ve bir fen ve teknoloji öğretmenine gösterilerek problemlerin doğruluk ve öğrenci seviyelerine uygunluğu konusunda uzman görüşleri alınmıştır. Görüşler çerçevesinde bazı problemler çalışmaya alınmamıştır. Sonuçta 49 problemin çalışmada kullanılmasına karar verilerek, 7 tanesi pilot çalışmada ön ve son test olarak kullanılmak üzere tez yöneticisi ve bir fen bilgisi öğretmenin görüşleri doğrultusunda seçilmişlerdir. Çalışmanın konusu olan problemler tezin ilk bölümde anlatıldığı gibi öğrencinin problemi okuduğunda ne yapacağını bilemediği ve çözüm için uygun bir yöntem geliştirmek zorunda olduğu biçimde hazırlanmaya dikkat edilmiştir. Alıştırma tarzı soruların yanıtları basit bir takım işlemlerin yerine getirilmesi ile kolaylıkla bulunabileceği için çalışmaya dahil edilmemiştir. Problemlerin seçiminde, basınç ünitesi kazanımları incelendiğinde hangi konunun ne kadar bir süre içerisinde işleneceği hakkında bir bilgi

bulunmamaktadır. Kazanımların kapsamı ve üzerinde ne kadar bir süre durulacağı hakkında bir bilgi ve öğretmen kılavuz kitabı da bulunmamaktadır. Literatürde yapılan çalışmalardan [122, 130, 131, 132] ve ders kitabındaki konuların işlenmesi için ayrılan etkinliklerden ve konu anlatımlarından yola çıkarak; sıvı basıncı, cisimlerin yüzmeye şartı, gazların basıncı ve sıvıların kaldırma kuvveti konuları üzerine daha çok probleme yer verilmiştir. Pilot çalışmada, problem çözme etkinlikleri için seçilen problemler kullanılmış ve basınç başarı testi için belirlenen yedi problem de ön test ve son test olarak uygulanmıştır.

Pilot çalışmada uygulanan basınç başarı testinde yer alan problemlerin kavramsal çerçevesi doğrultusunda, deneysel çalışmadan bir yıl önce çalışma yapılan okulların dışında öğrencilere basınç başarı testi uygulanmıştır. Böylece öğrencilerin problem çözme becerilerini belirlemek ve deneysel çalışmada kullanılacak basınç başarı testi problemlerine son şekli verilmiştir. Bu aşamada, pilot çalışmadaki başarı testinde öğrencilerin problemlere verdikleri yanıtların analizi ve literatür çalışmaları [121, 133] sonucunda kullanılan bazı problemler değiştirilmiş, öğrencilerin yanıtlamakta zorluk çektikleri belirlenen problemler üzerinde de bir takım değişiklikler yapılmıştır. Örneğin pilot çalışmada başarı testinde kullanılan beşinci problem (bak. Şekil 3.1); sıvıların kaldırma kuvveti ve bir önceki ünitelerde yer alan kuvvet ve denge ile yoğunluk konularını kapsayan bir problemdir. Öğrenciler, basınç ünitesinde ve daha önceki ünitelerde gördükleri kavramları aynı problemde bulduklarında bu kavramları ilişkilendirememekte probleme tam olarak doğru yanıt vermekte zorlanmaktadırlar. Problemde kaldırma kuvveti ile beraber basınç ünitesi dışından farklı kavramların probleme dahil edilmesi sonucunda ölçülmek istenen beceriler de tam olarak ölçülememiştir. Problem, sıvıların kaldırma kuvveti kavramı çerçevesinde çözüm için uygun bir yöntemin geliştirilip uygulanması becerilerine odaklanacak biçimde değiştirilmiştir. Ayrıca problemin görsel açıdan öğrencilere yeterince cazip gelmediği ve problemi yanıtlamaktan kaçındıkları belirlenmiştir. Bunun üzerine uygulamada kullanılacak basınç başarı testinde, problem değiştirilmiştir. Problemde görsellik ön plana çıkarılmış, yalnızca sıvıların kaldırma kuvveti ve yoğunluk kavramlarının ikisine yer verilmiştir.



Şekil 3.1 Pilot çalışmadaki (1) bir problemin uygulamada kullanılan hali (2)

3.5.1.1.2 Basınç Başarı Testinde Kullanılan Problemler

Aşağıda basınç başarı testinde (bak. Ek G) kullanılan her bir problem için kısa bir tanıtım yapılmıştır.

1. Problem: Araştırmacı tarafından geliştirilen bu problemde, zemin üzerinde duran farklı sayıda özdeş küplerden oluşan iki cisim verilmektedir. Problemde öğrencilerden iki cismin basınç ve basınç kuvvetlerini karşılaştırmaları istenmiştir. Bu problemde formüllerde kullanılan sayısal değerler yerine iki cisim için nicelikler karşılaştırmalı olarak belirtilmiştir. Öğrenciler basınç ve basınç kuvveti kavramlarını beraber kullanmakla beraber, problem çözümü için gerekli şekil analizi, sembollerle çalışmak ve sembolleri kullanmaları ve bunlar arasındaki ilişkileri ortaya koymalıdır.

2. Problem: Araştırmacı tarafından geliştirilen bu problem sıvıların kaldırma kuvveti ile ilgili olup problemde, bir sıvı içerisinde tamamen batmış ve bir ip yardımıyla dinamometrelere asılı olarak duran üç cisim verilmektedir. Buradaki problemde de dinamometrelerin gösterdikleri değerler karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Öğrencilerden verilen üç cismin öz kütlelerini karşılaştırmalı olarak

bulmaları istenmektedir. Öğrencilerin bu problemin çözümünü doğru yapabilmeleri için, sıvıların kaldırma kuvveti kavramı yanında, öz kütle ve denge kavramlarını beraber kullanmalıdırlar. Bu amaçla yapacağı çözüm planında öncelikle her bir cisim için denge durumunu belirterek öz kütleleri bulmalıdır. Çözüm aşamasında şekil üzerinde kuvvetlerin gösterimi, kuvvetleri uygun denklemlerle ifade etmeleri ve problemde karşılaştırmalı olarak verilen değerleri bu denklemlerde uygulayıp şekil üzerinde gerilme, sıvının kaldırma kuvvetleri ve ağırlığın vektörel gösterimine önem vermelidir.

3. *Problem:* 1993 yılı üniversite seçme sınavı 1. basamak sınavından yararlanılarak geliştirilen bu problem cisimlerin sıvı içerisinde yüzme şartı ile ilgilidir. Problemde, ayrı kaplarda bulunan iki farklı sıvı içerisine bırakılan bir cismin konumları verilmektedir. Bu farklı sıvılar bir kapta toplandığında cismin bu sıvı içerisindeki konumunun ne olacağı öğrencilerden istenmektedir. Öğrenciler, cisimlerin sıvı içerisinde yüzme şartı ve birbirine karışmayan sıvıların bir kap içerisinde bulunacakları konumlar hakkındaki kavramları bilmelidirler. Problemin çözümü için bu kavramlar her iki kap için de kullanılarak ilk olarak sıvı ve cisimler arasındaki ilişkiler ortaya koyulmalıdır. Çözümdeki ikinci aşamada ise sıvıların birbirleriyle olan konumları saptanmalıdır. Son olarak da iki sıvının içinde cismin alacağı konum hakkında öğrencilerin karar vermesi gerekmektedir. Çözümün üç aşamalı olması nedeniyle öğrencilerin önce şekil üzerinde durarak problem çözme basamaklarına uygun olarak planlama yapmaları gerekmektedir.

4. *Problem:* Basca ve Grotzer [121] tarafından yapılan çalışmada kullanılan açık hava basıncı ile ilgili problem üzerinde bazı değişiklikler yapıldıktan sonra başarı testine alınmıştır. Problem, Türkçe'ye çevrildikten sonra problemde geçen isimler değiştirilmiş ve öğrencilerin bildiği yerler örnek olarak probleme koyulmuştur. Problemde yüksek rakımlı bir yerden alınan balonun deniz seviyesine indirildikten sonra balonun bir miktar küçülmesinin nedeni sorulmaktadır. Doğru bir çözüm stratejisi için öğrenciler, hikâye biçiminde sunulan problemin içerisinden gerekli olan verileri ve kavramları seçerek problemi doğru biçimde anlamaya çalışmalıdırlar. Problemde yükseklikle açık hava basıncının değişimi ve verilenlerin problemdeki hikâye ile ilişkisi kurulmalıdır. Bu problemde, çözüm için problemlerin ilk çözüm aşaması olan “problemi anlamak” aşaması ön plana çıkmaktadır.

5. *Problem:* Pascal prensibi basınç ünitesindeki temel kavramlardan birisidir. Ders kitabında bu prensibe göre çalışan düzeneklere örnekler verilmektedir. Problem, Pascal prensibinin uygulamasına örnek oluşturacak biçimde olup problemde iki araç uygulanan bir kuvvetin yardımıyla cenderede dengede tutulmaktadır. Cenderedeki kolların yüzey alanları karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Ayrıca araçlardan birinin kütlesi verilmektedir. Öğrencilerden diğer aracın kütlesi ve bu iki aracı dengede tutun kuvvetin değeri sorulmaktadır. Öğrenciler problem çözümünde öncelikle problemin metin bölümünde verilenleri dikkatli bir biçimde okuyarak probleme başlamalıdır. Pascal prensibi kavramı ile beraber oluşturacakları çözüm planında gerekli çevirmeleri yaparak her bir koldaki basınç değerlerini bulup, bunları birbirlerine eşitlemeleri gerekmektedir. Bu problemde öğrencilerden sayısal değerler istenmektedir. Bunun için de dört işlemi kullanmaları gerekmektedir. Bu soru başarı testinde sayısal değer istenen tek problemidir.

6. *Problem:* Psillos ve ark. [134] ve Besson [126] tarafından yapılan çalışmalardan alınan bu problem; Arşimet, Pascal prensibi, sıvı basıncı ve gazlarda basınç kavramları temelindedir. Problemde kapalı bir kap içerisinde bulunan bir miktar su ve tabandan bir ipe bağlanmış, suyun içerisinde tamamen batmış durumda bulunan bir balon bulunmaktadır. Kabın dışında farklı seviyelerde bulunan manometreler ve en üstte bir pompa bulunmaktadır. Öğrencilerden; pompa ile kaba bir miktar hava verildiğinde manometrelerin gösterdikleri değerler, balonun hacmi ve balonun bağlı olduğu ipteki gerilme kuvveti sorulmaktadır. Çözüm için öğrencilerin yukarıda söz edilen kavramları bilmeleri yanında, çözüm için iyi bir planlama yapmaları gerekmektedir. Pompa yardımıyla kapalı kap içerisine hava verildiğinde sırasıyla gaz basıncındaki ve balon üzerindeki basınç kuvveti değerlerinin değişimini ortaya koymalıdır. Problemdeki birçok değişkeni sırasıyla kullanarak aşamalı olarak çözüme ulaşmalıdır.

7. *Problem:* Başarı testinin son problemi 1998 yılında özel okullar sınavında sorulmuş bir problemden yararlanılarak geliştirilmiştir. Bu problemde üç farklı kaptaki ve farklı derinliklere sahip sıvılar verilmektedir. Kapların altında özdeş musluklar bulunmaktadır. Öğrencilerden musluklar açıldığında hangi kaptaki maddenin daha uzağa gideceği sorulmaktadır. Verilenler arasında kapların taban alanları da vardır. Öğrencilerin çözüm için sıvı basınç kavramı ve hangi verilerin kullanılması gerektiği

kararını vermeleri gerekmektedir. Problemden veriler, yine karşılaştırmalı olarak sunulmaktadır. Öğrenciler basit matematiksel işlemlerle doğru yanıtı ulaşabilmektedirler. Her üç kap için de sıvı basıncı hesabı yapılarak bunlar arasında karşılaştırmayla yanıtı ulaşılmaktadır.

3.5.1.2 Fen Bilgisi Dersine Yönelik Tutum Anketi

Öğrencilerin fen bilgisine karşı tutumlarını belirlemek amacıyla Akınoğlu [135] tarafından geliştirilen fen bilgisi dersine yönelik tutum anketi kullanılmıştır (bak. Ek B). Pilot çalışmada uygulanan anketin alfa güvenirlik katsayısı 0,91 olarak bulunmuştur. Anket, likert tipi ölçme aracı biçiminde 20 maddeden oluşmaktadır. Her madde “Tamamen katılıyorum”, “Katılıyorum”, “Kararsızım”, “Katılmıyorum” ve “Hiç katılmıyorum” şeklinde öğrencilerin düşüncelerini belirtebilecekleri 5 seçenek içermektedir. Fen bilgisi dersine yönelik tutum anketi, deney ve kontrol grupları öğrencilerine ön test ve son test olarak uygulanmıştır.

3.5.1.3 Problem Çözmeye Yönelik Tutum Anketi

Öğrencilerin problem çözmeye karşı tutumlarını belirlemek amacıyla problemleri çözmeye karşı tutum anketi uygulanmıştır (bak. Ek C). Verschaffel ve De Corte [aktaran 89] tarafından geliştirilen 40 maddelik testin Türkçe’ye çevirisi ve uyarlaması Arslan [89] tarafından yapılmıştır. Çalışmaya katılan öğrenci düzeyleri (ilköğretim 7. ve 8. sınıflar) göz önüne alınarak öncelikle 40 maddelik test 30’a düşürülmüştür. Likert tipi ölçme aracındaki maddelerdeki her ifade “Tamamen katılıyorum”, “Katılıyorum”, “Kararsızım”, “Katılmıyorum” ve “Hiç katılmıyorum” şeklinde öğrencilerin düşüncelerini belirtebilecekleri 5 seçenek içermektedir. Anketin alfa güvenirlik katsayısı Arslan [89] tarafından 0,77 olarak bulunmuştur.

Yapılan pilot çalışmada testin alfa güvenirlik katsayısı 0,72 olarak hesaplanmıştır. Aracın kapsam geçerliliğini test etmek için iki öğretim üyesinin görüşleri değerlendirilerek anketin 20 maddeden oluşmasına karar verilmiştir. Anket

son düzeltmelerin ardından, 147 ilköğretim 7. sınıf öğrencisiyle pilot çalışması yapılarak alfa güvenilirlik katsayısı 0,80 olarak hesaplanmıştır.

3.5.1.4 Problemleri Nasıl Çözersiniz (Üstbilis) Anketi

Öğrencilerin üstbilis seviyelerini belirlemek amacı ile problemleri nasıl çözersiniz anketi uygulanmıştır (bak. Ek D). Howard ve ark. [136] tarafından geliştirilen ankette; bilişsel bilgi, çözüm sürecini düşünme, problemi tam olarak anlama, problemi basamaklarına ayırarak her bir basamağın tamamlanmasını gözlemlene ve problem çözme sürecinde yaptıklarını kontrol etme becerileri ile ilgili 30 madde bulunmaktadır. Anketin alfa güvenilirlik katsayısı 0,94 olarak hesaplanmıştır. Likert tipi ölçme aracındaki maddelerdeki her ifade “Hiçbir zaman”, “Nadiren”, “Ara sıra”, “Genellikle” ve “Her zaman” şeklinde öğrencilerin düşüncelerini belirtebilecekleri 5 seçenek içermektedir. Yapılan pilot çalışmada anketin alfa güvenilirlik katsayısı 0,87 olarak bulunmuştur.

3.5.1.5 Görüşme

Görüşme yöntemi, bireylerin deneyimlerine, tutumlarına, görüşlerine, şikâyetlerine, duygularına ve inançlarına ilişkin bilgi elde etmede oldukça etkili bir yöntemdir [137]. Görüşmeler literatürde farklı biçimlerde gruplandırılıp, görüşmeye katılanların sayılarına göre; bireysel ve grup olarak görüşme ya da uygulanan kuralların katılığına göre yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış veya yapılandırılmamış görüşmelerden bahsedilmektedir [137, s.90-92]. Yıldırım ve Şimşek [137, s.94-98] tarafından aktarıldığına göre Patton görüşmeleri; sohbet tarzı, görüşme formu ve standartlaştırılmış açık uçlu görüşme şeklinde belirtmektedir. Sohbet tarzı görüşmede, araştırmacı doğrudan gözlem amacıyla ortama katılır ve sorular önceden hazırlanmayıp konuşma içerisinde kendiliğinden gelişir. Standartlaştırılmış açık uçlu görüşmede ise dikkatlice yazılmış ve belirli bir sıraya konmuş bir dizi sorudan oluşur ve her görüşülen bireye bu sorular aynı tarzda ve sırada sorulur. Görüşme formunda, benzer konulara yönelmek yoluyla değişik

insanlardan aynı tür bilgilerin alınması amacıyla hazırlanır. Görüşmeci önceden hazırladığı konu veya alanlara sadık kalarak, hem önceden hazırlanmış sorular sorma, hem de daha ayrıntılı bilgi almak amacıyla ek sorular sorma özgürlüğüne sahiptir. Görüşmeci soruların cümle yapısını ve sırasını değiştirebilir, bazı konuların ayrıntısına girebilir ya da daha çok sohbet tarzı yöntem benimseyebilir.

Araştırmada kullanılan görüşme türü, yarı yapılandırılmış sorulardan oluşmaktadır. Öğrencilerin problem çözme üzerine sahip oldukları bilgi tiplerini ortaya çıkarmak için kavramsal sorular kullanılmıştır. Buradan yola çıkarak görüşme ile öğrencilerin, uygulanan problem çözme etkinlikleri hakkındaki tutum ve görüşleri ile problem çözme ve üstbilis becerilerinin gelişim düzeyleri hakkında sahip oldukları deneyimler saptanmak istenmiştir. Çalışmada öğrencilerle bireysel ve görüşme formu biçiminde görüşmeler yapılmıştır. Bunun için 10 sorudan oluşan bir görüşme formu hazırlanmıştır. Problem çözme etkinliklerine göre problem çözen deney grubu öğrencilerinden rasgele seçilen 23, kontrol grubundan ise 11 öğrenci ile deneysel çalışmadan sonra bireysel görüşmeler yapılmıştır. Görüşmeler yaklaşık 15 dakika sürmüştür. Görüşmelerin tümü ses kayıt cihazı ile kaydedilmiş ve kayıtlar yazılı metne dönüştürülmüştür. Ayrıca çalışmaya katılan öğretmenlerden üçü ile de görüşmeler yapılmıştır.

Görüşmeye katılan deney ve kontrol grubu öğrencilerine önceden hazırlanmış, açık uçlu soruların yöneltmesine karşın yukarıda belirtilen görüşme formu tarzında sorular esnek bir yaklaşımla katılımcıların özgürce fikirlerini paylaşabilecekleri şekilde yöneltmiştir. Hazırlanan sorular Chapman [138] tarafından görüşmelerde kullanılan problem çözmenin doğası, problem çözme süreci gibi karakteristiklerin yanında üstbilis beceriler ve dağıtılan “basınç ve problem çözme” kitapçığının genel değerlendirilmesini içermektedir (bak. Ek E). Kontrol grubu öğrencilerine ise yalnızca problem çözmenin doğası, problem çözme süreci ve üstbilis becerilerle ilgili sorular yöneltmiştir. Görüşmeye katılan öğrencilerin isimleri verilmeyip, öğrenciler için kodlama yapılmıştır. Bu kodlama; Ö: Öğrenci, 01: Öğrenci numarası; d: deney grubu; k:kontrol grubu şeklindedir.

3.6 Deney Grubunda Uygulanan Problem Çözme Etkinliklerinin Tasarlanması

Çalışmanın bu bölümünde, ilk olarak öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmek ve onları uzman problem çözücüler haline getirmek amacıyla araştırmacı tarafından tasarlanan problem çözme modeli ile ilgili olarak hazırlanan “basınç ve problem çözme” kitapçığındaki bölümler hakkında kısa bir bilgi verilecektir.

3.6.1 Tasarlama

Bu bölümde tasarlanan problem çözme etkinliklerinin dayanağını oluşturan teorik temeller hakkında bilgi verilecektir.

3.6.1.1 Problem Çözme Etkinliklerinin Dayandığı Teorik Temeller

Problem çözümede öğrencilerin kullanacakları problem çözme taslağı ve buna yardımcı olarak kullanılan diğer yardımcı öğeler, giriş bölümünde belirtildiği gibi yapılandırılmış problemlerin çözümlerinde kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Bu çalışmada yapılandırılmış problemlerin seçimi; fen bilgisi ders kitaplarında, OKS’de (Ortaöğretim Kurumları Sınavı) ve 2518 sayılı Milli Eğitim Bakanlığı Tebliğler Dergisi’ndeki fen bilgisi programında bu tip problemlere yer verilmesidir. Yapılandırılmamış problemlerin çözüm süreci, yapılandırılmış problemlerden oldukça farklıdır [39]. Yapılandırılmış problemlerin çözüm süreçlerinde, genellikle belirli problem çözme basamakları bulunmaktadır. Bu basamaklar, araştırmacılar tarafından her bilim dalına ve problemin özelliklerine göre farklı sayılarda olabilmektedir [9, 95].

Araştırmalarda, problem çözme yaklaşımları “problem çözme çözüm stratejileri” ve “problem çözme süreçleri” olarak iki temel yaklaşım çerçevesinde toplanmaktadır. Problem çözme çözüm stratejileri özellikle öğretmenlerin tahta başında kullandıkları stratejilerdir. Bu stratejiler problemlerin işlem basamaklarında

kullanılırken, problem çözme süreçleri ise bilişsel psikolojide etkin olan bilgi işlem teorisi çerçevesinde gelişmiştir [39]. Problem çözme stratejileri aslında problem çözme süreçlerine hizmet eden bir yaklaşım sergilemektedir. Bu stratejiler tek başlarına bir problemin tam çözümüne yardımcı olmazlar.

Problem çözme süreçleri; giriş bölümünde ayrıntılı bir biçimde anlatıldığı gibi “genel problem çözme” ve “alana özgü problem çözme” şeklinde belirtilmektedir. Genel problem çözme yaklaşımları çoğunlukla stratejiler üzerine odaklanmıştır. Bu genel tip problemler (Hanoi kulesi, anagramlar, dokuz nokta gibi), çözümlerinde belirli bir alana özgü bilgi gerektirmez [39, 88]. Alana özgü problemlerin çözümlerinde ortaya atılan yöntemler bilgi işlem yaklaşımı çerçevesinde şekillenmiştir. Bilgi işlem yaklaşımında problem çözümleri için işlem basamakları belirlenir. Problemden verilenlerden başlayarak hedefe ulaşmaya kadar yapılması gerekenler adımlar halinde belirlenir. Bu adımlar genel hatlarla ya da daha ayrıntılı olarak belirli bir alana özel belirtilir [39]. Son yıllarda genel problem çözme alanından, alana özgü problem çözmeye doğru bir hareket vardır [88].

Problem çözme süreçlerinde önemli olan etkenlerden biri de üstbilidir. Mayer [139], problem çözmenin temel unsurlarını tanımlarken bunları; beceri, üst beceri (üstbilis) ve istek olarak belirtmektedir. Literatürde üstbilis beceri ve stratejiler; planlama, gözlemlene, test etme, gözden geçirme, özel stratejileri seçme ve değerlendirme ile öğrenme sürecini düşünme, öğrenmeyi planlama, ürünün veya anlayışın gerçekleştiği sırada onu gözlemlene ve aktiviteler yapıldıktan sonra öğrenmenin kendi kendine değerlendirilmesini içerir [47, 48]. Bunlar problem çözme üzerine ortaya konan modeller ile uyumludur. Bu tür üstbilis beceriler özellikle problem çözümede çok önemlidir [49].

3.6.1.2 Basınç ve Problem Çözme Kitapçığında Yer Alan Bölümler

Dağıtılan kitapçıkta problem çözme ile ilgili olarak yer alan bölümler (Fen Bilgisi Problemlerinin Çözümü ve Problem Çözme Taslağı, Formüllerin Sembolik ve

Kavramsal Açıdan Değerlendirilmesi, Ünitelerdeki Konular için Hazırlanan Şekil, Grafik ve Açıklamalar) hakkında kısaca bilgiler verilmiştir.

3.6.1.2.1 Fen Bilgisi Problemlerinin Çözümü ve Problem Çözme Taslağı

Bu bölüm, problemlerin çözümü için tasarlanan problem çözme taslağının kullanımına yönelik olarak hazırlanmıştır. Yukarıda belirtildiği üzere problem çözüme süreç yaklaşımı ele alındığında, bu süreçlerin nasıl yapılandırılması gerektiği artık bu süreçlerde nelerin olacağı üstbiliş beceriler ve stratejilerle ortaya koyulmaktadır. Ayrıca öğrenci kendisine verilen problemin doğru yanıtını bulmak yanında problem çözüme de öğrenmelidir. Bunu sağlayacak olan da problem çözme süreçlerinin belirlenmesi ve bu süreçlerdeki işlemlerin üstbiliş beceri ve stratejilerle desteklenmesi gerekmektedir. Çalışmanın özünde bu anlayış çerçevesinde “problem çözme taslağı” ve öğrencilerin bu taslakta nelerin olduğu, nasıl uygulanacağı hakkında bilgi sahibi olmaları için “fen bilgisi problemlerinin çözümü” adlı bir bölüm tasarlanmıştır. Bu bölümde yer alan bilgiler: Styer [140] tarafından fizik problemlerinin çözümü için uyguladığı problem çözme süreci; Rusbult [141] tarafından fizik problemlerinin çözümünde kullanılan stratejiler; Stice [142] tarafından problem çözümlerinin öğretimi konularında yaptıkları çalışmalardan yararlanılarak hazırlanmıştır. Fen bilgisi problemlerinin çözümü adlı bölüm literatürden yararlanılarak ve araştırmacının deneyimleri eşliğinde son halini almıştır. Problem çözme taslağı geliştirilirken literatürde Neto ve Valente [106] ile Heller ve Heller [82] tarafından geliştirilen problem çözme taslaklarından yararlanılmıştır. Hazırlanan problem çözme taslağı, önce pilot çalışmada kullanılmış, buradan ve öğrencilere hazırlık sürecinde yapılan basınç başarı testinde gösterdikleri problem çözme becerileri doğrultusunda son şeklini almıştır. Problem çözme taslağı yanında, çözdükleri problemler için yine araştırmacı tarafından gözlem formu da hazırlanmıştır. Bu form çözülen bir problemde zorlanması durumunda öğrencilerin neyi ya da neleri gözden kaçırdıklarını fark etmelerine yardımcı olmak üzere hazırlanmıştır. İki sayfadan oluşan problem çözme taslağı, basınç ve problem çözme kitapçığında (bak. Ek A) öğrencilerin taslağın her iki sayfasını da aynı anda görebilecekleri biçimde basılmıştır. Gözlem formu ise tek bir sayfa biçiminde

bulunmaktadır. Ancak bu form 12 probleme göre hazırlanmış olduğu için, öğrencilere dağıtılan kitapçıkta, iki gözlem formu (toplam yirmi dört problem için) yer almaktadır.

3.6.1.2.2 Formüllerin Sembolik ve Kavramsal Açından Değerlendirilmesi

Öğrencilere uygulanan test ve anketler ile yapılan pilot çalışma sonrasında elde edilen veriler doğrultusunda ünite de geçen formüllerin yalnızca bir takım matematiksel sembol ve işaretlerden meydana gelmediğini ve bir derece onların uygulanmasını kolaylaştırmak için “formüllerin sembolik ve kavramsal açıdan değerlendirilmesi” adında bir bölüm hazırlanmıştır. Çalışma öncesinde yapılan basınç başarı testinde öğrencilerin formülleri çoğu zaman yanlış biçimlerde ifade ettikleri görülmektedir. De Lozano ve Cardenas [143] sınıflarda ve ders kitaplarında sembollerin yorumlanmasına gereken önemin verilmediğini ve bu ihmal edilmiş duruma gereken önemin özellikle fizik öğretiminin başında verilmesi gerektiğini belirtmektedir. Bunu gerçekleştirmek ve öğrencilerin bu konudaki eksikliklerini tamamlayabilmek amacıyla bu bölümün kitapçıkta olmasına karar verilmiştir. Bu bölümün tasarlanmasında; Reif ve ark. [144] ve Sherin [72] tarafından yapılan çalışmalardan yararlanılmıştır. Reif ve ark. [144] yaptıkları çalışmada öğrencilerin fiziksel bir denklemin anlaşılması için dört aşamadan oluşan bir model geliştirmişlerdir. Modeldeki aşamalara uygun olarak bir fizik denkleminin anlaşılmasını sağlayacak sorulardan oluşan bir liste hazırlanmıştır. Çalışmamızda buradakine benzer biçimde her bir denklem için -öğrencilerin seviyesi ve çalışmanın amacı doğrultusunda- sorular oluşturmak yerine bu basamaklara uygun olarak denklemlerin anlaşılmasını sağlayacak bilgilerin hazır olarak verilmesi yoluna gidilmiştir. Sherin [72] ise yaptığı çalışmada, öğrencilerin denklemleri yorumlarken kullandıkları dile dikkat ederek denklemdeki her bir sembolün denklem içerisinde hangi sözcüklerle ifade edildiğini açıklamaya çalışmıştır. Sonuç olarak denklemlerin kavramsal anlaşılmasına olanak sağlayacak sembolik formlar listesi hazırlanmıştır. Çalışmamızda Sherin [72] tarafından hazırlanan sembolik formların tümü çalışmaya alınmamış, basınç ünitesinde geçen denklemlerde kullanılanlar ele alınmıştır. Bu sembolik formlar “Basınç ve Problem Çözme” kitapçığında formüllerin sembolik ve

kavramsal açıdan değerlendirilmesi bölümünde tablo halinde sunulmaktadır. Öğrenciler, buradaki sembolik formları, yine kitapçıktaki aynı bölümün devamında yer alan her bir denklem için hazırlanmış bölümdeki soruları yanıtlamakta kullanılmaktadır. Her bir denklem için hazırlanan çalışma sayfalarında denklemlerin kullanılmasını kolaylaştıracak biçimde kolaydan zora doğru sorulara da yer verilmektedir. Böylece problem çözümlerinde denklemlerin uygulanmasında ortaya çıkabilecek hatalar ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır.

3.6.1.2.3 Ünitelerdeki Konular için Hazırlanan Şekil, Grafik ve Açıklamalar

Öğrencilerin problem çözmede sahip olmaları gereken çözüm için yapılan planın uygulanması amacıyla gerekli olan işlemsel bilgi yanında, problemde geçen olgu, prensip ve kanunların yer aldığı kavramsal bilgiye de ihtiyaç vardır [44, 68]. Kavram bilgisi olmadan bir problemin tam olarak çözülmesinin güçlüğüne aşmak için “ünitedeki konular için hazırlanan şekil, grafik ve açıklamalar” şeklinde bir bölüm kitapçığa eklenmiştir. Ayrıca hazırlık sürecinde öğrencilere uygulanan test ve anketlerden elde edilen veriler de böyle bir bölümü zorunlu kılmaktadır. Burada kavramlar, şekil ve grafikler yardımıyla kısaca açıklanmaya çalışılmaktadır. Bu bölümde yer alan şekil ve grafikler araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Lee ve ark. [78]; dış betimlemelerin (external representations) kavramların ve işlemsel bilginin yorumu ve anlaşılmasına yardımcı olarak problem çözmeyi kolaylaştırdığını belirtmektedir. Problem çözme sürecinde öğrencinin bilgi yapısını dışa vurmaya kolaylaştırmak için birçok dış betimleme araçları vardır. Bunlardan bazıları da şekil ve grafiklerdir. Grafikler; değişkenler arasındaki ilişkileri karşılaştırmaya, şekiller ise obje ve çizgiler yardımıyla ilişkileri göstermeye yardımcı olarak ayrı olayların birbiri ile bağıntısını gösterir [145]. Bu bölümde kavramlar hakkında bilgiler yalnız açıklamalar şeklinde sunulmamaktadır. Ünitelerde geçen konular hakkında şekilli anlatımlar ve grafikler yer almaktadır. Öğrencilerin kullandığı fen bilgisi 7 ders kitabında bu konuda bir bilgi verilmemektedir. Öğrencilere kavramları şekiller ve grafikler yardımıyla sunarak, görselliği ön plana çıkarıp kavramların anlaşılmasına bir dereceye kadar yardımcı olmaya çalışılmaktadır. Ayrıca bu bölümdeki grafikler

problem çözüme taslağındaki bazı bölümlerin tamamlanmasına yardımcı olmaktadır. Burada amacımız; kavramların öğretimi değil, görsel olarak ve bazı örneklerle kavramları öğrenciye sunarak onların problem çözümlerinde kullanılmasını teşvik etmektir. Kısaca, şekil ve grafikler kavramların ve işlemsel bilginin birlikteliğini sağlamaya yardımcı araçlardır.

3.7 Basınç ve Problem Çözme Kitapçığındaki Bölümler Hakkında Genel Değerlendirme

Problem çözüme becerilerinin kazanımı, yalnızca bir takım problem çözüme süreçlerinin tasarlanması ile başarılabilir bir çalışma değildir. Artık günümüzde problem çözüme çalışmalarında öğrencilere belirli bir konuda problemlerin çözümünü sağlamak yanında onların problem çözmeyi öğrenmelerini de olanaklı kılacak etkinliklerin, üstbiliş beceri ve stratejilerin bu çalışmalara katılması zorunlu bir hal almıştır. Böylece öğrenciler problemin yalnızca doğru yanıtını değil, problem çözmeyi de öğreneceklerdir. Çalışmamızda bunu sağlamak için problem çözüme taslağı geliştirilmiştir. Bu “fen bilgisi problemlerinin çözümü” adlı bir kılavuz ile desteklenmiştir. Ünitelerde yer alan formüllerin sembolik ve kavramsal olarak anlaşılması ve problemlerde bilinçli olarak kullanılması amacıyla “formüllerin sembolik ve kavramsal açıdan değerlendirilmesi” bölümü hazırlanmıştır. Son olarak da; kavramlar, şekil ve grafiklerle açıklanarak ve her kavram için örnekler verilmiştir. Şekil ve grafiklerin çalışmada kullanılmasıyla, öğrencilerin problem çözmek için gerekli bilgi yapısını dışarı vurması (bilgiyi kullanabilmesi) yönünde bir fırsat yaratması amaçlanmıştır. Tasarlanan böyle bir çalışma ile problem çözmeyi yalnızca bir takım katı kurallar ve basamaklara indirgemek yerine problem çözümede gerekli unsurların tümüne yanıt vermeye çalışan çok yönlü problem çözüme etkinlikleri ortaya koyulmaya çalışılmıştır.

3.8 Verilerin Analizi

Bu bölümde araştırmanın uygulama sürecinde kullanılan test ve anketlerden elde edilen verilerin analizleri hakkında bilgi verilmektedir. Veri analiz teknikleri nicel ve nitel olarak temelde iki yaklaşım çerçevesinde ele alınmaktadır [137]. Buradan hareketle ilk olarak uygulanan test ve anketlerden elde edilen verilerin nicel analizlerinde kullanılan yöntemler açıklanmıştır. Daha sonra nitel analizlerde izlenen yöntem ve uygulanan istatistiksel teknikler açıklanmıştır. Nitel verilerin analizinde iki alt başlık yer almaktadır. Bunlar basınç başarı son testinin nitel olarak değerlendirilmesi ve görüşmelerin analizi şeklindedir.

3.8.1 Deney ve Kontrol Gruplarında; Basınç Başarı, Fen Bilgisi ve Problem Çözmeye Karşı Tutum, Üstbiliş Beceriler ve Formül Kullanımı Üzerine Yapılan Nicel Analizler

Deney ve kontrol gruplarına ön ve son test olarak uygulanan basınç başarı testi, fen bilgisine ve problem çözmeye karşı tutum ölçekleri ile üstbiliş beceriler geliştirmeye yönelik anketin değerlendirilmesinde ele alınan ölçütler ve izlenen analiz yöntemleri aşağıda açıklanmaktadır.

3.8.1.1 Basınç Başarı Testi ve Anketlerin Nicel Analizi

Deney ve kontrol gruplarına uygulanan basınç başarı testine verilen yanıtlar; MEB İlköğretim Matematik Programı [146], Jonassen [39] tarafından yapılandırılmış problemlerin çözüm süreçleri ile Heller ve Heller [82] tarafından fiziğin doğasını dikkate alarak belirledikleri genel problem çözme stratejisinde ele alınan kritik beceriler çerçevesinde bir değerlendirme yapılmıştır. Ayrıca literatürde belirtilen problem çözme süreçleri ile Huffman [3] ile Heller ve Heller [82] tarafından yapılan çalışmalarda kullanılan dereceli puanlama basamaklarından da yararlanılmıştır. İlköğretim fen ve teknoloji programında bu şekilde bir değerlendirme kriteri

bulunmamaktadır. Bu beceriler problem çözme temel işlem basamaklarına - problemi betimleme, uygulama ve kontrol- uygun olarak belirtilmiştir. Bu beceriler:

1. Problemi açıklama
2. Verilenleri ve istenenleri yazma
3. İlgili şekil ve grafik çizme
4. İlgili kavram, formül ve kanunları belirtme
5. Yapacağı işlemleri kısaca açıklama
6. Gerekli işlemleri yapma, problemi çözme
7. Çözümün doğruluğunu kontrol etme ve sonucu yorumlama

Her bir beceriyi gösterme derecesi aşağıdaki şekilde puanlanmıştır.

Beceri yok ya da tamamen yanlış ise	0 puan
Beceri kısmen ifade edilmiş ise	1 puan
Beceri tam olarak belirtilmiş ise	2 puan verilecektir.

Basınç başarı testinde bazı problemler (2, 3, 4 ve 6 numaralı problemler) yoruma dayalı ve herhangi bir şekilde dört işlem gerektirmeyen çalışmanın doğasına uygun nitel problemlerdir. Bu problemlerin değerlendirilmesinde 6 numaralı “gerekli işlemleri yapma, problemi çözme” becerisi puanlanırken; Chang ve Barufaldi'nin [99] kullandığı, Simpson ve Marek tarafından geliştirilen yanıtların gruplandırıldığı dereceli puanlama ölçeği kullanılmıştır.

Tablo 3.4 “Gerekli işlemleri yapma, problemi çözme” problem çözme becerisinin puanlamasında kullanılan ifadeler

Kategoriler	Puan
1.Anlama: Belli bir bilimsel görüş çerçevesinde bilimsel kavramı tam açık olarak belirtme.	4
2.Kısmen anlama: Öğrenci bilimsel kavramı biraz anlamış. Ancak kesin bir anlayış görünmüyor.	3
3.Açık belirgin alternatif yapı: Öğrenci bilim insanlarından farklı bir ifade geliştirmiş.	2
4.Karıştırılmış, hatalı: Öğrenci olayı başka bir olayla karıştırıyor ve çelişkili ifadeler var.	1
5.İfade yok: Öğrenci hiçbir şey ortaya koymuyor.	0

Öğrencilerin yanıtlarında çözüm için kullandıkları ifadeler burada belirtilen gruplara göre 0 ile 4 puan arasında değerlendirilmiştir. Bu becerinin değerlendirilmesinde Tablo 3.4'te belirtildiği üzere nitel bir yaklaşım ele alınıp, sonuçlar yalnızca puan olarak belirtilmiştir. Bu beceri puanı, diğer becerilerden elde edilen puanlara eklenerek her öğrenci için basınç başarı testine ait toplam puanlar hesaplanmıştır. Basınç başarı testinde hem kavramsal problemlerin nicel üstünlüğü bulunmakta, hem de bu problemlerin puan değeri bir takım sayısal işlem gerektiren problemlerden daha fazladır. Veriler araştırmacının kendisi ve fizik eğitiminde uzman bir araştırmacı tarafından yukarıda belirtilen yedi kritik problem çözme becerisi çerçevesinde puanlanmıştır. Puanlayıcılar arası güvenilirlik için yapılan bu değerlendirmede toplam puanlar pearson korelasyon değeri 0,91 olarak hesaplanmıştır. Farklılıklar puanlama sonrası araştırmacılar tarafından tartışılarak giderilmiştir.

Tüm test ve anketlere ilişkin ortalama ve standart sapmalar hesaplanmıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencilerine ön ve son test olarak uygulanan basınç başarı testi ve anketlerden elde edilen puanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığını belirlemek üzere gruplar arasında tekrarlı ölçümler ANOVA testi yapılmıştır. Ayrıca gruplar arasında çıkan sonuçların kazanım puanları da hesaplanmıştır. Böylece gruplarda oluşan farkların ne kadar olduğu belirlenmiştir [147, 148]. Kazanım puanı g ile ifade edilip, hesaplanmasında $g = (\text{son test puanı} - \text{öntest puanı}) / (\text{testteki en yüksek puan} - \text{öntest puanı})$ eşitliği kullanılmıştır [147].

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin problem çözümlerinde kullandıkları formüllerin analizinde Chang ve Barufaldi'nin kullandığı [99], yukarıda Tablo 3.4'te belirtilen yanıtların gruplandırıldığı dereceli puanlama ölçeğinden yararlanılarak oluşturulan kategorilerden yararlanılmıştır. Bu kategoriler Tablo 3.5'te belirtilmektedir. Formül analizinde de yukarıda *gerekli işlemleri yapma, problemi çözme* becerisindeki değerlendirme yöntemi uygulanmıştır.

Tablo 3.5 Formüllerin değerlendirilmesinde kullanılan ifadeler ve puan değerleri

Kategoriler	Puan
1.Anlama: Formül öğrenci tarafından tam olarak anlaşılıp, uygulanmış. Bilimsel olarak geçerli durum.	4
2.Kısmen anlama: Formüldeki nicelikler tamam, ancak katsayılar ve artı eksi işaretlemelerde tam bir belirginlik yok.	3
3.Açıkça belirgin alternatif yapı: Bilimsel geçerliliği olmayan tamamen yanlış bir formül.	2
4.Karışık, hatalı anlama: Formül yukarıdaki ikinci ve üçüncü kategorilerden durumlar içeriyor.	1
5.Formül yok: Öğrenci hiçbir formül yazmamış.	0

Formüllerin değerlendirilmesinde tam olarak ifade edilen her formül için “4” puan verilmiştir. Formüldeki nicelikleri tam olarak ifade edip katsayılar ve işaretlemelerde hata yapanlar için “3” puan; bilimsel geçerlilikten uzak yanlış bir formüle “2” puan ve bu her iki durumu içeren formüller için de “1” puan verilmiştir. Öğrenci formül yazmamışsa “0” puan verilerek değerlendirme yapılmıştır.

3.8.2 Deney ve Kontrol Gruplarına Uygulanan Basınç Başarı Son Testin Nitel Analizi

Gruplara uygulanan basınç başarı son testin nitel olarak değerlendirilmesiyle, sayısal analizler sonucunda ortaya çıkan bulguların daha iyi yorumlanması amaçlanmaktadır. Bu amaç için öğrencilerin problem çözümlerinde kullandıkları cümlelerin ve yapılan hataların analizleri göz önünde bulundurulmuştur.

3.8.2.1 Problem Çözümünde Kullanılan Cümlelerin Analizi

Cümle analizinde, Savelsbergh ve ark. [17] tarafından yapılan çalışmadan yararlanılmıştır. Bu çalışmada yazarlar, bir takım anahtar sözcükler eşliğinde verilen formüllerin ne anlama geldiğini ve bunların hangi durumlarda kullanılacağı üzerine öğrenci ifadelerini analiz etmişlerdir. Bu süreçte cümlelerin analizinde onları

sınıflandırarak bir kodlama şeması elde etmişlerdir. Bu şemadaki cümle kategorileri Tablo 3.6'daki ilk yedi cümledir. Yapılan çalışmaya bağlı olarak kodlama şemasında cümlelerin sınıflandırılması amacıyla on bir cümle kategorisi (bak. Tablo 3.6) bulunmaktadır.

Cümle, nitel verinin sayısallaştırılmasında başı ve sonu anlamlı bir yapı olması bakımından önemlidir [137]. Çalışmamızda, öğrenciler tarafından kullanılan bir cümlenin hangi cümle kategorisinde bulunacağı Savelsbergh ve ark. [17], tarafından oluşturulan cümle kategorilerine göre değerlendirilmiştir.

Eğer cümle bu kategorilerden birine uymuyorsa bu cümle için farklı bir kategori açılmıştır. Cümleler orijinal biçimleri bozulmadan oluşturulan kategorilere yerleştirilmiştir. Çalışmamızda kullanılan cümle kategorileri Savelsbergh ve ark. [17] ve araştırmacı tarafından oluşturulan kategorilerin kullanılmasıyla son şeklini almıştır.

Tablo 3.6 Cümle kategorileri

Cümle no	Tanım
1*	Problemde geçen olay ve/veya hikâye
2*	Problemdeki olay ve/veya hikâye hakkında yorum
3*	Çözüm yöntemi
4*	Problemdeki hedef
5*	Verilenler hakkında yorum
6*	Verilenleri belirtmek
7*	Çeşitli, muhtelif
8	Sonucun yorumlanması
9	Sonucu belirtmek
10	Yapacağı işlemleri açıklama
11	Problemdeki kavram, prensip ve formüller

Öğrencilerin testte kullandıkları bazı kategorilere ait cümle örnekleri aşağıda sunulmaktadır.

Verilenleri belirtmek: Şekil 2 tek kare üzerinde dururken şekil 1 iki kare üzerinde duruyor.

Verilenler hakkında yorum: A cismi X’de askıda kaldığına göre X’in öz kütlesi ile A’nın ki eşittir.

Problemde geçen olay ve/veya hikâye: X ve Y sıvıları aynı kaba dökülüyor.

Problemdeki hedef: A cisminin şekildeki konumu nedir?

Sonucun yorumlanması: Basınçlar eşittir. Çünkü ağırlığı yüzey alanına bölünce eşit değer var.

Çözüm yöntemi: Öncelikle sıvıların basınçlarını bulmalıyım.

Problemdeki olay ve/veya hikâye hakkında yorum: Uludağda alınan balon Ayvalıkta küçülüyorsa bunun basınçla ilgisi vardır.

Problemdeki kavram, prensip ve formüller: Basınç kuvveti ağırlıkla doğru orantılıdır.

Çeşitli, muhtelif: Bu soruda öncelikle şunu bilmemiz gerekir.

Veriler araştırmacının kendisi ve fizik eğitiminde uzman bir araştırmacı tarafından yukarıda belirtilen on bir kategori çerçevesinde kodlanmıştır. Kodlayıcılar arası tutarlılık için Cohen kappa hesaplanmıştır. Bu değer 0,89 çıkmış olup iyi seviye olarak kabul edilmektedir [149]. Burada her bir kategoride kullanılan cümlelerin gruplara göre toplamı, ortalaması, standart sapması ve yüzdeleri hesaplanmıştır. Bu amaçla deney ve kontrol grupları için her bir cümle kategorisine özgü grupların kullandıkları cümleler sayılmıştır. Kullanılan her bir cümle için 1 puan verilmiştir. Cümlelerin nitel analizinin ardından yapılan puanlama ile bulgular nicel olarak da verilmiştir. Sayı ve rakamlar genellikle nicel araştırma türleriyle anılıyor olsa da, nitel veriler de belirli bir düzeyde sayılara indirgenebilir [137]. Bu yöntem sayesinde ortaya koyulacak yorumların daha “adil” biçimde yapılması sağlanabildiği gibi, ortaya çıkan tema veya kategoriler arasında karşılaştırma yapma olanağı kazanılır [137]. Böyle bir karşılaştırma amacıyla deney ve kontrol grupları arasında basınç başarı son testinde kullanılan cümlelerin kullanım sıklığında anlamlı bir farklılık olup olmadığının belirlenmesi amacıyla bağımsız gruplar t testi istatistik tekniği kullanılmıştır.

3.8.2.2 Hataların Analizi

Basınç başarı son testin analizinde ikinci aşamada ise öğrencilerin yaptıkları hataların değerlendirilmesi yapılmıştır. Bunun için önce öğrencilerin yaptıkları hatalar gruplandırılmış ve sonrasında aralarındaki ilişkiler incelenmiştir. Hataların

analizinde kullanılan hata kategorileri oluşturulurken O'Connell [150], tarafından kullanılan kategoriler ve bilgi tipleri temel alınmıştır. Ayrıca bu hata kategorilerinin problem çözümünde gerekli temel bilgi tiplerini de (işlemsel ve durumsal bilgi) içermesine dikkat edilmiştir [44, 68]. Her bir problemde öğrencilerin yaptıkları hatalar aşağıda açıklanan kodlama çerçevesinde analiz edilmiştir.

Hata Tiplerini Belirleme ve Analiz: Verileri kodlama işlemi, öğrencilerin yedi probleme verdiği yanıtlar doğrultusunda geliştirilmiştir. Her bir öğrencinin problemler için verdikleri cevaplar içinde yer alan hatalar tek tek yazılmış ve ardından yapılan hatalar daha kapsamlı olacak şekilde belirli başlıklar altında toplanmıştır. Birbiriyle ilişkili hata grupları belirlendikten sonra, bunlar dört ana başlık altında toplanarak hata kategorileri oluşturulmuştur. Bu kategoriler; **metnin anlaşılmasından kaynaklanan**, **işlemsel**, **kavramsal** ve **aritmetik** hatalar şeklindedir. Tablo 3.7'de bu hata kategorileri kısaca açıklanmıştır. Eğer bir öğrenci problemin çözümünde aritmetik bir hata yapmış ise bu hata bir defa sayılmıştır. Çözümde geri kalan bölümlerde, hatalı değer kullanılmasına bağlı olarak çıkan hatalı değerler yanlış olarak değerlendirilmemiştir. Burada amaç problemin sonucunu değil, çözümdeki sürece odaklanarak hataları ortaya koymaktır. Ancak öğrencinin yaptığı ve çözümün alt basamaklarını da etkileyen kavramsal, işlemsel veya metnin anlaşılmasından kaynaklanan hatalar çözümün her aşamasında sayılmıştır. Böylelikle problem çözümünde gerekli olan işlemsel ve durumsal bilgi üzerine yapılan hatalar tek tek ele alınmıştır. Öğrencilerin problem çözümünde konu ile ilgili olarak geliştirdikleri stratejiler, kavram ve prensipler doğruluktan uzak bir biçimde sergileniyorsa, sistematik hatalar ortaya çıkarılarak bunlar arasındaki ilişkiler ortaya koyulabilecektir. Tablo 3.7'deki dört hata kategorisi çerçevesinde hata tipleri oluşturulmuştur. Değerlendirme sonucunda 107 hata tipi belirlenmiştir (bak. Ek F). Bu hataların kategorilere dağılımı ise şöyledir: 7 adet metnin anlaşılmasından kaynaklanan hata; 25 işlemsel hata; 74 kavramsal hatadır. Ayrıca aritmetik hataların azlığı nedeniyle bu hata tipi tek bir kategori ile belirtilmiştir. Dört kategoriye ek olarak sınıflandırılmayan hata kategorisi de oluşturulmuştur.

Veriler, araştırmacının kendisi ve fizik eğitiminde uzman bir araştırmacı tarafından aşağıda belirtilen hata kategorileri çerçevesinde kodlanmıştır. Kodlayıcılar arası tutarlılık için her bir hata kategorisindeki hata tiplerine göre Cohen kappa hesaplanmıştır. Bu değerler metnin anlaşılamaması hata kategorisinde; 0,82, işlemsel hata kategorisinde; 0,79, kavramsal hata kategorisinde; 0,78 ve aritmetik hata kategorisinde 0,89 şeklinde-dir. Bu değerler iyi seviye olarak kabul edilmektedir [149].

Tablo 3.7 Hata kategorileri ve açıklamaları

Hata Kategorileri	Açıklama
Metnin anlaşılamamasından kaynaklanan	Genel anlamıyla problemdeki metnin anlaşılamamasından kaynaklanan hatalardır. Problemde isteneni yanlış belirtme, problemdeki hedefi tam olarak ifade edememek, problemde verileni ya da verilenleri yanlış yazmak, problemde geçen olayın hikâyesini kendine göre kurgulamak gibi hataları kapsar.
İşlemsel	Problem çözümünde yapılan stratejik hataları kapsar. Problemdeki verilerin çözüm için uygulanmasında yapılan hatalardır. Çözüm için gerekli olan formül ya da formülleri yazmamak, çözüm için uygun olmayan strateji kullanmak, çözüm için yanlış bir formül kullanmak, basınç birimini N ile göstermek gibi uygulama aşamasında yapılan hatalardır.
Kavramsal	Basınç konusunda geçen kavramları içeren hatalardır. Örneğin katı basıncını yalnızca cismin ağırlığı ile ilişkilendirmek, sıvı basıncı ile sıvı basıncı kuvvetini birbirinden ayırt edememek, açık hava basıncını cisimlerin hacimleri ile ilişkilendirmek, gaz molekülleri soğukta küçülür, sıvıların uyguladıkları kaldırma kuvveti, cisimlerin kütesine bağlıdır, cismin yüzme şartı, sıvının hacmine bağlıdır vb.
Aritmetik	Bu hata kategorisi basit dört işlem hatalarını kapsamaktadır.

Tümdengelim yöntemi ile benzer hatalar aynı hata tipinde toplanmıştır. Böylece daha anlamlı bir hata kategorisi ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Metnin anlaşılamamasından kaynaklanan hatalar M, işlemsel hatalar İ, kavramsal hatalar K ve aritmetik hatalar ise A harfleri kullanılarak kodlama yapılmıştır. Her bir harfin yanına rakamlar yazılarak aynı hata grubundaki hatalar sıralanmıştır. Örneğin kuvvet ve yoğunluk ile ilgili hataların analizi K9 şeklinde belirtilmiş ve bu hata

kümesini oluşturan hatalar ise dört maddeden oluşmuştur. Bunlara, K9.1, K9.2, K9.3, K9.4 şeklinde numaralar verilmiştir.

Öğrencilerin sorulara verdikleri yanıtlardan hata tiplerinin nasıl ortaya çıkarıldığına örnek olması açısından problem 5'e bir öğrencinin verdiği yanıt ve bu yanıtta hata tipinin nasıl değerlendirildiği aşağıda açıklanmıştır:

Problem 5: “Pelin, Uludağ’ da geçirdiği hafta sonu tatilinde küçük kardeşi Can için bir balon satın aldı. Ayvalıkta sahil kenarındaki evlerine dönüşte balonun hacminin biraz küçüldüğünü fark etti. Yolculuk sırasında balonun ağzı sıkı bir şekilde kapalıdır ve hiç açılmamıştır. Balonun bu şekilde hacminin küçülmesinin nedenini nasıl açıklarsınız?”. **Öğrencinin Yanıtı:** “Uludağ soğuk olduğu için balonun içindeki hava ister istemez dışarı çıkar. Ve balonun içindeki hava azalır. Bu nedenle balon büzülür. Çünkü artık hacim azalmış olur. Ama içindeki basınç artar” şeklinde olmuştur. **Değerlendirme:** Probleme özellikle “balonun ağzı sıkı bir şekilde kapalıdır ve hiç açılmamıştır” şeklindeki yargıya rağmen öğrenci balonun ağzının açılacağını belirtmektedir. Burada öğrenci problemi kendi düşüncelerine göre farklı bir açıdan değerlendirmektedir. Olayın kurgusunu tamamen değiştirmektedir. Bu hata “M6: problemde geçen olayın hikâyesini kendine göre kurgulamak” şeklinde kodlanmıştır. Balon hacmini de balon içindeki gaz miktarı ile değerlendirmektedir. Balon üzerindeki dış basınç, sıcaklık gibi etkenleri göz ardı etmektedir. Balon hacmi ile ilgili olan bu hata “K4.5 balonun hacmi içindeki gazın miktarına bağlıdır.” şeklinde yer almıştır. Bu problemin başka bir öğrenci tarafından değerlendirilmesi ise şu şekildedir “Pelin Uludağ’dayken basınç daha fazladır ama Ayvalık sahil kenarındaki evlerine döndüğünde basınç azaldığı için balonun hacmi de küçülmüştür.”. Bu öğrenci ise yüksek bölgelerde basıncın çok, alçak bölgelerde ise az olduğunu söylemektedir. Oysa açık hava basıncı, deniz seviyesinden yüksek bölgelere çıkıldıkça azalmaktadır. Bu hata “K3.1 yükseklik arttıkça açık hava basıncı artar” şeklinde kodlanmıştır. Hata tipleri çerçevesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin yaptıkları hataların frekansları ve yüzdelik dağılımları hesaplanmıştır. Yukarıda cümle analizinde belirtilen nedenlere bağlı olarak, bu analizde de nitel veriler nicel olarak da sunulmuştur. Bu hata tiplerinin yüzdelik dağılıma göre deney ve kontrol gruplarında sıralaması yapılmıştır.

3.8.3 Öğretmenlerin Yapılan Çalışma, Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Problem Çözme Yöntemleri ve Üstbiliş Beceriler Üzerine Görüşlerinin Nitel Analizi

Yapılan görüşmelere ait verilerin analizi, betimsel analiz yaklaşımıyla aşağıda belirtilen kategoriler çerçevesinde yapılmıştır. Bunlar: *i)* problem, *ii)* problem çözme yöntemi, *iii)* üstbiliş beceriler ve *iv)* öğrencilerin dağıtılan kitapçık hakkındaki görüşleri şeklindedir. Çalışma öncesinde oluşturulan kavramsal çerçeve yardımıyla öğrenci görüşleri kodlanarak belirli temalar oluşturulmuştur. Bu temaların varsa alt kategorileri bu görüşe sahip öğrencilerin sayıları ve yüzdelik dağılımları eşliğinde sunulmuştur. Öğretmenlere, uygulanan çalışma hakkında genel olarak ne düşündükleri sorulmuştur. Öğretmenlerin bu konuda görüşleri belirli temalar çerçevesinde kodlanarak sunulmuştur.

Görüşmelerin analizinde Robson, tarafından nitel analizler için kullanılan kodlama analizi (pattern coding) yöntemi kullanılmıştır [aktaran 151, 152]. Öğrenciler ile yapılan görüşmede ise öğrencilerin sorulara verdikleri tüm yanıtlar not edilmiştir. Daha sonra bu yanıtlar kategorize edildikten sonra kodlanmıştır. Yöneltilen soruların içeriğine bağlı olarak oluşturulan kategoriler için mümkün olduğu kadar öğrencilerin verdikleri yanıtların frekans ve yüzdelikleri de hesaplanmıştır. Öğrenci yanıtlarının ilk olarak temalara ayrılması ile verilerin daha kolay yorumlanmasına çalışılmıştır. Ayrıca açık uçlu sorulardan elde edilen veriler arasındaki yapı ve uyum da ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Literatürde öğrenci yanıtlarının ilkin kategorize edilerek daha sonra kodlama analizinin yapılması nitel analiz için tavsiye edilen ve yapılan bir yöntemdir [153].

4. BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde araştırmanın alt problemlerine yanıt aramak için istatistiksel analizler ve yorumlar yer almaktadır. Araştırmada kullanılan testler, anketler ve görüşmeler üzerine nitel ve nicel analizlere yer verilmiştir.

4.1 Çalışmadan Elde Edilen Bulgu ve Yorumlar

Bu bölümde sırayla araştırmanın her bir alt probleme yanıt aramak için yapılan analizlerden elde edilen bulgu ve yorumlar yer almaktadır.

4.1.1 Uygulanan Test ve Anketlerden Elde Edilen Nicel Bulgu ve Yorumlar

Bu bölümde araştırmanın bir, iki, üç, dört, beş ve altıncı alt problemlerine yanıt aramak için deney ve kontrol gruplarına uygulanan test ve anketlerden elde edilen bulgu ve yorumlara yer verilmektedir. Deney ve kontrol gruplarının; basınç başarı testi, fen bilgisi ve problem çözme tutum ölçekleri ile problemleri nasıl çözersiniz anketine ait istatistiksel bulgu ve yorumlar bölümler halinde açıklanmaktadır. Ayrıca öğrencilerin basınç başarı testinde kullandıkları formüller ile problem çözümündeki kritik beceriler için yapılan analizlere de yer verilmektedir.

4.1.1.1 Basınç Başarı Testine Ait Verilerin Nicelleştirilmesi Sonucunda Elde Edilen Bulgu ve Yorumlar

Burada araştırmanın “Deney ve kontrol grubu öğrencilerine ön ve son test olarak uygulanan basınç başarı testi problem çözme becerileri toplam puanlarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?” şeklindeki birinci alt problemine yanıt aramak için yapılan analiz ve yorumlarına yer verilmektedir. Deney ve kontrol gruplarına ait basınç başarı ön-son testi, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4.1’de gösterilmektedir.

Tablo 4.1 Deney ve kontrol grubu basınç başarı ön-son testi ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	Ön test			Son test		
	N	\bar{X}	S	N	\bar{X}	S
Deney	79	7,74	4,50	79	34,87	21,26
Kontrol	83	5,40	3,51	83	11,82	5,67

Tablo 4.1’de görüldüğü gibi, deney grubunda öğrencilerin basınç başarı ön test ortalama puanı 7,74 iken, bu değer uygulama sonrası 34,87 olmuştur. Kontrol grubu öğrencilerinin ön test ortalama puanı 5,40 iken, bu değer son testte 11,82’dir. Buna göre hem deney hem de kontrol grubunda öğrencilerin basınç başarı düzeylerinde bir artış gözlenmektedir. Bu artış grupların ortalama kazanım puanlarının karşılaştırılması ile de görülebilir. Basınç başarı testi en yüksek puanı 106’dır. Deney grubunun ortalama kazanım puanı yaklaşık % 28 iken bu değer kontrol grubunda % 6 seviyesindedir. Bu bulgular, deney grubunda başarının, kontrol grubundan dört kat daha fazla arttığını göstermektedir. İki grubun basınç başarılarında gözlenen değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin iki faktörlü ANOVA sonuçları Tablo 4.2’de verilmektedir.

Tablo 4.2 Deney ve kontrol grubu basınç başarı ön-son test puanlarının ANOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p
Denekler Arası					
Grup (deney/kontrol)	13060,01	1	13060,01	472,68	0,000
Hata	24527,35	160	85,19		
Denekler İçi					
Ölçüm (ön-son test)	22777,04	1	22777,04	228,16	0,000
Grup*Ölçüm	8675,73	1	8675,73	86,90	0,000*
Hata	15972,48	160	99,82		

* p<0,05

Tablo 4.2’de, deney ve kontrol gruplarının basınç başarı düzeylerinin deney öncesinden sonrasına anlamlı farklılık gösterdiği görülmektedir. Farklı gruplarda olmak ile tekrarlı ölçümler faktörlerinin basınç başarısı üzerindeki ortak etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur ($F_{(1,160)}=86,90$, $p<0,05$). Bu bulgular deney grubunda uygulanan problem çözme etkinliklerinin başarıyı, kontrol grubunda uygulanan geleneksel problem çözme yöntemine göre daha fazla arttırdığını göstermektedir.

4.1.1.2 Fen Bilgisine Karşı Tutum Anketine Ait Bulgu ve Yorumlar

Burada araştırmanın “Deney ve kontrol grubu öğrencilerine ön ve son test olarak uygulanan fen bilgisine karşı tutum ölçeği puanlarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?” şeklindeki ikinci alt problemine yanıt aramak için yapılan analizlere yer verilmektedir. Deney ve kontrol gruplarına ait fen bilgisine karşı tutum ön-son testi, ortalama ve standart sapma değerleri aşağıda Tablo 4.3’te belirtilmektedir.

Tablo 4.3’te görüldüğü üzere, deney grubunda öğrencilerin fen bilgisi tutum ölçeği ön test ortalama puanı 80,70 iken, bu değer uygulama sonrası 85,62 olmuştur. Kontrol grubu öğrencilerinin ön test ortalama puanı 76,53 iken, bu değer son testte 71,18’dir.

Tablo 4.3 Deney ve kontrol grubu fen bilgisi tutum ölçeği ön-son testi ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	Ön test			Son test		
	N	\bar{X}	S	N	\bar{X}	S
Deney	86	80,70	12,61	86	85,62	9,33
Kontrol	87	76,56	13,07	87	71,18	13,28

Buna göre deney grubunda fen bilgisi tutum puanları artarken, kontrol grubunda ise öğrencilerin puanlarında bir azalma gözlenmektedir. Bu durum grupların ortalama kazanım puanlarının karşılaştırılması ile de görülmektedir. Fen bilgisi tutum ölçeğinde en yüksek puanı 100'dür. Deney grubunun ortalama kazanım puanı yaklaşık % 25 iken, kontrol grubunda ise % 22 seviyesinde azalma gözlemlenmektedir. İki grubun basınç başarılarında gözlenen değişmelerin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin iki faktörlü ANOVA sonuçları Tablo 4.4'de verilmektedir.

Tablo 4.4 Deney ve kontrol grubu Fen bilgisi tutum ölçeği ön-son test puanlarının ANOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p
Denekler Arası					
Grup (deney/kontrol)	7454,47	1	7454,47	34,61	0,000
Hata	36821,48	171	215,33		
Denekler İçi					
Ölçüm (ön-son test)	4,59	1	4,59	0,05	0,813
Grup*Ölçüm	2293,19	1	2293,19	28,11	0,000*
Hata	13949,46	171	81,58		

* p<0,05

Tablo 4.4'den deney ve kontrol gruplarının fen bilgisi tutum ölçeği puanlarının deney öncesinden sonrasına anlamlı farklılık gösterdiği görülmektedir. Farklı gruplarda olmak ile tekrarlı ölçümler faktörlerinin fen bilgisine karşı tutum üzerindeki ortak etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur ($F_{(1,171)}=28,11$, $p<0,05$). Bu bulgular deney grubunda uygulanan problem çözme

etkinliklerinin fen'e karşı tutumu, kontrol grubunda uygulanan problem çözme yöntemine göre daha fazla arttırdığını göstermektedir.

4.1.1.3 Problem Çözmeye Karşı Tutum Anketine Ait Bulgu ve Yorumlar

Araştırmanın “Deney ve kontrol grubu öğrencilerine ön ve son test olarak uygulanan problem çözmeye karşı tutum ölçeği puanlarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?” şeklindeki üçüncü alt problemine yanıt aramak için yapılan analizler aşağıda belirtilmektedir. Deney ve kontrol gruplarına ait problem çözmeye karşı tutum ön-son testi, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4.5’te gösterilmektedir.

Tablo 4.5 Deney ve kontrol grubu problem çözme tutum ölçeği ön-son testi ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	Ön test			Son test		
	N	\bar{X}	S	N	\bar{X}	S
Deney	82	69,95	6,61	82	72,57	6,52
Kontrol	84	69,02	5,72	84	69,14	6,75

Tablo 4.5’de görüldüğü üzere, deney grubunda öğrencilerin problem çözme tutum ölçeği ön test ortalama puanı 69,95 iken, bu değer uygulama sonrası 72,57 olmuştur. Kontrol grubu öğrencilerinin ön test ortalama puanı 69,02 iken, bu değer son testte 69,14’tür. Buna göre deney grubunun puanlarında bir artış gözlemlenirken, kontrol grubunda ise belirgin bir değişim gözlenmemektedir. Bu durum grupların ortalama kazanım puanlarının karşılaştırılması ile de görülmektedir. Problem çözmeye karşı tutum testi en yüksek puanı 100’dür. Deney grubunun ortalama kazanım puanı yaklaşık % 9 iken, bu değer kontrol grubunda ise % 0,4 seviyesindedir. İki grubun problem çözme tutum puanlarında gözlenen değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin iki faktörlü ANOVA sonuçları Tablo 4.6’da verilmektedir.

Tablo 4.6 Deney ve kontrol grubu problem çözme tutum ölçeği ön-son test puanlarının ANOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p
Denekler Arası					
Grup (deney/kontrol)	393,98	1	393,98	7,10	0,008
Hata	9095,05	164	55,45		
Denekler İçi					
Ölçüm (ön-son test)	155,87	1	155,87	5,81	0,017
Grup*Ölçüm	129,97	1	129,97	4,84	0,029*
Hata	4399,04	164	26,82		

* $p < 0,05$

Tablo 4.6'dan deney ve kontrol gruplarının problem çözme tutum ölçeği puanlarının deney öncesinden sonrasına anlamlı farklılık gösterdiği görülmektedir. Farklı gruplarda olmak ile tekrarlı ölçümler faktörlerinin problem çözmeye karşı tutum üzerindeki ortak etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur ($F_{(1,164)}=4,84$, $p < 0,05$). Bu bulgular deney grubunda uygulanan problem çözme etkinliklerinin problem çözmeye karşı tutumu, kontrol grubunda uygulanan problem çözme yöntemine göre daha fazla arttırdığını göstermektedir.

4.1.1.4 Problemleri Nasıl Çözersiniz? (Üstbilis Beceriler) Anketine Ait Bulgu ve Yorumlar

Araştırmanın “Deney ve kontrol grubu öğrencilerine ön ve son test olarak uygulanan üstbilis beceriler geliştirmeye ilişkin anket puanlarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?” şeklindeki dördüncü alt problemine yanıt aramak için yapılan analizler aşağıda belirtilmektedir. Deney ve kontrol gruplarına ait problemleri nasıl çözersiniz ön-son testi, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4.7’de gösterilmektedir.

Tablo 4.7 incelendiğinde deney grubunda öğrencilerin problemleri nasıl çözersiniz (üstbilis beceriler) anketi ön test ortalama puanı 113,39 iken, bu değer uygulama sonrası 119 olmuştur.

Tablo 4.7 Deney ve kontrol grubu problemleri nasıl çözersiniz (üstbilis beceriler) ön-son anketi ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	Ön test			Son test		
	N	\bar{X}	S	N	\bar{X}	S
Deney	82	113,39	15,16	82	119,00	12,11
Kontrol	82	111,56	15,81	82	109,89	17,72

Kontrol grubu öğrencilerinin ön test ortalama puanı 111,56 iken, bu değer son testte 109,89'dur. Buna göre deney grubunda üstbilis beceri puanları artarken, kontrol grubunda ise öğrencilerin puanlarında bir azalma gözlenmektedir. Bu durum grupların ortalama kazanım puanlarının karşılaştırılması ile de görülmektedir. Problemleri nasıl çözersiniz ölçeğinde en yüksek puan 150'dir. Deney grubunun ortalama kazanım puanı yaklaşık % 15 iken, kontrol grubunda ise % 4 seviyesinde azalma gözlemlenmektedir. İki grubun üstbilis beceri puanlarında gözlenen değişmelerin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin iki faktörlü ANOVA sonuçları Tablo 4.8'de verilmektedir.

Tablo 4.8 Deney ve kontrol grubu problemleri nasıl çözersiniz (üstbilis beceriler) anketi ön-son test puanlarının ANOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p
Denekler Arası					
Grup (deney/kontrol)	2453,08	1	2453,08	6,71	0,000
Hata	59184,91	162	59184,91		
Denekler İçi					
Ölçüm (ön-son test)	318,07	1	318,07	3,03	0,084
Grup*Ölçüm	1086,61	1	1086,61	10,34	0,002*
Hata	17024,81	162	105,09		

* $p < 0,05$

Deney ve kontrol gruplarının problemleri nasıl çözersiniz (üstbilis beceriler) anket puanlarının deney öncesinden sonrasına anlamlı farklılık gösterdiği görülmektedir. Farklı gruplarda olmak ile tekrarlı ölçümler faktörlerinin üstbilis beceriler üzerindeki ortak etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur

($F_{(1,162)}=10,34$, $p<0,05$). Bu bulgular deney grubunda uygulanan problem çözme etkinliklerinin üstbilis becerilerin gelişimini, kontrol grubunda uygulanan problem çözme yöntemine göre daha fazla arttırdığını göstermektedir.

Deney grubu öğrencilerinin basınç ünitesi boyunca yaptıkları problem çözme etkinlikleri sonunda başarıları, fen bilgisi ile problem çözmeye yönelik tutumlarında ve üstbilis beceriler geliştirme puanlarında bir artış söz konusudur. Kontrol grubu öğrencilerinin basınç başarı testi ve problem çözmeye karşı tutumlarında küçük bir artış, fen bilgisi dersine karşı tutumda ve üstbilis beceri puanlarında ise ön testlere göre bir azalma bulunmaktadır.

4.1.1.5 Basınç Başarı Son Testinde Grupların Formül Değerlendirme Puanlarına Ait Bulgu ve Yorumlar

Araştırmanın “Deney ve kontrol grubu öğrencilerine ön ve son test olarak uygulanan basınç başarı testinde öğrencilerin formül kullanım beceri puanlarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?” şeklindeki beşinci alt problemine yanıt aramak için yapılan analizler aşağıda belirtilmektedir. Deney ve kontrol gruplarına ait basınç başarı ön-son testi formül değerlendirme, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4.9’da gösterilmektedir.

Tablo 4.9 Deney ve kontrol grubu Basınç başarı ön-son testi formül değerlendirme ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	Ön test			Son test		
	N	\bar{X}	S	N	\bar{X}	S
Deney	79	0,10	0,63	79	6,58	4,53
Kontrol	83	0,01	0,11	83	2,01	3,04

Tablo 4.9’da görüldüğü üzere, deney grubunda öğrencilerin formül değerlendirme ön test ortalama puanı 0,10 iken, bu değer uygulama sonrası 6,58 olmuştur. Kontrol grubu öğrencilerinin ön test ortalama puanı 0,01 iken, bu değer

son testte 2,01'dir. Buna göre hem deney hem de kontrol gruplarında formül değerlendirme puanlarında bir artış gözlenmektedir. Bu durum grupların ortalama kazanım puanlarının karşılaştırılması ile de görülmektedir. Formül değerlendirme en yüksek puanı 12'dir. Deney grubunun ortalama kazanım puanı yaklaşık % 54 iken, kontrol grubunda ise % 17 seviyesindedir. İki grubun formül değerlendirme puanlarında gözlenen değişmelerin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin iki faktörlü ANOVA sonuçları Tablo 4.10'da verilmektedir.

Tablo 4.10 Deney ve kontrol grubu basınç başarı ön-son testi formül değerlendirme puanlarının ANOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p
Denekler Arası					
Grup (deney/kontrol)	439,37	1	439,37	56,31	0,000
Hata	1248,52	160	7,80		
Denekler İçi					
Ölçüm (ön-son test)	1455,64	1	1455,64	203,97	0,000
Grup*Ölçüm	406,36	1	406,36	56,94	0,000*
Hata	1141,86	160	7,14		

* $p < 0,05$

Tablo 4.10'da belirtildiği gibi deney ve kontrol gruplarının formül değerlendirme puanlarının deney öncesinden sonrasına anlamlı farklılık gösterdiği görülmektedir. Farklı gruplarda olmak ile tekrarlı ölçümler faktörlerinin formül değerlendirme üzerindeki ortak etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur ($F_{(1,160)}=56,94$, $p < 0,05$). Bu bulgular deney grubunda uygulanan problem çözme etkinliklerinin formül kullanma becerilerini, kontrol grubunda uygulanan problem çözme yöntemine göre daha fazla arttırdığını göstermektedir.

4.1.1.6 Deney ve Kontrol Gruplarının Problem Çözmede Kritik Becerileri Gösterme Düzeyleri ile İlgili Bulgu ve Yorumlar

Burada araştırmanın “Deney ve kontrol grubu öğrencilerine ön ve son test olarak uygulanan basınç başarı testinde öğrencilerin gösterdikleri her bir kritik problem çözme beceri puanlarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?” şeklindeki altıncı alt problemine yanıt aramak için basınç başarı son testinden elde edilen verilerin yorumlarına yer verilmektedir. Problem çözmede öğrencilerin başarılı olmaları için gerekli olan beceriler uygulanan çalışma ile öğrencilere kazandırılmaya çalışılmıştır. Ayrıca burada bahsedilen kritik beceriler deney ve kontrol gruplarına yapılan basınç başarı testlerinin değerlendirilmesinde de bir ölçüt olarak ele alınmıştır. Bu beceriler çalışmanın yöntem bölümünde açıklanmıştır. Burada bahsedilen becerilerin deney ve kontrol gruplarında uygulanan ön ve son basınç başarı testlerinde nasıl bir değişim ortaya koyduğu açıklanmaya çalışılacaktır. Her bir problem çözme becerisi hakkında gruplar arası veri analizi alt başlıklar halinde aşağıda sunulmuştur.

4.1.1.6.1 Problemi Açıklama Becerisinin Karşılaştırılması

Deney ve kontrol gruplarına ait ön-son basınç başarı testi, problemi açıklama becerisi ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4.11’de gösterilmektedir.

Tablo 4.11 Deney ve kontrol grubu problemi açıklama becerileri ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	Ön test			Son test		
	N	\bar{X}	S	N	\bar{X}	S
Deney	79	0,12	0,43	79	2,05	3,24
Kontrol	83	0,09	0,29	83	0,09	0,37

Deney grubunda öğrencilerin problemi açıklama becerisi ön test ortalama puanı 0,12 iken, bu değer uygulama sonrası 2,05 olmuştur. Kontrol grubu

öğrencilerinin ön test ortalama puanı 0,09 iken, bu değer son testte yine aynı değerdir. Buna göre deney grubunda problemi açıklama beceri puanları artarken, kontrol grubunda ise öğrencilerin puanlarında bir değişim gözlenmemektedir. Bu durum grupların ortalama kazanım puanlarının karşılaştırılması ile de görülmektedir. Basınç başarı testinde problemi açıklama becerisi en yüksek puanı 14'tür. Deney grubunun ortalama kazanım puanı yaklaşık % 14 iken, kontrol grubunda ise bir kazanım bulunmamaktadır. İki grubun problemi açıklama puanlarında gözlenen değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin iki faktörlü ANOVA sonuçları Tablo 4.12'de verilmektedir.

Tablo 4.12 Deney ve kontrol grubu problemi açıklama becerisi ön-son test puanlarının ANOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p
Denekler Arası					
Grup (deney/kontrol)	79,69	1	79,69	30,41	0,000
Hata	419,21	160	2,62		
Denekler İçi					
Ölçüm (ön-son test)	74,92	1	74,92	27,62	0,000
Grup*Ölçüm	74,92	1	74,92	27,62	0,000*
Hata	431,77	160	2,70		

* $p < 0,05$

Tablo 4.12'den deney ve kontrol gruplarının problemi açıklama becerisi puanlarının deney öncesinden sonrasına anlamlı farklılık gösterdiği görülmektedir. Farklı gruplarda olmak ile tekrarlı ölçümler faktörlerinin problemi açıklama becerisi üzerindeki ortak etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur ($F_{(1,160)}=27,62$, $p < 0,05$). Bu bulgular deney grubunda uygulanan problem çözme etkinliklerinin problemi açıklama becerisini geliştirmekte, kontrol grubunda uygulanan problem çözme yöntemine göre daha fazla etkili olduğunu göstermektedir.

4.1.1.6.2 Verilenleri ve İstenenleri Yazma Becerisinin Karşılaştırılması

Deney ve kontrol gruplarına ait ön-son basınç başarı testi, verilenleri ve istenenleri yazma becerisi ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4.13'te gösterilmektedir.

Tablo 4.13 Deney ve kontrol grubu verilenleri ve istenenleri yazma becerileri ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	Ön test			Son test		
	N	\bar{X}	S	N	\bar{X}	S
Deney	79	0,43	0,73	79	3,32	3,84
Kontrol	83	0,12	0,36	83	0,85	1,01

Tablo 4.13'te görüldüğü üzere, deney grubunda öğrencilerin verilenleri ve istenenleri yazma ön test ortalama puanı 0,43 iken, bu değer uygulama sonrası 3,32 olmuştur. Kontrol grubu öğrencilerinin ön test ortalama puanı 0,12 iken, bu değer son testte 0,85'tir. Buna göre hem deney hem de kontrol gruplarında verilenleri ve istenenleri yazma beceri puanları artmaktadır. Bu durum grupların ortalama kazanım puanlarının karşılaştırılması ile de görülmektedir. Basınç başarı testinde verilenleri ve istenenleri yazma becerisi en yüksek puanı 14'tür. Deney grubunun ortalama kazanım puanı yaklaşık % 21 iken, kontrol grubunda ise % 5 seviyesindedir. İki grubun verilenleri ve istenenleri yazma beceri puanlarında gözlenen değişmelerin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin iki faktörlü ANOVA sonuçları Tablo 4.14'de verilmektedir.

Tablo 4.14 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarının verilenleri ve istenenleri yazma beceri puanlarının deney öncesinden sonrasına anlamlı farklılık gösterdiği görülmektedir. Farklı gruplarda olmak ile tekrarlı ölçümler faktörlerinin verilenleri ve istenenleri yazma becerisi üzerindeki ortak etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur ($F_{(1,160)}=25,44, p<0,05$).

Tablo 4.14 Deney ve kontrol grubu verilenleri ve istenenleri yazma becerisi ön-son test puanlarının ANOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p
Denekler Arası					
Grup (deney/kontrol)	155,38	1	155,38	35,69	0,000
Hata	696,44	160	4,35		
Denekler İçi					
Ölçüm (ön-son test)	265,35	1	265,35	72,07	0,000
Grup*Ölçüm	93,65	1	93,65	25,44	0,000*
Hata	589,07	160	3,68		

* $p < 0,05$

Bu bulgular deney grubunda uygulanan problem çözme etkinliklerinin, verilenleri ve istenenleri yazma becerisini geliştirmekte, kontrol grubunda uygulanan problem çözme yöntemine göre daha fazla etkili olduğunu göstermektedir.

4.1.1.6.3 İlgili Şekil ve Grafik Çizme Becerisinin Karşılaştırılması

Deney ve kontrol gruplarına ait ön-son basınç başarı testi, ilgili şekil ve grafik çizme becerisi ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4.15'te gösterilmektedir.

Tablo 4.15 Deney ve kontrol grubu ilgili şekil ve grafik çizme becerileri ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	Ön test			Son test		
	N	\bar{X}	S	N	\bar{X}	S
Deney	79	0,98	0,63	79	2,10	3,14
Kontrol	83	1,20	0,97	83	0,65	1,60

Deney grubunda öğrencilerin ilgili şekil ve grafik çizme ön test ortalama puanı 0,98 iken, bu değer uygulama sonrası 2,10 olmuştur. Kontrol grubu öğrencilerinin ön test ortalama puanı 1,20 iken, bu değer son testte 0,65'tir. Buna göre deney grubu puanlarını arttırırken, kontrol grubu puanlarında ise bir azalma

gözlenmektedir. Bu durum grupların ortalama kazanım puanlarının karşılaştırılması ile de görülmektedir. Basınç başarı testinde ilgili şekil ve grafik çizme becerisi en yüksek puanı 14'tür. Deney grubunun ortalama kazanım puanı yaklaşık % 8 iken, kontrol grubunda ise % 4 seviyesinde bir azalma gözlenmektedir. İki grubun bu beceri puanlarında gözlenen değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin iki faktörlü ANOVA sonuçları Tablo 4.16'da verilmektedir.

Tablo 4.16 Deney ve kontrol grubu ilgili şekil ve grafik çizme becerisi ön-son test puanlarının ANOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p
Denekler Arası					
Grup (deney/kontrol)	30,77	1	30,77	9,08	0,000
Hata	542,32	160	3,39		
Denekler İçi					
Ölçüm (ön-son test)	6,34	1	6,34	1,87	0,17
Grup*Ölçüm	56,31	1	56,31	16,62	0,000*
Hata	542,24	160	3,39		

* $p < 0,05$

Deney ve kontrol gruplarının ilgili şekil ve grafik çizme beceri puanlarının deney öncesinden sonrasına anlamlı farklılık gösterdiği görülmektedir. Farklı gruplarda olmak ile tekrarlı ölçümler faktörlerinin ilgili şekil ve grafik çizme becerisi üzerindeki ortak etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur ($F_{(1,160)}=16,62$, $p < 0,05$). Bu bulgular deney grubunda uygulanan problem çözme etkinliklerinin, ilgili şekil ve grafik çizme becerisini geliştirmekte, kontrol grubunda uygulanan problem çözme yöntemine göre daha fazla etkili olduğunu göstermektedir.

4.1.1.6.4 Kavram, Formül ve Kanunları Belirtme Becerisinin Karşılaştırılması

Deney ve kontrol gruplarına ait ön-son basınç başarı testi, ilgili kavram, formül ve kanunları belirtme becerisi ortalama ve standart sapma değerleri aşağıda Tablo 4.17’de gösterilmektedir.

Deney grubunda öğrencilerin ilgili kavram, formül ve kanunları belirtme becerisi ön test ortalama puanı 1,01 iken, bu değer uygulama sonrası 6,80 olmuştur. Kontrol grubu öğrencilerinin ön test ortalama puanı 0,26 iken, bu değer son testte 1,42’dir. Buna göre hem deney hem de kontrol gruplarında ilgili kavram, formül ve kanunları belirtme beceri puanları artmaktadır. Bu durum grupların ortalama kazanım puanlarının karşılaştırılması ile de görülmektedir.

Tablo 4.17 Deney ve kontrol grubu ilgili kavram, formül ve kanunları belirtme becerileri ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	Ön test			Son test		
	N	\bar{X}	S	N	\bar{X}	S
Deney	79	1,01	1,17	79	6,80	4,57
Kontrol	83	0,26	0,47	83	1,42	1,84

Basınç başarı testinde ilgili kavram, formül ve kanunları belirtme becerisi en yüksek puanı 14’tür. Deney grubunun ortalama kazanım puanı yaklaşık % 45 iken, kontrol grubunda ise % 9 seviyesindedir. Tablo 4.18’de iki grubun bu beceri puanlarında gözlenen değişmelerin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin iki faktörlü ANOVA sonuçları verilmektedir.

Deney ve kontrol gruplarının ilgili kavram, formül ve kanunları belirtme beceri puanlarının deney öncesinden sonrasına anlamlı farklılık gösterdiği görülmektedir. Farklı gruplarda olmak ile tekrarlı ölçümler faktörlerinin ilgili kavram, formül ve kanunları belirtme becerisi üzerindeki ortak etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur ($F_{(1,160)}=75,54, p<0,05$).

Tablo 4.18 Deney ve kontrol grubu ilgili kavram, formül ve kanunları belirtme becerisi ön-son test puanlarının ANOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p
Denekler Arası					
Grup (deney/kontrol)	758,83	1	758,83	111,18	0,000
Hata	1092,00	160	6,82		
Denekler İçi					
Ölçüm (ön-son test)	975,12	1	975,12	169,93	0,000
Grup*Ölçüm	433,49	1	433,49	75,54	0,000*
Hata	918,15	160	5,74		

* $p < 0,05$

Bu bulgular deney grubunda uygulanan problem çözme etkinliklerinin, ilgili kavram, formül ve kanunları belirtme becerisini geliştirmekte, kontrol grubunda uygulanan problem çözme yöntemine göre daha fazla etkili olduğunu göstermektedir.

4.1.1.6.5 Yapılacak İşlemleri Kısaca Açıklama Becerisinin Karşılaştırılması

Deney ve kontrol gruplarına ait ön-son basınç başarı testi, yapacağı işlemleri kısaca açıklama becerisi ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4.19'da gösterilmektedir.

Tablo 4.19 Deney ve kontrol grubu yapacağı işlemleri kısaca açıklama becerileri ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	Ön test			Son test		
	N	\bar{X}	S	N	\bar{X}	S
Deney	79	0,00	0,00	79	0,76	1,66
Kontrol	83	0,02	0,22	83	0,00	0,00

Tablo 4.19'da görüldüğü üzere, deney grubunda öğrencilerin yapacağı işlemleri kısaca açıklama ön test ortalama puanı bulunmamakta iken, bu değer

uygulama sonrası 0,76 olmuştur. Kontrol grubu öğrencilerinin ön test ortalama puanı 0,02 iken, bu değer son testte sıfır değerini almıştır. Buna göre deney grubunda yapacağı işlemleri kısaca açıklama beceri puanlarında bir artış gözlemlenirken, kontrol grubundaki puanda bir azalma söz konusudur. Bu durum grupların ortalama kazanım puanlarının karşılaştırılması ile de görülmektedir. Basınç başarı testinde yapacağı işlemleri kısaca açıklama becerisi en yüksek puanı 14'tür. Deney grubunun ortalama kazanım puanı yaklaşık % 5 iken, kontrol grubunda ise bir kazanım gözlenmemektedir. İki grubun bu beceri puanlarında gözlenen değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin iki faktörlü ANOVA sonuçları Tablo 4.20'de verilmektedir.

Tablo 4.20 Deney ve kontrol grubu yapacağı işlemleri kısaca açıklama becerisi ön-son test puanlarının ANOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p
Denekler Arası					
Grup (deney/kontrol)	10,94	1	10,94	16,04	0,000
Hata	109,19	160	0,68		
Denekler İçi					
Ölçüm (ön-son test)	10,94	1	10,94	16,04	0,000
Grup*Ölçüm	12,43	1	12,43	18,21	0,000*
Hata	109,19	160	0,68		

* p<0,05

Deney ve kontrol gruplarının yapacağı işlemleri kısaca açıklama beceri puanlarının deney öncesinden sonrasına anlamlı farklılık gösterdiği görülmektedir. Farklı gruplarda olmak ile tekrarlı ölçümler faktörlerinin yapacağı işlemleri kısaca açıklama becerisi üzerindeki ortak etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur ($F_{(1,160)}=18,21$, $p<0,05$). Bu bulgular deney grubunda uygulanan problem çözme etkinliklerinin, yapacağı işlemleri kısaca açıklama becerisini geliştirmekte, kontrol grubunda uygulanan problem çözme yöntemine göre daha fazla etkili olduğunu göstermektedir.

4.1.1.6.6 Gerekli İşlemleri Yapma, Problemi Çözme Becerisinin Karşılaştırılması

Deney ve kontrol gruplarına ait ön-son basınç başarı testi, gerekli işlemleri yapma, problemi çözme becerisi ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4.21’de gösterilmektedir.

Tablo 4.21 Deney ve kontrol grubu gerekli işlemleri yapma, problemi çözme becerileri ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	Ön test			Son test		
	N	\bar{X}	S	N	\bar{X}	S
Deney	79	4,24	2,23	79	13,84	5,41
Kontrol	83	3,42	2,49	83	6,95	2,52

Deney grubunda öğrencilerin gerekli işlemleri yapma, problemi çözme becerisi ön test ortalama puanı 4,24 iken, bu değer uygulama sonrası 13,84 olmuştur. Kontrol grubu öğrencilerinin ön test ortalama puanı 3,42 iken, bu değer son testte 6,95’tir. Buna göre hem deney hem de kontrol gruplarında gerekli işlemleri yapma, problemi çözme beceri puanları artmaktadır. Bu durum grupların ortalama kazanım puanlarının karşılaştırılması ile de görülmektedir. Basınç başarı testinde gerekli işlemleri yapma, problemi çözme becerisi en yüksek puanı 22’dir. Deney grubunun ortalama kazanım puanı yaklaşık % 54 iken, kontrol grubunda ise % 19 seviyesindedir. Tablo 4.22’de iki grubun bu beceri puanlarında gözlenen değişmelerin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin iki faktörlü ANOVA sonuçları verilmektedir.

Tablo 4.22’den deney ve kontrol gruplarının gerekli işlemleri yapma, problemi çözme beceri puanlarının deney öncesinden sonrasına anlamlı farklılık gösterdiği görülmektedir. Farklı gruplarda olmak ile tekrarlı ölçümler faktörlerinin verilenleri ve istenenleri yazma becerisi üzerindeki ortak etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur ($F_{(1,160)}=96,70, p<0,05$).

Tablo 4.22 Deney ve kontrol grubu gerekli işlemleri yapma, problemi çözme becerisi ön-son test puanlarının ANOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p
Denekler Arası					
Grup (deney/kontrol)	1204,61	1	1204,61	78,03	0,000
Hata	2469,90	160	15,44		
Denekler İçi					
Ölçüm (ön-son test)	3493,01	1	3493,01	451,89	0,000
Grup*Ölçüm	747,49	1	747,49	96,70	0,000*
Hata	1236,75	160	7,73		

* $p < 0,05$

Bu bulgular deney grubunda uygulanan problem çözme etkinliklerinin, gerekli işlemleri yapma, problemi çözme becerisini geliştirmekte, kontrol grubunda uygulanan problem çözme yöntemine göre daha fazla etkili olduğunu göstermektedir.

4.1.1.6.7 Çözümün Doğruluğunu Kontrol Etme ve Sonucu Yorumlama Becerisinin Karşılaştırılması

Deney ve kontrol gruplarına ait ön-son basınç başarı testi, çözümün doğruluğunu kontrol etme ve sonucu yorumlama becerisi ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4.23'te gösterilmektedir.

Tablo 4. 23 Deney ve kontrol grubu çözümün doğruluğunu kontrol etme ve sonucu yorumlama becerileri ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	Ön test			Son test		
	N	\bar{X}	S	N	\bar{X}	S
Deney	79	0,75	1,22	79	6,01	3,95
Kontrol	83	0,26	0,72	83	1,82	1,87

Tablo 4.23'te görüldüğü üzere, deney grubunda öğrencilerin çözümün doğruluğunu kontrol etme ve sonucu yorumlama ön test ortalama puanı 0,75 iken, bu değer uygulama sonrası 6,01 olmuştur. Kontrol grubu öğrencilerinin ön test ortalama puanı 0,26 iken, bu değer son testte 1,82'dir. Buna göre hem deney hem de kontrol gruplarında çözümün doğruluğunu kontrol etme ve sonucu yorumlama beceri puanları artmaktadır. Bu durum grupların ortalama kazanım puanlarının karşılaştırılması ile de görülmektedir. Basınç başarı testinde çözümün doğruluğunu kontrol etme ve sonucu yorumlama becerisi en yüksek puanı 14'tür. Deney grubunun ortalama kazanım puanı yaklaşık % 40 iken, kontrol grubunda ise % 11 seviyesindedir. İki grubun bu beceri puanlarında gözlenen değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin iki faktörlü ANOVA sonuçları Tablo 4.24'de verilmektedir.

Tablo 4.24 Deney ve kontrol grubu çözümün doğruluğunu kontrol etme ve sonucu yorumlama becerisi ön-son test puanlarının ANOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p
Denekler Arası					
Grup (deney/kontrol)	444,73	1	444,73	77,08	0,000
Hata	923,15	160	5,77		
Denekler İçi					
Ölçüm (ön-son test)	937,82	1	937,82	202,57	0,000
Grup*Ölçüm	276,90	1	276,90	59,81	0,000*
Hata	740,72	160	4,63		

* p<0,05

Deney ve kontrol gruplarının çözümün doğruluğunu kontrol etme ve sonucu yorumlama beceri puanlarının deney öncesinden sonrasına anlamlı farklılık gösterdiği görülmektedir. Farklı gruplarda olmak ile tekrarlı ölçümler faktörlerinin çözümün doğruluğunu kontrol etme ve sonucu yorumlama becerisi üzerindeki ortak etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur ($F_{(1,160)}=59,81$, $p<0,05$). Bu bulgular deney grubunda uygulanan problem çözme etkinliklerinin, çözümün doğruluğunu kontrol etme ve sonucu yorumlama becerisini geliştirmekte, kontrol

grubunda uygulanan problem çözüme yöntemine göre daha fazla etkili olduğunu göstermektedir.

4.1.2 Basınç Başarı Son Testinde Öğrencilerin Yaptıkları Hatalar, Kullandıkları Cümleler ve Görüşmelerden Elde Edilen Nitel Bulgu ve Yorumlar

Bu bölümde deney ve kontrol grubu öğrencilerine yapılan ön ve son test basınç başarı testlerinden elde edilen veriler; araştırmanın yedinci, sekizinci, dokuzuncu ve onuncu alt problemlerine yanıt aramak için kullanılmıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son testlerde yaptıkları hatalardan elde edilen bulgu ve yorumlara yer verilmiştir. Ayrıca öğrencilerin son basınç başarı testlerinde problemlerin yanıtlarında kullandıkları cümlelerin analizleri yapılmıştır. Son olarak da öğrenci ve öğretmenlerin deneysel çalışma hakkındaki görüşlerinden elde edilen bulgu ve yorumlara yer verilmektedir.

4.1.2.1 Deney ve Kontrol Grubunun Basınç Son Testte Yaptıkları Hatalardan Elde Edilen Bulgu ve Yorumlar

Bu bölümde araştırmanın “Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin basınç başarı son testte problem çözümlerinde yaptıkları hatalar arasında farklılıklar var mıdır?” şeklindeki yedinci alt problemine yanıt aramak için yapılan analizlere yer verilmektedir. Öğrencilerin basınç ünitesi ile ilgili problemlerde yaptıkları hataların neler olduğu yapılan basınç başarı testinden elde edilen veriler ile ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Problem çözüme etkinliklerinde işlemsel, metnin anlaşılmasından kaynaklanan, aritmetik ve kavramsal hatalar ortaya koyulduğunda, öğrencilerin testteki performanslarının daha iyi anlaşılması mümkün olacaktır. Öğrencilerin testte başarıyla gösterdikleri problem çözüme becerileri yanında gösteremedikleri problem çözüme becerilerinin ve yaptıkları hataların ortaya koyulması deneysel işlemin etkinliğini açıklayabilmek için gereklidir. Bu sayede öğrencilerin gösterdikleri beceriler yanında etkisiz kaldıkları durumların açıklanması da yapılan çalışmanın

etkisiz yönlerini ortaya koymakla beraber ileride yapılacaklara da bir ışık tutacaktır. Yaptığımız çalışma öncesinde öğrencilerin genel olarak problem çözümlerinde yaptıkları hatalar uygulanan test ile belirlenmiştir. Bu hatalar ekler bölümünde (bak. Ek. H) ayrıntılı olarak belirtilmektedir.

Tablo 4.25 Deney ve kontrol gruplarının basınç başarı son testinde yaptıkları hata tiplerinin frekans ve yüzdeler dağılımı

Hata tipi	Deney grubu		Kontrol grubu	
	f	%	f	%
M1: problemde isteneni yanlış belirtme	1	0,15	8	0,77
M2: problemdeki hedefi tam olarak ifade edememek	29	4,36	63	6,09
M3: problemde verilenleri ilgisiz bir konu ile ilişkilendirmek	--	--	3	0,30
M4: problemde verilenleri ya da verilenleri yanlış yazmak	3	0,45	1	0,10
M5: problemin önceki şikkından etkilenmek	--	--	--	--
M6: problemde geçen olayın hikâyesini kendine göre kurgulamak	2	0,30	20	1,93
M7: problemde verilen bilgiyi yanlış yorumlamak	15	2,26	26	2,51
Toplam:	50	7,52	121	11,70
İ1: çözüm için gerekli olan formül ya da formülleri yazmamak	77	11,58	202	19,52
İ2: yanıtta birim kullanmamak	98	14,74	84	8,11
İ3: çözümde kullanılan strateji ile ilgili hatalar	156	23,46	291	28,12
İ4: çözüm için uygulanan formül ile ilgili hatalar	22	3,30	25	2,41
İ5: yanıtta kullanılan birimlerle ilgili hatalar	23	3,46	--	--
Toplam:	376	56,54	602	58,16
K1: katı basıncı ile ilgili hatalar	30	4,51	49	4,73
K2: sıvı basıncı ile ilgili hatalar	8	1,20	15	1,45
K3: açık hava basıncı ile ilgili hatalar	17	2,56	11	1,06
K4: balon içindeki hava basıncı ile ilgili hatalar	6	0,90	31	2,99
K5: kapalı kaplardaki gazlar ile ilgili hatalar	1	0,15	10	0,97
K6: pascal prensibi ile ilgili hatalar	69	10,38	30	2,90
K7: kaldırma kuvveti ile ilgili hatalar	45	6,77	48	4,64
K8: cisimlerin sıvı içerisinde yüzmeye şartları ile ilgili hatalar	46	6,91	87	8,41
K9: kuvvet ve yoğunluk ile ilgili hatalar	--	--	--	--
Toplam:	222	33,38	281	27,15
A1: dört işlem hataları	3	0,45	11	1,06
Toplam: sınıflandırılmayan hata	14	2,11	20	1,93
Tüm toplam:	665	100	1035	100
	N=86		N=94	

Burada yalnızca hata tipleri belirtilerek deney ve kontrol grubu öğrencilerinin başarı son testinde yaptıkları hataların frekansı ve yüzdeler dağılımı Tablo 4.25'te verilmektedir. Tablo 4.25'te deney ve kontrol gruplarında bulunan öğrencilerin her bir hata tipinde yaptıkları hataların frekansları ve yüzdeler dağılımları verilmektedir. Tablodan görüleceği üzere en çok gözlemlenen hatalar işlemsel hatalardır. Bunun devamında kavramsal ve metnin anlaşılmasından kaynaklanan hatalar gelmektedir. Yapılan dört işlem hataları ise çok küçük bir oranda yer almaktadır.

Deney grubu öğrencilerinin yaptıkları hatalara daha yakından bakacak olursak seksen altı öğrencinin toplamda 665 hata yaptığı görülmektedir. Bu hataların yarısından çoğu (376 hata, % 56,54) işlemsel hatalardır. İşlemsel hataları sırasıyla kavramsal hatalar (222 hata, % 33,38), metnin anlaşılmasından kaynaklanan hatalar (50 hata, % 7,52) ve aritmetik hatalar (3 hata, % 0,45) izlemektedir. Sınıflandırılmayan hatalar ise 14 tane olmakla beraber tüm hatalar içinde % 2,11 oranında bir yüzdeye sahiptir. Kontrol grubundaki doksan dört öğrencinin ise toplamda 1035 hata yaptığını görüyoruz. Kontrol grubu öğrencileri deney grubundan yalnızca sekiz öğrenci fazla (% 9) olmalarına rağmen yaptıkları hatalar deney grubunun yaptığı hatalardan % 55 daha fazladır. Kontrol grubu öğrencilerinin de en çok yaptığı hata tipi işlemsel hata (602 hata, % 58,16) tipidir. Diğer hata tipleri ise; kavramsal hatalar (281 hata, % 27,15), metnin anlaşılmasından kaynaklanan hatalar (121 hata, % 11,70) ve aritmetik hatalar (11 hata, % 1,06) şeklinde sıralanmaktadır. Kontrol grubunda sınıflandırılmayan hata sayısı 20 kadar olup toplamda % 1,93 hata payına sahiptir.

Deney grubunun işlemsel hatalarla ilgili olarak yaptıkları hata tipleri çoktan aza doğru;

- a) çözümde kullanılan strateji ile ilgili hatalar (%23,46),
- b) yanıtta birim kullanmamak (%14,74),
- c) çözüm için gerekli olan formül ya da formülleri yazmamak (%11,58),
- d) yanıtta kullanılan birimlerle ilgili hatalar (%3,46),
- e) çözüm için uygulanan formül (%3,30) ile ilgili hatalar şeklindedir.

Kontrol grubuna ait işlemsel hata tiplerinin sıralaması ise;

- a) çözümde kullanılan strateji ile ilgili hatalar (%28,12),
- b) çözüm için gerekli olan formül ya da formülleri yazmamak (%19,52),
- c) yanıtta birim kullanmamak (%8,11),
- d) çözüm için uygulanan formül ile ilgili hatalar (%2,41) şeklindedir.

Deney grubunda en büyük yüzdeye sahip olan işlemsel hataların içerisinde gözlemlenen “çözümde kullanılan strateji ile ilgili” (156 hata, % 23,46) hata tipi birinci sırayı almaktadır. Öğrenciler, uygulanan problem çözme etkinlikleri sonrasında da başladıkları problem çözme işlemlerini devam ettirememekte ve yarım bırakmakta ya da doğru cevabı bulmaktan uzak bir çözüm yöntemi kullanmaktadırlar. Yine bu hata tipi içerisinde bulunduğu değerleri ve çözüm için yaptığı işlemleri kontrol etmemek gibi alt hata tipleri de bulunmaktadır. Kontrol grubu öğrencileri de benzer şekilde en çok bu hata tipini yapmaktadırlar. Kontrol grubunda 291 hata (% 28,12) bununla ilgilidir. Deney grubu öğrencileri çözümde uyguladıkları formüllerde çok az hata yapmaktadırlar. Kontrol grubu öğrencileri ise yanıtta kullanılan birimlerle ilgili hataları en az sayıda gerçekleştirmiştir. Genel olarak deney ve kontrol gruplarında yapılan işlemsel hatalar benzer bir sıralamaya sahiptir. Ancak gruplar arasında yapılan hataların sayısı arasında büyük bir farklılık vardır. Deney grubu öğrencileri uygulanan problem çözme etkinlikleri ile basınç başarı testinde bu tip hataları, kontrol grubu öğrencilerine göre belirgin bir şekilde daha az yapmaktadırlar. Yanıtta kullanılan birimlerle ilgili olarak kontrol grubu öğrencilerinin hataları bulunmamaktadır. Bu durum öğrencilerin yaptıkları işlemleri sonuna kadar devam ettirememelerinden kaynaklanmaktadır. Öğrenci bir sonuç bulamamakta ve bu durumda da bir birim yazmamaktadır. Zaten kontrol grubu öğrencilerinin çözümde kullanılan strateji ile ilgili hatalarının da deney grubuna göre yaklaşık iki kat olması bunu desteklemektedir. Yani deney grubu öğrencileri çözüm için işlemlerini sonuna kadar devam ettirebilmekte yanlış da olsa bir birim yazabilmekte. Kontrol grubu ise bunu başaramamaktadır. Ancak yanıtta birim kullanmamakla ilgili hata tipi deney grubunda 98 hata (% 14,74) ve kontrol grubunda 84 hata (% 8,11) şeklindedir. Deney grubunda birim kullanmamakla ilgili hata tipi kontrol grubundan fazladır.

Deney grubunun metnin anlaşılmasından kaynaklanan hatalarla ilgili olarak yaptığı hata tipleri çoktan aza doğru;

- a) problemdeki hedefi tam olarak ifade edememek (% 4,36),
- b) problemde verilen bilgiyi yanlış yorumlamak (% 2,26),
- c) problemde verilenleri ya da verilenleri yanlış yazmak (% 0,45),
- d) problemde geçen olayın hikâyesini kendine göre kurgulamak (% 0,30),
- e) problemde isteneni yanlış belirtme (% 0,15),
- f) problemde verilenleri ilgisiz bir konu ile ilişkilendirmek (% 0)
- g) problemin önceki şikkından etkilenmek (% 0) şeklinde sıralanır.

Kontrol grubuna ait metnin anlaşılmasından kaynaklanan hata tiplerinin sıralaması ise;

- a) problemdeki hedefi tam olarak ifade edememek (%6,09),
- b) problemde verilen bilgiyi yanlış yorumlamak (%2,51),
- c) problemde geçen olayın hikâyesini kendine göre kurgulamak (%1,93),
- d) problemde isteneni yanlış belirtme (%0,77),
- e) problemde verilenleri ilgisiz bir konu ile ilişkilendirmek (%0,30),
- f) problemde verilenleri ya da verilenleri yanlış yazmak (%0,10),
- g) problemin önceki şikkından etkilenmek (%0) şeklindedir.

Deney ve kontrol gruplarında metnin anlaşılmasından kaynaklanan hatalar kategorisi içerisinde “problemdeki hedefi tam olarak ifade edememek” hata tipi en çok yapılan hataların başında gelmektedir. Deney grubunda bu hata tipi 29 (% 4,36), kontrol grubundaysa 63 hata (% 6,09) şeklindedir. Her iki öğrenci grubunda da en çok yapılan bu hata tipi kontrol grubunda, deney grubuna oranla iki kat daha fazladır. Öğrenciler problem çözümlerinde problemin hedefini tam olarak ortaya koyamamaktadırlar. Böyle bir durumda problemin doğru yanıtını bulmak da mümkün olamamaktadır. Bir önceki işlemsel hata kategorisinde her iki öğrenci grubunun en çok yaptığı hata, çözümde kullanılan strateji ile ilgilidir. Öğrenciler doğal olarak problemdeki hedefi tam olarak ortaya koyamadıkları durumda strateji hataları yaparak çözümde işlemleri tamamlayamamakta veya yanlış yöntemler uygulamaktadırlar. Problem çözümünde baştan yapılan böyle bir hata zincirleme olarak problem çözümünü olumsuz etkilemekte ve hataların artmasına neden

olmaktadır. Zaten kontrol grubundaki hataların fazlalığı da bunu göstermektedir. Tablo 4.25’te verilenlere baktığımızda kontrol grubu öğrencilerinin “problemde geçen olayın hikâyesini kendine göre kurgulamak” şeklindeki hata tipini, deney grubu öğrencilerine göre daha fazla yaptığı görülmektedir. Problemler yalnızca rakamlardan ve nedir kaçtır şeklinde soru zamirlerinden oluşan soru cümleleri olarak adlandırılmazlar. Bu çalışmada öğrencilere sınavlarda yöneltilen problemler bir bütün oluşturmaktadırlar. Kendi içlerinde bir hikâyesi bulunmaktadır. Örneğin basınç başarı testinde dördüncü problemde “balonun ağzı sıkı bir şekilde kapalıdır ve hiç açılmamıştır” şeklinde bir ifade yer almaktadır. Ancak kontrol grubu öğrencilerinden bazıları yaptıkları açıklamalarda “balonun ağzının gevşek olduğunu” belirtmektedirler. Öğrenci problemdeki hikâyede kendine göre bir takım değişiklikler yapmaktadır. Problem cümlesindeki altı çizili olan bu ifadeyi değiştirdiğinde kendine göre farklı bir problem tasarlamış olmaktadır. Problemde verileni tamamen değiştirmektedir. Yine basınç başarı testinde üçüncü problemde iki ayrı kapta bulunan farklı sıvılardaki A cisminin konumları belirtilmektedir. Bu iki kaptaki sıvılar tek bir kaba döküldüğünde A cisminin alacağı konum sorulmaktadır. Ancak kontrol grubu öğrencileri çözümlerinde iki tane A cisminin olduğunu belirtmektedirler. Burada problem cümlesi yanında verilen şekillerin doğru anlaşılmasında da öğrenciler sorun yaşamaktadırlar. Öğrenciler metinde verilen bilgiyi şekil ile uyumlu olarak bağdaştırmakta zorluklar yaşamakta ve verilenleri yanlış yorumlamaktadırlar. Sanki problemde bir yerine iki tane A cismi bulunmakta olduğu gibi bir yoruma varmaktadırlar. Bu hata tipinde verilenler tam olarak ifade edilememekte ve öğrenciler farklı yorumlar getirmektedirler. Kontrol grubu öğrencileri verilenleri gerek farklı bir şekilde ortaya koymakla, gerekse verilen bilgiyi yanlış yorumlamakla çözümün daha ilk aşamasında oluşturdukları hatalı problem betimlemesi onları doğru çözümden uzaklaştırmaktadır.

Deney grubunun kavramsal hatalarla ilgili olarak yaptığı hata tipleri, çoktan aza doğru;

- a) pascal prensibi ile ilgili hatalar (%10,38),
- b) cisimlerin sıvı içerisinde yüzmeye şartları ile ilgili hatalar (%6,91),
- c) kaldırma kuvveti ile ilgili hatalar (%6,77),
- d) katı basıncı ile ilgili hatalar (%4,51),

- e) açık hava basıncı ile ilgili hatalar (%2,56),
- f) sıvı basıncı ile ilgili hatalar (%1,20),
- g) balon içindeki hava basıncı ile ilgili hatalar (%0,90),
- h) kapalı kaplardaki gazlar ile ilgili hatalar (%0,15) şeklindedir.

Kontrol grubu öğrencilerinin ise;

- a) cisimlerin sıvı içerisinde yüzme şartları ile ilgili hatalar (% 8,41),
- b) katı basıncı ile ilgili hatalar (% 4,73),
- c) kaldırma kuvveti ile ilgili hatalar (% 4,64),
- d) balon içindeki hava basıncı ile ilgili hatalar (% 2,99),
- e) pascal prensibi ile ilgili hatalar (% 2,90),
- f) sıvı basıncı ile ilgili hatalar (% 1,45),
- g) açık hava basıncı ile ilgili hatalar (% 1,06),
- h) kapalı kaplardaki gazlar ile ilgili hatalar (% 0,97) şeklindedir.

Deney ve kontrol gruplarında yapılan kavramsal hataların sayıları ve bunların tüm hata tipleri içindeki yüzdelik dağılımları birbirine yakındır. Deney grubunda 222 kavramsal hata (% 33,38), kontrol grubunda ise 281 hata tipi (% 27,15) yer almaktadır. Deney grubunda kavramsal hata tipleri içinde en çok yapılan hata (69 hata, % 10,38) pascal prensibi ile ilgili olanıdır. Bununla ilgili olarak öğrenciler sistem üzerindeki basınç değişimlerinin sıvı tarafından kabın her noktasına aynen iletildiğinin farkında değiller ya da sıvı basıncının sıvının her yerinde aynı olduğunu düşünmektedirler. Kontrol grubunda ise 87 hata (% 8,41) cisimlerin sıvı içerisinde yüzme şartları ile ilgili hata tipi içinde yer almaktadır. Öğrenciler bu hata tipi ile ilgili olarak da cisim ile sıvı yoğunlukları arasındaki ilişkiyi tam olarak açıklayamamakta veya cisimlerin yüzme şartını ağırlıkla ve hacimle açıklamaya çalışmaktadırlar. Her iki grupta da en az yapılan hata kapalı kaplardaki gazlar ile ilgili olan hata tipidir. Genel olarak gruplar arasında yapılan kavramsal hataların sayısal değerleri birbirine yakın olmakla birlikte, grupların kendi içlerindeki kavramsal hatalar da birbirlerine yakın değerler almaktadır. Deney grubunda yapılan problem çözme etkinliklerinin, kavramsal hatalar üzerinde deney grubu lehine belirgin bir üstünlük sağlamamaktadır. Yalnızca küçük bir fark da olsa kavramsal hatalar deney grubunda daha azdır.

Son hata kategorisine baktığımızda aritmetik hataların tüm hata tipleri arasında çok küçük bir yüzdeye sahip oldukları görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarında bu tip hatanın çok az yapılmasının nedeni başarı testlerindeki problemlerin sayısal işlem ağırlıklı olmamasından kaynaklanmaktadır. Problemler: formüllerin, verilen bir takım rakamlarla salt dört işlemle sonuca gidilmesi yerine; yorum getirme, sıralama ve karşılaştırma yapma gibi nitel ağırlıklı, öğrencileri düşünmeye zorlayan, çözümün hemen görülmediği ve kavramların bilinmesi yanında bir takım işlemsel yöntemlerin de gerektiği bir yapıda hazırlanmıştır. Böylece testlerde kullanılan problemler çalışmanın doğasına uygun olarak alıştırmalardan farklı, yapılandırılmış bir problemin taşıması gereken özelliklere sahiptir.

4.1.2.2 Deney ve Kontrol Grubunun Basınç Son Testte Kullandıkları Cümlelerden Elde Edilen Bulgu ve Yorumlar

Bu bölümde araştırmanın “Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin basınç başarı son testte problem çözümlerinde kullandıkları cümleler arasında farklılıklar var mıdır?” şeklindeki sekizinci alt problemine yanıt aramak için yapılan analizlere yer verilmektedir. Problem çözme etkinliklerinin değerlendirilmesinde öğrencilerin başarı testlerinde çözüm için kullandıkları cümlelerin de ayrı bir önemi vardır. Bir önceki bölümde belirtildiği üzere bu çalışmada kullanılan problemler, salt aritmetik işlemlerle doğru yanıt ulaşılan problemlerden değildir. Öğrencinin problem çözümünde yorum yapma, bulduğu değeri açıklama ve gerektiğinde yapacaklarını ifade etme gibi bir takım açıklamalara yer vermesi gerekmektedir. Başarı testlerinde çözüm için öğrencilerin kurdukları cümlelerin değerlendirilmesi ile yapılan çalışmanın doğasına uygun olarak öğrencilerin problem hakkında kurdukları zihinsel modeller üzerine bir fikir sahibi olunabilecektir.

Problem çözümünde gerekli bilgi tiplerinden biri olan durumsal bilginin öğrenci problem şemasında ne derece yapılandırıldığını belirlemek için problem çözümünde kullanılan cümleler bize yardımcı olacaktır. Durumsal bilgi, uzun süreli bellekte saklanır ve bir problem çözücünün problemi nasıl betimlediği ve nasıl çözdüğü güçlü bir şekilde durumsal bilgiye bağlıdır [17]. Durumsal bilginin açığa

çıkarılmasında yani problemin nasıl betimlendiği ve nasıl çözüldüğüne dair kullanılacak yöntemlerden biri de öğrencilerin çözümde kullandıkları cümlelerdir. Savelsbergh ve ark. [17] durumsal bilginin değerlendirilmesinde değişik düzeyde yaklaşımlar olduğunu belirtmekte ve bunları; kelime, cümle ve durum düzeylerinde yaklaşımlar olarak üç bölümde incelemektedir.

Bu çalışmada deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son test basınç başarı testinde kullandıkları cümleler ele alınmaktadır. İlk olarak yapılan pilot çalışma ile öğrencilerin kullandıkları cümlelerin sınıflandırılması yapılmıştır. Böyle bir sınıflamanın nasıl yapıldığı ve oluşturulan cümle kategorileri hakkında bilgi yöntem bölümünde ayrıntılı olarak verilmiştir. Bu kategorilere göre deney ve kontrol gruplarında kullanılan cümlelerin toplam, ortalama, standart sapma ve yüzdelik dağılımları Tablo 4.26'da verilmektedir.

Tablo 4. 26 Deney ve kontrol grubunun kullandıkları cümle tiplerinin toplam, frekans ve yüzdelik dağılımları

Cümle no	Deney grubu (N=86)				Kontrol grubu (N=94)			
	X	\bar{X}	S	%	X	\bar{X}	S	%
1	60	0,69	1,14	4,51	17	0,18	0,52	3,19
2	99	1,15	1,52	7,45	11	0,12	0,43	2,06
3	32	0,37	0,81	2,41	1	0,01	0,10	0,19
4	41	0,47	1,42	3,09	3	0,03	0,31	0,56
5	77	0,89	1,28	5,79	9	0,09	0,39	1,69
6	175	2,03	2,96	13,17	27	0,29	0,76	5,07
7	34	0,39	0,74	2,56	22	0,23	0,59	4,13
8	230	2,67	1,99	17,31	92	0,98	1,47	17,26
9	477	5,55	3,13	35,89	337	3,58	2,48	63,23
10	41	0,48	1,26	3,08	3	0,03	0,18	0,56
11	63	0,73	1,37	4,74	11	0,11	0,44	2,06
Toplam Cümle	1329			100	533			100

Not: Cümle numaralarının tanımları yöntem bölümünde Tablo 3.6'da verilmektedir.

Tablo 4.26'dan deney grubu öğrencilerinin basınç başarı testinde kullandıkları cümlelere bakacak olursak seksen dört öğrenci toplamda 1329 cümle kurmuştur. Öğrenci başına yaklaşık 16 cümle düşmektedir. Kontrol grubu

öğrencileri ise doksan dört kişi olmakla beraber kurdukları toplam cümle sayısı 533 kadardır. Öğrenci başına ise yaklaşık 6 cümle düşmektedir. Bu ilk veriler doğrultusunda deney grubu öğrencilerinin problem çözümlerinde gerek problemi betimleme, verilen ve istenenleri belirtme gerekse işlem adımlarının ve sonucun açıklanıp yorumlanmasında kontrol grubu öğrencilerine göre daha fazla cümle kullandıkları söylenebilir.

Deney grubunun kurdukları cümlelerin yüzdeler dağılımı:

1. Sonucu belirtmek (% 35,89),
2. Sonucun yorumlanması (% 17,31),
3. Verilenleri belirtmek (% 13,17),
4. Problemdeki olay ve/veya hikâye hakkında yorum (% 7,45),
5. Verilenler hakkında yorum (% 5,79),
6. Problemdeki kavram, prensip ve formüller (% 4,74),
7. Problemden geçen olay ve/veya hikâye (% 4,51),
8. Problemdeki hedef (% 3,09),
9. Yapacağı işlemleri açıklama (% 3,08),
10. Çeşitli, muhtelif (% 2,56),
11. Çözüm yöntemi (% 2,41) şeklinde sıralanmaktadır.

Deney grubundaki öğrencilerin kullandıkları cümlelerin yarısından çoğu (% 53,20) bulunan sonucu belirtmek ve bu sonuç hakkında yorumda bulunmaya dayalıdır. Öğrencilerin bir sonra üzerinde durdukları durum ise verilenler ve problemdeki olayın yorumlanması şeklindedir. Öğrenciler problem çözümlerinde yapacağı işlemleri açıklama ve çözüm yönteminin belirtilmesi üzerinde ise çok az durmaktadırlar.

Kontrol grubunun kurdukları cümlelerin yüzdeler dağılımı sırasıyla:

1. Sonucu belirtmek (% 63,23),
2. Sonucun yorumlanması (% 17,26),
3. Verilenleri belirtmek (% 5,07),
4. Çeşitli, muhtelif (% 4,13),
5. Problemden geçen olay ve/veya hikâye (% 3,19),

6. Problemdaki olay ve/veya hikâye hakkında yorum (% 2,06),
7. Problemdaki kavram, prensip ve formüller (% 2,06),
8. Verilenler hakkında yorum (% 1,69),
9. Problemdaki hedef (% 0,56),
10. Yapacağı işlemleri açıklama (% 0,56),
11. Çözüm yöntemi (% 0,19) şeklindedir.

Kontrol grubundaki öğrencilerin kurdukları cümlelere baktığımızda, cümlelerin yaklaşık % 80'i sonucun belirtilmesi ve yorumlanması ile ilgilidir. Sonucun belirtilmesinden sonraki cümle grubu ise verilenler ve problemde geçen olay ile ilgili olanlardır. Diğer cümle tiplerine ilişkin kontrol grubunda belirgin bir kullanımdan söz etmek mümkün değildir. Yapacağı işlemleri açıklama ve çözüm yöntemi hakkında bilgi verme üzerinde ise çok az durulmaktadır.

Deney ve kontrol grubundaki kullanılan cümleler karşılaştırılacak olduğunda; deney grubunun kullandığı cümlelerin yalnızca yarısı sonuçla ilgili iken, bu oran kontrol grubunda yaklaşık yüzde seksen oranındadır. Deney grubu öğrencileri verilenler ve problemde geçen olaya ilişkin kurdukları cümlelerin oranı tüm cümleler içinde % 26,41 oranında iken, kontrol grubunda bu oran % 8,82 kadardır. Buradan da açıkça anlaşılacağı üzere deney grubu öğrencileri problemde verilenlere de önem vermektedirler. Oysa kontrol grubundaki bu düşük oran öğrencilerin verilenler üzerinde fazla durmadıklarını göstermektedir. Her iki grupta da ortak olan durum, çözümde yapacağı işlemleri açıklama ve çözüm yöntemi hakkında bilgiyi içeren cümlelerin kullanımının son sıralarda gelmesidir. Yine de deney grubunda yapacağı işlemleri açıklama ve çözüm yöntemi hakkında kullanılan cümleler, tüm cümlelerin % 5,49'u iken bu oran kontrol grubunda yalnızca % 0,75 kadardır. Problem çözümlerinde üzerinde durulması gereken bir önemli durum da problemin hedefidir. Hedef ile ilgili cümlelerin oranı deney grubunda % 3,09 kadardır. Kontrol grubunda ise bu oran yalnızca % 0,56 düzeyinde kalmıştır.

Deney ve kontrol gruplarında on bir cümle tipinin gruplara göre kullanımında bir farklılık olup olmadığının bağımsız gruplar t testi ile incelediğimizde ortaya çıkan bulgular Tablo 4.27'de verilmektedir.

Tablo 4.27 Deney ve kontrol gruplarında basınç başarı son testte kullanılan cümleler ile ilgili olarak bağımsız gruplar t testi sonuçları

Cümle	Gruplar	\bar{X}	S	sd	t	p																																																																																																
Problemde geçen olay ve/veya hikâye	Deney	0,69	1,14	117,59	3,84	0,000*																																																																																																
	Kontrol	0,18	0,52				Problemdeki olay ve/veya hikâye hakkında yorum	Deney	1,15	1,52	97,75	6,07	0,000*	Kontrol	0,12	0,43	Çözüm yöntemi	Deney	0,37	0,81	87,51	4,09	0,000*	Kontrol	0,01	0,10	Problemdeki hedef	Deney	0,47	1,42	92,38	2,84	0,005*	Kontrol	0,03	0,31	Verilenler hakkında yorum	Deney	0,89	1,28	99,31	5,54	0,000*	Kontrol	0,09	0,39	Verilenleri belirtmek	Deney	2,03	2,96	95,13	5,31	0,000*	Kontrol	0,29	0,76	Çeşitli, muhtelif	Deney	0,39	0,74	163,02	1,60	0,111	Kontrol	0,23	0,59	Sonucun yorumlanması	Deney	2,67	1,99	155,07	6,44	0,000*	Kontrol	0,98	1,47	Sonucu belirtmek	Deney	5,55	3,13	161,86	4,63	0,000*	Kontrol	3,58	2,48	Yapacağı işlemleri açıklama	Deney	0,48	1,26	88,05	3,23	0,002*	Kontrol	0,03	0,18	Problemdeki kavram, prensip ve formüller	Deney	0,73	1,37	100,59	3,97
Problemdeki olay ve/veya hikâye hakkında yorum	Deney	1,15	1,52	97,75	6,07	0,000*																																																																																																
	Kontrol	0,12	0,43				Çözüm yöntemi	Deney	0,37	0,81	87,51	4,09	0,000*	Kontrol	0,01	0,10	Problemdeki hedef	Deney	0,47	1,42	92,38	2,84	0,005*	Kontrol	0,03	0,31	Verilenler hakkında yorum	Deney	0,89	1,28	99,31	5,54	0,000*	Kontrol	0,09	0,39	Verilenleri belirtmek	Deney	2,03	2,96	95,13	5,31	0,000*	Kontrol	0,29	0,76	Çeşitli, muhtelif	Deney	0,39	0,74	163,02	1,60	0,111	Kontrol	0,23	0,59	Sonucun yorumlanması	Deney	2,67	1,99	155,07	6,44	0,000*	Kontrol	0,98	1,47	Sonucu belirtmek	Deney	5,55	3,13	161,86	4,63	0,000*	Kontrol	3,58	2,48	Yapacağı işlemleri açıklama	Deney	0,48	1,26	88,05	3,23	0,002*	Kontrol	0,03	0,18	Problemdeki kavram, prensip ve formüller	Deney	0,73	1,37	100,59	3,97	0,000*	Kontrol	0,11	0,44						
Çözüm yöntemi	Deney	0,37	0,81	87,51	4,09	0,000*																																																																																																
	Kontrol	0,01	0,10				Problemdeki hedef	Deney	0,47	1,42	92,38	2,84	0,005*	Kontrol	0,03	0,31	Verilenler hakkında yorum	Deney	0,89	1,28	99,31	5,54	0,000*	Kontrol	0,09	0,39	Verilenleri belirtmek	Deney	2,03	2,96	95,13	5,31	0,000*	Kontrol	0,29	0,76	Çeşitli, muhtelif	Deney	0,39	0,74	163,02	1,60	0,111	Kontrol	0,23	0,59	Sonucun yorumlanması	Deney	2,67	1,99	155,07	6,44	0,000*	Kontrol	0,98	1,47	Sonucu belirtmek	Deney	5,55	3,13	161,86	4,63	0,000*	Kontrol	3,58	2,48	Yapacağı işlemleri açıklama	Deney	0,48	1,26	88,05	3,23	0,002*	Kontrol	0,03	0,18	Problemdeki kavram, prensip ve formüller	Deney	0,73	1,37	100,59	3,97	0,000*	Kontrol	0,11	0,44																
Problemdeki hedef	Deney	0,47	1,42	92,38	2,84	0,005*																																																																																																
	Kontrol	0,03	0,31				Verilenler hakkında yorum	Deney	0,89	1,28	99,31	5,54	0,000*	Kontrol	0,09	0,39	Verilenleri belirtmek	Deney	2,03	2,96	95,13	5,31	0,000*	Kontrol	0,29	0,76	Çeşitli, muhtelif	Deney	0,39	0,74	163,02	1,60	0,111	Kontrol	0,23	0,59	Sonucun yorumlanması	Deney	2,67	1,99	155,07	6,44	0,000*	Kontrol	0,98	1,47	Sonucu belirtmek	Deney	5,55	3,13	161,86	4,63	0,000*	Kontrol	3,58	2,48	Yapacağı işlemleri açıklama	Deney	0,48	1,26	88,05	3,23	0,002*	Kontrol	0,03	0,18	Problemdeki kavram, prensip ve formüller	Deney	0,73	1,37	100,59	3,97	0,000*	Kontrol	0,11	0,44																										
Verilenler hakkında yorum	Deney	0,89	1,28	99,31	5,54	0,000*																																																																																																
	Kontrol	0,09	0,39				Verilenleri belirtmek	Deney	2,03	2,96	95,13	5,31	0,000*	Kontrol	0,29	0,76	Çeşitli, muhtelif	Deney	0,39	0,74	163,02	1,60	0,111	Kontrol	0,23	0,59	Sonucun yorumlanması	Deney	2,67	1,99	155,07	6,44	0,000*	Kontrol	0,98	1,47	Sonucu belirtmek	Deney	5,55	3,13	161,86	4,63	0,000*	Kontrol	3,58	2,48	Yapacağı işlemleri açıklama	Deney	0,48	1,26	88,05	3,23	0,002*	Kontrol	0,03	0,18	Problemdeki kavram, prensip ve formüller	Deney	0,73	1,37	100,59	3,97	0,000*	Kontrol	0,11	0,44																																				
Verilenleri belirtmek	Deney	2,03	2,96	95,13	5,31	0,000*																																																																																																
	Kontrol	0,29	0,76				Çeşitli, muhtelif	Deney	0,39	0,74	163,02	1,60	0,111	Kontrol	0,23	0,59	Sonucun yorumlanması	Deney	2,67	1,99	155,07	6,44	0,000*	Kontrol	0,98	1,47	Sonucu belirtmek	Deney	5,55	3,13	161,86	4,63	0,000*	Kontrol	3,58	2,48	Yapacağı işlemleri açıklama	Deney	0,48	1,26	88,05	3,23	0,002*	Kontrol	0,03	0,18	Problemdeki kavram, prensip ve formüller	Deney	0,73	1,37	100,59	3,97	0,000*	Kontrol	0,11	0,44																																														
Çeşitli, muhtelif	Deney	0,39	0,74	163,02	1,60	0,111																																																																																																
	Kontrol	0,23	0,59				Sonucun yorumlanması	Deney	2,67	1,99	155,07	6,44	0,000*	Kontrol	0,98	1,47	Sonucu belirtmek	Deney	5,55	3,13	161,86	4,63	0,000*	Kontrol	3,58	2,48	Yapacağı işlemleri açıklama	Deney	0,48	1,26	88,05	3,23	0,002*	Kontrol	0,03	0,18	Problemdeki kavram, prensip ve formüller	Deney	0,73	1,37	100,59	3,97	0,000*	Kontrol	0,11	0,44																																																								
Sonucun yorumlanması	Deney	2,67	1,99	155,07	6,44	0,000*																																																																																																
	Kontrol	0,98	1,47				Sonucu belirtmek	Deney	5,55	3,13	161,86	4,63	0,000*	Kontrol	3,58	2,48	Yapacağı işlemleri açıklama	Deney	0,48	1,26	88,05	3,23	0,002*	Kontrol	0,03	0,18	Problemdeki kavram, prensip ve formüller	Deney	0,73	1,37	100,59	3,97	0,000*	Kontrol	0,11	0,44																																																																		
Sonucu belirtmek	Deney	5,55	3,13	161,86	4,63	0,000*																																																																																																
	Kontrol	3,58	2,48				Yapacağı işlemleri açıklama	Deney	0,48	1,26	88,05	3,23	0,002*	Kontrol	0,03	0,18	Problemdeki kavram, prensip ve formüller	Deney	0,73	1,37	100,59	3,97	0,000*	Kontrol	0,11	0,44																																																																												
Yapacağı işlemleri açıklama	Deney	0,48	1,26	88,05	3,23	0,002*																																																																																																
	Kontrol	0,03	0,18				Problemdeki kavram, prensip ve formüller	Deney	0,73	1,37	100,59	3,97	0,000*	Kontrol	0,11	0,44																																																																																						
Problemdeki kavram, prensip ve formüller	Deney	0,73	1,37	100,59	3,97	0,000*																																																																																																
	Kontrol	0,11	0,44																																																																																																			

*p<0,05

Tablo 4.27’de görüldüğü üzere deney ve kontrol gruplarının kullandıkları cümlelerde bağımsız gruplar t testi sonuçlarına göre deney grubu öğrencileri lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır. Deney grubundaki öğrenciler problem çözümlerinde tüm cümle kategorilerinde daha fazla cümle kurmuşlardır. Problemlerin açıklamalarında kullanılan cümlelerin fazlalığı ile kendilerinden istenen değerlendirme ve yorumları kontrol grubuna göre daha fazla yerine getirmişlerdir. Problemlerde doğal olarak sonucun yorumlanması istendiği için bu tip cümlelerin sayısı her iki grupta da fazladır. Ancak diğer cümle tiplerine baktığımızda deney grubu öğrencileri lehine büyük bir farklılık vardır.

Basınç ünitesi öğretimi sonunda yapılan basınç başarı testinde öğrencilerden özel olarak cümle kurmaları ya da belirli tanımlamaları yapmaları istenmemiştir. Böyle bir durumda deney grubu öğrencilerinin kurdukları cümle sayıları ve ortalamaları kontrol grubundan oldukça yüksektir. Yalnızca çeşitli, muhtelif tipteki

cümleler arasında anlamlı bir farklılık yoktur. Bu durum da sınıflandırılmayan cümlelerin her iki grupta da istatistiksel olarak benzer olduğunu göstermektedir.

4.1.2.3 Öğrenci ve Öğretmenlerin Görüşleri

Bu bölümde araştırmanın dokuzuncu ve onuncu alt problemlerine yanıt aramak için yapılan analizlere yer verilmektedir. Çalışmanın uygulanmasından sonra hem deney hem de kontrol grubundaki öğrenci ve öğretmenlere yapılan çalışma hakkında sorular yöneltilmiştir. Bu sayede çalışma hakkında hem öğrenci ve öğretmenlerin görüşleri hem de öğrencilerin kazanımlarının neler olduğu araştırılmıştır.

4.1.2.3.1 Öğrenci Görüşleri

Burada çalışmanın “Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin problem, problem çözme yöntemleri ve üstbilgi beceriler üzerine görüşleri nelerdir?” şeklindeki dokuzuncu alt problemine yanıt aramak için öğrencilerle yapılan görüşmelerden elde edilen bulgu ve yorumlar belirtilmektedir. Çalışmaya katılan öğrencilerin yapılan problem çözme etkinlikleri hakkında görüşleri ve bu konudaki kazanımlarının neler olduğu onlara yöneltilen açık uçlu sorulara verdikleri yanıtlarla ortaya koyulmaya çalışılmıştır.

4.1.2.3.1.1 Problem Tanımına İlişkin Görüşler

Deney grubu öğrencilerine ‘problem nedir?’ şeklinde bir soru yöneltilerek onların problem tanımına ilişkin görüşleri elde edilmek istenmiştir. Bu öğrenciler, problem tanımlarında; problemin çözüm yöntemine, matematik dersinde kazandığı problem çözme becerisi ve günlük hayattan edindiği bilgiler yönünde açıklamalara değinmektedirler. Bu konuda ortaya çıkan temalar Tablo 4.28’de sunulmaktadır.

Tablo 4.28 Deney grubu öğrencilerinin problem tanımına verdikleri yanıtlarda ortaya çıkan temalar

Tema	N	%
Kural ve metotlar	6	26,04
Verilen ve istenenler	5	24,72
Matematiksel	2	8,69
Düşünme	2	8,69
Soru	2	8,69
Günlük hayat	2	8,69
Yanıtız	1	4,34
Diğer	3	13,02

Tablo 4.28’de görüldüğü gibi, öğrencilerin, problem tanımlarında kullandıkları açıklamalar oldukça farklılıklar göstermekte ve altı tema çerçevesinde öğrenciler problem tanımı yapmaktadırlar. Problem tanımında öncelikle çözüme yönelik kural ve metotlar ile verilenler ve istenenler temaları daha fazla öğrenci tarafından belirtilmektedir. Yukarıdaki tabloda verilen temalar çerçevesinde bazı öğrencilerin görüşleri aşağıda verilmektedir.

Ö 01d: “bana göre beni daha çok düşünmeye sevk ediyor.”

Ö 08d: “bir kere problemde işte ... verilenler vardır bir de verilmeyenler vardır. Kesin onların ikisi bulunduğu ve bir sonuç oldu mu ... yani problem onu çağrıştırıyor.

Ö 17d: “şimdi problem eee nasıl diyeyim. Belli kurallar ya da metotlarla belli metotlarla çözülmesi gereken daha doğrusu çözülebilen ancak bu şekilde çözülebilen sorun gibi bir şey olabilir.”

Ö 18d: “çok bilinmeyenli denklem gibi bir şey aslında. Soruda bir şey soruluyor. Ama daha o soru içinde bilinmeyen bir sürü şey var.”

Ö 19d: “problem yani insanlara sorun olan şeyler her zaman problemdir. Mesela örneğin, bir insan bir işi yapamadığı zaman o onun için bir problemdir.”

Ayrıca bazı öğrenciler problemin kendileri için bir düşünme vasıtası olduğunu belirtmektedir. Bu da deney grubu öğrencilerine yöneltilen problemlerin amaca hizmet ettiğini de göstermektedir. Öyle ki çalışmada kullanılan problem çözme yönergesi, problem çözme taslağı ve bu taslak için hazırlanan kavram, şekil ve grafikler öğrencilerin düşünerek problemleri çözmeleri için bir araç olarak

kullanılmıştır. Böylece çalışmadaki problemlerin öğrencilerin farklı düşünme stratejilerini kullanmalarını da gerektirmiştir diyebiliriz. Ayrıca problem denince başarısızlık durumunda insanın içinde bulunduğu durum ve yalnızca okullarda derste çözülen bir etkinlik olmadığı öğrenciler tarafından belirtilmektedir.

Bazı öğrenciler problemleri günlük hayattaki durumlar ile bağdaştırmaktadır. Problemin taşıdığı özelliklerden birisi de çoklu hedeflere sahip olmasıdır. Bu sayede iyi bir problem aşamalı olarak verilenlerden son hedefe doğru işlemler yapılarak çözülebilir. Öğrencilerden biri de bu durumu yukarıda belirtildiği gibi “*soruda bir şey soruluyor. Ama daha o soru içinde bilinmeyen bir sürü şey var*” olarak belirtmektedir. Problemin özelliklerinden biri de konu hakkındaki kavramsal bilgi yanında, işlemsel bilginin de gerekli olmasıdır. Bu da deney grubu öğrencilerinin problem çözümünde belirli yöntemlerin gerekliliği üzerinde durmasıyla ifade edilmektedir.

Kontrol grubu öğrencilerinin problem tanımlarında belirgin bir tema oluşturmak mümkün olmamaktadır. Öğrenciler problem tanımına ilişkin “soru” şeklinde yanıtlar vermektedirler. Aşağıda Tablo 4.29’da kontrol grubu öğrencilerinin problem tanımına verdikleri yanıtlardan ortaya çıkan temalar yüzdelik oranlarıyla birlikte verilmektedir.

Tablo 4.29 Kontrol grubu öğrencilerinin problem tanımına verdikleri yanıtlarda ortaya çıkan temalar

Tema	N	%
Soru	6	54,54
Yanıtsız	1	9,09
Sınıflandırılmayan	4	36,36

Kontrol grubu öğrencilerine “problem nedir?” şeklinde yöneltilen soruya verdikleri yanıtlardan bazıları aşağıdaki gibidir. Özellikle aşağıdaki yanıtlar soru temasına ait öğrencilerin verdikleri yanıtları göstermektedir.

Ö 34k: “problem ... mesela soru. Bilmediğimiz bir konu hakkında bir soru gibi bir şey.”

Ö 22k: “belirli bir sayılar veriliyor. Sonra işte eee sonucunu soruyorlar.”

Ö 25k: “insanların bazı konuları geliştirmek için eee çalışıp da o konuları tekrar etmek amacıyla çözdüğü sorulara problem denir.”

Ö34k kodlu öğrencinin belirttiği gibi kontrol grubu öğrencilerinin çoğu problem tanımına “soru” şeklinde yanıtlar vermişlerdir. Kontrol grubu öğrencileri problemleri sayısal ifadelerden meydana gelmiş matematiksel bir yapıda görme eğilimindedirler. Yine öğrencilere göre problemin niteliği, konuların tekrar edilmesi ile ilgilidir. Konuların gelişimi amacıyla da problemler kullanılmaktadır. Bazı öğrencilere göre problem bilinmeyen bir konudur.

Genel olarak deney grubu öğrencileri problem tanımında tutarlı yanıtlar verirken, kontrol grubundaki bazı öğrencilerin problemleri tam olarak nasıl açıklayacaklarını bilemediklerini görmekteyiz. Kontrol grubu öğrencilerinin problem tanımında odaklandıkları bir durum söz konusu olmamaktadır. Deney grubu öğrencileri çalışmada kullanılan problemlerin taşıdığı, yapılandırılmış problem özelliklerini yansıtan açıklamalar yaparken, kontrol grubu öğrencileri ise problemi açıklarken onu konulara bağlı olarak, bilinmeyen konularla ya da bilinen konuların tekrarı ile ilişkilendirmektedirler. Kontrol grubu öğrencileri konu problem ilişkisi üzerinde dururken, deney grubu öğrencileri problem ile metot, düşünce ve alt problem ilişkisi üzerinde durmaktadır.

4.1.2.3.1.2 Problem Çözme Yöntemi ile İlgili Görüşler

Görüşmeye katılan öğrencilerin, problem çözme yöntemleri hakkındaki sorulara verdikleri yanıtlar deney ve kontrol gruplarına göre aşağıda verilmiştir. Ayrıca deney grubu öğrencilerine yöneltilen sorularda çalışma öncesi ve sonrası problem çözme yöntemlerini karşılaştırmaları istenmiştir. Bu yönde yapılan analizde deney grubu öğrencilerinin problem çözme yöntemlerinde ortaya çıkan başlıca temalar Tablo 4.30’da verilmektedir.

Tablo 4.30 Deney grubu öğrencilerinin problem çözme yöntemlerine ilişkin verdikleri yanıtlarda ortaya çıkan temalar

Tema	N	%
Verilenler ve istenen	7	30,38
Verilenler ve istenenler ve bunun yanında formüller	6	26,04
Problemi anlamak	6	26,04
Problemi anlamak ve bunun yanında planlama ve kavramlar	2	8,68
Formül kullanımı	1	4,34
Sınıflandırılmayan	1	4,34

Tabloda temel olarak iki tema karşımıza çıkmaktadır. Bunlar; a) verilenler ve istenen, b) problemi anlamak şeklindedir. Verilenler ve istenen teması yanında formüllerin kullanımı, problemi anlamak teması yanında kavramlar ve planlama alt temaları da öğrenciler tarafından ifade edilmiştir.

Yukarıdaki tabloda belirtilen temalara bakıldığında deney grubu öğrencileri daha çok verilenler ve istenen üzerinde durarak problemleri çözme eğilimindedirler. Aşağıda, belirttiğimiz iki ana tema çerçevesinde yapılan tipik yorumlar sunulmaktadır.

“Verilenler ve istenen” teması ile ilgili öğrenci görüşleri: Deney grubu öğrencilerine fen bilgisi problemlerini nasıl çözdükleri sorulduğunda öğrencilerin büyük çoğunluğu özellikle problem çözümlerinde verilenlerin ve istenenlerin üzerinde durmuşlardır. Bu yönde görüş bildiren bazı öğrencilerin açıklamaları aşağıdadır:

Ö 18d: “aslında bunu siz kitapta çok güzel anlatıyorsunuz. Çok güzel bir şekilde yapmışsınız. Ama yani öncelikle verilenlerin çıkarılması çok önemli. Sonra bu verilenlerle soruda ne sorulduğuna dikkat ederiz. Soruda ne istendiğine bakarız. Sonra bu verilenlerle neler yapabiliriz. Ona bakarız. Eğer verilenler dışında ekstra bir şey lazımsa onu buluruz. Sonra işlemde yani soruda istenilen basamakları yaparak sonuca ulaşıyoruz.”

Ö 13d: “ilk önce problemi dikkatli bir şekilde okuyup verilenleri başka bir kağıda yazmalıyım. ... istenen nedir onu başka bir yere yazarım. Sonra da bunların ikisini de karşılaştırarak çözümü bulmaya çalışırım.”

Görüşmeye katılan öğrencilerin çoğunluğu problem çözümlerinde ilk olarak verilenlerin ve istenenlerin çıkarılması üzerinde durmaktadır. Öğrenciler özellikle “ilk önce” ve “öncelikle” kelimelerini kullanarak bunu belirtmektedirler. Öğrenciler problem çözmenin doğasına uygun olarak hedefe ulaşmak için verilenlerin kullanılması gerektiğini açıkça belirtmektedirler. Zaten problem çözüme yapılması gereken verilenler ile istenen arasındaki çatışma, boşluk ya da belirsizlik olarak ifade edebileceğimiz durumların üstesinden gelmektir. Deney grubu öğrencileri bu amaçla verilenleri ve istenenleri karşılaştırarak, yöntemler uygulayarak ve düşünerek bunu başarmaya çalışmaktadırlar. Burada dikkat edilmesi gereken durumlardan biri de açıklamalarda formüller üzerinde çok durulmamasıdır. Yani bu açıklamalar deney grubunda problem çözümlerinde formüllerin etkinliğinin azaldığını göstermektedir. Ö18d kodlu öğrenci problem çözümünde yapılandırılmamış problemlerin çözümünde kullanılan yönteme değinmiştir. Ancak öğrencilerin bazıları verilenler ve istenenler ana teması yanında formüllerin üzerinde de durmaktadırlar. Bu konudaki bazı açıklamalar şöyledir:

Ö 31d: “ilk önce soruyu okurum. Ve hepsini okumadan ilk başta ne isteniyor, onu direk buraya geçiririm. Verilenleri istenenleri. Sonra biraz düşünürüm. Tabii mantık olarak da düşünürüm, işlem olarak da. Ve işlem olarak bulduysam eğer formülü yazarım. Formüle göre giderim. Sonuç çıkar.”

Ö 09d: “Yani mesela ilk önce kesinlikle verilen, orada önemli şeyleri çıkarman lazım. İşte ne bileyim öz kütlesi şu kadar kütlesi bu kadar diye. Eee ne istediğine bakman lazım. Ve hangi formülleri uygulayacağım bilmem gerekiyor.”

Ö 30d: “ben ilk önce problemin ne sorduğunu şey yaparım. Yani sorduğuna bakarım. Sonrada şey hani böyle şeyler vardı ya, formüller vardı ya onu nasıl çözdüğümüzü hatırlarım.”

Yukarıda görüldüğü gibi, uygulama sonrasında deney grubu öğrencilerinin verilenler ve istenenlerin üzerinde durması yanında problem çözümlerinde formül kullanımı ve formüllerin etkinliği de kolaylıkla vazgeçemedikleri bir durum olarak kendini göstermektedir.

“Problemi anlamak” teması ile ilgili öğrenci görüşleri: Görüşmeye katılan öğrencilerin problem çözme yöntemi üzerinde önemle durdukları bir konu da problemin anlaşılmasıdır. Bu konudaki görüşlerden bazıları şöyledir:

Ö 15d: “öncelikle bu fen bilgisi problemlerini çok iyi okumamız ilk başta anlamamız gerekiyor. Ondan sonra...”

Görüşmeci: “birinci olarak.”

Ö 15d: “1. olarak anlamamız gerekiyor. Eee sonra kafamızda problem çözme taslaklarını geliştirmemiz gerekiyor ve ondan sonra problemi çözmemiz gerekiyor.”

Görüşmeci: “o taslakta neler var? Neler olmalı?”

Ö 15d: “ilk başta verilenleri çıkartmamız gerekiyor.”

Görüşmeci: “daha sonra evet.”

Ö 15d: “ondan sonra onları yerine koyarız. Ve yani problemimizi anlayarak çözebiliriz.”

Ö 27d: “problemi bölümlere ayırırım. Tekrar tekrar incelerim. Sonra eğer anlamadığım bölüm olursa yeniden okurum. Öyle çıkar.”

Problemi anlamak hiç kuşkusuz problem çözümlerinde en önemli unsurlardan biridir. Deney grubu öğrencileri ayrıca yapılan çalışma sonrasında problem çözümlerinde verilenler ve istenenlerin ardından – ki bu durum da problemi anlamak ile ilgilidir – problemin anlaşılmasına ikinci derecede önem vermektedirler. Burada ilginç olarak öncelikle problem çözümünde problemi anlamak üzerinde duran öğrenciler planlama ve problemdeki konu ile ilgili olan kavramlar üzerinde de durmaktadırlar. Problemi anlamak ana teması çerçevesinde plan yapmak ve problemlerle ilgili kavramlar konusunda öğrencilerin görüşleri ise şöyledir:

Ö 12d: “önce iyice okuyup anlamak gerekiyor problemi. Ondan sonra hangi alanı kullanabilirim. Mesela sıvı basıncı mı, kaldırma kuvveti mi alanı belirlemeli. Ondan sonra formüllerle bana verilenleri kullanarak yapmaya çalışırım.”

Ö 16d: “ilk başta soruyu düzgün bir şekilde okuyorum. Eee önemli olan kısımları yani altlarını çiziyorum genellikle. Daha sonra kafamdan bunun için hangi formülü kullanacağım ya da neyin mümkün olduğunu düşünüp ona göre yapmak.”

Planlama konusunda da mümkün olabilecek çözüm yollarının düşünülmesi yanında formüller de bu planlamaya dahil edilmektedir. Genel olarak deney grubu öğrencileri problem çözümlerinde iki durum üzerinde durmakta ve bu durumlar onların yapacakları işlemlere yön vermektedirler. Bunlar problemde verilenler ve istenen ile problemi anlamaktır. Bu iki durum da öğrencilerin gerek planlama yapma gerek formülleri kullanmak, problemin ilgili olduğu kavramları ortaya koymak ve işlemleri yapmak gibi becerilerde öncelik teşkil etmektedir.

Öğrencilerin yapılan uygulama sonrası problem çözümüne ilişkin görüşleri alındıktan sonra, basınç ünitesinden önce problem çözme yöntemleri olup olmadığı, varsa bunların ne olduğu da sorulmuştur. Böylelikle uygulama ile sağlanan farklar ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde nasıl problem çözdükleri hakkındaki görüşlerine ilişkin ortaya koyulan temalar Tablo 4.31’de sunulmaktadır.

Tablo 4.31 Deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesi problem çözme yöntemlerine ilişkin verdikleri yanıtlarda ortaya çıkan temalar

Tema	N	%
Doğrudan işlem yapmak	9	39,06
Çözüm yönteminin olmaması	6	26,04
Formülleri kullanmak	3	13,02
Verilenlere dikkat etmek	1	4,34
Diğer	3	13,02
Yanıtsız	1	4,34

Tablo 4.31’den deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde en çok uyguladıkları problem çözme yönteminin doğrudan işlemleri yapmak olduğu görülmektedir. Sonra sırasıyla yanlış çözüm stratejisi uygulamak ve formülleri kullanmak gelmektedir. Bir öğrenci (Ö 17d) uygulama öncesi problem çözmeye yalnızca verilenleri yazdığını belirtmektedir. Bu durum tam bir problem çözme yöntemi olmamakla birlikte uzman problem çözümcülerin yöntemine en yakın ifadedir.

Deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesi problemleri nasıl çözdüklerine ilişkin belli başlı problem çözme yöntemleri aşağıda temalar halinde incelenmiştir.

“Doğrudan işlem yapmak” teması ile ilgili öğrenci görüşleri: Öğrencilerin uyguladıkları yöntemlerin başında doğrudan işlemleri gerçekleştirmek bulunmaktadır. Bu duruma ilişkin öğrenci görüşleri şöyledir:

Ö 31d: “soruyu direk okuyordum. Ne verilenleri yazıyordum, ne istenenleri. Yaa istenen aklımdaydı. Ama verilenleri falan yazmadığım için o yüzden sadece eee soruyu bir defa okuyordum. Direk işlem yapıyordum. O da çok doğru çıkıyordu.”

Ö 15d: “yapmıyordum. Ben hani direk problemi çözmeye çalışıyordum. Ama şimdi anlayarak hem de verilenleri çıkararak yaptım mı daha kolay oluyor. Yani daha iyi anlamamızı sağlıyor hem de daha önce öyle yapmıyordum. Direkman soruyu çözmeye çalışıyordum tersine.”

Ö 18d: “ya direk soruda yerlerin altlarını çizdim. Bazen de hiç dikkat etmeden direk soruda çözerken bakardım bu bu dermiş falan diye. O yüzden çok fazla yanlışım çıkıyordu. Soruları çözerken bazen sayıların hangisinin hangisi olduğunu karıştırıyordum.... Ama sonra bu verilenleri çıkarmaya başlayınca gayet rahat çözmeye başladım.”

Öğrenciler basınç ünitesinden önce problem çözümlerinde doğrudan işlemleri yaparak çözümü bulmaya çalışmaktadırlar. Şimdiki durumla önceki durum arasında belirgin bir farklılık olduğunu da görüşlerinde belirtmektedirler.

“Çözüm yönteminin olmaması” teması ile ilgili öğrenci görüşleri: Öğrencilerin yaptıkları diğer önemli problem çözme durumu ise belirli bir strateji bilgisine sahip olmamalarıdır. Bununla ilgili öğrenci görüşleri:

Ö 13d: “daha önceki problemleri yaparken, mesela ödev verildiğinde onları deftere daha kısa geçiyordum. Şimdiki biraz daha uzun. Problem biraz daha uzayınca insanın aklına daha iyi giriyor diye düşünüyorum.”

Ö 12d: “basınç ünitesinden önce yoktu yani. Problemi okurdum. Bir kere okurdum. Hiç şey yapmazdım. Basınçta problem çözme taslağına göre ikinciye de yazdığımız için daha iyi anlıyoruz.”

Ö 27d: “ben direk hepsini okurdum. Ama okuyunca baştaki, başta ne yazdığını unutturdum. Yeniden başa dönüp yeniden okumak gerekirdi.”

Öğrenciler öncelikle problemi nasıl okumaları gerektiğini, çözüm için nelerin nasıl yazılıp düzenleneceğini bilememekte ve hepsinden önemlisi öğrencilerin belirli bir çözüm yöntemine sahip olmadıkları görülmektedir. Problemlerde çözümü olabildiğince en kısa yoldan çabuk bir şekilde bulmaya çalışmaktadırlar.

“Formülleri kullanmak” teması ile ilgili öğrenci görüşleri: Bu temaya ilişkin öğrenci görüşleri:

ö30d: “ben hemen formülü uygulardım? Formülde çıkmayınca boş bırakıyordum.”

ö19d: “ilk başta formülleri aklımızda tutardık. Mesela gücün formülü $V=FX$ diye aklımızda tutardık onu. İşte ama bundan çıkartabilirdik. İş mesela neydi, X bölü eee karıştırdım iyice.”

Çözümde ilk olarak formül kullanımına ağırlık veren öğrencilerin aslında çözüm için pek bir şey yaptığını söylemek mümkün değildir. Böyle bir durumda çözümde başarısızlık olduğunda problemi yapmamak ya da formülün uygulanmasında ve akılda tutulmasında zorluklar yaşamak öğrenciler için kaçınılmaz bir durum olarak görülmektedir.

Kontrol grubu öğrencileri ile yapılan görüşmelerde de uyguladıkları bir problem çözme yöntemi olup olmadığı varsa bu yöntemi açıklamaları istenmiştir. Bu yönde yapılan analizle, kontrol grubu öğrencilerinin problem çözme yöntemlerinde ortaya çıkan başlıca unsurlar aşağıda verilmektedir.

“Formülleri Kullanmak” teması ile ilgili öğrenci görüşleri: Formülleri kullanmak, kontrol grubu öğrencilerinin problem çözümlerinde kullandığı tek yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Görüşmeye katılan kontrol grubu öğrencilerinin tamamına yakını formülleri problem çözümlerinde en etkin yöntem olarak görmektedirler. Örneğin bu görüşü savunan Ö 14k’nın görüşleri şöyledir:

Görüşmeci: “fen bilgisi problemlerini çözmek için gerekli basamaklar nelerdir? Neler yapılmalıdır?”

Ö 14k: “öncelikle genellikle basınç konusunda falan formüller önemli. Formülleri biliyorsak zaten soruyu çözmek zaten kolay. Formülü yazdığınızda yerine yerleştirdiğiniz taktirde her türlü işlemi yapabiliriz kolaylıkla. Yani formül daha çok önemli çıkıyor problemde. Ama ezberleyici yöntemle de olmayacaktır tabii bunlar. Ezberlenecek formüller vardır. Ama alıştırılarak yapılacaklar da vardır.”

Öğrenci problem çözme yöntemini açıklarken üzerinde durduğu durum yalnızca formüller olmuştur. Diğer ünitelerdeki problem çözme yöntemini de açıklamasında şu şekilde belirtmektedir.

Ö 14k: “...basınçtayken formül yazarım. Formüle göre yaparım. Ama mesela kimyada atomla ilgili maddeyle ilgili soruları kafadan yaparız. Çünkü formülü olmayan bir soru. Ama basınçta mesela formül gerekir. Mesela sıvı basıncı hdg. Onlardan formülden yapmamız lazım. Diğer türlü zor çıkabilecek. Yani başka türlü yollardan da belki olabilir bilmiyorum. Ama ben her zaman formülden yaptım basınç sorularını.”

Öğrenci problemleri tanımlarken formül temelli bir tanım yapma eğilimindedir. Ona göre problemler formülle çözümlenler ve formülsüz çözümlenler olarak gruplandırılabilir. Öğrencinin bu konuda başka bir görüşü olmaması ve formülleri tek kurtarıcı olarak görmesine karşın problem çözümünde kendisine göre en temel şeyin ne olduğu sorusu yöneltmiştir. Öğrencinin görüşü şu şekildedir:

Görüşmeci: “bir basınç probleminin çözümünde en temel gerekli şey nedir?”

Ö 14k: “formül yani başka şeyler eee problem çözümünde dört işlem de kullanılıyor ama fen dallarında da özellikle basınçta formül olmadan problemi dört işlemle uğraşsak belki çözeriz, ama genelinde çözülemez.”

Öğrenci yine de formül yanıtından vazgeçmemektedir. Yalnızca formüllerin yanında çözüm için dört işlemin de olması gerektiğini belirtmiştir.

Buna benzer diğer kontrol grubu öğrencilerinin bazılarının problem çözme yöntemi olarak formüllerin kullanımı üzerine görüşleri ise şöyledir:

Ö 22k: “başta formül yazarak, formülden yola çıkarak yaparım, Yapabilirsem de. Yani çabalarım en azından. Yapamasam da sonuca ulaşmaya çalışırım.”

Ö 25k: “verilenleri yazarım. Sonra işlemin formülünü yazarım. Formülden geçirerek işlemin sonucunu bulurum.”

Ö 32k: “ilk önce onun formülünü yazarım. Eee sonra onun formülünü yazdıktan sonra sırayla çözmeye başlarım. Mesela a b derse. İlk önce a yı, sonra da b yi sırayla çözmeye başlarım.”

Ö 35k: “ilk önce işlemleri yaparım. Ne yapılacaksa, çıkarılacak mı, bölünecek mi, toplanacak mı onları uygulayarak yaparım.”

Kontrol grubu öğrencilerinin çoğunluğu formülleri problem çözümlerinde tek yöntem olarak görmektedirler. Aslında bu tek başına bir yöntem olarak da kabul edilmeyebilir. Öğrencinin yaptığı yalnızca formülü yazmak ve bir takım matematiksel işlemlerle sonuca ulaşmaya çalışmaktır.

Görüşmeye katılan kontrol grubundaki, aşağıda belirtilen üç öğrenci formüller yanında diğer problem çözme yöntemlerine de ağırlık vermektedirler.

Görüşmeci: “bir fen bilgisi problemini nasıl çözersin? Neler yaparsın?”

Ö 24k: “soruyu okurum. Eğer anlamazsam bir daha okurum. Formüllere göre yapmaya çalışırım.”

Görüşmeci: “sence bir problemi çözmek için gerekli olan aşamalar nelerdir? bana basamak basamak sıralar mısın? 1 desem.”

Ö 24k: “1, okuma”

Görüşmeci: “problemi okuma.”

Ö 24k: “2, gözümde canlandırma olabilir, 3, formüllere dayanarak bir şeyler bulmak. Dört işlem kullanarak sonuç çıkartabiliriz.”

Ö 33k: “evet, önce problemi okurum. Problemi okuduktan sonra formül kullanırım. İstenenleri yazarım. Sonuç buluruz.”

Ö 34k: "... ayırım verilenleri istenenleri, işte formülü yazarım. Varsa eee düşünürüm. Aklıma gelenleri yazarım. Zorlarım. Bilemesem de yani münasip bir zamanda hocaya sorarım."

Öğrenciler formüllerin yanında verilenlere ve istenenlere dikkat etmek ile problemi gözünde canlandırmak gibi etkinliklerde de bulunmaktadır. Ancak formüllerin kullanımı yanında problem çözümede bu becerileri gösteren öğrenciler yalnızca yukarıda görüşlerini verdiğimiz öğrencilerden oluşmaktadır. Bunlar da tek örnekler olarak saptanmıştır.

Deney grubu öğrencileri uygulama sonrası problem çözümlerinde verilenlerin ve istenenlerin çıkarılması ile problemi anlamak üzerinde önemle durmaktadırlar. Özellikle bu iki beceri yanında planlama konusuna değinen öğrenciler çözümde gerekli kavramların önemini de vurgulamaktadırlar. Uygulama öncesi ise formüller, doğrudan işlem yapma ve yanlış çözüm stratejileri deney grubu öğrencilerinin problem çözümünde üzerinde durdukları etkinlikler olarak karşımıza çıkmaktadır. Kontrol grubu öğrencilerinin problem çözümlerinde kullandıkları tek yöntemin ise formüller olduğu görülmektedir. Aslında kontrol grubu öğrencilerinin problem çözümünde kullandıkları bir yöntemin bulunduğunu söylemek çok zordur. Formülü yazmak ve dört işlemi uygulayarak sonuca gitmek uyguladıkları bir yöntem değil, problem çözümünde kurtarıcı bir araç olarak görülebilir. Bu araç da onları problem çözümlerinde yalnızca belirli bir noktaya kadar taşıyabilmektedir. Oysa deney grubu öğrencileri açıklamalarında formüller ve dört işlem üzerinde neredeyse hiç durmamaktadırlar. Hatta bazı deney grubu öğrencileri açıklamalarında formül ve dört işlem kelimelerini hiç kullanmamışlardır.

4.1.2.3.1.3 Üstbilis Beceriler

Görüşmelere katılan deney ve kontrol grubu öğrencilerine üstbilis becerilerin yoklanması amacıyla yöneltilen soruların yanıtları belirli kategorilerde toplanarak aşağıda belirtilmiştir. Görüşmelerden elde edilen veriler doğrultusunda ortaya çıkan üstbilis becerilere ait kategoriler: *i)* kazanılan deneyimlerin değerlendirilmesi, *ii)*

kazanılan bilginin farkında olma, *iii*) kendini gözlemleme, *iv*) zamanın kullanımı, *v*) zorlukların farkında olma, *vi*) problem çözmeye karşı istek, *vii*) kendine sorular sorma ve *viii*) başarısızlık durumunda planlama, kendini yönlendirme şeklindedir.

Öğrenciler, yapılan problem çözme etkinlikleri sonrasında bu çalışmanın kendilerine kazandırdıklarının farkında olduklarını belirtmektedirler. Problem çözümlerinde yaptıklarını gözlemlemek, kendini yönlendirmek ve planlama yapmak gibi üstbiliş beceriler çalışma öncesinde çoğu öğrencide hiç olmadığı halde bu beceriler problem çözme etkinlikleri sayesinde kazanılmış bazı öğrencilerde ise bu beceriler daha yoğun bir biçimde problem çözümlerinde kendini göstermiştir. Öğrencilerin, yukarıdaki tabloda belirtilen üstbiliş beceriler hakkında yaptıkları tipik yorumlar maddeler halinde sunulmaktadır.

“Kazanılan deneyimlerin değerlendirilmesi” üzerine öğrenci görüşleri:

Deney grubu öğrencileri yapılan uygulama sonrasında etkinliklerin problem çözme deneyimlerini belirgin bir şekilde geliştirdiğini açıkça belirtmişlerdir. Bu yöndeki bazı öğrenci görüşleri şöyledir:

Ö 02d: “kitapçığa baktıktan sonra ilk başta düşünmeye başladım onu nasıl çözerim diye.”

Ö 07d: “önceden soruları daha fazla okurdum. Biraz daha yavaş okuyordum anlayabilmek için. Bununla zaman kazancım oluyor.”

Ö 28d: “basınçtan önce öyle verilenlere falan pek bakmazdım. Soruyu okurdum ama yani o kadar çok bakmazdım. Basınçta nedense hoşuma gitti basınç. Yani güzel geldi. Daha sonra alıştım soru çözmeye. Yani değerlendirerek yapmaya başladım. Basınçta oldu yani. Eskiden zaten böyle bir şey yoktu. Yapabildiğimi yapabiliyordum.”

Deney grubu öğrencileri etkinliklerin problem çözme becerilerini olumlu yönde etkilediğini belirtmektedirler. Özellikle problemi çözerken düşünme, çözümde zaman kazancı ve önceki problem çözme deneyimleriyle karşılaştırma yaparak şimdi daha rahat değerlendirmeler yaparak problemleri çözdüklerini ifade etmektedirler.

“Kazanılan bilginin farkında olma” üzerine öğrenci görüşleri: Öğrenciler çalışmada kullanılan problem çözme yönteminin kendilerine yararlı olduğunu ve bu öğrendikleri bilgilerle problemleri daha kolay çözdüklerini ifade etmektedirler. Bu kategorideki bazı öğrenci görüşleri şöyledir.

Ö 08d: “geçmişte ben direk sonuca ulaşmaya çalışıyordum. Yani hiç verilenleri çıkartmıyordum. Neyin sorulduğunu .. direk sonucu bulmaya çalışıyordum. O da pek yararlı olmuyordu. Ama problem çözme tekniklerini ee öğrenince daha rahat çözmeye başladım problemleri.”

Ö 15d: “faydalı hem de eee problemi aşamalarına göre çözmeyi öğrendik. Sonra hani problem çözerken de bunları uygulayacağız. Yavaş yavaş uygulamamız gerektiğini. Problemin nasıl çözülmesi gerektiğini anlatıyor bize. Güzel çalışma.”

Ö 19d: “...mesela bana soruları daha iyi anlayabilme özelliği kazandırdı. Soruları daha iyi okuma yeteneği sağladı bize. Sonra soruları dikkatli okuma, parçalara ayırmayı öğrendik. Grafiklerle belirtmeyi mesela basınçla şey basınç grafiğinde artıyı öğrendik. Değişik grafikler öğrendik.”

Uygulamada öğrencilere kazandırılmaya çalışılan problem çözme yöntemlerinin öğrenciler tarafından anlaşılıp öğrenildiği yukarıdaki görüşlerden anlaşılmaktadır. Birçok öğrenci problem çözme yöntemlerinin bilinçli bir biçimde farkında olup, bu yöntemleri benimseyerek kullandıklarını ifade etmişlerdir.

“Kendini gözlemlene” üzerine öğrenci görüşleri: Uygulama ile deney grubu öğrencilerinin problem çözme çalışmalarında yaptıkları işlemleri, problem çözme taslağının yardımıyla bilinçli olarak yapmaları beklenmiştir. Deney grubu öğrencileri problem çözümlerinde belirgin bir biçimde yaptıklarını kontrol etmeye başlamışlardır. Bu yönde görüş bildiren öğrencilere ait tipik yorumlar şöyledir:

Görüşmeci: “çözümün yarısına geldin. Ara sıra böyle yaptıklarını kontrol eder misin, gözden geçirir misin şu anda?”

Ö 31d: “hıhı şey böyle eee sorunu yarısına geliyorum.”

Görüşmeci: “soruyu çözerken.”

Ö 31d: “cevap daha bulunmuyor. Sonra ben soruda ne istendiğini falan unutuyorum. Yeniden soruyu okuyorum. Ve yaptıklarımı gözden geçiriyorum. Öbür türlü aklıma gelmiyor hiçbir şey. Ama yeniden yaptıklarımı gözden geçirince burda ne olacak şimdi ne yapabilirim diye aklıma geliyor.”

Görüşmeci: “Daha önceden böyle bir gözden geçirme, yaptıklarımı kontrol etme gibi davranışların var mıydı basınç ünitesinden önce?”

Ö 31d: “hayır yoktu, ya yapsam bile, böyle ... çok fen alanında yapmıyordum.”

Görüşmeci: “yaptıklarımı kontrol ettiğiniz oluyor mu? problem çözümünde belli bir aşamaya geldiğinizde, ben neler yaptım gibi.”

Ö 15d: “kontrol ederim. Çünkü yanlışlarım varsa bir daha bakarım. Doğruyu yapmaya çalışırım. Yanlış mı doğru mu diye bir daha kontrol ederim. Öyleyse değiştiririm cevabımı.”

Görüşmeci: “daha önceden böyle bir çalışman oluyor muydu? Basınç ünitesinden önce problem çözümünde kontrol etme yapar mıydın?”

Ö 15d: “çok olmuyordu açıkçası. Çünkü ben çok tekrar etmeden hemen yapıp vermek istiyordum sınavlarda falan.”

Görüşmeci: “soruyu çözdün. Bir sonuç buldun. Orada problem bitmiş midir?”

Ö 17d: “hayır orada bitmemiştir tabii. Her insan yani doğal olarak hatalar yapabilir. Önce bir kontrol ederim doğru mu yaptım. Eee ufak bir gözden geçiririm. Benim için doğruysa doğrudur yani.”

Görüşmeci: “bu gözden geçirmeyi basınç ünitesinden önce de yapar mıydın?”

Ö 17d: “ee tabii gözden geçirmek çok önemli. Dediğim gibi insanlar hatalar yapabilir. Yani bunu gözden geçirdiğimde hatanı da görüyorsun. Aslında nerde hata yaptığımı eee basınç bu sene tabii daha pekişti bunlar. Basınç sorusuyla da beraber.”

Problem çözümlerinde öğrencinin kendini gözlemlemesi, yaptıklarına bakması önemli bir üstbilmiş beceridir. Bununla öğrenciler özellikle strateji geliştirmek ve işlemleri devam ettirmek gibi davranışları gösterme becerisine sahip olmaktadır. Öğrenciler basınç ünitesinden önce bu beceriyi yerine

getirmediklerini, basınç ünitesi ile gözden geçirme becerisini kazandıklarını ya da bunu daha sık yerine getirdiklerini ifade etmektedirler.

Kontrol grubu öğrencileri ise problem çözümlerinde yaptıklarını kontrol etme becerisini genelde göstermemektedirler. Bu yöndeki bazı öğrenci görüşleri şöyledir:

Görüşmeci: “yine bir problem var. Onu çözüyorsun. diyelim ki problemin çözümünde ortalara bir yere geldin. Böyle ara sıra yaptıklarını gözden geçirme, kontrol etme yapar mısın?”

Ö 34k: “genelde yapmam. Çünkü sonuna kadar yaparım. Sonra bakarım. Eğer emin değilsem ortalarda bazen bakabilirim.”

Görüşmeci: “problemi okudun, çözmeye başladın. Birkaç işlem yaptın. Ondan sonra çözümün ortalarına kadar geldiğini düşünelim. Böyle bir durumda acaba neler yaptım deyip de yaptıklarını şöyle bir kontrol edip gözden geçirir misin?”

Ö 32k: “bazen yaparım onları.”

Görüşmeci: “bazen derken hangi sıklıkta. Her problemde yapıyor musun bunu?”

Ö 32k: “hayır. Her problemde yapmıyorum hocam.”

Görüşmeci: “hangi problemlerde yaparsın daha çok?”

Ö 32k: “onu mesela anlayamadığım zaman. Problemi çözerim ama anlayamam. Mesela hocam o zaman yaparım.”

Kontrol grubu öğrencileri de problem çözümünde yaptıklarına bakma ve kontrol etme işlemlerini daha çok problemin zorluk derecesine göre yapmaktadırlar. Bu beceri görüşlerinde de belirttikleri gibi ara sıra yapılan bir durumdur.

“Zamanın kullanımı” üzerine öğrenci görüşleri: Deney grubu öğrencileri çalışma sonrasında problem çözümlerinde zamanı daha verimli kullandıklarını ifade etmektedirler. Bazı öğrencilerin görüşleri:

Ö 18d: “ben çok fazla ilerleme kaydettim bu konuda. Çünkü eskiden çok fazla zaman kaybediyordum. Soru çözerken veya sınavlarda zamanımı yetiştiremiyordum. Ama bu etkinlikten sonra hem artı fazladan zamanım

kalıyor, konuları tekrar edebiliyorum. Soruları tekrar yapabiliyorum hem de daha seri ve hızlı soruları çözüyorum. Soruları çözmekten zevk alıyorum.”

Ö 31d: “ya öncesine bakarsak öncekinde bir soruyu beş dakikada çözerken şimdi iki dakika üç dakikada çözüyorum. Çünkü o ... soru çözme alışkanlığı şimdi daha fazla oldu.”

Ö 17d: “şimdi kitapçığa göre çalışma başlarda sıkıcı, zordu açıkçası yani. Çok zaman harcıyorduk. Aslında eee ama zaman geçtikçe bu pratik haline geldi bizde. Yani eee o metotlara göre çözmeye başladık soruları. Aslında fark ediyor yani. Önceki çözdüğümüzle şimdiki soru çözdüğümüz arasındaki süre farkı da fark ediyor. Eee ama pratik kazandırdı bize.”

Ö 18d: “eskiden böyle farklı olurdu. Yani o soruda bir yanlışım olduğunda falan sorunun en son bitiminde o soru için en son bakardım. O zaman da sınavlarda baya zaman kaybettiriyordu. Şimdi sınavda daha çabuğum ve zamanım kalabiliyor.”

Öğrenciler soru çözerken daha hızlı ve pratik olduklarını böylece problemlere bakış açılarının da değiştiğini belirtmektedirler. Öğrenciler problemleri çözebilme becerisi gösterdikçe problem çözmekten zevk aldıklarını belirtmektedirler. Öğrencilerin çoğunluğu çalışmanın başında zorluklar yaşadıklarını belirtmektedirler. Zaman içerisinde yapılan etkinliklerle uzun zaman alan problem çözme süreci kısalmıştır. Böylece öğrenciler büyük önem verdikleri sınavlarda zaman problemi yaşamamışlar ve öğrencilerin çözümü kontrol etmek için de fazladan zamanları kalmıştır.

“Zorlukların farkında olma” üzerine öğrenci görüşleri: Deney grubundaki öğrencilerin büyük bölümü problem çözümlerinde deneysel işlem sonrası zorluklarla karşılaşmadıklarını belirtmektedirler. Yine de problem çözümlerinde zorlandıklarını belirten bazı öğrencilerin görüşleri ise şöyledir.

Ö 03d: “örneğin hmmm şey ... basınç konusunda ondalık ondalık sorular vardı. Mesela yoğunluk yoğunluk giriyordu işin içine. İşin içine yoğunluk girdi mi yapamıyordum. Yoğunluk falan hesaplamada.”

Ö 27d: “bazı konular var. Şey yani çevirmeler falan var. Onları pek yapamıyorum.”

Görüşmeci: “problem çözmeye hala zor gelen bir durum var mı?”

Ö 30d: “var.”

Görüşmeci: “nelerdir onlar?”

Ö 30d: “matematik çok şey yaa. Böyle çok karışık sorular soruyorlar. İşte denklem. Denklem beni iyice batırıyor.”

Görüşmeci: “fen bilgisi problemleri için problem çözümünde yaşadığın bir zorluk var mı?”

Ö 30d: “bazen formüller falan, bazen aklımızdan uçup gidiyor. Yani çözemiyorum.”

Görüşmeci: “daha çok formülleri hatırlamakta zorluk çekiyorsun.”

Ö 30d: “evet.”

Öğrenciler problem çözümünde genelde matematiksel işlemlerin varlığı söz konusu olduğunda bu işlemleri yapmakta zorluklar yaşadıklarını belirtmektedirler. Ayrıca bazı öğrenciler çalışma sonrasında da formülleri hatırlamakta zorluklar yaşamaya devam etmektedirler. Bu zorlukların dışında öğrencilerin belirttiği durumlar ise aşağıda belirtilmektedir.

Ö 08d: “şimdi problemi okuyorum. Verilenleri de çıkartıyorum. Ee ama bazen işte bi ... problem çözme taslağındaki bir yeri atlıyorum. Ondan sonra da problemi çözemiyorum.”

Ö 13d: “ben böyle şekil üzerinde gösterilmeyen problemlerde biraz zorlanmaya başladım. Yani onları başaramıyorum.”

Görüşmeci: “problem çözme konusunda kendini yetersiz hissettiğin durumlar var mı? Zorlandığı ya da sana sıkıcı gelen.”

Ö 17d: “eee bana sıkıcı gelen konular var aslında. Yani problemler değil de. Mesela ben kimyada çok zorlanırım. Eee onunla ilgili problem çözmek bana sıkıcı ve zor geliyor açıkçası. Ama eee mecbur olduğumuzdan onu da yapıyorum.”

Görüşmeci: “konu zorsa sevilmediyse problem çözmek...”

Ö 17d: “zevksiz oluyor yani.”

Öğrencilerin aslında problem çözümünde doğrudan yaşadıkları olumsuz bir durum söz konusu değildir. Ancak problem çözme taslağının uygulanması, problemin sunuş tarzı ve öğrencilerin konulara karşı motivasyonu gibi etkenler problem çözmeyi zorlaştırmakta ya da kolaylaştırmaktadır.

“Problem çözmeye karşı istek” üzerine öğrenci görüşleri: Problem çözmeye karşı öğrencilerin tutumları da önemli bir değişkendir. Aslında hem problem çözümlerinde hem de ilgili konuların öğretiminde öğrencinin tutumu büyük rol oynamaktadır. Deney grubu öğrencileri problem çözümlerinde istekli olmak konusunda önemle durmaktadırlar. Öyle ki bu yönde görüş bildiren öğrencilerin tümü problem çözümlerinde en önemli etkenin problem çözmeye karşı istekli olmak olduğunu belirtmektedirler. Problem çözümlerinde istekli olmak konusunda deney grubu öğrencilerinin görüşleri aşağıda sunulmaktadır:

Ö 03d: “çok önemli. İstek zaten, istek hırs birinci sırada geliyor. İstek olmadı mı zaten umursamazsın ki.”

Ö 08d: “bence kesinlikle istekli olmak lazım. Yani bi kere önceden soruyu gördün mü ben bu soruyu yapamam dedin mi olmuyor hiç bir şey. Yapamıyorsun problemi. Yani elimden geleni yapacağım diye düşünmek lazım. Bir de istekli almak lazım.”

Görüşmeci: “karşılaştırma yapalım. Problem çözmek için bir numara problem çözmeye karşı istekli olmak mı, yoksa o konu hakkında problem hakkında bilgi sahibi olmak mı?”

Ö 17d: “istek tabii ki. Yani istedikten sonra problemi çözersin. Öğrenirsin. İstemediğin zaman hiç bir şeyi öğrenemezsin ki yani.”

Öğrenciler problem çözmeye karşı istekli olmayı, problem çözmek için gerekli bilgiden daha üstün tutmaktadırlar. Bir önceki zorlukların farkında olma alt başlığında değinildiği gibi öğrenciler konulara karşı motivasyonlarında bir azalma olduğunda kendiliğinden o konu hakkında problem çözümlerinde de zorlanma, sıkılma yaşadıklarını belirtmektedirler. Buradan yola çıkarak problem çözme etkinliklerinde hem ilgili konuya karşı, hem de problem çözmeye karşı istekli olmak öğrenciler açısından çok önemlidir. Benzer şekilde kontrol grubu öğrencileri de problem çözmeye karşı istekli olmayı problem çözmek için birinci öncelik olarak görmektedirler. Bu yöndeki bazı tipik görüşler şöyledir:

Görüşmeci: “problem çözmek için iki durum var. Sana iki durum veriyorum. Problem hakkında bilgi ve bir de problem çözmeye karşı istekli olmak.”

Ö 32k: “evet.”

Görüşmeci: “Sence hangisi daha önce gelir?”

Ö 32k: “... problem için istekli olmak.”

Görüşmeci: “istekli olmak daha önde geliyor. Neden böyle düşünüyorsun?”

Ö 32k: “istemezsen hiçbir şey anlamazsın ki. Kafanda bilgi varsa bile hocam hani istemeden atarsın tutarsın yani öyle.”

“Kendine sorular sorma” üzerine öğrenci görüşleri: Problem çözümlerinde gösterilen üstbilis becerilerin biri de öğrencinin çözüme ulaşabilmesi için kendine sorular sorarak kendini yönlendirmesidir. Aşağıda deney grubundaki bazı öğrencilerin bu yöndeki görüşleri belirtilmektedir:

Görüşmeci: “problem çözümünde kendine böyle sorular sorduğun olur mu? doğru cevabı bulmak, kendini güdülemek için.”

Ö 20d: “nereden nereye falan diye öyle sorular sorarım hani. Bu çıkmazsa buradan bunu bulmuş olurum. İşte oradan başka bir şey bulmuş olurum diye.”

Görüşmeci: “daha önceden de yapar mıydın böyle?”

Ö 20d: “daha önce yapmıyordum.”

Öğrenciler kendilerine sorular sorarak çözüm için yeni bir strateji geliştirmeye çalışmaktadırlar. Çözümde alt işlem basamaklarına dikkat ederek aslında yaptıklarını gözlemlemeye çalışmaktadırlar. Kontrol grubu öğrencilerinin de bu becerisi formüllerin problemde doğru kullanılıp kullanılmadığı üzerinedir.

Görüşmeci: “problem çözerken kendi kendine sorular sorduğun olur mu?”

Ö 33k: “evet.”

Görüşmeci: “ne sıklıkta sorular sorarsın kendine? Her problemde yapar mısın bunu?”

Ö 33k: “her problemde yapmam da eee bu formül bu soruda niye kullanayım, neden kullanıyorum diye sorular sorarım kendime hocam ara sıra.”

Kontrol grubunun kendilerine problem çözümlerinde sordukları sorular işlemlerin doğruluğu ya da başarısız çözümlerde farklı bir strateji geliştirmek için

değil, problem çözüme basamaklarındaki görüşlerde belirtildiği gibi önemle üzerinde durdukları formüllerin kullanımı üzerinedir.

“Planlama, kendini yönlendirme” üzerine öğrenci görüşleri: Problem çözümlerinde belki de en çok üzerinde durulması gereken durum çözümde başarısızlık yaşandığında ya da bir zorlanma yaşandığında nelerin yapılması gerektiğidir. Bu alt başlık altında kendini sorgulama alt başlığı ile de yakından ilgilidir. Planlama ve kendini yönlendirme genellikle başarısız problem çözümlerinde daha sık rastlanırken, kendine sorular sormak ise problem çözmenin her aşamasında her zaman gösterilecek bir üstbilgi beceridir. Aslında problem çözümünde öğrencinin nasıl bir yöntem uyguladığı, kendisinin sahip olduğu işlem basamaklarının ne olduğu başarısız problem çözümü durumunda yaptıkları ile daha iyi anlaşılacaktır. Öyle ki çözüm sürecinde her şeyin öğrencinin isteğine göre gittiği bir problemde işlemlerin yapılarak sonucun bulunması olağan bir durumdur. Ancak çözümde başarısızlığa uğramak gibi bir durumla karşılaşıldığında öğrencinin probleme yeni bir bakış açısıyla yaklaşması, kendini yönlendirerek yeni bir plan oluşturması gerekmektedir. Eğer bunu yapabiliyorsa gerçekten sağlam ve işe yarayan bir problem çözüme yöntemine sahip olduğu söylenebilir. Deney grubundaki bazı öğrencilerin bu yöndeki görüşleri aşağıda verilmiştir.

Görüşmeci: “Bir problemi çözmeye çalıştım. Ancak başarılı olamadım. İlk olarak ne yaparsın?”

Ö 03d: “önce o yaptığının hepsini unuturum. En başta en başa dönerim. Yine en baştan başlarım. Soruyu mutlaka tekrar okurum. Soruyu okurken acaba yanlışlık yaptım mı diye. Ondan sonra bilgilerime dayanarak yapmaya başlarım. Olmuyorsa olmuyordur.”

Görüşmeci: “böyle bir düşünce basınçtan önceki problem çözümlerinde de var mıydı?”

Ö 03d: “yoktu. O soruyu boş bıraktım. Yapmazdım yani.”

Görüşmeci: “sadece sana bir soru verdik. Çözdün ve sonuç çıkmadı. Ne yaparsın?”

Ö 31d: “silerim tekrar sil baştan yapmaya çalışırım.”

Görüşmeci: “neler yaparsın? Yapmak deyince hangi eylemleri yaparsın? Hepsini sildin sonra.”

Ö 31d: “tekrar yeniden okurum, sonra yeniden verilenleri yazarım ve öncekine pek bakmam yani. Yeniden o kafama takılmaz.”

Görüşmeci: “Diyelim ki daha önceleri basınçtan önce problem çözmede başarısız olduğunda, öyle bir durumda ne yapardın?”

Ö 31d: “eee ilk eylemim. Basınçtan önce sıkıcı geliyordu. Özellikle çok sıkıcıydı ve tekrar onu okumak böyle ne bileyim soğuyordum artık zevk almıyordum. Ama basınçtan sonra yani şu durumda zevk alarak tekrar uğraşıyorum. Yani öbür türlü hiç uğraşmıyordum, sorularla. Yanlış çıktı bırakıyordum.”

Öğrencilerin birçoğu problem çözümünde başarısızlık durumunda ne yapacaklarını biliyorlar. Artık deney grubu öğrencileri problem ile uğraşmakta ve onu çözmeye çalışmaktan çekinmemektedirler. Daha önceleri ise problem sıkıcı gelmekte ve problemi çözmeyi bırakmayı tercih etmektedirler.

Bazı deney grubu öğrencileri de başarısız problem çözümlerinde problem çözme taslağını aynen tekrar uygulamaya yönelmektedirler.

Görüşmeci: “problem çözümünde başarısız olduğunda böyle bir durumda ilk olarak yapacağın işlemler nedir?”

Ö 15d: “uygulamaya çalışırım. Yine ulaşmaya çalışırım.”

Görüşmeci: “çalışmak derken ne yaparsın biraz açar mısın?”

Ö 15d: “yine okurum soruyu. Yine iyice anlamaya çalışırım. Sonra o kitapçıkta (*deney grubuna dağıtılan problem çözme kitapçığı*) eksikim varsa kitapçığa bakarım. Onları yine uygulamaya çalışırım. Yine bulamadıysam eğer çok yapamadıysam öğretmenlerime sorarım.”

Görüşmeci: “bundan önceki ünitelerde bir problemde başarısız olduğunda yaptığın, uyguladığın bir yöntem var mıydı?”

Ö 15d: “soruyu okuyup yapamadıysam sıkılıyordum hemen.”

Görüşmeci: “evet.”

Ö 15d: “yani bırakıyordum aslında çalışmayı. Yani böyle yapamayınca yapamayacağım diye.”

Görüşmeci: “bırakıyordun.”

Ö 15d: “evet.”

Görüşmeci: “şu anda ise?”

Ö 15d: “anlamaya çalışıyorum.”

Öğrencilerin büyük bir bölümü problem çözmede başarısızlığa uğradıklarında ilk olarak problemin başına dönerek onu tekrar okuyup, anlamaya çalışmaktadırlar. Yaptıkları bir diğer işlem de problem çözme kitapçığındaki işlemlere tekrar başvurarak problemi çözmeye çalışmaktır. Deney grubu öğrencileri kendilerini ilk olarak problem çözümünün en can alıcı bölümüne yani problemin okunup anlaşılmasına yönlendirmektedir. Bu yönde görüş bildiren öğrencilere basınç ünitesinden önceki problem çözümlerinde ne yaptıkları da sorulmuştur. Çalışmaya katılan öğrencilerin neredeyse tamamı uygulama öncesinde problemi boş bırakıp geçtiklerini, sıkılıp çalışmayı bıraktıklarını belirtmektedirler.

Deney grubu öğrencilerinin bazıları da başarısız bir problem çözümünde ilk olarak işlemleri kontrol ettiklerini ifade etmişlerdir.

Görüşmeci: “bir problem çözüyorsun. Bir şeyler yaptın. Ama sonuç yok. Başarısızlığa uğradın. Böyle bir başarısız problem çözümünde ilk olarak ne yaparsın?”

Ö 18d: “önce yaptığım işlemlere bakarım. Nerde hatam olduğunu bulmaya çalışırım. Eğer baktığımda bulamazsam soruyu tekrar çözerim.”

Görüşmeci: “çözmek derken yaptığın işlemler nedir?”

Ö 18d: “yaptığım işlemleri tekrar ederdim önce.”

Görüşmeci: “sayısal işlemler mi?”

Ö 18d: “hıhı veya mantıken. Tekrar düşünürüm, not alırım. Nereleri ne yaptığımı. En başta yaptığım işlemleri veya o düşündüklerimi tekrar bir gözden geçiririm. Nerde hata yapmış olabilirim diye düşünürüm. Bulamazsam tekrar baştan yaparım.”

Görüşmeci: “daha önceden böyle bir durumda başarısızlıkta, problem çözmede başarısız olduğunda ne yapardın? Farklılık var mı, daha önceyle?”

Ö 18d: “canım sıkılırdı. Soruların hiç birini çözmek istemezdim. Bir soruyu çözemedim mi konu zevkli gelmezdi. Birden o konu benim için biterdi.”

Görüşmeci: “ama şimdi?”

Ö 18d: “şimdi tekrar yapıyorum, tekrar yapıyorum bulana kadar.”

Görüşmeci: “yani tekrar soruya dönmek, soruyu çözmek için bir...”

Ö 18d: “çabam var.”

Deney grubu öğrencilerinin bir bölümü de görüşlerinde, başarısız bir problem çözümde gözlem yapmaya, işlemlerini kontrol etmeye ağırlık verdiklerini belirtmektedir. Yukarıda bir öğrencinin belirttiği gibi önce yaptıklarını gözlemleyip sonra da bunlar üzerinde düşünerek hatasını aradığını, hatasını bulamayıp tekrar başarısız olduğunda ise problemi en baştan yeniden çözdüğünü belirtmektedir. Bu öğrenci de basınç problemlerinden önce problem çözümlerinde başarısız olduğunda problem çözmeye karşı hiçbir istek duymadığını ifade etmektedir. Ama hepsinden önemlisi konu hakkında problem çözemediğinde konudan tamamıyla sıkılıp soğuduğunu ifade etmektedir.

Kontrol grubu öğrencilerine de başarısız problem çözümünde neler yaptıkları sorulmuştur. Aşağıda alınan tipik yanıtlar sunulmaktadır:

Ö 21k: “yanlış çıktıysa ilk önce formüllerine falan bakarım. Onlar doğruysa işlemlerime bakarım. Toplama, çıkarma, bölme. Onlarda eğer bir yanlışlık yoksa eee gidiş şeyim yanlış ya da ben bilmiyorum.”

Ö 22k: “formülleri yazarım bırakırım. En azından verilirse bir puan formüle verilir. Yani iki, üç puan formüle verilir.”

Görüşmeci: “problem çözümünde başarısız oldun. Böyle bir durumda ne yaparsın?”

Ö 35k: “yeniden çözmeye devam ederim.”

Görüşmeci: “neler yaparsın?”

Ö 35k: “yaptıklarımın biraz daha tersini yaparım.”

Görüşmeci: “neler yaparsın mesela tersini yapmak derken, neleri kast ediyorsun?”

Ö 35k: “problemi topladıysam bu sefer çıkarırım, bölerim.”

Kontrol grubu öğrencileri problem çözümlerinde başarısızlığa uğradıklarında öncelikle formüllere bakmakta ve yaptıkları dört işlemlerin doğru olup olmadıklarını incelemektedirler. Bunu da yaparken yanıtı bulmak için bilinçli biçimde aritmetik işlem yapmak yerine, bu işlemleri yalnızca sayısal bir sonuç bulmak için yapmaktadırlar. Bazı öğrenciler de problemin doğru yanıtını araştırmak yerine formülleri yazarak problemi sonlandırmaktadırlar.

4.1.2.3.1.4 Öğrencilerin Dağıtılan Kitapçık Hakkındaki Görüşleri

Deney grubu öğrencilerine kendilerine dağıtılan ve basınç ünitesi boyunca kullandıkları kitapçık hakkındaki görüşleri de sorulmuştur. Öğrencilerin verdikleri yanıtlar aşağıda sunulmaktadır. İlk olarak öğrencilerden kitapçık hakkında genel bir değerlendirme yapmaları istenmiştir. Kitapçık hakkında bazı öğrencilerin yaptıkları tipik yorumlar aşağıda belirtilmektedir:

Ö 02d: “sorulara, problemlere bakış açım değişti. Sonra içindeki anlatım şekilleri güzeldi. Problemleri anlamamda kolaylık sağladı....formüllerde, zorluk çektiğim bazı konularda yardımcı oldu. Netlerimi yükseltti. Çok güzel bir kitapçıktı.”

Ö 03d: “güzel bir kitap. İçinde her çeşit problem olduğu için yani her çeşit problem olduğu için her türlü probleme karşı hazırlıklı oluyoruz. En çok sevdiğim şey (kitapçığı karıştırıyor.) grafikleri seviyorum.”

Ö 04d: “ben bu kitabı çok beğendim. Ders kitabı niyetine kullandım. Yani sınavdan önce bu kitaba çalıştım. Bize verilen kitaptan pek bir şey anlayamadığım için bu kitap yani bize hitap ettiği için ben hep bu kitaptan çalıştım.”

Ö 31d: “O kitapçık olmadan önce benim soru çözme alışkanlığım çok fazla yoktu diyebilirim yani. Ama o kitapçık olunca çok faydası oldu. Özellikle o iki sayfa olan bölüm (*kitapçıkta problem çözme taslağı*). Soruları nasıl çözebileceğim. O daha çok faydası oldu.”

Deney grubu öğrencileri kitapçık hakkında olumlu görüş bildirmişlerdir. Özellikle kitapçık içerisinde farklı bölümlerin olması öğrencilerin hoşuna gitmiştir. Her öğrenci görüşmelerde kendine göre bir bölümü ön plana çıkartmıştır. Bu bazen grafiklerin olduğu bölüm, bazen de problem çözme taslağı olmuştur. Bazı öğrenciler ise kitapçığı ders kitabı yerine kullandıklarını ifade etmişlerdir. Öğrencilerin kitapçıkta bölümler hakkındaki görüşleri alt başlıklar halinde aşağıda sunulmaktadır.

Fen bilgisi problemlerinin çözümü adlı bölüm üzerine görüşler: Öğrenciler fen bilgisi problemlerinin çözümünün anlatıldığı bölüm hakkında olumlu görüş bildirmektedirler. Bazı öğrencilerin yaptıkları yorumlar aşağıda belirtilmektedir.

Ö 08d: “burada tamamen problemin ne olduğunu açıklamış. Bence ne tür yollarla yapılabileceğini açıklamış.”

Ö 09d: “burada zaten şu ee çözmeye yöntemlerinin hepsini anlatıyor yavaş yavaş. Bunları okuduktan sonra bunları açıklayabiliyoruz. Bence en iyi aşaması buydu.”

Öğrencilerin problem ve problem çözme hakkında bu bölümden bilgi sahibi oldukları görülmektedir. Problem çözmeye kullanılacak yöntemlerin neler olduğu belirtilmekte ve bazı öğrenciler kitapçıktaki en iyi bölümün burası olduğunu vurgulamaktadırlar.

Problem çözme taslağı üzerine görüşler: Öğrencilerin, kitapçıkta bulunan problemleri çözmekte kullandıkları problem çözme taslağı hakkındaki görüşleri de çoğunlukla olumludur.

Ö 01d: “birden hepsini bir anda çözeseydi tabii anlamazdım da basamak basamak olunca daha iyi oldu.”

Ö 03d: “bence iyi olmuş. Çünkü yani böyle bir taslak hazırlamak... problemi nasıl yapacağımızı öğreniyoruz. Dediğim gibi problemi anlamaya zaman ayırıyoruz. Önceden direk işlem yapıyorduk.”

Ö 28d: “zaten ben basınç konusunda o kadar çok zorlanmadım. Yani verdiğiniz o iki sayfalık ee problemlerle ilgili taslak hoşuma gitti zaten. Çözerken daha iyi anlayabiliyordum. Yani hoşuma gitti. Sonradan da alıştım zaten bunlara. Daha da iyi yapmaya başladım. Biraz zamanımı alıyordu ama sonradan sonradan azaldı zamanım.”

Ö 30d: “ben ilk önce verdiğinizde bütün problemleri 2 sayfa, 3 sayfa diye çözeceğiz sanmıştım. Ondan sonra işte yaa. O problemi zaten anlattı. İşte problemi anlamak ve formülleri uygulamaktı. Daha sonra yaa böyle öbürkü STS’lerde (seviye tespit sınavı) bile öyle problemi anlıyorsun, sonra formülleri uyguluyorsun. Ya o kadar uzun anlatmış ama şey onun özeti oydu. Problemi anlamak ve formülleri uygulamak.”

Öğrenciler problem çözme taslağını uygulayarak problemleri nasıl çözeceklerini öğrendiklerini, taslağın kendilerine yararlı olduğunu belirtmektedirler. Özellikle taslağın ilk olarak problemlere uygulanmasının zaman aldığını ancak geçen zamanla taslağı kendilerine göre kısaltarak kendi problem çözme taslaklarını oluşturduklarını görmekteyiz. Öğrencilere taslak, ilk olarak uygulaması zaman alıcı gelmesine rağmen, hiçbir öğrenci uygulayamadığını ya da taslağın zor olduğunu ifade etmemiştir.

Kavram, şekil ve grafiklerin olduğu bölüm üzerine görüşler: Deney grubu öğrencileri özellikle şekil ve grafiklerin problem çözümlerindeki önemini görüşlerinde belirtmişlerdir. Şekil ve grafik çizerek problemleri daha rahat anlayıp, çözdüklerini ifade etmişlerdir. Bu yöndeki bazı öğrencilerin görüşleri aşağıda verilmektedir.

Ö 08d: “bence çok güzel. Çünkü sadece yazı yeterli olmuyor. Bazen şekil de olunca daha da iyi çözebiliyoruz. Daha çabuk çözebiliyoruz problemleri.”

Ö 17d: “o şekiller aslında eee insanın aklında kalıyor. Aslında yani güzel açıklanmış. Hatta bazı problemleri çözerken gözümün önüne de geliyor. Yani oradan yararlanarak baya soru çözdüğüm oluyor.”

Ö 18d: “...genelde fen ... fen dersinde grafik yorumlama çok önemli oluyor. Yani soruları çözerken zaten sorunun % 50’si, % 60’ı problemi okuduktan sonra o grafiği yorumlamak veya o problem, grafiği çizmekle elde ediliyor. O yüzden de yorum getirmek amacıyla iyi bir şey.”

Ö 30d: “evet, şey sınavda falan ben o kitapçıktan yararlandım. Yani hepsini, o kitapçıktaki bütün soruları çözdüm sınavdan önce. Bence, grafikler falan bence iyiydi. Klasik olacağı için belki grafik de sorabilirdiniz oradan.”

Öğrencilerin görüşlerine baktığımızda şekil ve grafiklerin problem çözümünde onların en büyük yardımcıları olduğunu söylemek doğru olacaktır. Öğrenciler, şekillerin problem çözümlerinde çözümü hızlandırdığını, bir takım çözüm stratejilerinin geliştirilmesine yardımcı olduğunu belirtmektedirler. Grafiklerin de şekiller kadar önemli olduğunu ve bir problemin çözümünün ilkin

problemi okumak ardından grafik çizimi olduğu öğrenciler tarafından belirtilmektedir.

4.1.2.3.2 Uygulamaya Katılan Öğretmenlerin Görüşleri

Bu bölümde çalışmanın “Çalışmaya katılan öğretmenlerin problem çözme etkinlikleri üzerine görüşleri nelerdir?” şeklindeki onuncu alt problemine yanıt aramak için öğretmenlerle yapılan görüşmelerden elde edilen bulguların analizi yapılmaktadır. Uygulamaya katılan öğretmenlerle yapılan görüşmelerde yapılan çalışma hakkında görüşleri sorulmuştur. Öğretmenlerin görüşleri alt başlıklar halinde sunulmaktadır.

Kitapçık hakkında değerlendirme: Kitapçık hakkında öğretmenlerin görüşleri olumlu yöndedir. Kitabın görsel açıdan kullanışlı olduğu belirtilmekle birlikte, içindeki bölümler de genel olarak yararlı bulunmuştur. Çalışmaya katılan öğretmenlerin, öğrencilere dağıtılan kitapçık hakkındaki görüşlerine en tipik iki örnek aşağıda verilmektedir.

Öğretmen 1: “kitabın kullanışlılığı gayet güzeldi bence. Çok kalın olmayışı bir kere yani mesela bir görsellik ilk önce önemlidir biliyorsun. Üniversitelerde biliyorsunuz. Eee bize kitap kullanmayla ilgili ya da kitap nasıl olmalı gibi derslerimiz vardı. Biliyorsunuz o derslerde de gösterildiği gibi öncelikle göz korkutucu bir hali yoktu.”

Öğretmen 2: “evet onu söyleyeyim. İlk başta kitabın anlatımı, problem çözme basamakları ile ilgili anlatımı çok güzel. Hatta onu ben kendi 6. sınıflarıma da fotokopi ile çoğaltarak verdim. Ama sonraki grafik basamakları ağır. Yani bizim 7. sınıfta değil liseye uygun o grafikler. Baya bir ağır. Alta geçme, Y düzleminde, X düzleminde onlar 7. sınıf için ağır geldi bana. Yani onları görünce eee çocuk problem çözme basamakları çok da zor diyebilir. Ben problemleri basamaklara uygun olarak derste çözdüm.”

Öğretmenler problem çözme kitapçığını faydalı bulmakla birlikte bir öğretmen, içerisinde grafiklerin bulunduğu bölümde negatif bölgelerdeki çizimlerin 7. sınıf öğrencileri için ağır olduğunu ifade etmektedir.

Problem çözme taslağı üzerine görüşler: Problem çözme taslağı öğretmenler tarafından sınıfta rahatlıkla uygulanmış ve bir zorlanma yaşanmamıştır. Öğrencilerin de görüşlerinde belirttikleri gibi çalışmanın başında uzun süren problem çözümleri sebebiyle bazı şikâyetler yaşansa da problem çözümlerinde yapılan etkinliklerin zamanla daha iyi anlaşılmasıyla bu problem ortadan kalkmıştır. Sonuçta öğrenciler kendi problem çözme taslaklarını zihinlerinde oluşturabilmişlerdir. Öğretmenlerin, kitapçıktaki problem çözme taslağı üzerine görüşleri olumlu olmakla birlikte bu taslağın problem çözme çalışmalarında en önemli etkenlerden biri olduğunu belirtmektedirler. Öğretmenlerin bu konudaki görüşlerine tipik iki örnek aşağıda verilmektedir.

Öğretmen 1: “.....İlk olarak çocuklar şimdi basamakları tek tek yaptığınız zaman çok uzun süre çalıyor. Yani bir problem 3 sayfa, 4 sayfa sürdüğünden şikayet ettiler bana. Ama ben dedim ki onlara her zaman başta zor olacak ama siz bu konu ilerledikçe bu çok daha kısılacak. Ki en son, son testte gördünüz.”

Görüşmeci: “evet.”

Öğretmen 1: “ne kadar kısa ve öz olarak baya bir şeye ulaştılar.”

Görüşmeci: “kendilerince bir özet yapıp.”

Öğretmen 1: “öyle.”

Görüşmeci: “kendi taslaklarını kafalarında oluşturdular.”

Öğretmen 1: “yani taslak şimdi eee belki iki sayfalık taslak yanlış hatırlamıyorsam.”

Görüşmeci: “evet.”

Öğretmen 1: “iki sayfalık taslaktı. O iki sayfalık taslağı bence artık kafalarında çok küçük bir şablon haline getirdiler. O küçük şablon basamak basamak artık oturdu. Ve şu anda bence ona göre gayet güzel soruları çözüyorlar.”

Öğretmen 1: “.....Benim en çok hoşuma giden tarafı taslaktı. Taslağı çocuk kafasına şablonu oturttuğu zaman kesinlikle bir sorun yaşamıyor.

Tabii ki burada diğ er matematiğ i diğ er derslerin de iyi olması gerekiyor. Ayrı bir şey ama, eee taslak oturunca konu da ş ıkır ş ıkır oturuyor.”

Öğretmen 2: “...problem çözerken oradaki problemi yani çocuk nereye dikkat kesileceğ inin farkına vardı. Normalde gerçekten problemi okuduğ unda çoğ u istenen verileri tam ayırt etmiyordu. Ama bu basamaklarla onu şek ille grafikte ayırt etmesini sağ ladı. Oradaki grafikler güzel. O problem çö zme grafiklerinde ilk baş taki değ il de.”

Görüşmeci: “evet anladım.”

Öğretmen 2: “o grafikler onlar güzel. Değ erlendirme güzel. O basamaklar tek tek çok net bir şekilde belli. Ne istediğ ini soruyor. İ ūte 2a, 2b, c. Onları sırasıyla biz takip ettik. Problemimizi çö zdük. Ş ey yapmadık. Çok ta zorlanmadılar.”

Öğretmenler problem çö zme taslağ ının öğrenc i zihninde yapılanmasında onlara yardımcı olmuş lardır. Taslak kullanılarak yapılan problem çö zme ç alışmaları zaman içerisinde her öğrenc inin çö züm için kendi problem çö zme taslağ ını oluşturmasını sağ lamıştır. Burada esnek olarak tasarlanmış problem çö zme basamakları problemin analiz sürecinde verilenlerin ve istenenin neler olduğ unun farkına varılmasında öğrenc ilere büyük katkılar sağ lamıştır. Öğrenciler problemdeki önemli yerlerin neler olduğ unu ve bu bölümlerde grafik ve şek iller yardımıyla neler yapılması gerektiğ ini ç alışmalar sonrasında rahatlıkla ifade etmektedirler. İ ki numaralı öğretmen, özellikle grafikler bölümünü yukarıda belirtilen negatif bölgelerde çizilenlerin dışında olumlu bulmaktadır.

Çalışmada kullanılan problemler üzerine görüşler: Öğretmenlerin problemler üzerine görüşlerine baktığımızda, öncelikle seçilen problemlerin ç alışmanın doğ asına uygun olduğ unu ifade etmişlerdir. Böylece problem çö zme etkinliklerinin en önemli bölümünü oluşturan problemler öğretmenlerin onayını almaktadır. Bu da öğretmenler tarafından yürütö len ç alışmanın başarıya ulaşmasını kolaylaştırmaktadır. Bu yöndeki öğretmen görüşleri ř u şek ildedir.

Öğretmen 1: “problemler gayet güzeldi. Tam yorumdu. Eee bir çocuğ un bir problem çö zerken neleri istediğ i ya da neleri yapması gerektiğ ini tam isteyen problemlerdi. Yani iş te daha sorular vardır. Biliyorsunuz direkt

hemen bir kerede sonucu çıkarabilirsiniz. Ama siz gerçekten bir problem ile karşı karşıyaysanız çözüm yolları bulmanız gerekir. Soruların %90'ı bence çözüm yolu aramanız gereken sorulardı. Çözüm yolu arayınca da problem çözme tekniğini kullanman gerekir.”

Öğretmen 2: “problemler eee sadece bilgiye yönelik değil. Yani deneysel verilerle ilgili yani sonuç olarak da problem çözme matematiksel işlemle değil de yorum ifade etmesiyle problemler güzel.”

Çalışmaya katılan öğretmenler çalışmanın kuramsal çerçevesini oluşturan iyi yapılandırılmış problemlerin kitapçıkta öğrencilere sunulduğunu belirtmektedirler. Ayrıca öğretmenlerin çalışmada öğrencilere kazandırılmaya çalışılan problem çözme yöntemini iyi anladıklarını görmekteyiz.

Öğrencilerin problem çözme becerilerinin gözlemlenmesi: Öğretmenler, problem çözümlerinde öğrencilerin yaptıklarını gözlemlemişlerdir. Bu konuda bir öğretmenin görüşü şöyledir.

Öğretmen 1: “..... Çünkü çocuk şimdi eee soru verilmiş, biraz karmaşık geliyor çocuğa. Hemen şeklini çiziyor. Şekil çiziyor ya da ne bileyim kendi kafasından rakamlar veriyor. Sayılar veriyor. Kendine göre yöntem buluyor o sırada. Bir teknik buluyor kendince. Ama bunu şekil çizerek yapıyor, ama direkt formülle yapıyor, ama kafasınca bir yorum yapıyor, ama mutlaka şunu yapıyor ilk başta dikkatli okuyor. Verilenleri çıkarıyor. Benden ne istiyor. Bunu oturturdu. Zaten gerisi önemli değil.”

Öğretmenler, problem çözme çalışmalarında öğrencilerin, problem çözmenin doğasına uygun olarak kendilerinden istenen işlemleri hem problem çözme basamaklarında anlatılanları uygulayarak hem de problem çözme kitapçığındaki taslak, şekil ve grafikler bölümlerini kullanarak yerine getirdiklerini ifade etmişlerdir. Buradan diyebiliriz ki; öğretmenler öğrencilerini problem çözümlerinde iyi gözlemlemişlerdir.

Öğretmenlerin çalışma hakkında genel görüş ve önerileri: Öğretmenler kitapçık ve uygulama üzerine belirttikleri görüşlerde özellikle uygulamanın başarıya

ulaşmasında öğrencilerin iyi bir rehber ihtiyacı duyduklarını ifade etmektedirler. Bununla ilgili olarak öğretmenler tarafından; problem çözenin anlatıldığı bölümdeki bazı terimlerin daha açık biçimde ifade edilmesi ve bu bölümdeki tabloların kullanımında daha açıklayıcı bilgilerin verilmesi, kitapçıkta bazı bölümlerin renklendirilmesi ve konu ile ilgili karikatürlerin koyulması öğrencilerin ilgisini çekmekle birlikte zor olarak nitelendirilen basınç ünitesine karşı olumlu tutum geliştirmelerine yardımcı olacağı belirtilmektedir. Bu konuda öğretmenlerin görüşleri aşağıda verilmektedir.

Öğretmen 1: “kitapçıkta çok değiştirmek istediğim bir şey olmazdı. Sadece biraz daha böyle eee terimlerdeki şeyle o ilk baştaki terimler vardı ya onu biraz daha çocuk bunalıyor gibi. Yani bunda eğer tam bir rehber olmazsa biraz çocuk zorluk çekebilir o konuda. İlk baştaki o anlatımdaki hani o tablolar var ya değişken semboller var ya çocuklar biraz daha ne olduğunu anlamıyorlar. Orda mutlaka bir rehber ihtiyacı oluyor. Ama diğer şeyler iyiydi. Güzeldi. Ben memnunum. Yani kitapçık güzeldi.”

Öğretmen 2: “renkli olabilir. Renkli karikatürize şekiller, o şekilde olabilir. İlgi çekici. Basınç ünitesi zor anlaşılabilir üzerinde durulması gereken bir ünite.”

Çalışmaya katılan öğretmenler yapılan problem çözme etkinliklerini benimseyerek çalışmanın özünü uygun olarak yürütmüşlerdir. Kitapçıkta bazı bölümlerin öğrenciler tarafından anlaşılabilmesi için gerekli rehberlik yapılmıştır. Problem çözümlerinde taslağın uygulanmasına gerekli özen gösterilmiştir. Çalışma sonunda öğrenciler taslaktan yola çıkarak kendi problem çözme taslaklarını oluşturmuşlardır. Böylece baştan uygulaması zaman alan problem çözme etkinlikleri öğrencilerin de görüşlerinde belirttikleri gibi onların problem çözme için ayırdıkları zamanı kısaltmıştır. Sonuç olarak çalışmaya katılan öğrenciler problem çözenin ne olduğunu, nasıl yerine getirmeleri gerektiğini öğretmenleri eşliğinde öğrenmişlerdir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmanın bu bölümünde, deneysel çalışmada sunulan bulgulardan elde edilen sonuçlar ve ardından bu sonuçlara dayalı olarak önerilere yer verilmektedir.

5.1 Sonuçlar

Bu çalışmada, ilköğretim 7.sınıf fen bilgisi dersi programındaki “Ya basınç olmasaydı?” ünitesi çerçevesinde öğrencilere uygulanan problem çözme etkinliklerinin; başarıya, fen bilgisine ve problem çözmeye karşı tutum ile üstbiliş beceriler geliştirmeye katkıları incelenmiştir. Aşağıda sırasıyla; başarı testi ve tutum ölçeklerinden, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin problem çözme beceri puanlarından, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin başarı son testinde yaptıkları hatalar ve kurdukları cümleler ile çalışmaya katılan öğrenci ve öğretmenlerle yapılan görüşmelerden elde edilen sonuçlar sunulmaktadır.

5.1.1 Başarı Testi ve Tutum Ölçeklerinden Elde Edilen Sonuçlar

Deney ve kontrol gruplarına uygulama öncesi ve sonrasında yapılan test (basınç başarı testi) ve anketlerden (fen bilgisine, problem çözmeye karşı tutum ve üstbiliş beceriler geliştirmeye yönelik anketler) elde edilen sonuçların özeti Tablo 5.1’de sunulmuştur.

Tablo 5.1 incelendiğinde, uygulama öncesi her iki grubun da problem çözmeye karşı tutum ölçeği ve üstbiliş beceri puanları aynı düzeydedir. Fen bilgisine karşı tutum ölçeği puanları ön testte deney grubunda daha yüksek düzeydedir. Deney grubunun basınç başarı ön test puanları da kontrol grubundan yüksektir.

Ancak en yüksek puanın 106 olduğu dikkate alındığında bu fark çok küçük bir oranda kalmaktadır.

Tablo 5.1 Çalışmaya katılan öğrencilere uygulanan test ve ölçek puanları ortalama ve standart sapma değerleri

		Deney grubu		Kontrol grubu	
		\bar{X}	S	\bar{X}	S
Ön test	Basınç BT	7,74	4,50	5,40	3,51
	Fen bilgisi TÖ	80,70	12,61	76,56	13,07
	Problem çözme TÖ	69,95	6,61	69,02	5,72
	Üstbiliş	113,39	15,16	111,56	15,81
Son test	Basınç BT	34,87	21,26	11,82	5,67
	Fen bilgisi TÖ	85,62	9,33	71,18	13,28
	Problem çözme TÖ	72,57	6,52	69,14	6,75
	Üstbiliş	119,00	12,11	109,89	17,72

Deney grubu tüm test ve ölçek puanlarını deneysel işlem sonrası arttırmaktadır. Kontrol grubunda ise yalnızca basınç başarı test puanlarında bir yükselme görülmüştür. Fen bilgisi dersine karşı tutum ölçeği ve üstbiliş beceri puanlarında bir düşüş gözlenmektedir. Problem çözmeye karşı tutum ölçeği puanında ise bir değişim bulunmamaktadır.

Tablo 5.2 Deney ve kontrol gruplarına uygulanan test ve ölçeklere ait ön-son test puanlarının ANOVA sonuçları

	sd	F	p
Basınç Başarı Testi	1	86,90	0,000*
Fen Bilgisi Tutum Ölçeği	1	28,11	0,000*
Problem Çözme Tutum Ölçeği	1	4,84	0,029*
Problemleri Nasıl Çözersiniz(Üstbiliş Beceriler)	1	10,34	0,002*

* p< 0,05 düzeyinde puanlar arasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır

Deney grubunda yapılan problem çözüme etkinliklerinin, kontrol grubundan farklı olarak bu değerlerde istatistiksel anlamda bir farklılık oluşturup oluşturmadığını belirlemek amacıyla yapılan tekrarlı ölçümler ANOVA sonuçları üstte Tablo 5.2’de verilmiştir. Tablo 5.2 incelendiğinde basınç başarı, fen bilgisine ve problem çözüme karşı tutum ile üstbilgi becerilerin gelişiminde deney grubunda uygulanan problem çözüme etkinlikleri, kontrol grubunda yapılan problem çözüme etkinliklerinden istatistiksel olarak daha etkili sonuçlar vermiştir.

Gruplar arasında kazanım puanlarına baktığımızda da deney grubunun kontrol grubuna karşı bir üstünlüğü bulunmaktadır. Basınç başarı testi deney grubu kazanım puanı % 28 iken, kontrol grubunda ise % 6 kadardır. Fen bilgisi tutum ölçüğünde kazanım deney grubunda % 25 ve kontrol grubunda ise % 22 seviyesinde bir azalma vardır. Problem çözüme tutum ölçüğünde deney grubu kazancı % 9, kontrol grubunda bu değer % 0,4 düzeyindedir. Üstbilgi beceri puanlarında deney grubunda % 15 kazanç varken, kontrol grubunda ise % 4 düzeyinde puanlarda bir azalma bulunmaktadır. Bu sonuçlar doğrultusunda deney grubunda uygulanan problem çözüme etkinliklerinin öğrencilerin başarılarını arttırmada, fen bilgisine ve problem çözüme karşı tutumları ile üstbilgi beceriler geliştirmelerinde kontrol grubuna göre büyük bir kazanç meydana getirdiği görülmektedir. Gruplara uygulanan başarı testi değerlendirilirken problem çözümlerinde formül kullanımı da araştırılmıştır. Uygulama sonunda yapılan basınç testi puanlarında deney grubunun formüllerin kullanımında kontrol grubuna göre daha başarılı olduklarını ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın bulunduğunu görmekteyiz ($F_{(1,160)}=56,94$, $p<0,05$). Sonuç olarak deney grubundaki öğrenciler, problem çözüme etkinlikleri sayesinde kontrol grubuna göre formülleri doğru ve tam olarak kullanma becerisi kazanmışlardır.

Yukarıda verilen basınç başarı testinden elde edilen sonuçlar literatürde yapılmış çeşitli çalışmalardan [3, 4, 14, 24, 70, 102, 104] elde edilenler ile benzerlik göstermektedir. Uygulanan yöntemler öğrenci zihninde yapılandırılan problem çözüme şemasını geliştirmekte ve bu şemada yer alan kavramsal bilginin yanında işlemsel bilginin gelişimini de sağlamaktadır. Ders ortamında yapılan çeşitli etkinlikler öncelikle konular hakkında kavramsal bilgi kazanımı amacını

taşımaktadır. Ancak bu işlem kadar problem çözme yöntemleri kazanımı amacıyla da çalışmalar başarıyı arttıracaktır. William ve ark. [44] kavram öğretimi yanında problem çözme çalışmalarına da önem verilmesi gerektiğini, böylelikle öğrencilerin fen öğretiminde yüksek düzeyde düşünme becerilerine sahip olabileceklerini ifade etmektedir.

Problem çözmeye karşı tutum puanlarında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmiştir. Problem çözmeye karşı öğrenci tutumları da başarıyı etkileyen unsurlardan biridir. Bu durum uygulanan çözüm yöntemleri ile yakından ilgilidir. Öğrenciler sınıfta klasik problem çözümleri sırasında pasif biçimde çözüme katıldıklarından dolayı [154, 155], problem çözmeye cesaretsiz ve motivasyonsuz olarak ümitsizce yaklaşırlar. Ayrıca problem çözümünde zorlukla karşılaşan öğrenciler problemlere karşı negatif bir tutum, korku ve endişe duyarak kapasitelerini tam olarak kullanamazlar [155]. Jonassen [39] tarafından belirtildiği üzere problem çözme yöntemlerini bilen uzman problem çözümler problem çözmeye karşı pozitif bir tutuma sahip olup, kendilerine güven duymaktadırlar. Acemi problem çözümler ise bu özelliklerden yoksundurlar. Neto ve Valente [106] tarafından yapılan çalışmada da bu çalışmadaki sonuçlara benzer sonuçlar (yani deney grubu lehine olan anlamlı fark) elde edilmiştir.

Deney grubunda uygulanan problem çözme etkinlikleri, öğrencilerin problem çözümlerine aktif olarak katılımını sağlamış ve deney grubunun fene karşı olan tutumlarında kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmiştir. Kontrol grubunun ise tutum puanlarında belirgin bir azalma gözlenmiştir. Bu sonuçlar da yapılan problem çözme etkinliklerinin deney grubu öğrencilerinin fene karşı olumlu tutum geliştirmelerine yardımcı olduğunu göstermektedir. Öğrenci merkezli olarak uygulanan öğretim yaklaşımlarının fene karşı olumlu tutum geliştirmeye yardımcı olduğu belirtilmektedir [156]. Yine Bilgin ve Karaduman [156] tarafından aktarıldığına göre Tobias, öğrencilerin fen dersine karşı olumsuz tutum geliştirmelerinin nedenlerinden biri olarak ezbere dayalı problem çözmeyi göstermektedir.

Problem çözümede etkin rol oynayan değişkenlerden biri de üstbilidir. Mayer [157] üstbilinin problem çözümede en önemli unsur olduğunu ve çözümde gerekli olan tüm unsurların üstbilis becerilerle koordine edilip, düzenlendiğini belirtmektedir. Üstbilis becerilerin kazanımı için yapılan deneysel çalışmada başarı kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermiştir. Neto ve Valente [106] tarafından yapılan çalışmada da çalışmamızdakine benzer sonuçlar elde edilmiş, deney grubunun üstbilis beceri puanlarında artış gözlemlenmiştir.

5.1.2 Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Problem Çözme Beceri Puanlarına İlişkin Sonuçlar

Deney ve kontrol grupları arasında kritik problem çözme becerilerinin karşılaştırılması amacıyla ön-son başarı testine ait ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 5.3'tedir.

Tablo 5.3'ten deney grubunun kritik problem çözme beceri puanları ön test sonuçlarına baktığımızda kontrol grubuna göre genel bir üstünlüğü bulunmaktadır. Ancak kritik problem çözme beceri puanlarında gerekli işlemleri yapma ve problemi çözme becerisinde en yüksek puanın 22 ve diğer becerilere ait puanlarda ise en yüksek değer 14 olduğu dikkate alındığında bu değerlerin arasındaki farklılıkların küçük olduğu söylenebilir. Deney grubunda tüm beceri puanlarında uygulama sonrası artma gözlemlenirken, kontrol grubunda ise “*verilenleri ve istenenleri yazma*”, “*ilgili kavram, kanun ve formülleri belirtme*”, “*gerekli işlemleri yapma ve problemi çözme*” ve “*çözümün doğruluğunu kontrol etme ve sonucu yorumlama*” becerilerinde artış bulunmaktadır. Kontrol grubunda problemi açıklama beceri puanı değişmemekte ve “*ilgili şekil ve grafik çizme*” ile “*yapacağı işlemleri kısaca açıklama*” becerilerinde ise bir azalma bulunmaktadır.

Tablo 5.3 Çalışmaya katılan öğrencilere ait kritik problem çözme beceri puanları ortalama ve standart sapma değerleri

	Deney grubu		Kontrol grubu		
	\bar{X}	S	\bar{X}	S	
Ön test	Problemi açıklama	0,12	0,43	0,09	0,29
	Verilenleri ve istenenleri yazma	0,43	0,73	0,12	0,36
	İlgili şekil ve grafik çizme	0,98	0,63	1,20	0,97
	İlgili kavram, formül ve kanunları belirtme	1,01	1,17	0,26	0,47
	Yapacağı işlemleri kısaca açıklama	0,00	0,00	0,02	0,22
	Gerekli işlemleri yapma, problemi çözme	4,24	2,23	3,42	2,49
	Çözümün doğruluğunu kontrol etme ve sonucu yorumlama	0,75	1,22	0,26	0,72
Son test	Problemi açıklama	2,05	3,24	0,09	0,37
	Verilenleri ve istenenleri yazma	3,32	3,84	0,85	1,01
	İlgili şekil ve grafik çizme	2,10	3,14	0,65	1,60
	İlgili kavram, formül ve kanunları belirtme	6,80	4,57	1,42	1,84
	Yapacağı işlemleri kısaca açıklama	0,76	1,66	0,00	0,00
	Gerekli işlemleri yapma, problemi çözme	13,84	5,41	6,95	2,52
	Çözümün doğruluğunu kontrol etme ve sonucu yorumlama	6,01	3,95	1,82	1,87

Deney grubunda uygulanan problem çözme etkinliklerinin, kontrol grubundan farklı olarak kritik problem çözme beceri puanlarında istatistiksel anlamda bir farklılık oluşturup oluşturmadığını belirlemek amacıyla yapılan tekrarlı ölçümler ANOVA sonuçları Tablo 5.4’de verilmektedir. Tablo 5.4’den deney ve kontrol gruplarının kritik problem çözme beceri düzeylerinin deney öncesinden sonrasına anlamlı farklılık gösterdiği görülmektedir. Farklı gruplarda olmak ile tekrarlı ölçümler faktörlerinin bu beceriler üzerindeki ortak etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlar deney grubunda uygulanan problem çözme etkinliklerinin, kritik problem çözme becerilerinin gelişimini, kontrol grubunda uygulanan problem çözme yöntemine göre daha fazla arttırdığını göstermektedir. Problem çözümede gösterilmesi gereken her bir becerinin değerlendirilmesi aşağıda maddeler halinde belirtilmektedir.

Tablo 5.4 Deney ve kontrol grupları kritik problem çözme becerilerine ait ön-son test puanlarının ANOVA sonuçları

	sd	F	p
Problemi açıklama	1	27,62	0,000*
Verilenleri ve istenenleri yazma	1	25,44	0,000*
İlgili şekil ve grafik çizme	1	16,62	0,000*
İlgili kavram, formül ve kanunları belirtme	1	75,54	0,000*
Yapacağı işlemleri kısaca açıklama	1	18,21	0,000*
Gerekli işlemleri yapma, problemi çözme	1	96,70	0,000*
Çözümün doğruluğunu kontrol etme ve sonucu yorumlama	1	59,81	0,000*

* $p < 0,05$ düzeyinde deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır

Problemi açıklama becerisi: Çalışmaya katılan öğrencilerin problemleri yanıtlamakta kurdukları cümleleri incelediğimizde deney grubunun problemin anlaşılmasına yönelik daha fazla cümle kurduğunu görmekteyiz. Deney grubu, son başarı testinde problemde geçen olayın değerlendirilmesi için 159 cümle, kontrol grubu ise 28 cümle kurmaktadır. Bu cümle kategorisinin tüm cümle kategorileri içindeki oranı ise deney grubu için yaklaşık % 12, kontrol grubunda ise % 5 kadardır. Huffman [3] tarafından yapılan çalışmada deney grubunda problemi açıklama beceri puanlarının, kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği sonucu bulunmuştur. Çalışmamızda da problem çözme etkinlikleri sonucunda deney grubunun problemleri kontrol grubundan istatistiksel olarak daha iyi açıklama becerisine sahip olduğu görülmüştür.

Problemdeki verilenleri ve istenenleri yazma becerisi: Öğrencilerin son testte problem çözümlerinde kurdukları cümlelere baktığımızda problemdeki istenen/ler ile ilgili olarak deney grubu 41 cümle, kontrol grubu ise yalnızca 3 cümle kurmuştur. Bu cümle kategorisinin tüm kategoriler içindeki oranı ise deney grubunda % 3 iken, kontrol grubunda ise % 0,5 düzeyindedir. Verilenlerle ilgili olarak kurulan cümlelere baktığımızda deney grubu 232 cümle, kontrol grubu ise yalnızca 36 cümle kurmuştur. Verilenlerle ilgili cümlelerin tüm cümle kategorileri içindeki oranları ise deney grubunda % 19, kontrol grubunda yaklaşık % 7 kadardır. Çalışmamızdan elde

edilen sonuçlara baktığımızda problem çözümlerinde deney grubu öğrencileri verilenler ile hedefin belirtilmesi becerisini kontrol grubuna göre istatistiksel olarak daha fazla göstermişlerdir.

Problemlerle ilgili şekil ve grafik çizme becerisi: Kontrol grubu öğrencileri yapılan ön testte şekil ve grafik çizme becerisini, deney grubundan daha başarılı biçimde yerine getirirken, son testte problem çözümlerinde bu beceriyi ön teste oranla daha az göstermektedirler. Reid ve Yang [158] şekil ve grafik çizmenin problem çözme performansını olumlu yönde etkilediğini belirtmektedirler. Gaigher ve ark. [10] tarafından yapılan çalışmada da benzer sonuçlar bulunmuştur. Onların [10] çalışmasında problem çözme yönteminin odak noktasını şekil ve grafik çizme oluşturmada ve deney grubu öğrencilerinin kontrol grubundan daha başarılı olarak çözümlerinde fizik prensiplerini daha fazla kullandığı, doğru bir çözüm yöntemi yapılandırarak formül tabanlı çözümlerden uzaklaştıkları sonuçlarını elde etmişlerdir. Sutherland [56] şekil ve grafik çizme yöntemini kullanan öğrencilerin daha başarılı olduğunu ve problemlerde stratejik ve durumsal bilgilerini kullanma becerilerini geliştirdikleri sonucuna ulaşmıştır. Literatür ile bu beceri açısından benzerlik taşıyan çalışmamızdan elde edilen sonuç, problem çözümlerinde deney grubu öğrencilerinin şekil ve grafik çizme becerisini kontrol grubuna göre istatistiksel olarak daha fazla gösterdikleridir.

Problemlerle ilgili kavram, formül ve kanunları belirtme becerisi: Deney grubu öğrencileri problemde geçen kavram, prensip ve formüller ile ilgili olarak son testte 63 cümle, kontrol grubu ise yalnızca 11 cümle kurmuştur. Kavram, prensip ve formüllerle ilgili cümle kategorisinin tüm cümle kategorileri içindeki oranı deney grubunda % 4,74 iken, kontrol grubunda ise % 2 düzeyindedir. Leonard ve ark. [102] tarafından yapılan çalışmada kavram temelli problem çözümüne önem verilmiş ve çalışmamızdakine benzer sonuçlar bulunmuştur. Problem çözümlerinde kavram ve prensiplerin yanında formüllerin de önemi bulunmaktadır. Özellikle problem çözümlerinin çoğu nicel karakterli olmakla birlikte formülleri bilmek ve bir takım matematiksel işlemler yapmak öğrenciler için bir zorluk kaynağıdır [1]. Pushkin [159] tarafından yapılan çalışmada denklemler arasında, kavram haritalarında olduğu gibi bir ilişkiler ağının yapılandırılmasının farklı mekanik problemlerini çözmede

mantıklı yaklaşımlar geliştirmeye yardımcı olacağı belirtilmektedir. Ayrıca sonuç olarak öğrencilerin yanıtlarının doğru olup olmadığına bağlı olmaksızın problem çözme stratejilerini özümstedikleri ve problemi daha iyi anladıkları belirtilmektedir. Çalışmamızda da, sonuç olarak deney grubuna dağıtılan problem çözme kitapçığındaki formüllerin sembolik ve kavramsal olarak değerlendirilmesi bölümü bu amaca hizmet etmiştir. Deney grubu kavram, prensip ve formülleri kullanmada, kontrol grubundan istatistiksel olarak daha başarılı olmuştur.

Yapacağı işlemleri kısaca açıklama becerisi: Bu becerinin ön testteki puanlarına baktığımızda her iki grubun da bununla ilgili hiçbir bilgiye sahip olmadıkları görülmüştür. Bu beceri ile ilgili olarak deney grubu son testte 73 cümle kurarken, kontrol grubu ise yalnızca 4 cümle kurmuştur. Tüm cümle kategorileri arasında çözüm planı ile ilgili cümlelerin oranı deney grubu için yaklaşık % 5,5, kontrol grubundaysa % 0,76 kadardır. Bu sonuçlar deney grubunda bu becerinin kazanımında diğer becerilere kıyasla istenen verimliliğin sağlanamadığını göstermektedir. Harskamp ve Ding [103] tarafından yapılan çalışmada yer alan bireysel ve işbirlikçi grupların kazandıkları çözüm için bir plan yapma ve onu uygulama becerisi öğrencilerin çözüm çabalarına yardımcı olmuş ve çözümde yanlış bir yol izlemelerini engellemiştir. Huffman [3] tarafından yapılan çalışmada ise deney grubunda kullanılan yöntem, başarıyı arttırmasına rağmen, çözümü planlama aşamasında kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmamıştır. Buna neden olarak ise öğrencilerin problem çözme deneyimlerinin sınırlı olması, alandaki bilgi eksikliği gösterilmekte ve planlama becerisinin öğrenciler tarafından en zor kazanılan beceri olduğu ifade edilmektedir. Ancak Pol ve ark. [70] tarafından yapılan çalışma sonucunda deney grubu öğrencilerinin plan yapma becerileri gelişmiştir. Yaptığımız çalışmada planlama becerisi deney grubunda bir gelişim göstermektedir. Bulduğumuz bu sonuç, Pol ve ark. [70] tarafından yapılan çalışma ile uyuşmakta ancak Huffman [3] tarafından yapılan çalışma ile uyuşmamaktadır. Bu becerinin öğrenciler tarafından çalışma öncesinde neredeyse hiç gösterilememesi ve yapılan problem çözme etkinliklerinin genel olarak problem çözme becerilerinin gelişimine yönelik olup özel olarak bu becerinin kazanımı amacıyla bir etkinlik tasarlanmamış olması gibi etkenler bu becerinin kazanımını sınırlandırmıştır.

Gerekli işlemleri yaparak problemi çözme becerisi: Deney grubu öğrencileri uzman problem çözücüler gibi davranarak bu beceriyi kontrol grubundan istatistiksel olarak daha fazla göstermişlerdir. Problem çözme becerileri içinde en genel olanı gerekli işlemleri yaparak problemi çözme şeklinde belirtilebilir [3, 10, 22, 82, 103,]. Gerekli işlemlerin yapılarak bir yanıt bulma becerisi doğrudan yukarıda belirttiğimiz problem çözme becerilerine bağlıdır. Bu aşamada acemi problem çözücüler problemdeki önemli değişkenleri çözüm sürecine dahil etmeden herhangi bir formülü kullanarak (genelde yanlış formül) matematiksel işlemlerle bir yanıtta ulaşmaya çalışırlar. Problem çözümünün doğru olması ya da tamamlanması ise pek nadir gerçekleşen bir durumdur [107].

Çözümün doğruluğunu kontrol etme ve sonucu yorumlama becerisi: Deney grubu bu beceri ile ilgili 707 cümle kurarken, kontrol grubu 429 cümle kurmuştur. Deney grubu problemde bulduğu sonucu belirtip yorumlamayı yani sonucu değerlendirmeyi, kontrol grubuna göre daha fazla yapmaktadır. Ancak sonuçla ilgili cümlelerin kontrol grubunda büyük bir ağırlığı olduğu görülmektedir. Çünkü kontrol grubunun kullandığı cümlelere baktığımızda kurdukları cümlelerin yaklaşık % 80'i sonuçla ilgilidir. Deney grubunda ise bu oran % 53'tür. Yalnızca bu cümle kategorisinde kontrol grubunun deney grubuna karşı bir üstünlüğü vardır. Cümle analiz sonuçlarını daha yakından değerlendirdiğimizde sonucun belirtildiği cümleler deney grubunda 477 (% 36), kontrol grubunda 337 cümle (% 63) şeklindedir. Sonuçların yorumlanmasına ilişkin cümleler ise deney grubunda 230, kontrol grubunda ise 92 cümledir. Sonucu yorumlama kategorisine ait cümlelerin her iki grupta da aynı oranda (% 17) yer aldığını görmekteyiz. Deney grubu öğrencileri yalnızca sonuçları belirtmek yerine bulunan sonuçlar hakkında bir değerlendirme yapmaya da çalışmaktadırlar. Kontrol grubu öğrencileri sonucun yorumlanmasına yönelik cümlelerden çok yalnızca sonucu belirtmeye yönelik cümlelere ağırlık vermektedirler. Ancak her iki grupta da sonucun yorumlanması eşit oranda yer almaktadır.

Pugalee [160] problem çözme becerisi olarak hedefi bulmak için gerekli işlemleri uygulamanın en çok yapılan beceri olduğunu belirtmekte ancak öğrencilerin buldukları yanıtları değerlendirme sürecini genellikle yerine getirmediklerini ifade

etmektedir. Aznar ve Orcajo [161] tarafından belirtildiği üzere öğrenciler, biyoloji alanında, özellikle de fizik ve kimya alanlarındaki problemlerde buldukları yanıtları analiz etme sürecinde her zaman gerçek ve kesin bir şekilde bu beceriyi gösterememektedirler. Pol ve ark. [70] tarafından yapılan çalışmada deney grubu problem çözme performanslarını geliştirmelerine rağmen son testte buldukları sonucu doğrulamakta zorluklar yaşamışlar, bulunan yanıtın değerlendirilmesi becerisi kontrol grubu ile istatistiksel bir farklılık göstermemiştir. Harskamp ve Ding [103] tarafından yapılan benzer bir çalışmada işbirlikçi gruplara uygulanan problem çözme öğretimi sayesinde bulunan yanıtın doğrulanması becerisinin öğrenciler tarafından yerine getirildiği belirlenmiştir. Bireysel olarak problemleri çözen öğrencilerden ise çok azı buldukları yanıtı kontrol etme becerisini yerine getirmiştir. Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara baktığımızda çözümün doğruluğunu kontrol etme becerisinin kazanımı amacıyla yapılan problem çözme etkinlikleri her zaman olumlu sonuç vermemektedir. Çalışmamızdaki sonuçlar da literatürdeki sonuçlarla uyum göstermektedir. Yanıtın değerlendirilmesi becerisi yalnızca işbirlikçi gruplarda yapılan problem çözme çalışmaları ile gelişme göstermiştir. Grup üyelerinin birbirleriyle çözüm yöntemini ve sonucu değerlendirmeleri, problem çözme etkinliklerinde kullanılan ipuçları yardımıyla sağlanmıştır. Çalışmamızda olduğu gibi bireysel olarak yapılan çalışmalarda; bu becerinin gelişimi kısmen de olsa artmakla birlikte kontrol grubuna göre bir farklılık olmaması bu beceri açısından deney grubunda yeterli düzeyde bir gelişim olmadığı sonucunu doğurmuştur.

5.1.3 Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Başarı Son Testinde Yaptıkları Hatalardan Elde Edilen Sonuçlar

Bu bölümde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son testte yaptıkları; metnin anlaşılmasından kaynaklanan, işlemsel, kavramsal ve aritmetik hatalardan elde edilen sonuçlar verilmektedir.

Deney grubu toplamda 665 hata yaparken, kontrol grubu ise 1035 hata yapmıştır. Deney grubunda metnin anlaşılmasından kaynaklanan hata sayısı 50 (% 7,52) iken bu durum kontrol grubunda 121 hatadır (% 11,70). İşlemsel hatalar ise

deney grubunda 376 (% 56,54), kontrol grubunda 602 (% 58,16) kadardır. Bu iki kategorideki –metnin anlaşılabilmesi ve işlemsel hata kategorileri- hata oranları her iki grupta da birbirine oldukça yakın değerler olmasına rağmen deney grubunun işlemsel ve metnin anlaşılabilmesinden kaynaklanan hataları daha azdır. Deney grubunun yaptığı kavramsal hata 222 (% 33,38), kontrol grubunun da 281 (% 27,15) kadardır. Deney grubunun yaptığı kavramsal hatalar, kontrol grubunun yaptığı hatalardan az olmasına rağmen, hem oran hem de sayı olarak birbirinden çok farklı değildir. Aritmetik hatalar ise deney grubunda 3 (% 0,45) iken kontrol grubunda 11’de (% 1,06) kalmaktadır.

İşlemsel hatalara daha yakından baktığımızda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin en çok yaptıkları hataların, problem çözümünde kullanılan strateji ile ilgili hatalar olduğu görülmektedir. Her iki gruptaki öğrenciler de sonuca ulaşmakta kullandıkları yöntemleri belirlemede ve bu yöntemleri doğru bir biçimde uygulamakta zorlanmaktadırlar. Buna rağmen kontrol grubu öğrencilerinin strateji ile ilgili hataları, deney grubundakilerden hem oran hem de sayı olarak daha fazladır. Yanıtta birim kullanmamak ile ilgili hata tipi her iki grupta da birbirine oldukça yakın değerler almaktadır. Çözüm için gerekli olan formül ya da formülleri yazmamak hata tipi, kontrol grubunda neredeyse deney grubunun üç katı kadardır. Buradan hareketle, sonuç olarak deney grubunda yapılan problem çözme etkinliklerinin formüllerin kullanımı açısından oldukça yararlı olduğunu söyleyebiliriz. Ancak yanıtta birim kullanmamakla ilgili hatalar kontrol grubunda olduğu kadar deney grubunda da öğretim sonrasında devam etmektedir. Literatürdeki çalışmalara bakıldığında doğrudan hataları analiz eden bir çalışmaya bilgimiz dahilinde rastlanmamış, çalışmalar çoğunlukla öğrencilerin bilgi tiplerini belirlemeye yöneliktir [56, 70].

Metnin anlaşılabilmesinden kaynaklanan hata kategorisine baktığımızda problemde hedefi tam olarak ifade edememek her iki grubun da en çok yaptığı hata tipinin başında gelmektedir. Ancak kontrol grubu öğrencileri bu hata tipini, deney grubu öğrencilerine göre iki kat daha fazla yapmışlardır. Kontrol grubu problemlerde geçen olayın hikâyesini analiz etmek ve bu analiz sonuçlarını problemle ilgili kavramlarla ilişkilendirmek yerine, problemdeki bilgiyi kendilerine

göre kurgulamayı tercih etmektedirler. Deney grubu ise bu hata tipini çok az yapmıştır. Kontrol grubu öğrencileri problemde geçen olayı olduğu gibi değil, olmasını istedikleri gibi kabul etme eğilimi göstermişlerdir. Bunun sonucu olarak problemdeki bilgilerin düzenlenmesini sağlamak ve birbirleriyle olan ilişkilerini saptamaktan çok problemin kendine has özelliklerini keşfetmekten kaçınarak bilgileri zihinlerindeki problem çözme kalıplarına uydurmaya çalışmaktadırlar. Metnin anlaşılmasından kaynaklanan hata kategorisini belirlemeye yönelik olarak Fen eğitiminde yapılmış bir çalışma bilginiz dahilinde bulunmamaktadır. Deney grubu uzman problem çözümler gibi davranarak problem metninin doğru anlaşılması yönünde çalışmalar yaparken, kontrol grubu ise acemi problem çözümler gibi davranarak problemde okuduklarını analiz etmekten kaçınmaktadırlar [56]. Problemin analiz ve betimlenmesinde önemli bir yer tutan, durumsal ve stratejik bilginin gelişimi ile de ilgili olan bu beceri Sutherland [56] tarafından yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Deney ve kontrol grubunun yaptığı kavramsal hatalara baktığımızda, cisimlerin sıvı içerisinde yüzme şartları ve kaldırma kuvveti ile ilgili hatalar en çok yapılan hata tiplerinin başında gelmektedir. Kaldırma kuvveti ile ilgili hatalar gruplarda birbirine oldukça yakın iken yüzme şartı ile ilgili hatalar kontrol grubunda daha çok yapılmaktadır. Bunlardan farklı olarak deney grubunda pascal prensibi ile ilgili hata tipi, kontrol grubunda ise katı basıncı ile ilgili hata tipi ön plana çıkmaktadır. Sonuç olarak, öğrenciler basınç ünitesinde geçen kuvvetle ilgili kavramların kullanımı üzerine zorluk yaşamaktadırlar. Basınçla doğrudan ilgili olan olayların açıklanmasında birbirinden farklı işlevlere sahip basınç ve kuvvet kavramlarının öğrenciler tarafından tam olarak birbirleriyle olan ilişkilerinin ortaya koyulabildiğini söylemek çok zordur. Kariotoglou ve ark. [130] basınç ve kuvvet kavramları arasındaki ilişkiyi vurgulamakta ve bunların birbirinden farklı niteliklere sahip olduklarını ayrıca öğrenciler tarafından çok sık birbiri yerine kullanıldıklarını belirtmektedirler. Bunun yanında sıvı içerisinde cisimlerin yüzme şartı ile ilgili olarak basınç ünitesi öncesindeki üniteye yer alan yoğunluk kavramının yine basınç ünitesinde kullanılmasında öğrenciler zorlanmaktadırlar. Literatürde yapılan problem çözme çalışmalarında öğrencilerin işlemsel bilgileri yanında kavramsal bilgilerinin de gelişimi hedeflenmiştir. Bagno ve Eylon [14], Leonard ve ark. [102],

Gaigher ve ark. [10] ile Heller ve ark. [23] tarafından yapılan çalışmalarda deney grubunun kavramsal bilgi yapısında bir gelişim sağlanmasına rağmen, Sutherland [56] ve Huffman [3] tarafından yapılan çalışmalarda sağlanamamıştır. Yukarıda belirtildiği gibi problem çözme çalışmalarında kavramsal bilginin kazanımını gerçekleştirmek her zaman mümkün olmamaktadır. Problem çözme çalışmaları, öğretim etkinliklerinin tasarımında ve işbirlikçi gruplarda kullanıldığında kavramsal bilgi kazanımı sağlanabilmektedir. Başlı başına problem çözme etkinlikleri kavramsal bilginin kazanımına tam olarak hizmet etmemektedir. Sonuç olarak çalışmamızda deney grubu diğer hata kategorilerinde olduğu gibi kavramsal hatalarda da kontrol grubundan daha az hata yapmıştır. Bu açıdan baktığımızda çalışmamızdaki kavramsal bilgideki gelişimin bu yönde sonuç elde eden çalışmalarla benzerlik gösterdiğini belirtebiliriz.

Aritmetik hatalar ise her iki grupta da önemsenmeyecek bir orandadır. Basınç başarı testindeki problemlerin nitel ağırlıklı olup, problem çözümlerinde öğrencilere verilen değerlerin karşılaştırmalı (örneğin taban yüzeylerinin A, 2A şeklinde verilmesi) ve dört işlemin kolaylıkla uygulanabilir nitelikte olması bu durumu açıklamaktadır. Ayrıca sınıflandırılmayan hatalar deney grubunda 14 hata (% 2,11) ve kontrol grubunda 20 hata (% 1,93) olarak hesaplanmıştır.

5.1.4 Çalışmaya Katılan Öğrenciler ve Öğretmenlerle Yapılan Görüşmelerden Elde Edilen Sonuçlar

Öğretim sonrası deney ve kontrol grubundan rasgele seçilen öğrenciler ve uygulamayı gerçekleştiren öğretmenlerle yapılan görüşmelerden elde edilen sonuçlar aşağıda verilmektedir. Öğrencilerin problem tanımı, problem çözme yöntemi, üstbilgi beceriler, yapılan etkinlikler ile uygulamaya katılan öğretmenlerin çalışma hakkındaki genel görüşleri çerçevesinde elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmaktadır.

5.1.4.1 Çalışmaya Katılan Öğrencilerle Yapılan Görüşmelerden Elde Edilen Sonuçlar

Deney grubundaki öğrenciler problem tanımlarında daha çok kural ve metotlar ile verilen ve istenenleri ön plana çıkararak tanım yapmaktadırlar. Problem deyince bazı öğrenciler kendilerini düşünmeye sevk eden ve aslında problemin içinde başka alt problemlerin bulunduğunu belirten ifadeler kullanmışlardır. Öğrencilerin bazıları problemi tek bir yapı olarak görüp onu işlemeye çalışmakta, bazıları da önce parçalara ayırıp daha sonra çözüme eğilimindedirler. Problemin, çözümün hemen bilinemediği ve çözüm için bir takım araştırmaların gerektiği bir durum olarak [161] tanımlandığı düşünülürse sonuç olarak deney grubu, problemi alt problemlere ayırmak ve çözüm için bir takım kural ve metotların kullanılarak bilişsel işlemlerin gerektiği şeklindeki tanımlamaları problemin ne anlama geldiğinin anlaşıldığını göstermektedir. Kontrol grubu öğrencileri ise “problem nedir?” sorusuna mantıklı bir yanıt verememektedirler. Onlar için problem sadece bir sorudur.

Problem çözme yöntemi konusunda deney grubu öğrencileri kullandıkları yöntemleri sırasıyla; *i)* verilenler ve istenenler, *ii)* verilenler ve istenenlerin yanında formüller, *iii)* problemi anlamak ve *iv)* problemi anlamak yanında planlama ve kavramlar temalarında ifade etmektedirler. Bu temalar doğrultusunda problem çözme yöntemi olarak iki temel görüşten söz edebiliriz. Bunlar; verilenler ve istenenlere yoğunlaşmak ile problemi anlamak şeklindedir. Aslında burada deney grubu öğrencilerinin problemin çözümünde yaptığı ana işlem onu analiz etmek diyebiliriz. Bunu belirtmek istediklerinde bazı öğrenciler verilenler ve istenenler üzerinde öncelikle durarak yapılacak işlemleri, diğerleri ise öncelikle problemi anlamak doğrultusunda yapılacak planlama ve problemde geçen kavramlara vurgu yapmaktadırlar. Burada ilginç olan noktalardan birisi ise problem çözümünde formüller üzerinde çok fazla durulmamasıdır. Deney grubu öğrencileri formülleri problem çözümlerinde yalnızca bir araç olarak görmekte ve bunu fazla önemsememektedirler. Yine bu duruma benzer biçimde deney grubu dört işlem üzerinde de fazla durmayıp açıklamalarında bundan hiç bahsetmemektedirler. Uzman ve acemi problem çözümleri arasındaki farklılıklara bakıldığında, uzman

problem çözücülerin bir özelliğinin de problemlerde nitel analize önem vermeleri ve problemleri başarılı biçimde betimleyebilmeleri olduğu belirtilmektedir [15]. Sonuç olarak deney grubu problem çözme etkinlikleri sonunda uzman problem çözücülerin sahip oldukları problem çözme yöntemlerine benzer kazanımlar elde etmişlerdir.

Ayrıca deneysel çalışma sonrasında deney grubuna yapılan görüşmelerde basınç ünitesi öncesi problemleri nasıl çözdükleri üzerine de sorular yöneltilmiştir. Öğrencilerin belirttiği problem çözme yöntemleri sırasıyla; *i)* doğrudan işlem yapmak, *ii)* yanlış bir çözüm yöntemi uygulamak ve *iii)* formül kullanmak şeklindedir. Öğrenciler doğrudan matematiksel işlemler yaparak sonuca ulaşmaya çalıştıklarını, belirli bir yöntem uygulayıp sonucu bulmak ikinci plana atılarak çözüm için ne yapabiliyorlarsa gidebildikleri yere kadar gittiklerini ve çözüm için tek yaptıkları şeyin formülleri uygulamak olduğunu belirtmektedirler. Görüşmelerde kontrol grubu öğrencilerine de problem çözmeye kullandıkları yöntemin ne olduğu sorulmuştur. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu problem çözümlerinde formülleri bir numaralı kurtarıcı olarak görmektedirler. Bunun devamında dört işlem yapmak yani matematiksel bir takım işlemlerle sonuca ulaşmak problem çözümlerinde kullanılan tek çözüm yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Heuvelen ve Zou [24] öğrencilerin bu tarz problem çözümünü acemi problem çözücülerin kullandığını belirterek bunu formül merkezli problem çözme olarak nitelendirmektedirler. Sonuç olarak; kontrol grubundaki öğrencilerin problem çözme ile ilgili görüşleri acemi problem çözücülerin sahip olduğu yöntemlerle uyumaktadır.

Görüşmeler süresince öğrencilere üstbiliş beceriler üzerine de bir takım sorular yöneltilmiştir. Elde edilen bulgular değerlendirilerek; kazanılan bilginin farkında olma, kendini gözleme, kendine sorular sorma, zamanın kullanımı, zorlukların farkında olma, problem çözmeye karşı istek ile başarısızlık durumunda planlama ve kendini düzenleme şeklinde temalar belirlenmiştir.

Deney grubu yapılan problem çözme çalışmalarının kendilerini olumlu yönde etkilediğinin farkında olup artık problem çözmekte zamanı iyi değerlendirdiklerini, çözüm sürecinde daha çok düşündüklerini ve çalışmadan önceki ile çalışma sonrası problem çözme yöntemleri hakkındaki kazanımlarını değerlendirip arada iyiye doğru

değişen bir farkın olduğunu açıklamaktadırlar. Öğrenciler bu çalışma ile problemleri nasıl çözeceklerini öğrendiklerinin farkındadırlar. Sonuç olarak deney grubu, öğrenilen bilgilerin önceki bilgilerle karşılaştırmasını yaparak geçmiş durum ile şimdiki durum arasındaki değişimi açıkça ortaya koyabilmektedirler.

Deney grubu kendini gözleme üstbilis becerisini uygulanan problem çözüme etkinlikleri ile kazanmıştır. Deney grubu problem çözümünde bu beceriyi yerine getirmekte ve bu sayede çözüm için doğru bir strateji geliştirip çözümde sonuna kadar işlemleri devam ettirebildiğini belirtmiştir. Uygulama öncesinde ise bu tür bir beceriye ya sahip olmadıklarını ya da fen bilgisi derslerinde problem çözümünde bunu çok az yaptıklarını belirtmektedirler. Yapılan çalışma ile deney grubu bu üstbilis beceriyi daha sık ve bilinçli olarak kullanmaya başlamıştır. Kontrol grubu öğrencileri ise bu beceriyi her zaman göstermemekte ve problemde zorlandıkları zamanlar bazen buna başvurumaktadırlar.

Deney grubu çözüm aşamasında ara değerlendirmelerde bulunmakta ve bunu yaparken de kendilerine sorular sormaktadırlar. Ayrıca her iki grup da problem çözüme sürecinde bu üstbilis beceriyi göstermektedir. Ancak bu üstbilis beceriyi deney grubu çözüm için yaptıklarını gözlemleyerek yeni bir strateji geliştirmek için yaparken, kontrol grubu çözümde kullandığı veya kullanacağı formülün değerlendirmesini yapmak için bu yola başvurmaktadır.

Çalışmamızda, deney grubu problem çözümünde zamanı daha iyi değerlendirdiklerini ve böylece çözümü kontrol etmek için fazladan zamanları kaldığını belirtmektedir. Öğrenciler problem çözüme taslağının uygulamanın başında biraz zaman olsa da sonradan bunu pratik haline getirerek problemleri daha kısa sürede çözdüklerini ifade etmişlerdir. Uzman problem çözümleri de genellikle problemleri daha az bir zamanda çözüme becerisine sahiptirler [113].

Üstbilis beceriler, bilişsel becerilerin daha iyi yönetilip bunların etkin biçimde kullanılmasını sağladığı gibi öğrencilerin zayıf yönlerini de belirlemelerine yardımcı olur [61]. Böylece öğrencilerin ihtiyaçlarının belirlenmesi ile daha etkin öğretim yöntemleri belirlemek ve var olan yöntemlerin geliştirilmesi mümkün olmaktadır.

Deney grubu öğrencileri de çalışma sonrasında genel olarak zorlandıkları bir durumun olmadığını belirtmelerine rağmen matematiksel işlemlerde zorluklar yaşadıklarını özellikle vurgulamaktadırlar. Ayrıca deney grubu, *i)* bazı kavram ve konularda, *ii)* formüllerin uygulanmasında, *iii)* problem çözme taslağındaki bir aşamanın yerine getirilmediği durumlarda ve *iv)* problemlerin sunuş tarzına bağı bir takım zorluklar yaşadıklarını belirtmektedirler.

Problem çözümede alana özgü bilgi ve üstbiliş beceriler problem çözme için yeterli değildir. Başarılı bir problem çözümü için gerekli olan üçüncü bileşen ise öğrencilerin duyguları ve probleme karşı ilgisidir. Bu durum, bilişin motivasyon boyutu yani problem çözücünün isteğı anlamına gelir [157]. Problem çözümünün öğretiminde motivasyonun rolü eğitsel psikolojide uzun bir geçmişe sahip olmasına rağmen problem çözme öğretimi teorilerinde üzerinde çok durulan bir konu değildir [157]. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin problem çözmeye karşı istekli olmak konusunda fikir birliğı içinde olmaları dikkate alınması gereken bir sonuçtur.

Öğrencilerin problem çözümlerinde başarısız olduklarında yeni bir plan yapmaları veya planlarını değıştirmeleri ve işlemleri tekrardan düzenleyerek başarısızlıktan yılmamaları gerekmektedir. Böyle bir durumla karşılaşan öğrenci eğer bu başarısızlığın üstesinden gelebiliyorsa gerçekten problem çözmeyi başarıyor denebilir. Deney grubunun problem çözümünde başarısızlığa uğradığında yaptığı işlemlerin başında; *i)* problemi anlamaya çalışmak, *ii)* problemde verilenleri başarısız olunan çözüm sürecinde yaptığı işlemleri dikkate almadan- en baştan yeniden yazmak, *iii)* sayısal işlemleri veya akıl yürütme ile aldığı kararların nedenlerini bir daha kontrol ederek hata aramak ve *iv)* problem çözme kitapçığındaki problem çözme taslağına bir daha dönerek taslaktaki çözüm basamaklarını gözden geçirerek hata yapıp yapmadığını kontrol etmek gelmektedir. Kontrol grubu öğrencileri ise başarısız problem çözümlerinde ilk olarak formülleri kontrol etmekte ve yaptığı aritmetik işlemlerin doğruluğına bakmaktadır.

Problem çözme çalışmaları ile öğrencilere planlama becerisi kazandırmak kolay bir işlem değildir. Huffman [3] tarafından yapılan çalışmada deney grubunun, kontrol grubuna göre planlama becerisi istenen düzeyde gelişmemiştir. Meijer ve

ark. [62] yaptıkları çalışmada planlama becerisinin nitel değerlendirilmesi yapıldığında bu becerinin diğer beceriler kadar nitelikli ve doğru olarak yerine getirilemediğini belirtmektedirler. Deney grubu bu yönden kontrol grubuna göre bu becerinin gelişiminde daha fazla kazanım elde etmiştir. Ayrıca uzman problem çözümler de problem çözümünde başarısızlık durumunda problemi nitel olarak analiz etmekte [113], veya yaptıkları işlemleri kontrol etmektedirler [112]. Acemi problem çözümler ise denklemlerle bir takım işlemler yaparak sonuca ulaşmaya çalışmaktadırlar [113]. Bu işlemlerin sonunu getirmekte de pek istekli davranmamakla birlikte doğru çözüm için öğretmenlerine veya çevresindeki insanlara danışmaya yönelmektedirler [113]. Bu değerlendirmeler doğrultusunda deney grubu uzman problem çözümler, kontrol grubu ise acemi problem çözümler gibi davranmaktadırlar.

Deney grubu uygulanan problem çözme etkinlikleri öncesinde başarısız olduklarında, problem çözmeye karşı hiçbir istek duymadıklarını belirtmektedirler. Bundan daha önemlisi problemlerden ve ilgili olduğu konudan tamamen soğumakta ve konu onlar için zevksiz olmaktadır. Öğrenciler uygulama öncesi problemi boş bırakıp geçerek, sıkılıp çalışmalarını bırakmaktadırlar. Veenman ve ark. [162] tarafından belirtildiğine göre planlama becerisine sahip olmayan acemi problem çözümler problem çözmeyi, kaçınılmaz bir duruma kadar ertelemeyi seçmektedirler. Sonuç olarak deney grubu yapılan çalışma ile başarısızlık durumunda çalışmalarına devam etmekte ve bu başarısızlığın üstesinden gelmek için bir takım planlamalar yapmaktadır.

Deney grubunun dağıtılan kitapçık hakkındaki genel değerlendirmeleri de çalışmanın etkililiği açısından önem taşımaktadır. Öğrenciler özellikle kitapçığın ders kitabı yerine kullanıldığını ve problem çözme taslağının olduğu bölümü çok faydalı bulduklarını ifade etmişlerdir. Kitapçıkta biribirinden farklı bölümler öğrencileri sıkıkmakta ve bu bölümlerden en azından bir veya bir kaç öğrencinin ilgisini çekmektedir. Böyle bir durumda da kitapçıkta bazı bölümler üzerine olumlu düşünen öğrenci çalışma ilerledikçe kitabın tümü hakkında olumlu bir yargıya varmaktadır. Taslak ilk uygulanmaya başlandığında biraz zorluk yaşansa da öğrenciler zamanla bunu pratik hale getirmişlerdir. Bazı öğrenciler de problem

çözme taslağını kullanarak kendi taslaklarını oluşturmuşlardır. Kitapçığındaki kavram, şekil ve grafiklerin olduğu bölümün problem çözümünde çok yararlı olduğunu belirten öğrenciler bu sayede çözüm yolu için yorumlar yaparak problemleri kısa sürede çözdüklerini belirtmektedirler. Sonuç olarak, öğrenciler problem çözme çalışmalarında kullandıkları kitapçık için olumlu görüş bildirmişlerdir.

5.1.4.2 Çalışmaya Katılan Öğretmenlerle Yapılan Görüşmelerden Elde Edilen Sonuçlar

Çalışmaya katılan öğrencilerin görüşleri ardından bu çalışmanın başarıyla yürütülmesinde büyük rol oynayan öğretmenlerin görüşlerine de başvurulmuştur. Burada öğretmenler çalışmayı genel olarak değerlendirmişler, karşılaşılan zorluklar ve öneriler üzerinde durmuşlardır.

Çalışmalarda problem çözme kitapçığını rahatlıkla uyguladıklarını belirten öğretmenler, problem çözme taslağının ilk uygulamalarda biraz zaman alsa da bunu zamanla pratik haline getiren öğrencilerin kendi problem çözme taslaklarını geliştirdiklerini belirtmektedirler. Ayrıca çözümün basamaklara ayrılması ve verilenlerin şekil ve grafiklerle de pekiştirilip çözüme başlanması ile öğrencilerin problemde neye dikkat edeceklerinin farkına vardıkları öğretmenler tarafından üzerinde durulan önemli bir noktadır. Grafiklerde negatif bölgedeki çizimlerin öğrenciler tarafından anlaşılmasında zorluklar yaşandığı da bir öğretmen tarafından dile getirilmiştir. Öğretmenler seçilen problemlerin yoruma dayalı olup, alıştırma tarzı sorulardan farklı olduklarını ve öğrencileri çözüm yolları bulmaya yönelttiğini; öğrencilerin problem çözme sürecinde ilk önce problemi dikkatli bir şekilde okuyup verilenlere ve hedefe yoğunlaşp daha sonra çözüm için bir takım işlemler yaptıklarını açıklamaktadırlar. Öğretmenlerden biri kitapçığındaki problem çözmenin anlatıldığı ilk bölüm için öğrencilerin mutlaka bir rehber ihtiyacı duyduklarını belirtmekte, diğer öğretmen ise basınç ünitesinin zor anlaşılabilir bir konu olduğunu belirterek kitapçığa renkli şekillerle beraber karikatürlerin koyulmasının öğrencinin ilgisini daha da çok çekebileceği önerisini getirmektedir. Sonuç olarak öğretmenler yapılan uygulama için olumlu görüşler bildirmişlerdir.

5.2 Öneriler

Bu bölümde, araştırmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda yapılan öneriler yer almaktadır. Öneriler, hem bu araştırmada uygulanan problem çözme etkinliklerinin niteliği hem de ileriki zamanlarda yapılacak çalışmalar üzerine olacaktır. Öneriler; çalışma sonuçlarına, ileriki dönemlerde yapılacak çalışmalara, öğretmenler ile ders kitabı ve program yazarlarına yönelik olarak dört bölümde sunulmaktadır.

5.2.1 Çalışmanın Sonuçları Doğrultusunda Yapılan Öneriler

Bu çalışmada kullanılan problem çözme etkinlikleri uygulayıcıya sıkı bir biçimde uygulanması gereken bir takım yöntemleri içermekten çok, ortaya bir problem çözme öğretim modeli sunmaktadır. Bu modelde, problem çözme taslağı ve problem çözme gözlem formu temelinde problem çözümünde yer alacak diğer etkenlerin ve bunların nasıl kullanılacağı üzerine bilgiler bulunmaktadır. Alınan sonuçlar doğrultusunda bu öğretim modeli, problem çözme taslağı ve gözlem formu temelinde problem çözümede kullanılacak diğer etkenlerin konulara uygun hazırlanmasıyla kimya ve biyoloji konularında da rahatlıkla kullanılabilir.

Basınç ve problem çözme kitapçığındaki: *i)* fen bilgisi problemlerinin çözümü; *ii)* problem çözme taslağı ve problem çözme gözlem formu; *iii)* formüllerin sembolik ve kavramsal açıdan değerlendirilmesi; *iv)* üniteye yer alan formüller için çalışma kâğıtları; *v)* üniteye konular için hazırlanan şekil, grafik ve açıklamalar ve *vi)* kavramlara göre düzenlenmiş problemler kategorileri dikkate alınarak farklı üniteler için bu sıralama doğrultusunda yeni bir kitapçık hazırlanabilir. Bu amaç için çalışmada kullanılan problem çözme taslağı ve problem çözme gözlem formu temelinde diğer bölümlerdeki üzerinde çalışılacak ünite veya kavramlara uygun değişiklikler problem çözme becerilerinin kazanımına yardımcı olacaktır.

Deney grubu öğrencilerinin metnin anlaşılması üzerine en çok yaptıkları hataların başında problemde verilen bilgilerin yanlış yorumlanması ve hedefin tam

olarak ifade edilememesi gelmektedir. Bu durum kontrol grubu için de geçerlidir. Deney grubunda yapılan çalışmanın genel olarak problem çözümünde başarılı olmasına rağmen bu alt becerinin geliştirilmesi amacıyla ileride yapılacak çalışmalarda bu durum dikkate alınmalıdır. Yukarıdaki önerinin devamı olarak problem çözme modelinde oluşturulacak kategorilerden biri de metnin anlaşılması amacıyla yapılacak etkinlikler olabilir. Problem çözme taslağında ilk bölümde problemin dikkatli biçimde okunması ve gerekli olan bölümlerin yazılması istenmektedir. Problemdeki metnin anlaşılması amacıyla daha ayrıntılı bir ek çalışma öğrencilerin problemin metin bölümündeki veriyi daha iyi anlayıp yorumlamalarını sağlayacaktır. Böylece bu hatanın en aza indirgenmesi mümkün olacaktır. Bu amacı gerçekleştirmek için öğrencilere bir dizi problem verilip, her bir problem için dört veya beş seçenekten oluşan cümle ve/veya cümleler verilebilir. Öğrenciler bu seçeneklerden doğru ifadeleri belirten seçerler. Bu duruma benzer bir çalışma Lucangeli ve ark. [66] tarafından matematik problemlerinin çözümünde kullanılmıştır. Bu çalışmada öğrencilerin matematik problemlerini nasıl çözdüklerini anlamak için çözümde kullanacakları taslaklar geliştirilmiştir. Lucangeli ve ark. [66] çalışmasında bu becerinin gelişimi için etkinlik tasarlamamış, yalnızca durum tespiti için çözüm taslaklarına böyle bir bölüm koymuştur. Bu bölümde yalnızca problemin anlaşılmasına ilişkin ifadeler bulunmaktadır. Burada önerilen etkinlikte ise metnin anlaşılması ve hedefin birlikte ele alınması söz konusudur. Böylece problem çözme etkinliklerinde öğrencilerin, hedef odaklı çalışmaları ve problemin anlaşılmasının son aşamasının hedefi belirlemek olduğunu fark etmeleri sağlanacaktır. Böyle bir çalışmada yapılacak örnek bir etkinlik aşağıdaki gibi tasarlanabilir. Örnek problem, “80 kg’lık bir adam, yarı kütledeki oğlu ile yumuşak karda yan yana yürümektedir. Babanın ayakbalarının taban alanı çocuğunun üç katıdır. Buna göre; baba ve oğlunun karda oluşan izlerine baktığınızda izlerin derinlikleri hakkında ne söyleyebilirsiniz? Cevabınızı kısaca açıklayınız.” şeklinde olsun. Bu problemin doğru ve tam anlaşılabilmesi için öğrencilere verilecek seçenekler şu şekilde olabilir:

- a) babanın kütlesi 80 kg ve taban alanı çocuğunkinden 3 kat fazladır. Çocuk babasının yarı kütlelerinde ise baba ve oğlunun kardaki iz derinlikleri nasıl olur? (doğru ve tam betimleme)
- b) babanın kütlesi 80 kg ve taban alanı 3 kat daha fazladır. Babanın ve oğlunun kardaki iz derinlikleri nasıl olur? (eksik betimleme)

- c) babanın kütlesi 80 kg ve taban alanı 3 kat daha büyüktür. Babanın ve çocuğun kardaki iz büyüklükleri nasıl olur? (eksik ve hatalı betimleme)
- d) baba ve çocuk yan yana yürümektedir. Biri 80 kg ve diğerinin taban alanı ve kilosu 3 kat fazladır. Karda hangisinin izi daha büyüktür? (hatalı betimleme)
- e) baba, yanına çocuğunu almış, karda dolaşmaktadır. Çocuklar her zaman babadan daha hafif ve küçük ayaklı olduğuna göre kimin izi daha büyüktür? (ilgisiz betimleme)

Bu örnekte olduğu gibi tasarlanacak bir dizi problem ve bunların anlaşılmasına yönelik yukarıdaki gibi seçeneklerin sunulması öğrencilerin hatalarını görmelerini kolaylaştıracaktır. Öğrencilerin doğru olan seçenekleri işaretlemeleri yanında diğer seçeneklere verecekleri yanıtların analizi de onların bir problemi ne derece anladıklarını gösterecektir. Bu da öğretmenlerin problem çözme çalışmalarında her bir öğrencinin problemi anlama gelişim düzeyini belirlemesine yardımcı olacaktır. Yukarıdaki seçeneklerde problem betimlemelerinin tasarımı; tam veya eksik bilgi, hatalı bilgi, ilişkisiz bilgi kategorileri çerçevesinde geliştirilmiştir. Ortaöğretim düzeyinde oluşturulacak betimlemelerde öğrencilerin gelişim düzeyleri dikkate alınarak her bir seçenekte bu üç kategori de dikkate alınarak betimlemeler tasarlanabilir. Burada ise ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin anlama düzeyine uygun olarak bir (örneğin b şıkkı, “eksik betimleme”) veya iki kategori (örneğin c şıkkı, “eksik ve hatalı betimleme”) üzerinde durularak betimlemeler tasarlanmıştır.

Problem çözme öğretimi üzerine yapılacak çalışmalarda veri toplama amacıyla öğretmenlerin fen sınavlarında öğrencilere yönelttikleri problemler ve bunların değerlendirilmesinde nasıl bir yöntem izledikleri araştırılabilir. Öncelikle öğrencilerin problem çözümlerinde planlama ve bulunan sonucun değerlendirilmesi becerileri ve öğretmenlerin bu becerilerle ilgili olarak nasıl bir değerlendirme içinde olduklarının araştırılması önerilmektedir.

Deney grubu öğrencilerine dağıtılan kitapçıkta “ünitedeki konular için hazırlanan grafik ve açıklamalar” adlı bölümdeki xy koordinat düzleminde negatif bölgede çizilen grafiklerin öğrenciler tarafından anlaşılmasında zorluklar yaşandığı

çalışmaya katılan bir öğretmen tarafından ifade edilmiştir. Bu konuda matematik öğretmenleri ile işbirliğine gidilmesi veya üniteye başlanmadan önce basınç ünitesi için gerekli matematik bilgilerin genel bir tekrarının yapılması önerilmektedir.

5.2.2 İleride Yapılacak Çalışmalara Yönelik Öneriler

Uygulanan problem çözme etkinlikleri istenilen amaçlara hizmet etmesinden dolayı ileriki zamanlarda yapılacak araştırmalarda kullanılabilir. Burada uygulanan problem çözme etkinlikleri ilköğretim farklı kademelerindeki diğer fizik konularına ve ortaöğretim düzeyinde fizik dersi alan öğrenciler üzerine uygulanarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılabilir. Böyle bir çalışma ile ilköğretimden ortaöğretime uzanan genel bir bütünlük sağlanmış olur. Bu bütünlük içerisinde öğretimin her kademesindeki öğrencinin gelişim düzeyleri ve kavramlar temelinde kazanacağı problem çözme becerileri ortaya koyulabilir.

Problem çözme çalışmaları deney grubundaki öğrencilerin bireysel çalışmalarına dayanmaktadır. Problem çözme çalışmalarında bireysel çalışmalar kadar grup çalışmaları da önemli olmakla birlikte olumlu sonuçlar verdiği yapılan çalışmalarda belirtilmektedir [23, 103]. İleride yapılacak çalışmalarda problem çözme yönteminin etkililiği, bireysel ve grup çalışmaları ile araştırılabilir. Bu yaklaşım çerçevesinde burada konu edilen problem çözme öğretim modelinin, grup içi etkileşim ve problem çözme becerilerinin kazanımına etkisi araştırılabilir. Öğrencilerin birbirlerinin çözümlerini değerlendirme, grup içi görev paylaşımı, problemlerin çözümünü değerlendirme, planlama ve gözlem yapma becerilerinin kazanımının bu süreçte incelenmesi önerilmektedir.

Bu çalışmada problem çözme etkinlikleri yalnızca basınç ünitesi ile sınırlıdır. Yapılacak diğer çalışmalarda, öğrencilerin problem çözme becerilerini ne derece diğer ünitelere ve matematik dersindeki problem çözme etkinliklerine transfer ettiği araştırılabilir. Böylece kazanılan becerilerin diğer konulardaki problemlerin çözümünde ne derece etkili olduğu belirlenerek problem çözme için önerilen öğretim modelindeki eksikliklerin neler olduğu daha kolay ortaya koyulabilir. Çalışmamızda

kullanılan problem çözüme modelinde yer alan kategorilere eklenecek ve/veya değiştirilecek olan bölümlerin neler olduğu belirlendiğinde tüm dersler için yeterli olabilecek bir öğretim modeli birçok sorunu çözebilir. Bu modelde yaptığımız çalışmada olduğu gibi belirlenecek temel kategoriler ve konulara göre değiştirilecek bölümler, öğrencilerin tüm dersler için problem çözüme çalışmalarını bir sorun olmaktan çıkaracaktır. Ayrıca öğrenciler tutarlı ve her zaman kullanacakları bir problem çözüme şemasını zihinlerinde yapılandırdıklarında öğretmenlere düşecek olan görev bu kategorilere uygun materyallerin hazırlanması olacaktır. Bu amaç için yaptığımız çalışmada uygulanan kategoriler ileride yapılacak çalışmalar için bir başlangıç noktası oluşturabilir. Özellikle problem çözüme taslağı ve gözlem formu bu kategoriler içerisinde bir referans noktası olarak kabul edilebilir.

Deney grubu öğrencilerinin yaptıkları en temel işlemsel hataların başında problemin çözüm aşamasında yapacağı işlemleri kısaca açıklama becerisini tam olarak ortaya koyamamaları gelmektedir. Bu bağlamda stratejik hatalar daha sık yapılmakta ve planlama becerisinin gelişimi de bu durumdan olumsuz etkilenmektedir. Öğrencilerin kullandığı problem çözüme taslağındaki ikinci bölümde yer alan “Bilinmeyenleri bulmak için yapacağın işlemleri maddeler halinde sırala” ifadesi öğretmenlerin örnek çözümlerde, bu maddenin nasıl uygulanacağı üzerinde durulmasına rağmen bu becerinin kazanımı gerektiği kadar sağlanamamıştır. Bunda öğrencilerin planlama ve yapacaklarını ifade etme becerisinin yapılan ön testlerde hiç gösterilmemiş olmasının da bir etkisi olduğu gerçektir. Problem çözüme modeline eklenecek kategorilerden biri de bu becerinin öğrencilere açık biçimde öğretilmesi için yapılacak etkinlikler olabilir. Böyle bir biçimde yapılan çalışma ile öğrencilere planlama becerisinin öğretimi planlı ve bu beceriye özgü olarak sağlanacaktır. Burada öğrencilere çözüm basamakları olarak verilecek ifadeler sayısal hesaplamaları içermeyecektir. Bizim üzerinde durduğumuz problemler nicel ifadelerden çok nitel ifadeler içermektedirler. Ayrıca bu şekildeki bir planlama yalnızca çözümün alt süreçlerinden birine yönelik (matematiksel işlemler veya akıl yürütme yollarıyla problemi çözmek) olmamaktadır. Bu yöntem sayesinde öğrencilerin, çözüm için genel bir çözüm planı tasarımları mümkün olacaktır. Böyle bir etkinlikte ilk olarak problem sunulmalı ve çözüm için gerekli aşamalar maddeler halinde karışık olarak sunulmalıdır. Öğrenciler de bu çözüm

basamaklarına birden başlayarak numara vererek çözüm planı oluştururlar. Böyle bir problem çözme etkinliğinin nasıl yapılacağına yönelik bir örnek aşağıda sunulmaktadır. Problem olarak daha önce metnin anlaşılmasına ilişkin öneride belirttiğimiz problemi kullanalım. Problemin ifade edilmesinden sonra öğrencilere karışık olarak sunulan çözüm planındaki cümleler şöyledir:

1. Problemi Açıklama

- Problemdaki hedefi belirtmek
- Problemdaki şekil ve grafikleri çizmek
- Problemdaki verilenleri yazmak
- Problemi dikkatlice okumak
- Problemden varsa şekil ve grafikleri incelemek
- Problemden kavram, prensip ve formülleri belirtmek

2. Çözümün Planlanması ve Uygulanması

- Bulunan basınçları karşılaştır
- Çocuk ve babanın taban alanlarını karşılaştırmalı olarak belirt
- Çocuk ve babanın kullandığı basınçları bul
- Çocuğun kütlesini bul

3. Çözümü Değerlendirme

- Yanıtı şekil çizerek ifade et
- Yanıtın matematiksel olarak doğruluğunu kontrol et
- Yanıtın anlamlı ve mantıklı olup olmadığını belirt
- Yanıtı birimleriyle ifade et
- Bir önceki basamakta yapılanları kontrol et

Bu örnekte olduğu gibi tasarlanacak bir dizi problem ve bunların planlama aşamalarında hangi basamakların olduğu yukarıda verildiği gibi öğrencilerin dikkatine sunulması ile planlama becerisinin gelişimi ve çözüm sürecinin her basamağında bu becerinin önemi öğrenciler tarafından daha kolay anlaşılacaktır. Öğrencilere doğru bir planlama ardından bu planlarını gerçekleştirme fırsatı

verilmesi daha yararlı olacaktır. Problem çözüme modelinde böyle bir kategori, belirli kavramların öğretiminin ardından öğrenci gelişim düzeyine göre bir ya da iki problemin çözümünde kullanılabilir. Problem çözüme sürecinde böyle bir etkinlik öğrencilerin problem çözümü için genel bir kanaat oluşturmasını da sağlayacaktır. Böyle bir planlama etkinliği yukarıda olduğu gibi üç temel problem çözüme süreci çerçevesinde planlanmıştır. Araştırmalarda bu üç süreçten istenilenler öğrenci gelişim düzeyine göre çıkarılması önerilmektedir. Problem çözüme etkinliklerinde zamanı verimli kullanmak amacıyla böyle bir uygulama yapılabilir.

Deney grubu öğrencilerine dağıtılan problem çözüme kitapçığında özellikle şekillerin renklendirilmesi ve konularla ilgili olarak karikatürlerin bulunmasının öğrencinin ilgisini daha da çok çekeceği öğretmenler tarafından belirtilmektedir. İlerideki çalışmalarda araştırmacı ve öğretmenlere kitapçığın hazırlanmasında bu durumu dikkate almaları önerilmektedir.

Yine problem çözüme kitapçığında bulunan “fen bilgisi problemlerini nasıl çözersiniz?” adlı bölümde fen ve matematik hakkında genel bir tanım yapılmaktadır. Buna ek olarak matematik ve fen problemlerinin aralarındaki benzerlik ve farklılıklar üzerine kısa bir değerlendirme yapılabilir. Böylece fen bilgisi problemlerindeki nitel boyutun varlığı üzerinde öğrencilerin bilgisi olacak ve problemlerin yalnızca sayısal verilerden ibaret olmadığı formül temelli çözümlerin tek çözüm yöntemi olarak görülemeyeceği gerçeği öğrencilerin dikkatine sunulmuş olacaktır.

5.2.3 Öğretmenlere Yönelik Öneriler

Bu çalışmada izlenen problem çözüme etkinlikleri hem öğretmenler hem de öğrenciler açısından birçok yeniliği içermektedir. Öğretmenlerin uzun yıllar boyunca klasik anlamda problemleri çözdükleri ve öğrencilerin de problem çözümlerinde pasif bir katılımcı oldukları düşünülürse yalnızca tek bir ünite çerçevesinde kısıtlı sürede istenen hedeflere tam olarak ulaşılması mümkün değildir. İleride yapılacak çalışmalarda birden fazla ünite için hazırlanacak olan problem çözüme etkinliklerinin, öğrencilerin problem çözüme becerilerinin kazanımına daha

büyük katkılar yapacağı düşünülmektedir. Bu amaç doğrultusunda bir dönem süresince uygulanacak problem çözme etkinlikleri öğrencilerin gelişim düzeylerini görmek ve kazanılan problem çözme becerilerini değerlendirmek için yararlı olacaktır. Farklı üniteler çerçevesinde gerçekleştirilecek böyle bir çalışma bir ünite de kazanılan problem çözme becerilerinin diğer ünitelerdeki konulara transferini de sağlayacaktır.

Burada yapılan çalışmada öğrencilerin basınç konusunda yaptıkları kavramsal hatalar da incelenmiştir. Problem çözme becerisi dendiğinde işlemsel bilgi kadar kavramsal bilgi de önem taşımaktadır. Yapılan problem çözme etkinlikleri ile deney grubu öğrencileri kontrol grubuna göre daha az kavramsal hata yapmışlardır. Yine de cisimlerin sıvı içerisinde yüzme şartı konusunda her iki grupta da yapılan hatalar çok sıktır. Ayrıca deney grubunda pascal prensibi ve kaldırma kuvveti konularında da kavramsal hataların çokluğu dikkati çekmektedir. Öğretmenler basınç konusunda öğretim planlarını tasarlarken bu konular üzerinde önemle durmaları önerilmektedir.

Cisimlerin sıvı içerisinde yüzme şartı konusunda ders kitaplarındaki açıklamalarda yalnızca sıvı ve cisimlerin yoğunluğu göz önüne alınmaktadır [125]. Ancak Oğuz ve Yürümezoğlu [163] yoğunluk kavramı ile beraber batan cismin hacminin de göz önüne alınması gerektiğini belirtmektedirler. Öğretmenlerin ders içi etkinliklerde bu durumu da göz önünde bulundurmaları önerilmektedir.

Deney grubu öğrencilerine dağıtılan kitapçıkla ilgili olarak “fen bilgisi problemlerini nasıl çözersiniz?” adlı bölümde bazı iyileştirmeler yapılabilir. Bu amaçla yazım dilinin bazı öğrenciler için ağır olduğu ve buradaki bazı konuların anlaşılması için öğretmenin kılavuzluğuna ihtiyaç duyulduğu çalışmayı yapan öğretmenler tarafından belirtilmektedir. Bu bölümde yer alan bilgilerin öğrenciler tarafından anlaşılması için dışarıdan yapılacak bilgilendirmenin önemli olduğu araştırmanın başında öğretmenlere belirtilmiştir. Öğretmenler de bunu dikkate alarak bu bölümdeki bilgilerin açıklamasını problem çözümlerine başlanmadan önce öğrencilere yapmışlardır. Ancak bu bölümün dışarıdan yardım alınmadan öğrenciler tarafından anlaşılmasının daha yararlı olacağı öğretmenler tarafından belirtilmektedir. Burada geçen alt başlıklarla ilgili olarak daha fazla örneklendirme

yapılması araştırmacı ve özellikle öğretmenlere önerilmektedir. Ayrıca bu bölümde yer alacak örnek bir problem çözümü ile bir fen bilgisi probleminin çözümünde yer alan süreçlerin nasıl uygulamaya koyulduğu somut biçimde öğrencilerin dikkatine sunulabilir.

Çalışmaya katılan öğrencilerin problem çözümlerinde yaptıkları hatalardan biri de yanıtlarında birim kullanmamaktır. Deney grubu öğrencilerine dağıtılan problem çözme kitapçığında her bir formül için hazırlanan çalışma yapraklarında tablo halinde formüldeki birimler ve semboller verilmesine rağmen birim kullanım becerisi yeterince gelişmemiştir. Öğretmenler problem çözümlerinde sonucun bulunmasının ardından yanıtın değerlendirilmesi sürecinden önce birimlerin doğru olarak yazılmasını öğrencilerinden öncelikle istemelidirler.

Problem çözümlerinde deney ve kontrol grubu için problem çözmeye karşı istekli olmak çözüm için gerekli bilgi kadar önemlidir. Öğrencilerin özellikle problem çözümlerinde başarısızlığa uğradıklarında motivasyonlarını ve isteklerini kaybetmeleri sık rastlanan bir durumdur. Öğretmenler bunu engellemek için problem çözme çalışmaları öncesinde ve çözüm sürecinde öğrencilerin duyuşsal özelliklerini de dikkate almalıdırlar. Yapılan görüşmelerde başarısız bir problem çözümü sonrasında her iki gruba ait öğrenciler de hem problem çözmeye hem de problemin ilgili olduğu konuya karşı isteksizlik duymakta ve sıkılmaktadırlar. Öğrencilerin problem çözmeye karşı istekli olmaları amacıyla çözümdeki hataların hoş karşılanması ve problem çözümlerine, deney grubu öğrencilerine problem çözme kitapçığında yer alan formüllerin anlaşılması için yöneltlen basitten karmaşığa doğru sıralanmış problemlerle başlamak yararlı olacaktır. Bu tip basit alıştırmalarla problem çözümlerine başlamak öğrencilerin yanıtları kolayca bulmalarını sağlayacak ve daha zor problemlerin çözümü için hem kendine güven hem de problem çözmeye karşı bir istek duymalarını sağlayacaktır.

5.2.4 Ders Kitabı ve Program Yazarlarına Yönelik Öneriler

İlköğretim ikinci kademe fen ve teknoloji ve ortaöğretimde fizik ders kitapları ile öğrenci çalışma kitaplarında problem çözme yöntemleri hakkında yeterli bilgi sunulmamaktadır. Ders kitaplarında ilköğretim 4. sınıftan itibaren kademeli olarak ayrıntılı biçimde problem çözme yöntemleri hakkında burada kullanıldığı gibi problem çözümü için kısa bir bilgilendirme ve problem çözme taslağı ile beraber örnek çözümlerin yer alması öğrencilerin problem çözme becerilerini kazanmalarını sağlayacaktır. Bu amaç doğrultusunda ders kitaplarında herhangi bir konu hakkında bilgilendirme yapılırken, bu bilgilendirme yanında konu ile ilgili problem çözümlerinde gerekli olacak ipuçlarının (hints) verilmesi de uygun olacaktır.

İlköğretim ikinci kademe fen ve teknoloji ders kitaplarına ve öğrenci çalışma kitaplarına baktığımızda öğrencilere yöneltilen soruların daha çok alıştırma tarzı olduğu görülmektedir [30-34]. Lise programındaki problemlerin de matematik ağırlıklı olduğu ve muhakeme gerektiren problemlerin kitaplarda yer almadığı lise öğretmenleri tarafından belirtilmektedir [164]. Bölüm sonlarında öğrenciyi düşünmeye yöneltecek nitel tarzda farklı zorlukta problemlere de yer verilmelidir. Ayrıca konuların anlatıldığı bölümlerde örnek problemlere yeterince yer verilmemektedir. Kitaplardaki yetersiz sayıdaki problemlerin çözümleri ise oldukça kısa ve doğrudan yanıtın belirtilmesi biçiminde düzenlenmiştir. Öğrenci ders ve çalışma kitaplarının hazırlanmasında özellikle her konu başlığı için ayrıntılı hazırlanmış örnek çözümlü problemlere yer verilmelidir. Bu çözümlerde yapılan işlemlerin gerekçeleri de öğrencinin dikkatine sunulmalıdır. Özellikle problem seçimlerinde alıştırma tarzı sorular ve bunların ardından nitel ağırlıklı problemlere yer verilmelidir. Ünite sonlarında yapılandırılmamış problemlere de yer verilmesi öğrencilerin problemlere bakış açısını genişletecektir. Böylece daha önceki problem çözümlerinde elde ettiği kazanımların yeni durumlara uyarlanmasını ve problem çözme şemasının düzenlenmesi kolaylaşacaktır. Ayrıca öğrenciler bu tarz problemlerle uğraşarak problem çözmenin sonu olan bir çalışma olmadığını ve karşılaşılan her bir problemin kendine özgü bir doğası ve çözüm tarzı olduğunu anlayacaklardır.

2006 yılından itibaren ilköğretim okullarında uygulamaya koyulan ilköğretim ikinci kademe fen ve teknoloji programına baktığımızda problem çözme konusunda öğretmenlere yol gösterecek bir öğretim modelinin veya stratejisinin olmadığını görmekteyiz. Buna bağlı olarak hazırlanan ders kitaplarında da problem çözme üzerine yeterince bilgilendirme yapılmamaktadır. Öğretmenlerin, problem çözme çalışmalarında programdaki yetersiz bilgilendirme nedeniyle gerek sınavlarda sordukları problemler, gerek bunların değerlendirilmesi ve problem çözümünde hangi becerilerin nasıl kazandırılması gerektiği üzerinde yeterince bilgi sahibi olmalarını beklemek mümkün değildir. Bu nedenle problem çözme üzerine genel bir çerçevede hangi niteliklerin hangi düzeyde ele alınması gerektiği öğretim programına koyulabilir. Örnek olarak Singapur'da matematik programında matematiksel problem çözüme, öğretmenler tarafından hangi niteliklere değinileceği belirtilmektedir. Bu nitelikler; problem çözme becerileri, problem çözme strateji ve yöntemleri, kavramlar, tutumlar ve üstbiliş olarak belirtilmektedir [87]. Ülkemizde de öğretim programlarında problem çözme üzerine genel bir çerçeve oluşturulabilir. Bu çalışmanın devamında öğretmen kılavuz ve öğrenci ders kitaplarında buna uygun olarak problem seçimleri ve bunların çözümünde ele alınacak beceri, tutum, yöntem ve üstbiliş beceriler ortaya koyulabilir.

Öğretmenlerin ünite sonlarında yaptıkları değerlendirme sınavlarında amaç öğrencilere yalnızca not vermek değildir. Konular içerisinde anlaşılmayan veya yanlış anlaşılmış kavramların belirlenerek düzeltilmesi için önlemler almak da sınav yapmanın bir amacıdır. Böylece alınan dönütler yardımı ile öğretim tamamlanmış olacaktır. Öğrencilerin değerlendirilmesinde kavramsal bilgi yanında işlemsel bilgilerinin de dikkate alınması gereklidir. Problem çözümlerinin değerlendirilmesinde somut olarak iki boyut ele alınmalıdır. Bunlar; kavramsal değerlendirme ve problem çözme süreçleri ile çözümde kullanılan yöntemleri içeren işlemsel değerlendirmedir. Bu açıdan yapılan değerlendirme sonunda öğrencinin alacağı not hesaplanmalıdır. Böyle bir değerlendirme ile öğrencilerin çözümlerinde formül merkezli ve yalnızca bir yanıt bulmaya yönelik yöntemler kullanmalarının azalacağı ve bilginin ne zaman ve nasıl kullanılacağı becerisinin gelişeceği beklenmektedir. Bilginin kazanımı yanında düzenlenmesine de yardımcı olacağı

düşünülen böyle bir değerlendirme yönteminin dikkate alınması öğretmenlere ve eğitim programcılarına önerilmektedir.

6. EKLER:

EK A Deney Grubu Öğrencilerine Dağıtılan Kitapçık

BASINÇ
VE
PROBLEM ÇÖZME

Adı Soyadı:.....

Sınıf, No:

Okul:

Fen Bilgisi Problemlerinin Çözümü

Fen bilgisi problemlerinin çözümlerinde üç aşamalı bir yol izlenebilir. Bunlar; **problemi betimleme, çözümün planlanması ve uygulanması, çözümü değerlendirmedir**. Aşağıda bu üç aşamalı yol hakkında bilgi verilmektedir.

1. Problemi Betimleme

Bir problemin çözümü için ilk yapılacak işlem dikkatli bir şekilde problemde verilenleri ayrıntılı biçimde ortaya koymaktır. Problemi betimlemekle bizler, içinde bulunduğumuz durumu her yönü ile betimleriz. Problemde veriler doğrultusunda, nerede olduğumuzu tam olarak ortaya koyduktan sonra problemin bizden varmamızı istediği noktayı belirler ve bu iki nokta arasındaki en kısa yolu belirlemeye çalışırız. Burada problemin ne anlattığı ve problemdeki sorunun tam olarak ne olduğunu ortaya çıkarmak için yapmamız gereken bazı işlemler kısaca anlatılacaktır. Bir problemin doğru çözümü onu doğru anlamakla başlar. Bu amaçla, aşağıdaki durumlara dikkat edilerek problem çözümüne başlanmalıdır.

- *Kelimeler*: Problem dikkatlice okunmalıdır. Böylece problemin hangi konu ile ilgili olduğu anlaşılır. Ayrıca doğru bir şekilde problemi kavramak için de bu gereklidir. Problemde hem kelimelerin, hem de cümlelerin anlamları üzerinde durulmalıdır. Bazı kelimeler problem çözme için gerekli olan bilginin açığa çıkmasını kolaylaştıracaktır. Cümleler de problem hakkında bir değerlendirme yapmayı sağlayacak anlamlı birer yapılardır. Problemler problem çözümleri yanlış yollara sevk etmez. Yalnızca onlardan doğru yorumlar yapmayı ister. Doğru ve anlayabileceğiniz bir hızda problemi okumak, sonra tekrar okumak problem hakkında genel bir fikir kazanmanızı sağlayacaktır. Bazı problemlerde fazla bilgi de verilir. Bu bilginin açığa çıkarılması ve çözüm için hangi bilgilerin gerekli olduğunun belirlenmesi kelime ile cümleleri doğru okumak ve anlamakla mümkündür. Örneğin; “ağırlığı önemsenmeyen eşit bölmeli çubuğun her iki ucuna asılan cisimler dengededir” şeklindeki bir problemde sırasıyla dikkat edilmesi gereken durumlar: a) ağırlıksız bir çubuk, b) eşit aralıklarla bölmeli ve en önemlisi de c) cisimlerin dengede olmasıdır. Problem çözümünde bu kelimelere dikkat etmeliyiz.
- *Şekil ve tablolar*: Problemlerin çoğunda şekil ve/veya tablolar bulunmaktadır. Problemin metin kısımlarında anlatılanların desteklenmesi amacıyla bu yola başvurulur. Bu gibi durumlarda şekil ve tablolara ayrı bir önem vermeniz gerekir.

Kendi şekil ve tablolarınızı oluşturmanız problemi anlamamız için daha iyi olacaktır. Böylece problemde verilen hız, kuvvet, ivme, yer değiştirme ve sıcaklık gibi kavramları görsel olarak ta algılayarak problemin ana hatlarını ortaya çıkarmaya başlayacaksınız. Belleğinizde problem ile ilgili olan bazı bilgilerin ve yapılacak işlemlerin hatırlanmasını sağlayacaktır. Kendi şekil ve tablolarınızı oluşturmakla kelimeler, cümleler hatta denklemler zihninizde daha anlaşılır ve kullanılabilir olarak belirecektir. Böylece bir bulmacayı tamamlar gibi problemde verilmeyen ancak problem çözümü için gerekli olan bilginin ortaya çıkarılması da kolaylaşacaktır. Örneğin bir problemde şöyle bir tablo verilmiş olsun.

Madde	Erime noktası (°C)	Kaynama noktası (°C)
A	15	70
B	-40	90
C	0	90

Böyle bir tablonun ardından A, B ve C cisimlerinin erime ve kaynama noktalarını xy koordinat düzleminde belirttiğinizde tabloda verilen rakamları zihninizde daha anlaşılır ve kullanılabilir bir şekle getirmiş olursunuz. XY koordinat düzlemini kullanarak probleme getireceğiniz görsellik sizin çözüm için yorum yapmanızı kolaylaştıracaktır.

- *Düşünce tarzı:* İyi bir problem çözücü problemde sözel, görsel ve matematiksel verilere dikkat ederek bunlar arasında bağlantıları sağlayabilmelidir. Daha açık olarak belirtmek gerekirse kelime ve kavramlar, şekiller ve denklemler fen problemlerinde ortak niteliklerdir. İyi bir problem çözücü, kelimelerle denklemler arasında yani matematiksel işlemlerden önce kavram ve prensipleri kullanarak zihninde problemi net olarak oluşturabilir. Bu amaçla ilk olarak genel bir resim çizip, ayrıntıları sonradan belirler. Bu aynen resim yapmak gibidir. Genel hatları ortaya çıkardıktan sonra ayrıntıları belirlersiniz. Böylece ağaçlara bakarak ayrıntılar ile ilgilenirken ormanı gözden kaçırmamış olursunuz. Acemi problem çözücüler gibi hemen bir denklem bulmak ve sayısal işlemler yapmak denklemleri bir kurtarıcı olarak görmek yanlıştır. Bu yöntem -denklemleri hemen kullanmak- ancak alıştırmalarda bize yardımcı olur. Problemler zihnimizden çözüm için o ana kadar hiç kullanmadığımız yeni yöntemler bulmamızı isterken, alıştırmalar ise yalnızca bildiklerimizi pekiştiren işlemler ister. Alıştırmalar bizlere yeni bilgiler kazanmamızı sağlamazlar. Bir resim çizerek problemi zihninizde canlandırmak, denklemlerle fiziksel gerçeklik arasında bağlantı kurmamızı kolaylaştırır. Bu durum bizi doğru ve problem çözümü için gerekli bir denkleme götürür.

Denklemlerin fiziksel anlamını bilmek ve onların yalnızca rakam ve harflerden ibaret olmadıklarını kavramak için de bu gereklidir. Problem durumu için bir fikre sahip olmak ve kavramlar ile denklemler arasında bir köprü görevi gören resimler (şekil ve grafikler) problem çözümüne başlamak için bize güzel bir fırsat sağlamış olur. Yukarıda belirttiğimiz gibi problemde geçen kelimeler, verilen şekil veya tablolar çözüm için bizlere iyi bir fırsat sağlar.

Problemi betimleme aşamasında yukarıda değinilen konular her zaman akılda tutulmalıdır. Bu aşamada ayrıca yapılması gerekenler şunlardır;

- a) *Problem çözme aşamalarını takip etme*: Bir problem ile karşı karşıya kalındığında problemin çözümü için hemen sayısal işlemler yapmak ve yanıtı bulmak çok cazip gelebilir. İşin sonunda bir çözüm bile bulunsa doğruluğu şüphelidir. Problem çözümünde ikinci aşamaya (çözümün planlanması ve uygulanması) başlamadan önce ilk aşamanın problem betimleme olduğu unutulmamalıdır. Problemi betimlemekle problem hakkında genel bir çerçeve çizilerek genel bir kanaat oluşturulur. Problemin tipi, daha önce benzer bir problemle karşılaşıp karşılaşılmadığı, çözüm için gerekli olan bilginin neler olduğu hep bu aşamada zihnimiz tarafından ortaya çıkarılacaktır. Yeter ki sizler problem çözümünde takip edilecek aşamalara uyup kendinize problem çözümü için bir fırsat tanıyın.
- b) *Nerede olduğunu ve nereye ulaşmak isteğini bilme*: Problem betimlemekle nerede olduğunu tam olarak ortaya çıkarmalısın. Bunun için verilenler ve hedef belirlenmelidir. Böylece problemde verilmeyen ancak çözüm için gerekli olan bilgiler ortaya çıkar ve en önemlisi hedefe varmak için gerekli olan alt hedeflerin neler olduğu belirlenebilir. Hedefimiz belli olmaz ise problem çözmek için yapacağımız çalışmalar fayda sağlamayacaktır.
- c) *Hedeften uzaklaşma*: Yapılan bazı işlemler sizi hedeften uzaklaştırabilir. Bunu engellemek için daima verilenler ile hedef arasındaki bağlantıyı göz önünde tutarak problemi betimlemelisin. Verilenler sizlerin problemi çözmek için kullanacağınız ipuçlarıdır. Bu ipuçlarını hangi yönde kullanacağın ise hedefe ve alt hedeflere bağlıdır.
- d) *Prensip ve kavramlar*: Bir problemin çözümünde kitaplarda bulacağınız tek bir kavram ya da denklem yoktur. Çözümlerde birden fazla kavram ve denklem kullanılabilir. Unutulmamalıdır ki bilgi olmadan hiçbir problem çözülemez. Herhangi bir problemin çözümünde tek bir kavram ya da denklemin kullanılmasının mümkün olmadığını, bu tip soruların bölüm sonlarında bulunan alıştırmalar olduğu

unutulmamalıdır. Alıştırmalarda yapmamız gereken ne ise onu bilir ve hemen uygularız. Oysa problemler birden fazla kavram, prensip ve formülün iç içe bulunması ile anlam kazanır. Bu nedenle kitaplarda problemlerle ilgili bire bir örtüşen bilgi veya denklem arayarak zaman kaybetmeyiniz. Yapılması gereken, düşünerek bu problemde hangi prensip ve kavramların gerekli olduğunu ortaya çıkarmak olmalıdır.

- e) *Problemi daha özel yapmak*: Bazen problemde sayısal veriler yerine yalnızca N tane ya da 3V hızı gibi semboller kullanılır. Bu değerlere sayılar vererek problemi daha özel bir hale getirip çözebilirsiniz.
- f) *Geniş problemler*: Bazen karşılaştığınız problemlerde ne yapacağınızı, nereden başlamanız gerektiğini bilemeyebilirsiniz. Bu problemlerin çözümlerinde problemi kendi içinde basamaklara bölmek size kolaylık sağlayacaktır. Böylece problem içinde geçen diğer problemleri bularak işe başlamış olursunuz. Karşınıza böyle ulaşılabilir ve görünür hedefler koymak çözümü kolaylaştıracaktır.
- g) *Problemdeki hikâye*: Bazı problemlerde belirli zaman aralıklarında yapılan işler, bazı problemlerde ise belli bir andaki durum betimlenir. Zamana ya da miktara göre değişen durumların betimlendiği problemlerde belirli zaman aralıklarının hikâyesi ayrıntılı olarak açıklanmalıdır. Örneğin bir araç 0-t süresince hızlanıp, t-3t süresince sabit hızla hareket edebilir. Bu durumda her bir zaman aralığında gerçekleşen olaylar ayrıntılarıyla ortaya koyulmalıdır. Böyle zaman dizisi oluşturan problemlerde bir noktadaki yanlış anlama sonucun yanlış çıkmasına neden olacaktır. Bazı problemlerde ise belli bir andaki durum anlatılır. Bu tip problemlerde şekil çizmek ya da tablo oluşturmak en doğru betimleme araçlarıdır. Böylece problemdeki manzarayı parçalara bölmek daha kolay olacaktır. Bunu yaparken kuvveti, ışık kaynağının gücünü ya da manyetik alanı temel alarak işe başlayabilirsiniz. Bu kavramlardan işe başlamakla problemin yarısını çözmüş olacaksınız.
- h) *Yoğun ve kapsamlı parametreler*: Fen bilgisi problemlerinde, matematik ve diğer alanlardaki problemlerden farklı olarak niceliklerin daha önceki ünite de (enerji) vektörel ve skaler olarak gruplandırıldığı gibi, yoğun ve kapsamlı nicelikler olarak ta gruplandırılır. Bunlar: a) sistemin büyüklüğünden bağımsız olanlar -yoğun-, ve b) sistemin büyüklüğü ile orantılı olanlar -kapsamlı- şeklinde belirtilir. Örneğin; sıcaklık, yoğunluk, basınç yoğun niceliklerdir. Sistemin büyüklüğünden bağımsızdır. Bir cismin yoğunluğu $1,2 \text{ g/cm}^3$ ise bu cismi kaç parçaya bölersek böylelim her parçanın yoğunluğu aynı kalır. Yine hacim, kütle, enerji, ısı, kuvvet ise kapsamlı niceliklerdir. Bir cismin kütlesini 200 g olarak bulduğumuzda bu cismi parçalara böldüğümüzde her bir parçanın kütlesi farklı olacaktır.

2. Çözümün Planlanması ve Uygulanması

Problemlerin çözümlerinde ikinci aşama verilenler ile hedef arasındaki mesafenin ortadan kaldırılması işlemidir. Bu işlemler için ilk olarak bir plan yapılmalı ve bu plana göre gerekli işlemler yapılmalıdır. Planlama ve uygulama aşamasında birçok farklı yöntemi bir arada kullanmalısınız. Bunun için her soru tipine uygun bir yöntem bulmak zordur. Bu amaçla geliştirilmiş her kapıyı açan bir yöntem olmadığını her zaman akılda tutmalısınız. Çözümü planlamakla yapacaklarınız ortaya çıkmış olacaktır. Bu sayede işlemlerin sırası ile yapılması ve problemde nerede olduğunuz ve hedeften ne kadar uzakta olduğunuzu görmemiz sağlanacaktır. Böyle bir plan yapmak sizin elinizdedir. Eğer yukarıda bahsedilen aşamaları yerine getirirseniz böyle bir plan kolaylıkla yapılabilecektir. Problem çözmenin sizin düşünce gelişiminize yardımcı olduğunu aklınızdan çıkarmayınız. Benzer problemleri anımsamak, hedeften başlayarak verilenlere ulaşmaya çalışmak, problemi ayrıştırarak basitleştirmek, beyin fırtınası ile problem hakkında olabildiğince fazla sayıda fikir üretebilmek, problemdeki olayların nasıl bu hale gelmiş olabileceğini düşünmek (problemin hikayesini en baştan yazmak) gibi bu stratejilerin bir ya da birkaçını kullanabilirsiniz. Bu amaçla dikkat etmeniz gereken durumlar aşağıda verilmektedir.

- a) *Sembollerle çalışmak*: Problem durumuna bağlı olarak hedef bir formül ya da bir sayı olabilir. Bu durumda çözüm için sembolleri kullanmak daha büyük kolaylık sağlar. Böyle işlem yapıldığında ilk olarak aritmetik işlemler yapmak kolaylaşır. Örneğin kütlenin 2,23 kg olduğu bir problemde bunun yerine “m” sembolünü kullanmak daha yararlı olacaktır. Ayrıca ara niceliklerin işlemleri ile zaman kaybedilmemiş olur. Sayısal nicelikleri hemen aradan çıkarmış oluruz.
- b) *Sembolleri ipuçları ile kullanmak*: Bir problemde birden fazla kütle bulunabilir. Bu kütlelere A ve B gibi semboller atadığımızı düşünürsek olaya görsellik katmış oluruz. Bu da soruyu kavramamızı kolaylaştıracaktır. Bu durumda kütlelere M_A ve M_B şeklinde göstererek ya da otobüs için oto kısaltması, tren için tr kısaltmalarının alt indis olarak kullanılması daha kolay işlem yapmamızı sağlar. M_1 ve M_2 şeklindeki gösterimlerin de kolaylık sağlamasına rağmen hangi maddenin 1 numaralı hangi maddenin 2 numaralı olduğu karıştırılabilir.
- c) *İlişkili değerleri beraber kullanma*: Örneğin kinetik enerji denklemi genelde $\frac{1}{2} m v^2$ şeklinde belirtilir. Bunu farklı bir biçimde yazmak hatırlamayı zorlaştırır. Bu formülü tanınmayacak bir formda örneğin $m v^2/2$ şeklinde yazmak işlemleri zorlaştırır.
- d) *Düzgün ve organize çalışmak*: Yalnızca problem çözmek için değil hangi işte ve hangi derste olursa olsun başarılı olmak için düzgün ve özenli çalışmak

zorundasınız. Yapacaklarınızı iyi organize ederseniz, çalışmalarınızın hangi aşamada olduğunu ve yapacaklarınızın neler olduğunu rahatlıkla görebilirsiniz. Hedeflerinize ne kadar uzakta olduğunuzu görmemiz için bu gereklidir. Ayrıca yazdıklarınız içinde de bazı işaretleri birbirinden iyi ayırım yapacak biçimde yazmanız hataları en aza indirir. Örneğin t ile +, 1 ile L, 2 ile Z, 0 ile D arasındaki farklılıkları yazarken dikkatli olmalısınız.

- e) *Problemde kullanılan birimler*: Bir problemde verilen tüm sayısal değerler aynı birim cinsinden olmalıdır. Problemde hem metre hem de santimetre birimleri kullanılıyorsa burada yapılacak olan sonucun hangi birimden istendiğine bakarak birimleri çevirmektir.
- f) *Basit işlemler uygulama*: Her problemde yapılması gereken bazı basit işlemler vardır. Eğer sayfalarca süren aritmetik işlemler ve karmaşık açıklamalar yapmak zorunda kalıyorsanız yanlış yoldasınız demektir. Kendinizi çıkmaz bir sokakta hissettiğinizde yapacağınız iş geriye dönmek ve başlangıç noktasına varmak olmalıdır. İşe yeni bir strateji ile en başından başlamanız gerekir. Yaptığınız işin aksayan yerlerini bulmak ve düzeltmek, işe en başından başlamaktan daha zordur. Önceki yanlışlarınızı göz önüne alarak yeni bir yöntemle problemi çözmeye başlamak sizi başarıya götürecektir.

3. Çözümü Değerlendirme

Çözümü değerlendirme ile kastedilen, yanıtınızın karakterini yani kişiliğini ortaya koymak ve bunu beklentileriniz ile karşılaştırmaktır. Böylece gerçekten aradığınızı bulduğunuzdan emin olabilirsiniz. Özellikle bu son aşama sınıf ortamlarında sizlerden beklenir. Çözümü değerlendirme ile fen bilgisine (fiziğe) karşı aşinalık ve problem çözümlerinin niteliklerini yapılandırmış olacaksınız. Yalnızca bir problemi çözmekle elde edeceğiniz doğru bir yanıt size yeterli gelmemelidir. Bir problemi çözerken yaptığınız işlemler, yanlış yaptığınızda takip ettiğiniz çözüm yolları, çözüm sırasında yaptıklarınızı gözden geçirmek size problem çözmeyi öğretecektir. Bu sayede her problem çözümünden elde ettiğiniz kazanımlar, sonraki problemlerin çözümü için size yardımcı olacaktır. Problem çözümlerinde kendinize sorular sorarak yanıtı doğru yönlenmeniz, yanlış yaptığınızda bunu kendinize itiraf edebilmeniz, “acaba doğru mu yapıyorum?” diye sorular sormanız iyi bir problem çözücü olmanızı sağlayacaktır. Diğer taraftan hem fen bilgisi, hem de diğer derslerde problemleri daha kolay çözmek için sezginiz gelişecektir. Bu amaçla dikkat etmeniz gereken durumlar şunlardır.

- a) *Boyut analizi*: Çözüm için kullandığınız formülde bulmak istediğiniz nicelik uzunluk boyutunda ise eşitliğin diğer tarafındaki niceliklerde metre boyutunda

olmalıdır. Örneğin $v = at^2$ formülünde sağ taraf uzunluk, sol taraf ise m/s yani hız boyutunda olduğu için formül yanlıştır. Doğrusu $v = at$ olmalıdır.

- b) *Rakamların anlamlılığı*: Örneğin bir cismin kütesinin sorulduğu bir problemde siz -1,50 kg'lık kütle bulmuş iseniz çözümünüzü tekrar kontrol etmeniz gerekir.
- c) *Mantıklı hız ya da ivme*: Örneğin bir insanın hızını 30 m/s buluyorsanız burada bir sorun var demektir. Bir insan için araçsız olarak saniyede 30 metre yol alması çok zordur. Her konu için mantık ölçülerinde maddelerin taşıyabilecekleri nicel özelliklerinin alt ve üst değerleri hakkında derslerde bir fikir sahibi olmanız yorum yapmanızı kolaylaştıracaktır. Yine böyle durumlarda değerleri anlamlı bir biçimde nasıl yorumlayabiliyorsanız o birim cinsinden yazmanız kolaylık sağlar. Bazı ülkelerde hız birimi mil/saat iken, ülkemizde günlük hayatta hız birimi m/s'dir.
- d) *Aritmetik işlemler*: Bulduğunuz formülde sıfıra bölme gibi bir durum var mı? Ya da negatif bir sayının karekökünü almak zorunda kalıyor musunuz? Bu gibi durumlar bir yerlerde aritmetik ilkelere ya da formülde hata yaptığınızı gösterir.
- e) *Fonksiyonel anlamlılık*: Yanıtınız verilen niceliklere mantıklı olarak bağlı mı? Örneğin verilen sabit hızda giden aracın gittiği süre arttıkça aldığı yol da artar. Formülünüz bunu söylüyor mu? Burada ters ve doğru orantılı durumlara dikkat etmeniz gerekir.
- f) *Limitli değerler ve özel durumlar*: Örnek olarak hiçbir obje için bulunan hız ışık hızından daha büyük bir hız olamaz. Günümüz fizik yasalarında bu en büyük hızdır. Problemlerde de böyle limit değerler söz konusu olabilir.
- g) *Simetri*: Problemler bazen simetriye sahiptir. Yani problemde iki objeniz varsa bunlara 1 ve 2 numaralarını verdiğinizde çıkan sonuç ile bu numaraların yerlerini değiştirdiğinizde aynı sonucu bulursunuz. Vektörel işlemlerde veya aynalarda cisimlerin yerlerini belirlemede simetri kullanılır.
- h) *Birimler*: Fizik ve matematiğin ayırım noktalarında birisi de birimlerdir. Matematikte genellikle nicel bir değere varınca iş sonlandırılır. Ancak fen problemlerinin çözümlerinde 5,72 gibi bir yanıt yeterli değildir. Bu; 5,72 m, 5,72 kg ya da 5,72 J gibi soruda istenen değer ne olduğuna bağlı olarak sayısal değerler birimlerle beraber ifade edilmelidir. Ya da yanıtınız vektör ise büyüklüğü ve birimi yanında yönü de ifade edilmelidir.
- i) *Anlamlı rakamlar*: Bulduğunuz yanıtlardaki rakamlar verilenler ile uyumlu olmalıdır. Örneğin bir top 2,41 saniyede, 3,24 metre yol alıyorsa hızı 1,34 m/s olarak belirtmek gerekir. Yani virgülden sonra 2 anlamlı rakam varsa bulunan sonuçta da böyle olmalıdır. 1,34439 şeklinde bir sonuç yanıt olamaz. Ayrıca 4/12 gibi bir sonuç

ta anlamlı değildir. Gerekli sadeleştirmeler yapılmalıdır. Sonuç 1/3 şeklinde yazılmalıdır.

- j) *Kapsamlı problemler*: İlk bölümde belirtildiği gibi problemleri alt problemlere bölerseniz her alt problemin sonucunu kontrol etmelisiniz. Eğer bunu yapmazsanız ardışık olarak bir alt problemde yaptığımız yanlışlık diğer alt problemlerin sonuçlarına da etkide bulunur. Kesin sonuç ta yanlış olacaktır.

Fen Bilgisi ve Fizik

Bilim, bir alandaki varlıkları ve olayları inceleme, açıklama, onlara ilişkin genelleme ve ilkeler bulma, bu ilkeler yardımıyla gelecekteki olayları kestirme gayretleridir.

Fen bilimleri; doğayı ve doğal olayları inceler, henüz gözlenmemiş olayları kestirme çabası içindedir. Fen bilimleri; Fizik (fiziksel olayları inceler), Kimya (kimyasal olayları inceler), Biyoloji (canlı bilimi), astronomi (uzay bilimi), jeoloji (yerbilimi) ve diğer doğa olaylarını ve olaylar arasındaki ilişkilerin tümünü içerir. Kısaca Fen Bilimleri, doğayı insanların anlayabileceği şekilde çok yönlü araştıran bir bilim dalıdır.

Burada ilköğretim düzeyinde Fen bilgisi dersi içinde özel olarak bizim ilgileneceğimiz bölüm Fizik'tir. Madde ve maddeyi oluşturan parçaları inceleyen, aynı zamanda bunların birbirleriyle etkileşimlerini açıklamaya çalışan bir bilim dalıdır. Fizik genellikle cansız varlıklarla uğraşan, fakat çok zaman canlılarla ilgilenen bilimlere de yardımcı olan bir bilim kolu olarak anılır. Fizik kelimesi aslen Yunanca "Doğa" anlamına gelen terimlerden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle yakın zamana kadar fiziğe "Doğa felsefesi" gözüyle bakılmıştır. Fizik; çoğu bilim insanınca en temel doğa bilimi olarak kabul edilmekte ayrıca Astronomi, Kimya, Biyoloji, Jeoloji doğa bilimlerinin de en önemli yardımcısı olduğu vurgulanmaktadır. Diğer taraftan Tıp, Mühendislik...v.s. gibi uygulamalı bilimlerde çok kullanılan ve bazılarının temelini oluşturan yine Fizik bilimi olmuştur. Kısaca Fizik en temel bilimdir. Diğer bilimlerin en büyük yardımcısıdır. Onların gelişimi için vazgeçilmez bir bilim dalıdır ve onlarla iç içedir. Örneğin, biyoloji canlıları inceler; canlı dokuları da proteinlerden yapılmıştır. Proteinler, hormonlar, enzimler büyük moleküllerdir, yani artık kimya önemli olmaya başlar. Moleküllerin yapı taşları da atomlardır; onları da fizik inceler. Maddenin en küçük yapıtaşları fiziğin konusu olduğundan, bu yapıtaşlarının özelliklerini biliyorsak, maddeden oluşmuş her şeyin her davranışını ilke olarak hesaplayabiliriz. Fizik öğrenmek insanlara ne gibi faydalar sağlar, ben niye fizik öğrenmeliyim gibi sorular aklımıza gelebilir. Fiziğin gerçek hayata önemli etkileri vardır. Örneğin, günümüz teknolojisinin MR cihazları, lazerler, nükleer enerji, transistörler, cep telefonları dolayısıyla elektronik cihazlar gibi birçok ürünün icadı, 20. yüzyılda anlaşılan bazı fizik kurallarına dayanmaktadır. İnternet adreslerinde kullandığımız "www" standardı ve fikri bile bir fizikçi

tarafından (fizikçiler arası bilgi paylaşımını kolaylaştırmak için) icat edilmiştir. Gelecekte ise tekerleksiz, yere temas etmeyen mıknatıs teknolojisi kullanan çok hızlı trenler, elektronik araçların çalışmasında kullanılacak uzun ömürlü yakıt pilleri, yaklaşık 1 litre benzinle 100 km yol giden yakıt hücreli motora sahip araçlar v.s), hayatımızı tamamen değiştirmeye adaydır.

Fizik ve Matematik

Fizik tüm bilimlerin gelişmesine yardımcı olmakta ve birçok konuda onlarla iş birliği yapmaktadır. Bu işbirliğinden şüphesiz Fizik de yararlanmakta ve gelişmektedir. Fiziğin en yakın yardımcısı ise Matematiktir. Matematik bilimi kısaca Fiziğin dilidir diyebiliriz. Matematik, insan yeteneklerinin ortaya çıkarılmasında, yönlendirilmesinde, sistemli ve mantıklı bir düşünce alışkanlığının kazandırılmasında kullanılan bir araçtır. Matematik insana, akıl yürütme alışkanlığını veren bir bilim dalıdır.

Matematik nedir? Sorusuna matematikçilerin verdiği yanıtlar şöyledir.

- 1-Matematik bazı sembolleri kullanan bir dildir.
- 2-Matematik çevreyi geliştirmede ve dünyayı anlamada kullanılan bir araçtır.
- 3-Öğrenilmesi gereken bilgiler bütünüdür.
- 4-Matematik günlük problemleri çözmek için kullanılan sayma, hesaplama, ölçme ve tasarlamadır.

Matematiğin ne olduğunu öğelerini belirterek açıklamak gerektiğinde şöyle bir sıralama yapılabilir.

- 1-Matematik bir bilgi alanıdır.
- 2-Matematik, varlıkların kendileri ile ilgili değil aralarındaki ilişkilerle ilgilenir.
- 3-Matematik birçok bilim dalının kullandığı bir araçtır.
- 4-Matematik, insan yapısı ve beyninin yarattığı bir soyutlamadır.

Bizler matematiği tüm bilim dallarında ve özellikle de Fizik'te yardımcı bir araç olarak kullanmaktayız. Böylece doğa olaylarının açıklanması kolaylaşmakta ve elde ettiğimiz sonuçlar herkes tarafından anlaşılacak biçimde sunulmaktadır. Doğadaki olayların gerçekleşmesinde rol oynayan nitelikler ve bunların birbirleriyle olan ilişkileri bir takım matematiksel denklemlerle açıklanmaktadır. Bir sonraki bölümde problem çözmede kullanacağımız taslak yer almaktadır.

PROBLEM ÇÖZME TASLAĞI

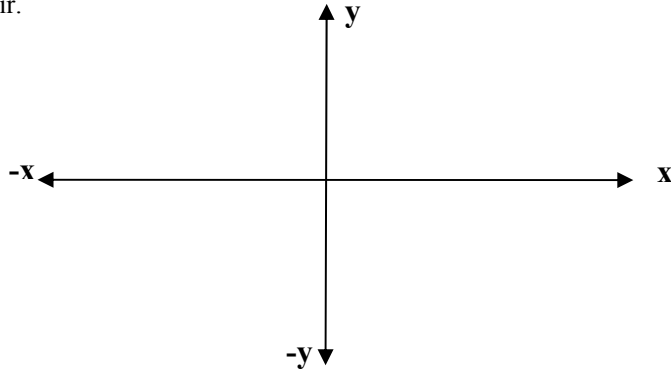
1. Problemi Açıklama :

- a) Problemi dikkatli bir şekilde okuyun. Problemden en önemli gördüğünüz bölümleri yazınız.
.....
.....
.....
- b) Üstte belirttiğiniz bölümleri şekil üzerinde gösteriniz.

Problemden verilenleri (kütle,hacim, yoğunluk,derinlik) şekil çizerek sembolleriyle birlikte belirtiniz

- c) Problem hangi kavram ve prensiplerini içeriyor?
.....
.....
- d) Problemden tam olarak ne sorulmaktadır?
.....
.....
- e) Problemden verilenleri maddeler halinde (vektörel, skaler) sıralayınız.
.....
.....
.....

Problemden geçen kavram ve prensiplerle ilgili olarak verilenlerin değişimini gösteren grafikleri koordinat ekseninde belirtiniz. Grafikler sizlere verilen çalışma formlarında bulunmaktadır.



2. Çözümün Planlanması ve Uygulanması:

- a) Yukarıda gruplandığımız verilenleri hangi denklemlerde kullanabilirsin. Denklemleri belirtiniz.

.....
.....
.....

- b) Bilinmeyenleri bulmak için yapacağın işlemleri maddeler halinde sırala.

.....
.....
.....

- c) Bir önceki basamaktaki işlemleri uygulayınız.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

- d) Yukarıda bulduğunuz değeri yazınız.

.....
.....

3. Çözümü Değerlendirme:

- a) Çözüm için uyguladığım işlem basamaklarında tüm bilinmeyenler bulundu mu? Ara işlemlerde bulduğunuz değerleri belirtiniz.

.....
.....

- b) Problemden tam olarak istenen birimine dikkat edilerek ifade edildi mi? Bulduğunuz değeri yazınız.

.....
.....

- c) Yanıtınızı şekil veya koordinat ekseninde belirtiniz.

- d) Yanıtınız problemde verilen bilgilerle anlamlı sayısal ifadeler ya da durumlar içeriyor mu? Kısaca açıklayınız.

.....
.....

- e) Bu problemde, problem çözümü ile ilgili olarak öğrendiğim;

.....
.....

PROBLEM ÇÖZME GÖZLEM FORMU

	Problem Numarası											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Problemi Açıklama												
Problemi dikkatli bir şekilde anlayana kadar okudum.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verilenleri şekil üzerinde sembolleriyle belirttim.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Problemin ne konuda olduğunu biliyorum.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Problemde tam olarak bulmam gerekeni anladım.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Problemde en önemli bölümlerin altını çizerek belirttim.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Problemde verilenleri tam olarak yazarak kendi aralarında gruplandırıdım.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Problemde çizdiğim şekil veya tablo doğru ve anlamlıdır.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Çözümün Planlanması ve Uygulanması												
Problemi çözmek için farklı yollar düşündüm.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Yazdığım denklemler doğrudur. Denklemleri gözden geçirdim.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
İşlem için sıraladığım maddelerde anlamlı bir sıra var.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
İşlem sırası doğru. Kontrol ettim.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Yaptığım işlemlerdeki hesaplamaları gözden geçirdim.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mantıklı ve birimi hedefle uyumlu bir yanıt buldum.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Problemin içerdiği kavram ve prensipleri tam olarak yazdım.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Çözümü Değerlendirme												
Problem hakkında net bir açıklama yaptım. Ne sorulduğunu biliyorum.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Çözüm boyunca kendime sorular sorarak yaptıklarımı değerlendirdim.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Planladıklarımı aynen uygulayabildim. İşlemlerim tam ve doğrudur.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Probleme ilgili konularda eksiklerim var.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Zamanın çoğunu matematiksel işlemlere değil, planlama ve açıklamalara ayırdım.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Her işlemden sonra yaptıklarımı gözlemledim.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Bu problemin çözümünden öğrendiklerim var. Bunları sonraki problemlerde kullanırım.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

FORMÜLLERİN SEMBOLİK VE KAVRAMSAL AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu bölümde basınç ünitesinde karşılaşacağınız formüllerle ilgili açıklamalar bulunacaktır. Bu açıklamalar yardımı ile formülleri daha iyi anlayacaksınız.

Formüllerin açıklanmasında iki aşamalı bir yöntem kullanılacaktır. Bu yöntemler;

1. Formülleri sembolik açıdan değerlendirmek
2. Formülleri kavramsal açıdan değerlendirmek şeklindedir.

1. FORMÜLLERİN SEMBOLİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tablo 1 Değişkenlerin sembolik şekil ve tanımları

Grup	Tanım	Şekil	Sembol Gösterimi
Rekabet eden terimler	Birbirine zıt ya da aynı olan terimler	$\square + \square + \square$	$a + b + c$
	Birbirine Ters terimler	$\square - \square$	$a - b$
	Denge durumu	$\square = \square$	$a = b$
Terimlerin bağlı olma durumu	Başka çarpanlara bağlı	[...x...]	[x a x]
	Başka çarpanlara bağlı değil	[x]	[a]
Katsayılar	Katsayı	X \square	4a
	Derece	\square^x	a ³
Oransal	Doğru orantı	$\frac{...X...}{.....}$	$\frac{...a...}{.....}$
	Ters orantı	$\frac{.....}{...Y...}$	$\frac{.....}{...b...}$
	Aynı birime sahip değerlerin oranı	$\frac{...X...}{...Y...}$	$\frac{...a...}{...b...}$
Diğer	Tanım	X=	a=

Bu tablo yardımı ile formülleri sembolik olarak inceliyoruz. Formüllerdeki harfler daima bir değerin sembolik karşılığıdır. Tablonun nasıl kullanılacağına bir örnek verelim.

İlk ünite de öğrendiğimiz Öz kütle formülü $d = \frac{m}{V}$ şeklinde verilmektedir. Bu formüldeki temel parçaları yukarıdaki tablo yardımı ile bulalım.

Öncelikle formülde bir tanım yapılmaktadır. Tablodaki sembollere baktığımızda a = sembolik şeklinin kullanıldığını görmekteyiz.

İkinci olarak ta öz kütle (d) ile kütle (m) arasında doğru orantı bulunmaktadır. m sembolü formüldeki kesrin pay kısmında bulunmaktadır. Tablodaki sembollere baktığımızda doğru orantı sembolü $\frac{...a...}{.....}$ bu duruma karşılık gelmektedir.

Son olarak ta öz kütle (d) ile hacim (V) arasında ters orantı bulunmaktadır. V hacim sembolü formüldeki kesrin payda kısmında bulunmaktadır. Tablodaki sembollere baktığımızda ters orantı sembolü $\frac{.....}{...b...}$ bu durumu açıklamaktadır.

Özetle $d = \frac{m}{V}$ formülünde 3 parça bir arada bulunmaktadır. Bunlar:

- ✓ Tanım a =
- ✓ Doğru orantı $\frac{...a...}{.....}$
- ✓ Ters orantı $\frac{.....}{...b...}$ şeklindedir.

2. FORMÜLLERİN KAVRAMSAL AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

İlk bölümde formüllerin hangi sembollerle ifade edildiklerini şekil bakımından ele alıyoruz. Ayrıca sembollerin aralarındaki ilişkileri (doğru orantı, ters orantı, tanım gibi) de belirtiyoruz. Ama formülleri şekil olarak ifade etmek onların anlaşılması için yeterli değildir. Bir formülün bize neler anlattığını daha iyi anlayabilmek ve formülü kullanabilmek için sizlere çalışma formları hazırlanmıştır.

Derslerde göreceğiniz her formül için bir çalışma formu bulunmaktadır. Derste işlediğiniz her formül sonrası bu formları doldurunuz. Bu formların belirli bölümlerinde sizlerden formülde geçen sembolik ifadeler istenecektir. Bunu yapabilmek için bir önceki sayfada bulunan “Tablo 1 Değişkenlerin sembolik şekil ve tanımları” tablosunu kullanabilirsiniz.

ÖZ KÜTLE

1. $d = \frac{m}{V}$ Formül, cisimlerin öz kütlelerinin kütle ve hacme bağıllığını göstermektedir.

	Birimler	Yoğun ya da kapsamlı	Sembol	Vektörel ya da skaler ifade
Kütle	Kg, g	Kapsamlı	m	Skaler
Hacim	m ³ , cm ³	Kapsamlı	V	Skaler
Öz kütle	Kg/m ³ , g/cm ³	Yoğun	d	Skaler

2. Bir cismin birim hacmindeki madde miktarına cismin *öz kütlesi* denir.
3. Öz kütle cismin kütlesi ile doğru; hacmi ile ters orantılıdır. Kütlelerin hacme oranı öz kütleyi vermektedir. Öz kütle maddenin ayırt edici bir özelliğidir.
4. Denklemdaki V sembolü cismin hacmini ifade etmektedir. Bu sembol hız sembolü ile karıştırılmamalıdır. Aşağıdaki alıştırmaları belirtilen boşluklara çözünüz.
5. Formülde geçen sembolik ifadeleri değişkenlerin sembolik şekil ve tanımları tablosu yardımı ile aşağıya yazınız.

6. 150 g kütleyle sahip olan bir cismin hacmi 50 cm³ olduğuna göre cismin öz kütlesi nedir?

7. Öz kütlesi 2 g/cm³ olan bir cisim 20 cm³ hacme sahiptir. Bu cismin kütlelerini bulunuz.

8. Eşit hacimli demir ve tahta parçalarının kütlelerini karşılaştırınız. ($d_{\text{demir}} = 7,8 \text{ g/cm}^3$, $d_{\text{tahta}} = 0,6 \text{ g/cm}^3$)

KATI BASINCI

1. $P = \frac{F}{A}$ Formül; basıncın, cisimlerin tabana uyguladıkları kuvvete ve taban alanına bağlılığını göstermektedir.
2. Birim yüzeye dik olarak etkiyen kuvvete *basınç* denir.

	Birimler	Yoğun ya da kapsamlı	Sembol	Vektörel ya da skaler ifade
Kuvvet	N	Kapsamlı	F	Vektörel
Alan	m ²	Kapsamlı	A	Vektörel
Basınç	N/m ² ya da Pa	Yoğun	P	Skaler

3. Basınç, kuvvet ile doğru, taban alanı ile ters orantılıdır. Bir cismin kuvvet değerinin, kuvvetin uygulandığı alana oranı basıncı vermektedir. Kuvvet aynı olsa da farklı yüzey alanları basınç değerini değiştirir.
4. Bazı kaynaklarda alan sembolü "A" yerine S sembolü kullanılmaktadır.
1 N/m² = 1 Pa olarak adlandırılır.
5. Formülde geçen sembolik ifadeleri değişkenlerin sembolik şekil ve tanımları tablosu yardımı ile aşağıya yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Aşağıdaki alıştırmaları belirtilen boşluklara çözünüz.

6. 1500 N ağırlığındaki bir cismin taban alanı 0,5 m² olduğuna göre bu cismin tabana uyguladığı basınç kaç Pa'dır?
.....
.....
.....
.....
.....
7. Bir cismin taban alanı 2 m² ve tabana uyguladığı basıncı 12 Pa olduğu bilindiğine göre bu cismin kütlesi kaç kilogramdır?
.....
.....
.....
.....
.....
8. Eşit kütleli iki cismin yere uyguladıkları basınçlar sırasıyla 2 Pa ve 5 Pa olduğuna göre bu cisimlerin taban alanları ne olabilir?
.....
.....
.....
.....
.....

SIVI BASINCI

1. $P = h \cdot d \cdot g$ Formül; sıvı basıncının, sıvı derinliğine, sıvı yoğunluğuna ve yer çekim ivmesine bağlılığını göstermektedir.
2. Sıvıların ağırlıklarından dolayı birim yüzeye dik olarak uyguladıkları kuvvete *sıvı basıncı* denir.

	Birimler	Yoğun ya da kapsamlı	Sembol	Vektörel ya da skaler ifade
Derinlik	m	Kapsamlı	h	Vektörel
Yoğunluk	Kg/m ³	Yoğun	d	Skaler
Yer Çekim ivmesi	m/s ²	Kapsamlı	g	Vektörel
Sıvı Basıncı	N/m ² ya da Pa	Yoğun	P	Skaler

3. Sıvı basıncı; sıvı derinliği, yoğunluğu ve yer çekim ivmesi ile doğru orantılıdır. Sıvı derinliği, yoğunluk ve yer çekim ivmesi sıvının herhangi bir noktasında oluşan basıncı bulmamızda bizlere yardımcıdır.
4. Formülde kullandığımız “h” derinliği ifade etmektedir. Bazen yükseklik te h sembolü ile gösterilmektedir.
5. Formülde geçen sembolik ifadeleri değişkenlerin sembolik şekil ve tanımları tablosu yardımı ile aşağıya yazınız.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Aşağıdaki alıştırmaları belirtilen boşluklara çözünüz.

- 6) 2,5 m derinliğindeki bir kap içindeki suyun kabın tabanına yaptığı basınç ne kadardır?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

- 7) Cıva dolu kabın tabanındaki basınç 1500 Pa olduğuna göre cıva derinliği ne kadardır? ($d_{\text{cıva}} = 13,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

- 8) A ve B kaplarındaki sıvıların tabanlarında oluşan sıvı basınç oranları $\frac{A}{B} = \frac{2}{3}$ 'tür. A sıvısının derinliği, B sıvısının derinliğinin 3 katı olduğu bilindiğine göre bu sıvıların yoğunlukları hakkında ne söylenebilir?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

SIVI BASINÇ KUVVETİ

1. $F = h \cdot d \cdot g \cdot A$ Formül; sıvı basınç kuvvetinin, sıvı derinliğine, sıvı yoğunluğuna, yer çekim ivmesine ve yüzey alanına bağlılığını göstermektedir. Bu formül katı basınç ve sıvı basınç formüllerinden türetilmiştir.

$$P = \frac{F}{A} \text{ ve } P = h \cdot d \cdot g \text{ basınçlar taraf tarafa oranlandığında,}$$

$$\frac{F}{A} = h \cdot d \cdot g \text{ eşitliğinden } F = h \cdot d \cdot g \cdot A \text{ formülüne ulaşılır.}$$

2. Bir kapta bulunan sıvının ağırlığı nedeniyle kabın herhangi bir yüzeyine dik olarak uyguladığı kuvvete *sıvı basınç kuvveti* denir.

	Birimler	Yoğun ya da kapsamlı	Sembol	Vektörel ya da skaler ifade
Derinlik	m	Kapsamlı	h	Vektörel
Yoğunluk	kg/m ³	Yoğun	d	Skaler
Yer Çekim ivmesi	m/s ²	Kapsamlı	g	Vektörel
Alan	m ²	Kapsamlı	A	Vektörel
Sıvı Basıncı kuvveti	N	Kapsamlı	F	Vektörel

3. Sıvı basıncı; sıvı derinliği, yoğunluğu, yer çekim ivmesi ve yüzey alanı ile doğru orantılıdır. Derinlik, yoğunluk, yer çekim ivmesi ve sıvı yüzey alanı yardımıyla o yüzeyde oluşan basınç kuvvetini bulabiliriz.
4. Daha önceki formül açıklamalarında belirttiğimiz gibi h derinlik, A yüzey olarak tanımlanmaktadır. A taban yüzeyini değil, herhangi bir yüzey alanını (yan yüzeyler) ifade etmektedir.
5. Formülde geçen sembolik ifadeleri değişkenlerin sembolik şekil ve tanımları tablosu yardımı ile aşağıya yazınız.

.....
.....
.....
.....

6. Su içerisinde 2 metre derinliğindeki 1 m²'lik yüzeye uygulanan sıvı basınç kuvveti ne kadardır? ($d_{su} = 10^3 \text{ kg/m}^3$)

.....
.....
.....
.....

7. Su içerisinde aynı derinlikte farklı yüzeylere uygulanan sıvı basınç kuvvetlerinin oranı $\frac{1}{2}$ ise bu yüzey alanlarının büyüklükleri hakkında ne söyleyebilirsiniz?

.....
.....
.....
.....

8. Üç farklı kaba eşit derinlikte yoğunlukları d, 2d ve 3d olan sıvılar koyulmaktadır. Taban alanları eşit olduğuna göre ve bu alanlardaki sıvı basınç kuvvetlerini büyükten küçüğe doğru sıralayınız.

.....
.....
.....
.....
.....

PASCAL PRENSİBİ

- $P_1 = P_2 = P_3 = P_n$ eşitliğinden $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} = \frac{F_3}{A_3} = \frac{F_n}{A_n}$ formülü elde edilir. Bu formülde, kapalı bir kaptaki herhangi bir noktada oluşturulan basıncın sıvının her tarafına aynen iletiildiği belirtilmektedir.
- Kapalı bir kaptaki sıvının herhangi bir noktasına yapılan basınç, sıvı tarafından sıvının temas ettiği her noktaya aynen iletilir. Sıvıların sıkıştırılmayıp basıncı her doğruğtuda iletmeleri ilkesine *Pascal Prensibi* denir.

	Birimler	Yoğun ya da kapsamlı	Sembol	Vektörel ya da skaler ifade
Sıvı Basıncı kuvveti	N	Kapsamlı	F	Vektörel
Alan	m ²	Kapsamlı	A	Vektörel

- Sıvı içerisinde herhangi bir noktada oluşturulan basınç aynen tüm noktalara iletilir. İletilen basınç değeri yardımı ile herhangi bir alan üzerinde oluşturulan basınç kuvveti değeri bulabiliriz.
- Formülden anlaşılacağı üzere bir noktada oluşturulan basınç tüm noktalara aynen iletiildiği için her yüzey alanındaki basınç değerleri P_1, P_2, P_3, \dots şeklinde yazılabilir. Yüzey sayısı kadar basınç eşitliği yazılabilir.
- Formülde geçen sembolik ifadeleri değişkenlerin sembolik şekil ve tanımları tablosu yardımı ile aşağıya yazınız.
.....
.....
.....
.....
- Su cenderesinin küçük pistonunda oluşturulan 12 Pa'lık basınç 500 N ağırlığındaki büyük pistonunda duran cismi kaldırmaktadır. Büyük pistonun yüzey alanı nedir?
.....
.....
.....
.....
- Bir su cenderesinde büyük piston 4 m², küçük piston ise 0,5 m² yüzey alanlarına sahiptir. Pistonların ağırlıkları önemsiz olduğuna göre kütlesi 250 kg olan bir yükü kaldırmak için en az ne kadar kuvvet uygulanmalıdır?
.....
.....
.....
.....
.....
- Bir su cenderesinde büyük piston alanı küçük piston alanının 100 katıdır. 1250 kg'lık bir arabayı kaldırmak için en az kaç Newton kuvvet uygulanmalıdır?
.....
.....
.....
.....
.....

SIVILARIN KALDIRMA KUVVETİ

1. $F_K = V_B \cdot d_S \cdot g$ Formül; sıvılarda kaldırma kuvvetinin, batan cismin hacmine, sıvının yoğunluğuna ve yer çekim ivmesine bağlılığını göstermektedir.
2. Bir sıvıya batırılan cisim, taşıdığı sıvının ağırlığına eşit bir kuvvetle sıvı tarafından yukarı doğru itilir. Bu kuvvete *sıvının kaldırma kuvveti* denir.

	Birimler	Yoğun ya da kapsamlı	Sembol	Vektörel ya da skaler ifade
Batan cismin hacmi	m ³	Kapsamlı	V _B	Skaler
Sıvı Yoğunluğu	kg/m ³	Yoğun	d _S	Skaler
Yer Çekim ivmesi	m/s ²	Kapsamlı	g	Vektörel
Sıvının kaldırma kuvveti	N	Kapsamlı	F _K	Vektörel

3. Sıvının kaldırma kuvveti; sıvı içerisindeki cismin batan kısmının hacmi, sıvı yoğunluğu ve yer çekim ivmesi ile doğru orantılıdır. Cisimler sıvı içerisinde kaldırma kuvvetinin etkisi ile havadaki ağırlıklarına göre daha hafiflemiş gibidirler. Hava ortamında kaldıramadığımız bazı cisimleri sıvı içerisinde kaldırabiliriz.
4. Kaldırma kuvvetinin hesaplanmasında sıvı içindeki cismin tüm hacmi (V) alınmaz. Yalnızca cismin batan kısmının hacmi (V_B) alınmalıdır. Eğer cisim tamamen batmış ise o zaman tüm hacim alınır. Kaldırma kuvveti cismi daima sıvıdan dışarıya doğru iter ve yönü hep yukarı doğrudur. Bu çeşit problemlerin çözümünde $d = \frac{m}{V}$ formülü çok sık kullanılır. Çünkü kaldırma kuvvetinin dengelenmesinde G=mg formülü işe yarar. Burada m yerine m=dV eşitliği kullanılır.
5. Formülde geçen sembolik ifadeleri değişkenlerin sembolik şekil ve tanımları tablosu yardımı ile aşağıya yazınız.

.....

6. 0,01 m³ hacmindeki cismin yarısı su içerisinde batmış durumdadır. Suyun bu cisme uyguladığı kaldırma kuvveti ne kadardır? (d_{SU}=10³ kg/m³, g=10 m/s²)

.....

7. 250 cm³ hacmindeki tahta parçası suda yüzmektedir. Tahta parçasının su üzerinde kalan kısmının hacmi nedir? (d_{SU}=10³ kg/m³, d_{TAHTA}=0,6.10³ kg/m³)

.....

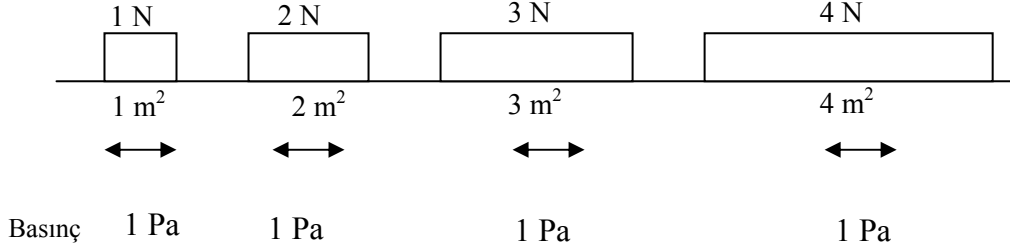
8. Öz kütleleri farklı eşit bölmeli A ve B cisimleri su içerisinde dengededir. A cisminin yarısı, B cisminin ise 2/3'si su içinde olduğuna göre d_A/d_B oranı nedir?

.....

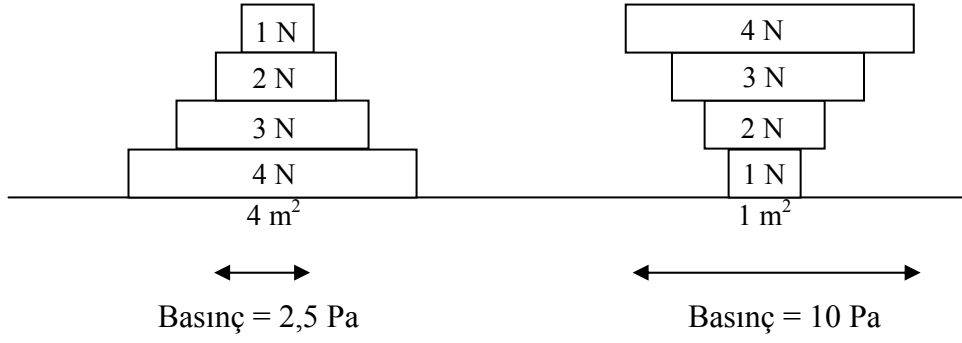
ÜNİTEDEKİ KONULAR İÇİN HAZIRLANAN ŞEKİL, GRAFİK VE AÇIKLAMALAR

Katı Basıncı

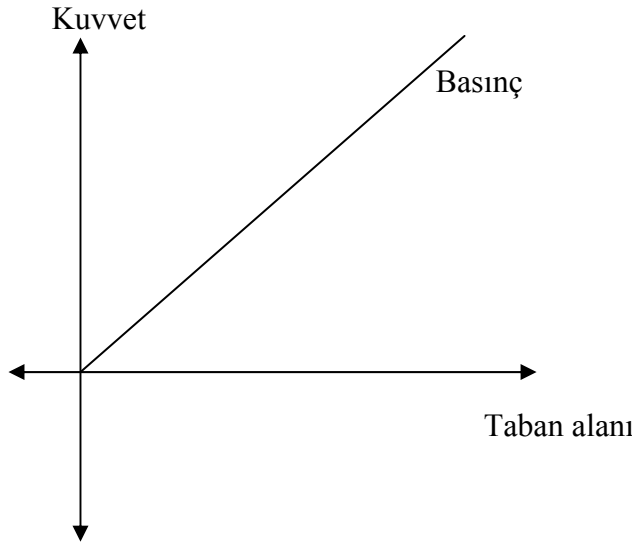
Aşağıdaki cisimlerin tabana uyguladıkları basınçlar eşittir.



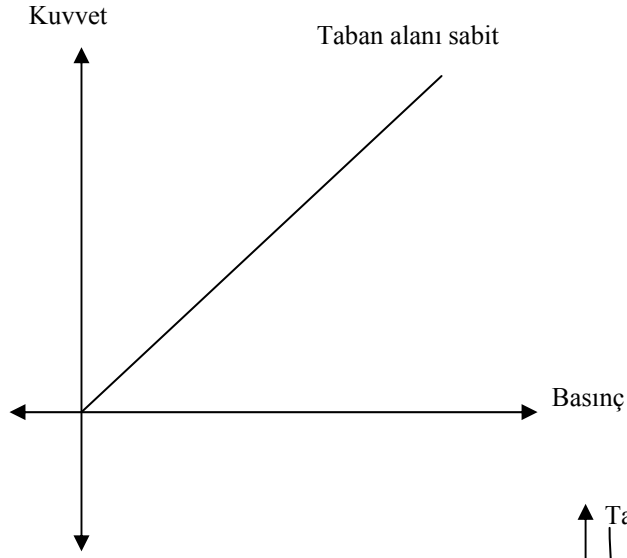
Bu cisimler üst üste yerleştirildiğinde oluşan durumlar,



Basınç değerleri bulunurken parçalar değil parçaların oluşturduğu bütün dikkate alınmalıdır. Ayrıca bütün parçaların oluşturduğu cismin büyüklüğü önemli değildir. Cismin ağırlığı ve taban yüzeyi eşit öneme sahiptir.



Cismin yere uyguladığı kuvvetin, cismin taban alanına oranı Basınç değerini verir.

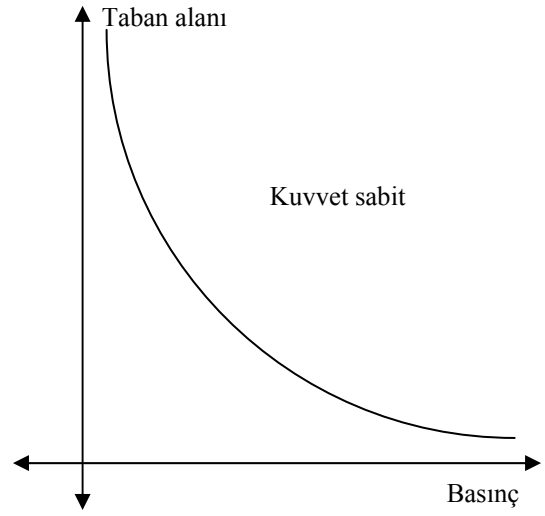


Taban alanı sabit olduğunda kuvvet ile basınç doğru orantılıdır. Kuvvet artırıldığında basınç değeri de artar.

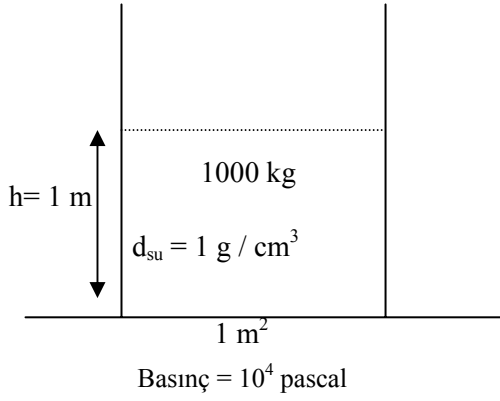
Kuvvet sabit olduğunda cismin taban alanı ile oluşan basınç ters orantılıdır.

Taban alanı azaltıldığında basınç artar.

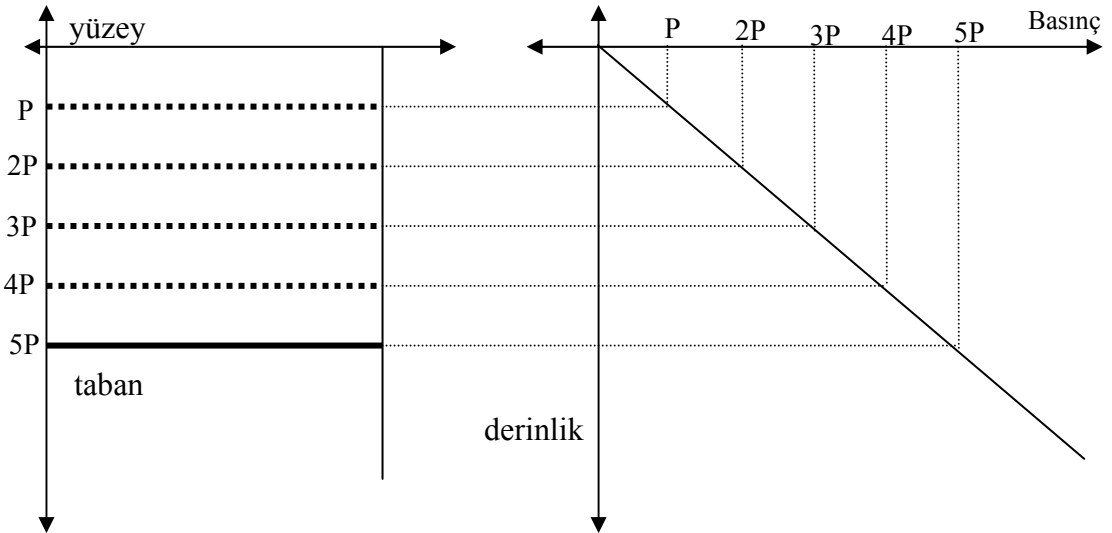
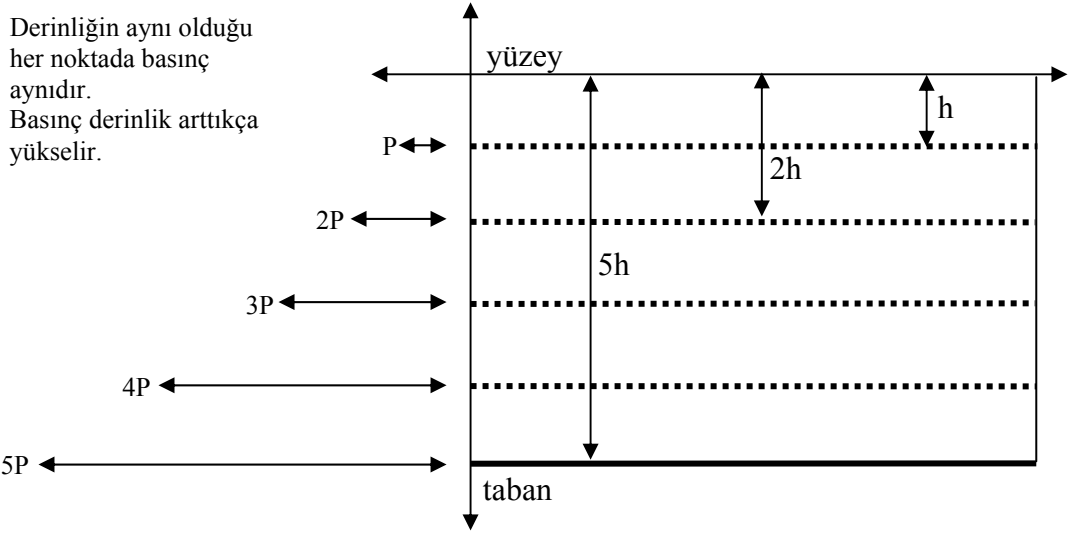
Taban alanı artırıldığında basınç azalır.



Sıvı Basıncı

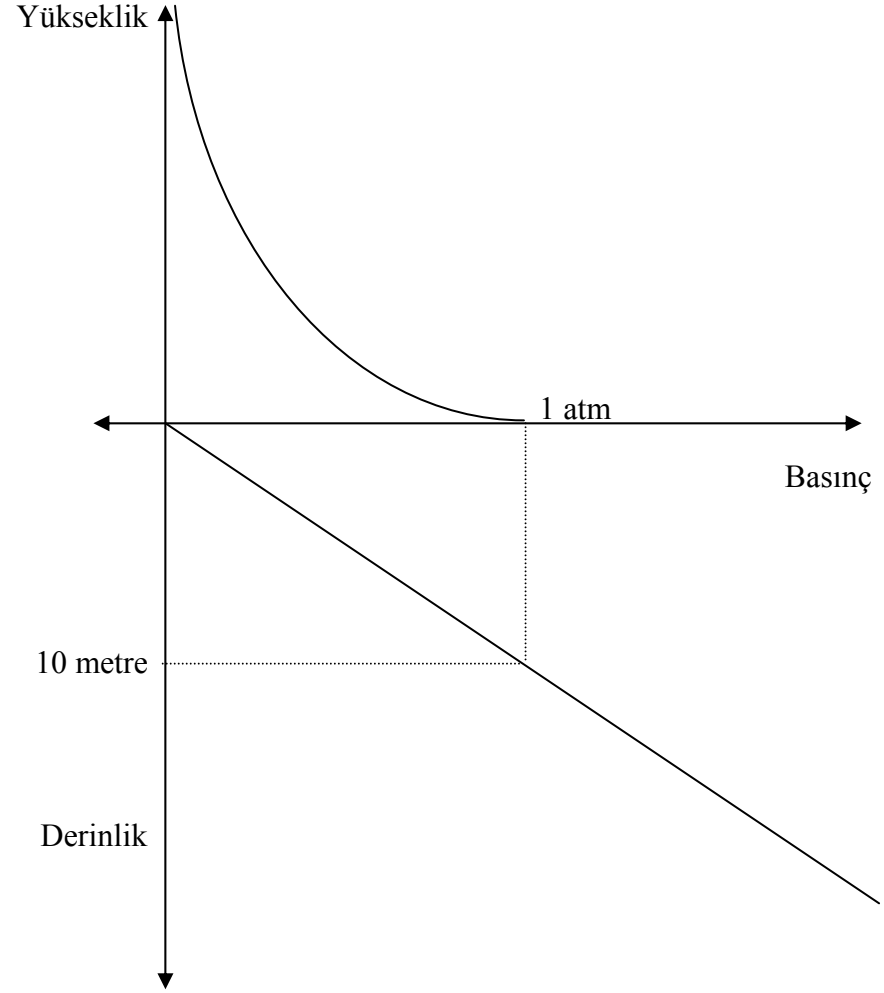
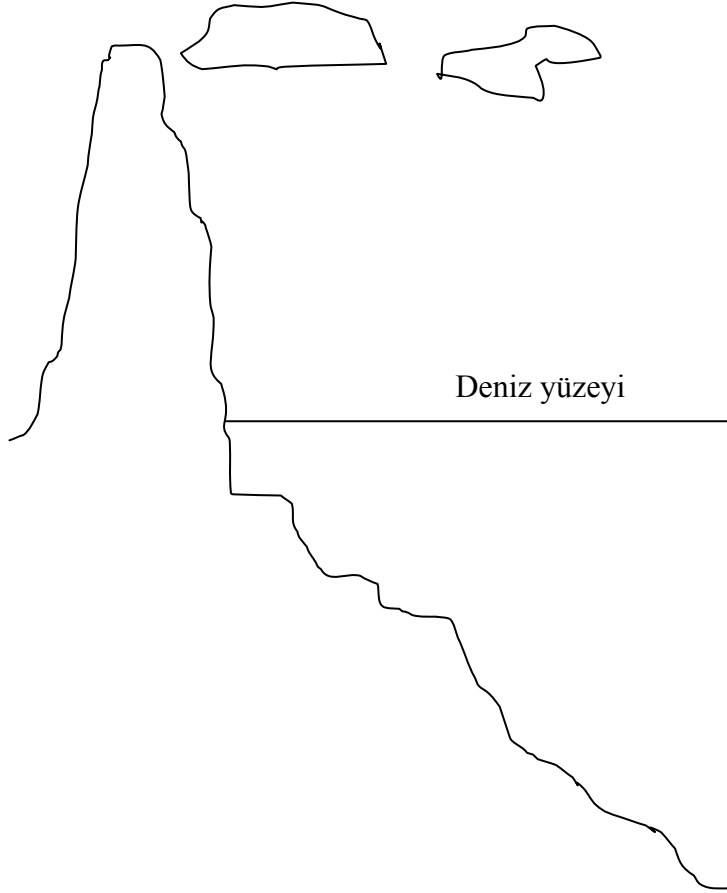


Yandaki şekildeki suyun tabana uyguladığı basıncı bulmak istediğimizde iki farklı yoldan bunu yapabiliriz.
İlk olarak *katı basıncını* kullanarak, ya da *sıvı basıncını* tercih ederiz.

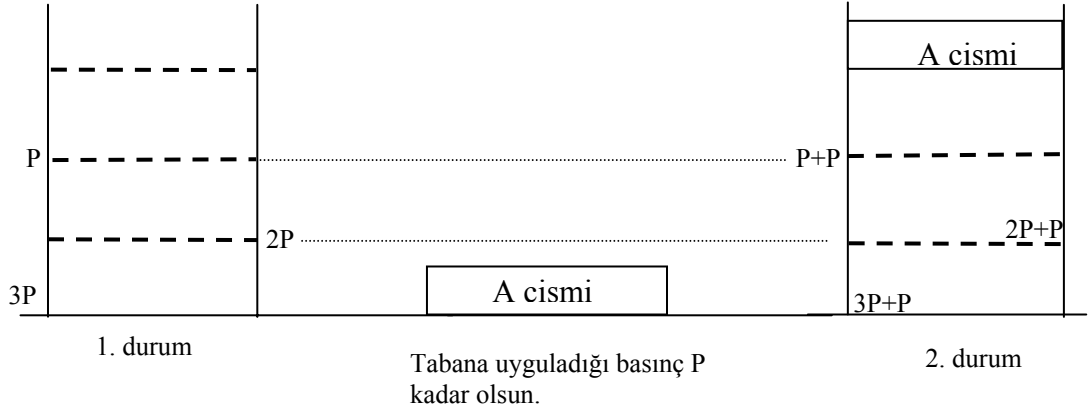


Açık Hava Basıncı

Açık hava basıncı deniz seviyesinde en yüksek değeri alır. Yüksek yerlerde ise açık hava basıncı azdır.

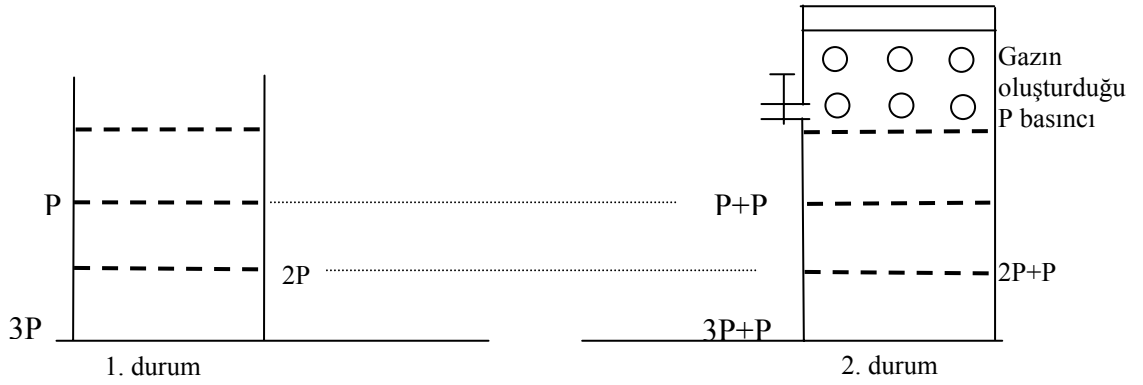


Sıvılar Basıncı Aynen İletir (Pascal Prensibi)

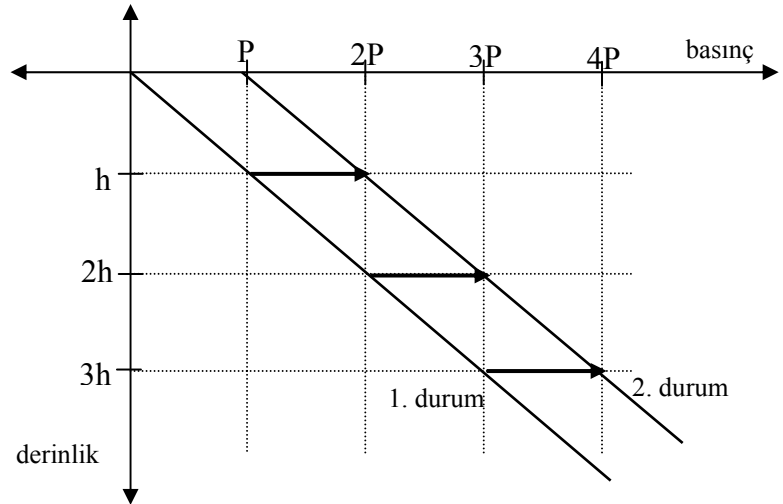


Sıvı dolu kabın üzerine A cismi koyulduğunda sıvının içerisinde her noktada basınç P kadar artar. Çünkü A cisminin su yüzeyinde oluşturduğu basınç P kadardır. Oluşturulan bu basınç sıvı tarafından her noktaya aynen iletilir.

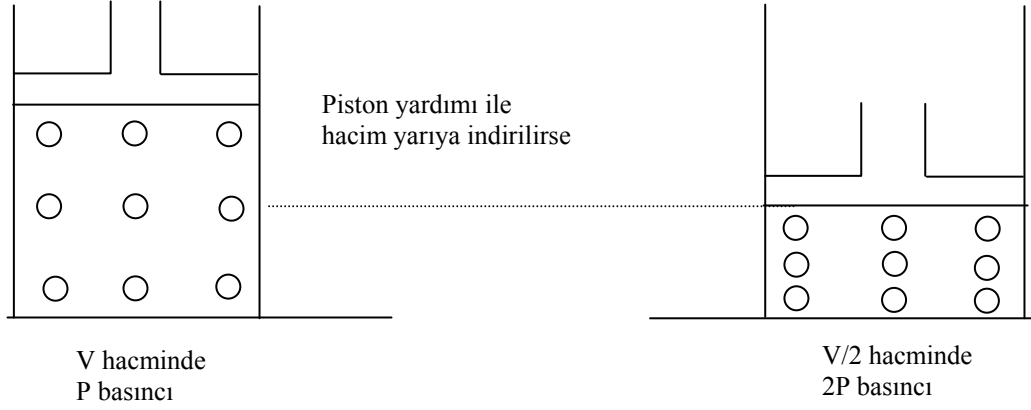
Sıvı üzerindeki basınç katı bir cisim yerine gazlar tarafından da uygulanabilir. Değişen bir durum olmaz. Aynı sıvının üzerini kapatıp, sıvının üst bölümündeki boşluğa vana yardımı ile gaz verdiğimizizi düşünelim.



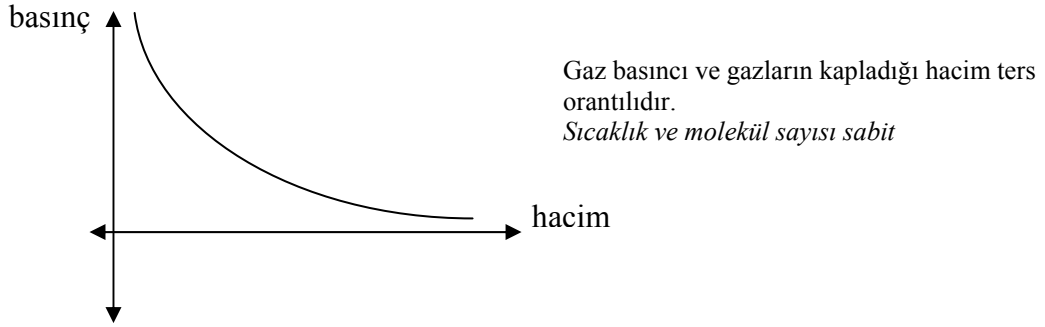
Sıvının üzerindeki gazın oluşturduğu P basıncı sıvı tarafından her noktaya aynen iletilir. Her noktadaki basınç değeri P kadar artar.



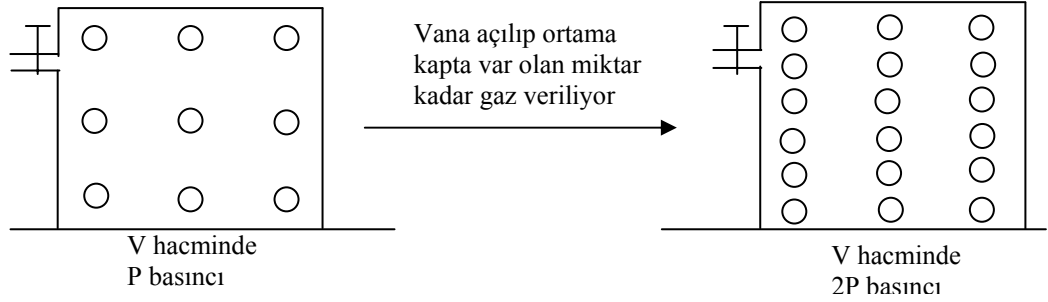
Gazların Basıncı



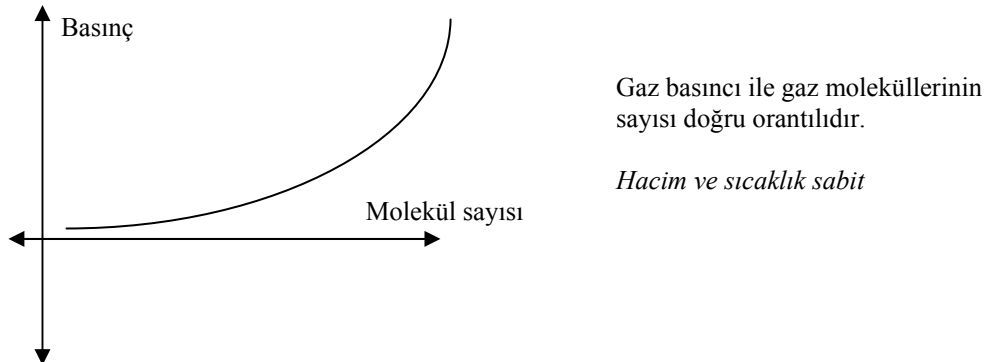
Sıcaklık ve kaptaki molekül sayıları sabit tutulmak kaydıyla hacim yarıya indirildiğinde basınç 2 kat artar. Moleküller için ayrılan hacim azalarak, birbirine yaklaşan gaz molekülleri basıncın artmasına neden olur.



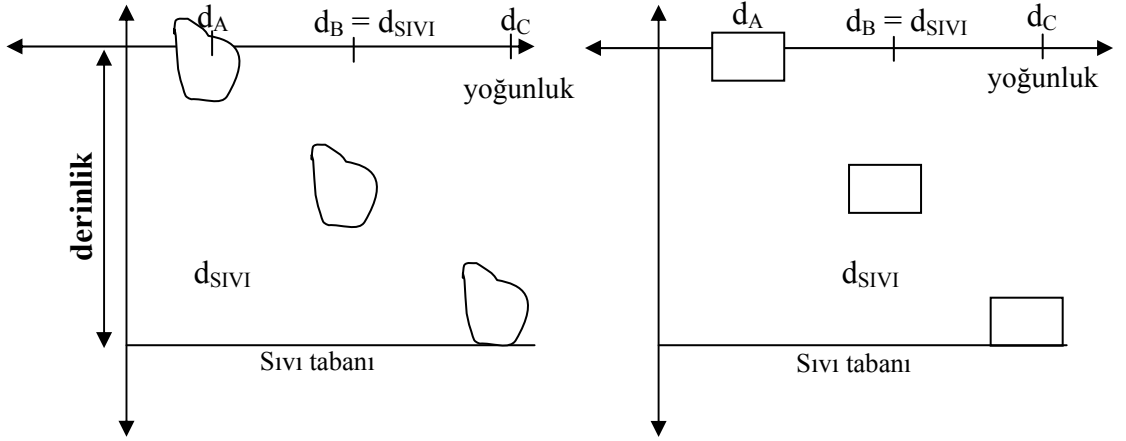
Hacim sabit tutulup kaptaki gaz moleküllerinin sayısı arttırıldığında basınç nasıl değişir?



Hacim ve sıcaklık sabit tutulup ortama gaz molekülü verildiğinde basınç artar. Ortama verilen yeni gaz molekülleri var olan moleküllerle beraber aynı ortamda birbirlerine daha yakın durarak basıncın artmasına neden olurlar. Verilen gaz moleküllerinin sayısı 2 kat arttırılırsa, basınç ta 2 kat artar.



Cisimlerin Sıvı İçerisinde Yüzme Şartı

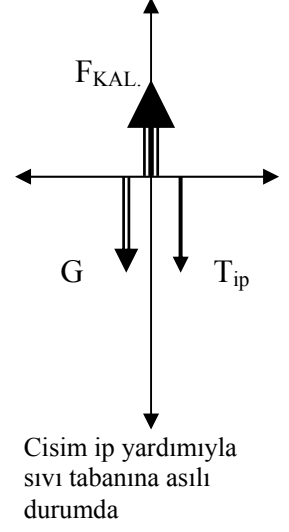
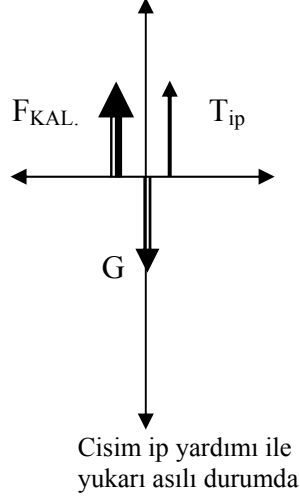
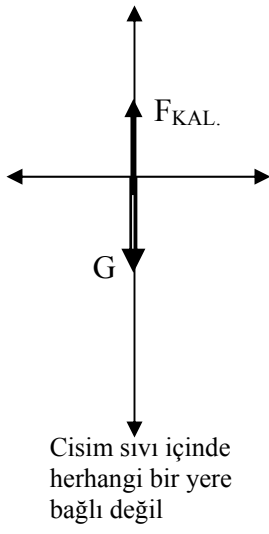


Cismin öz kütlesi < sıvının öz kütlesi **Cisim Yüzer**

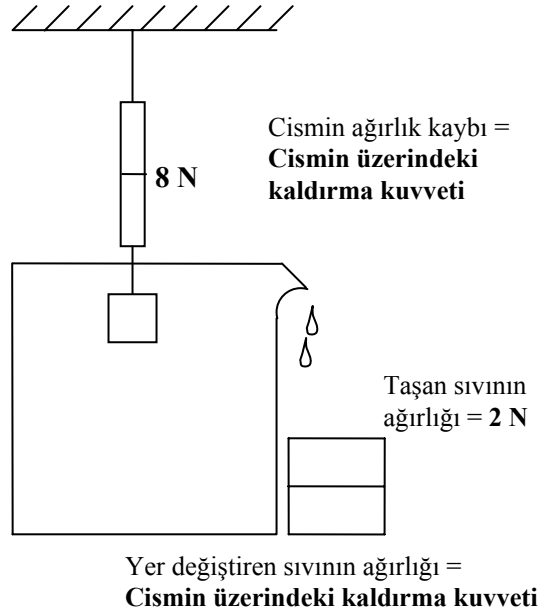
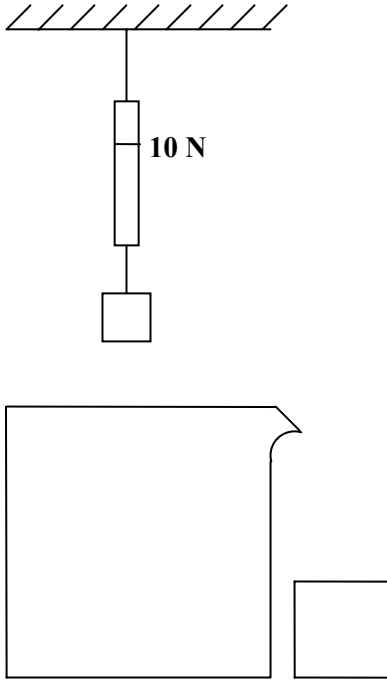
Cismin öz kütlesi = sıvının öz kütlesi **Cisim Sıvı İçinde Asılı Kalır**

Cismin öz kütlesi > sıvının öz kütlesi **Cisim Batar**

Sıvıların Kaldırma Kuvveti

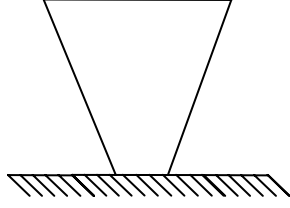


Cisimler sıvı içerisinde ağırlık kaybına uğrarlar. Örneğin havada asılı bir cismin ağırlığı, su içerisindeki ağırlığına göre daha azdır.



Katı Basınç Problemleri

1.

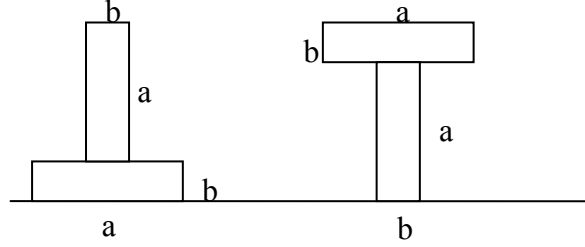


Şekildeki cisim ters çevrildiğinde, yere uyguladığı basınç ve basınç kuvveti nasıl değişir?

2.

80 kg'lık bir adam, yarı kütledeki oğlu ile yumuşak karda yan yana yürümektedir. Babanın ayakkabılarının taban alanı çocuğunun üç katıdır. Buna göre; baba ve oğlunun karda oluşan izlerine baktığımızda izlerin derinlikleri hakkında ne söyleyebilirsiniz? Cevabınızı kısaca açıklayınız.

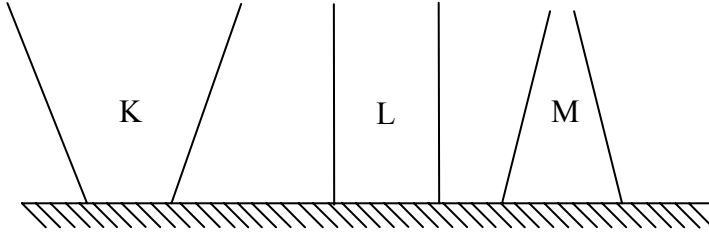
3.



Şekillerde verilen cisimler eşit kütlelerdedir. Uzun kenarları a , kısa kenarlar b 'nin 2 katı uzunluğundadır. Buna göre şekillerdeki basınç ve basınç kuvvetlerini karşılaştırmamız?

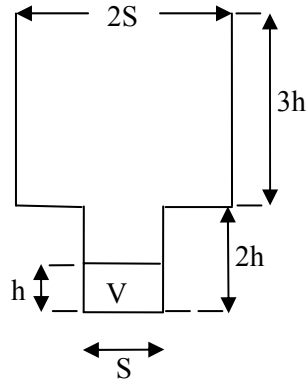
Sıvı Basınç Problemleri

1.

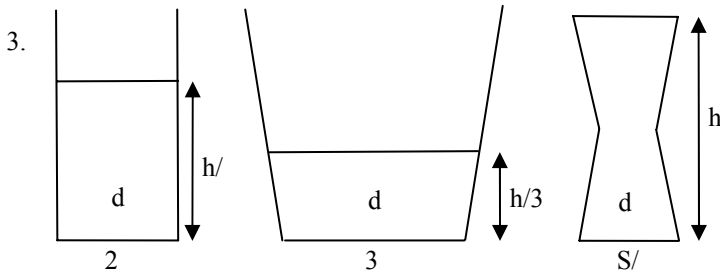


Şekildeki kapların taban alanları eşittir. Kaplara eşit miktarda su boşaltığımızda kapların tabanlarına etki eden sıvı basınçları nasıl sıralanır?

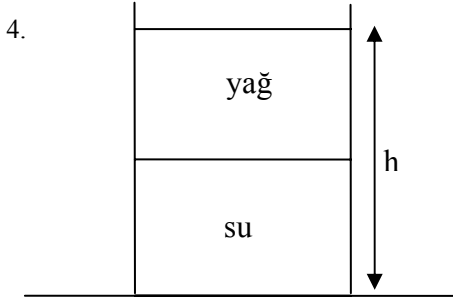
2.



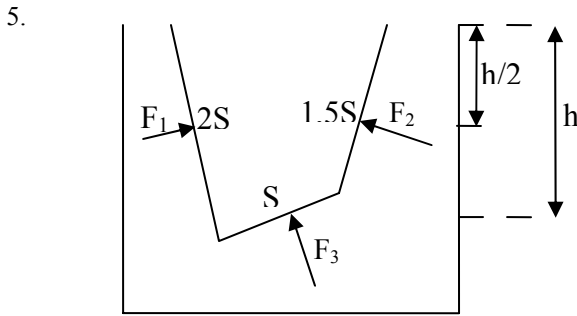
Şekildeki kaptaki V hacmindeki suyun tabana uyguladığı basınç P 'dir. Kaba $5V$ kadar su ilave edildiğinde tabana uygulanan su basıncı kaç P olur?



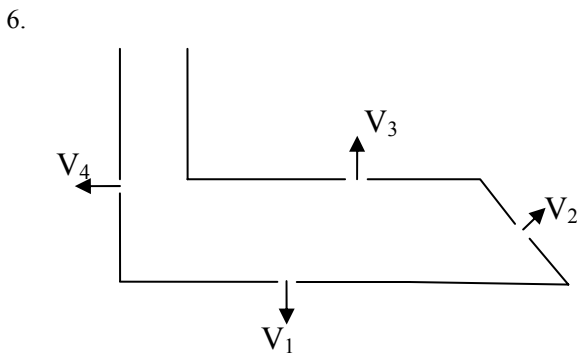
Şekilde verilen değerlere göre; sıvıların, kapların tabanına uyguladıkları basınç kuvvetleri birbirine eşit olduğuna göre sıvıların yoğunluklarını sıralayınız.



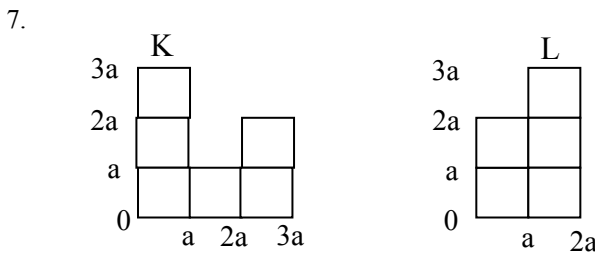
Şekildeki kabın yarısı su, yarısı yağ ile doludur.
Buna göre kabın tabanına yapılan basıncın, yağın yaptığı basınca oranı nedir?
($d_{su} = 1,0 \text{ g/cm}^3$, $d_{yağ} = 0,8 \text{ g/cm}^3$, dış basınç önemsenmeyecektir.)



Yandaki şekilde verilen kabın belirli noktalarındaki sıvı basınç kuvvetlerini sıralayınız.

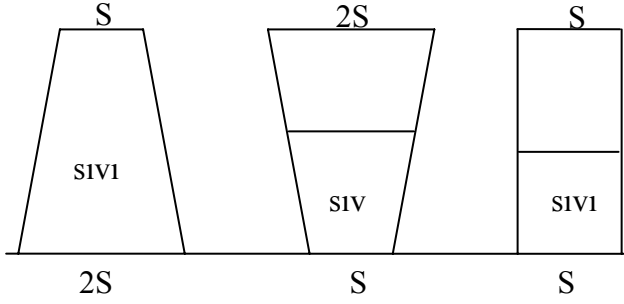


Yandaki şekilde düşey kesiti verilen kabın yan yüzeylerinde ve tabanında eşit büyüklükte delikler vardır. Bu kaba doldurulan su, deliklerden şekildeki gibi fişkırmaktadır. Suyun v_1 , v_2 , v_3 ve v_4 fişkırmaya hızlarını büyükten küçüğe sıralayınız.



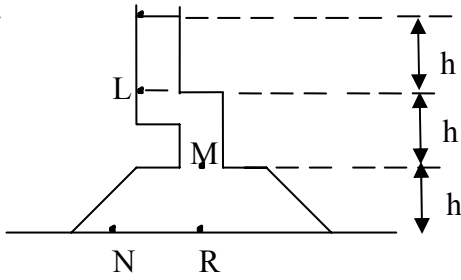
Dik kesitleri şekildeki gibi olan iki kap, su ile doludur. K'nın tabanındaki su basıncı P ise, L'nin tabanındaki su basıncı kaç P'dir?

8.



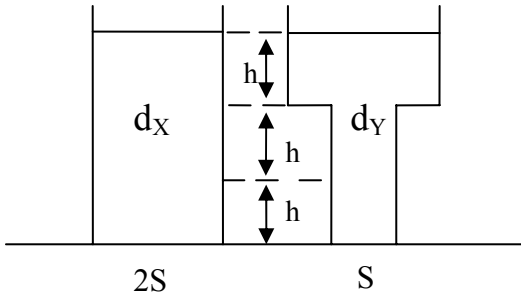
Şekilde ağız kapalı üç kapta aynı cins sıvı vardır. Bu sıvılar kapların tabanlarına basınç uygulamaktadırlar. Kaplar ters çevrildiklerinde kaplardaki tabana uygulanan basınçlarda nasıl bir değişim meydana gelir?

9.



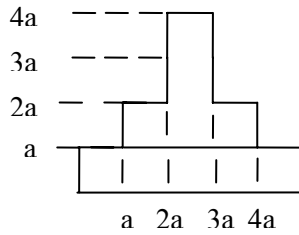
Düsey kesiti şekildeki gibi olan kap, K yüzeyine kadar su ile doludur. L noktasındaki sıvı basıncı P ise M, N ve R noktalarındaki P_M , P_N ve P_R sıvı basınçları nelerdir?

10.



Düsey kesitleri şekildeki gibi olan kapların biri d_X , diğeri ise d_Y öz kütleli sıvılarla doludur. Kaplardaki sıvıların yükseklikleri ile alt ve üst taban alanları şekilde belirtildiği gibidir. Kapları tabanlarına etki eden sıvı basınç kuvvetlerinin büyüklükleri eşit olduğuna göre d_X/d_Y oranı kaçtır?

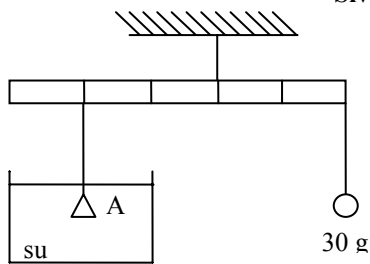
11.



Düsey kesiti şekildeki gibi olan kapalı kap a yüksekliğine kadar sıvı dolu iken tabandaki sıvı basıncı P 'dir. Kap ters çevrildiğinde tabandaki sıvı basıncı kaç P olur?

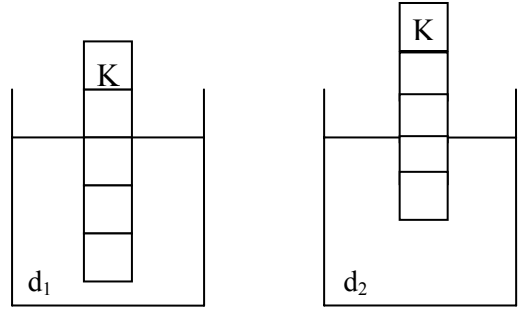
Sıvıların Kaldırma Kuvveti

1.



Şekildeki sistem ağırlıksız çubuk ile dengede ve A cisminin hacmi 20 cm^3 tür. Buna göre A cisminin yoğunluğu kaç g/cm^3 tür? ($g = 10 \text{ g/cm}^3$)

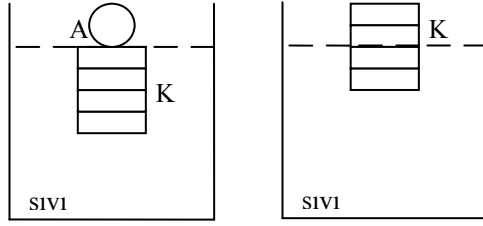
2. Şekil 1 ve Şekil 2’de K cisminin farklı sıvılarda denge hali gösterilmiştir. Buna göre sıvıların öz kütleleri oranı d_1/d_2 nedir?



Şekil 1

Şekil 2

- 3.

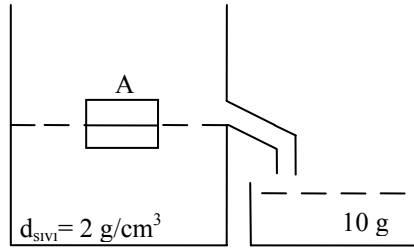


Şekil 1

Şekil 2

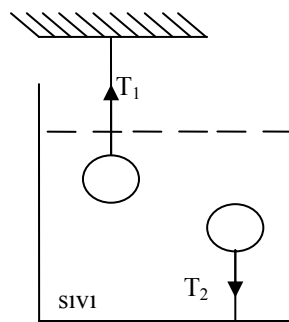
Şekil 1 ve 2’deki sistemler dengededir. Buna göre A cisminin kütlelerinin (m_a), K cisminin kütlelerine (m_k) oranı m_a/m_k nedir?

- 4.



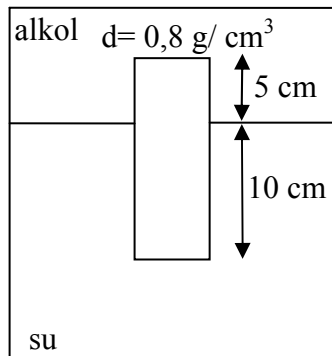
Şekildeki taşırma kabında bulunan, yoğunluğu 2 g/cm^3 olan sıvının içine atılan A cismi yarı yarıya batarak dengede kalıyor ve 10 gram sıvı taşıyor. A cisminin hacmi kaç cm^3 tür?

- 5.



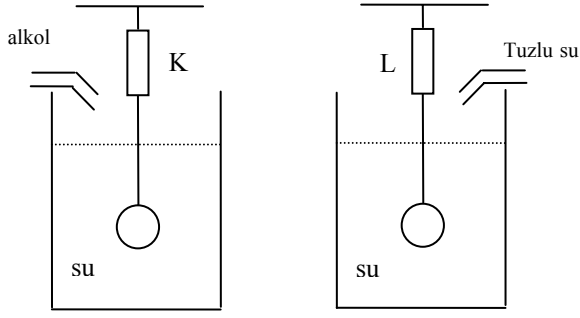
Katı cisimler sıvı içerisinde dengede iken ipler gergin durumdadır. Kaba, öz kütlesi kaptaki sıvıdan küçük olan bir sıvı eklenirse karışım içindeki iplerde oluşan gerilme kuvvetleri nasıl değişir?

- 6.



Şekildeki dikdörtgenler prizması şeklindeki cisim dengede ise kütleşi kaç gramdır? (cismin taban alanı 4 cm^2 dir)

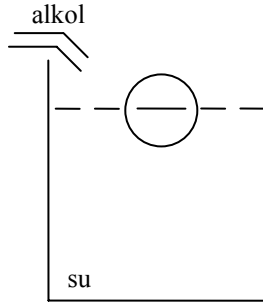
7.



Şekildeki dinamometreler K ve L değerlerini göstermektedir. Kaplara ayrı musluklardan içlerine su ile karışabilen alkol ve tuzlu su akıtılıyor ve karıştırılıyor. Bundan sonra dinamometrelerin gösterdiği değerlerdeki değişim nasıl olur?

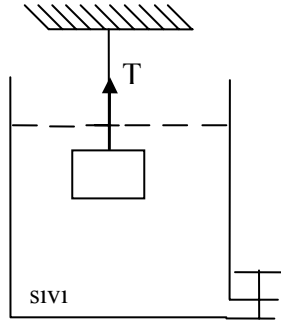
$$d_{\text{tuzlusu}} > d_{\text{su}} > d_{\text{alkol}}$$

8.



Bir kap içindeki su ve katı bir cismin denge konumu şekildeki gibidir. Musluk açılıp yoğunluğu $0,8 \text{ g/cm}^3$ olan alkol akmaya başladığı andan itibaren kap doluncaya kadar karışım içinde cismin batan hacmi ve kaldırma kuvveti nasıl değişir?

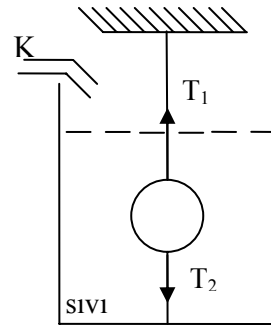
9.



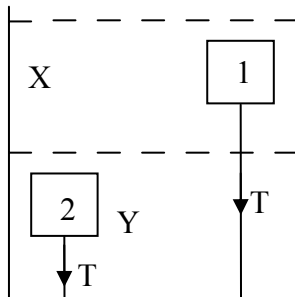
Yoğunluğu sıvı yoğunluğundan büyük bir cisim, şekildeki gibi bir iple asılı olarak sıvı içindedir. Kabın altındaki musluk açıldığında sıvı zamanla boşalıyor. İpteki T gerilmesinin zamana bağlı grafiğini çiziniz.

10.

Şekildeki cisim sıvı içerisinde dengededir. Kap, öz kütlesi sıvının öz kütlesinden küçük olan K musluğundaki sıvı ile doldurulmaya başlanınca karışım içinde iplerdeki T_1 ve T_2 gerilme kuvvetleri nasıl değişim gösterir?



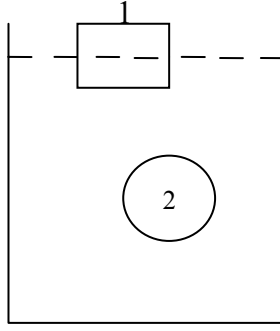
11.



X ve Y sıvılarının içinde **esit hacimli** 1 ve 2 nolu cisimler gergin ipler yardımı ile dengede duruyor. $T_1 = T_2$ olduğuna göre aşağıdaki durumlardan hangisi/hangileri doğrudur?

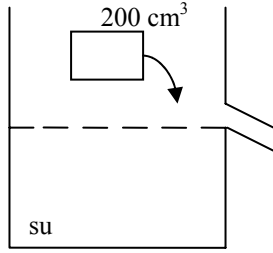
1. $d_y > d_z$
2. $d_x > d_1$
3. $d_2 > d_y$
4. $d_1 = d_2$
5. $d_2 > d_1$

12.



Sıvı içinde dengede kalan iki cisim ağırlıkları aynıdır. Cisimlerin öz kütleleri (d_1 ve d_2) ve sıvının cisimlere uyguladığı kaldırma kuvvetleri (F_1 ve F_2) arasındaki ilişki nedir?

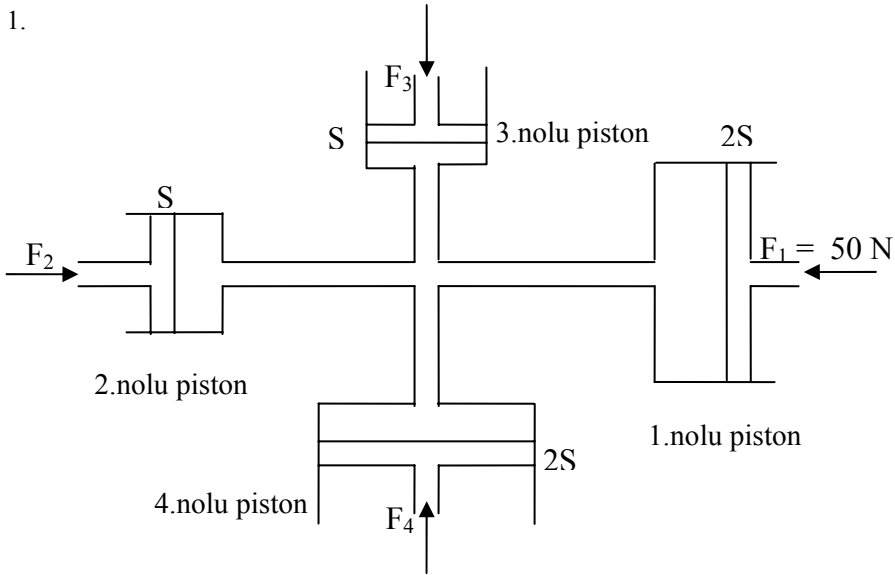
13.



İçerisindeki gibi su dolu olan bir kaba yoğunluğu $0,5 \text{ g/cm}^3$, hacmi 200 cm^3 olan bir cisim atılıyor. Buna göre kabdaki suyun kütlesi kaç gram azalır?

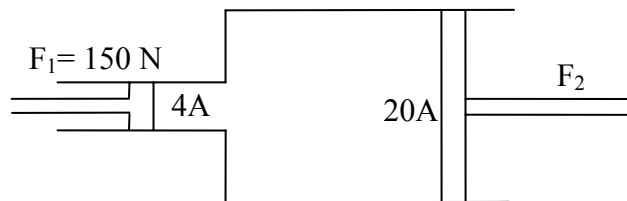
Pascal Prensipleri

1.



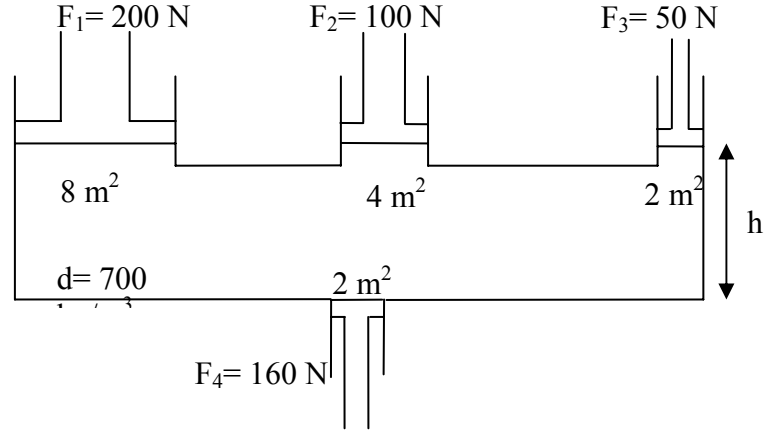
Sistem dengededir. Düzenekteki pistonların kesit alanları şekilde verilmiştir. Bir ve iki numaralı pistonlar aynı seviyededir. Üç numaralı piston en üsttedir. Dört numaralı piston ise en aşağıdaki pistondur. Buna göre F_1 , F_2 , F_3 ve F_4 kuvvetlerini büyükten küçüğe sıralayınız.

2.



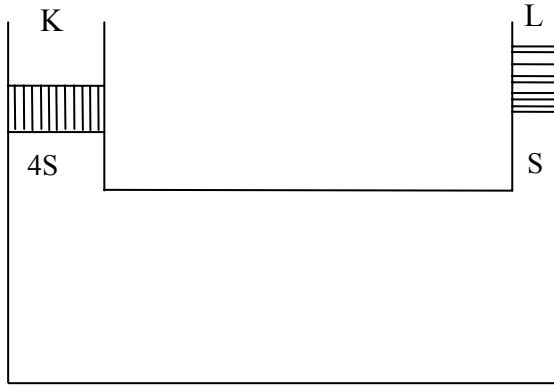
Yandaki düzenekte küçük piston yüzeyi $4A$, büyük piston yüzeyinin alanı ise $20A$ kadardır. F_1 kuvvetinin yaptığı basıncı dengelemek için uygulanması gereken F_2 kuvvetinin değeri ne olmalıdır?

3.



Şekildeki düzenekte yukarıda bulunan F_1 , F_2 ve F_3 kuvvetleri aşağıdaki F_4 kuvveti ile dengeleniyor. Pistonların alanları ve kuvvetlerin değerleri şekilde verildiği gibidir. Kaptaki sıvının yoğunluğu $d = 700 \text{ kg/m}^3$ olduğuna göre sıvı yüksekliği ne kadardır?

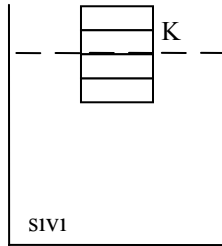
4.



Şekildeki cenderede K cisimi 40 kg 'dır. K cisminin çapı, L cisminin çapından 4 kat daha büyüktür. K ve L cisimleri dengede ve eşit hizada olduklarına göre L cisminin kütlesi kaç kilogramdır.

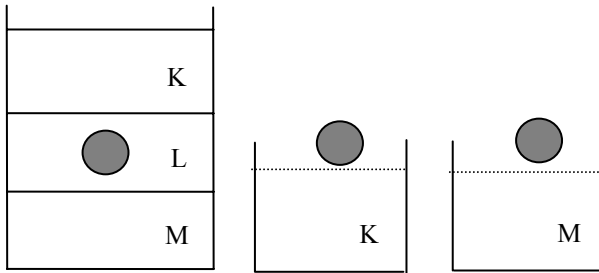
Cisimlerin Yüzme Şartı

1.



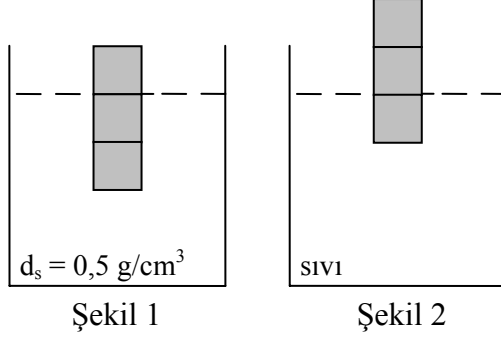
Eşit bölmeli K cismi sıvı içerisinde şekildeki gibi yarısı batmış olarak durmaktadır. Dengede duran bu cismi ortadan ikiye keserek yarısını tekrar sıvının içerisine bıraktığımızda denge durumu nasıl olur?

2.



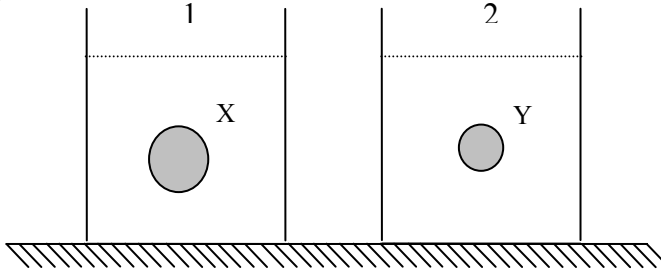
Birbirine karışmayan K, L ve M sıvıları içinde A cismi şekildeki gibi durmaktadır. Bu A cismini yalnızca K ve M sıvılarının olduğu kaba bırakırsak bu kaplarda konumu nasıl olur? Şekil çizerek

3.



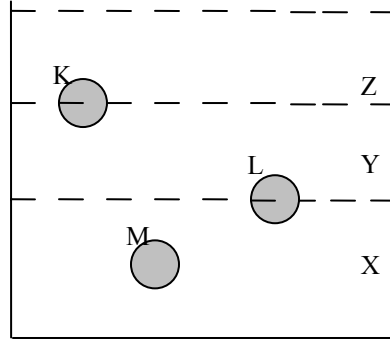
Bir cisim yoğunluğu $0,5 \text{ g/cm}^3$ olan bir sıvıya bırakıldığında şekil 1' deki gibi dengeleniyor. Bu sıvı yoğunluğu d olan başka bir sıvı ile karıştırıldığında aynı cisim Şekil 2'deki gibi dengeleniyor. Bu durumda d yoğunluğu için ne söyleyebilirsiniz.

4.



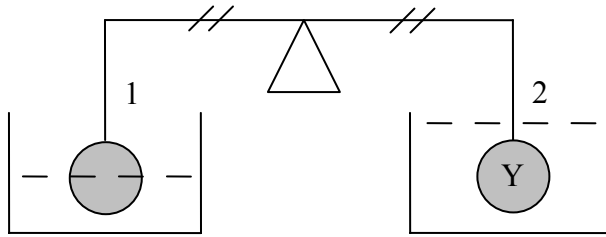
X ve Y cisimleri 1 ve 2 numaralı kaplarda bulunan sıvılarda şekildeki gibi dengededir. 2 numaralı kaptaki sıvının öz kütlesi, 1 numaralı kaptaki bulunan sıvının öz kütlesinden büyüktür. Bu iki sıvının karışımına bırakılan X ve Y cisimlerinin konumları nasıl olur?

5.



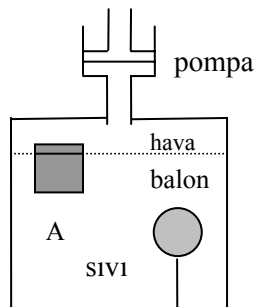
Şekildeki kaptaki K,L,M cisimlerinin X,Y,Z sıvılarındaki denge konumu verilmiştir. Y sıvısı kaptan alınırsa K, L ve M cisimlerinin Z ve Y sıvılarındaki konumu nasıl olur? Şekil çizerek açıklayınız.

6.



Eşit hacimli X ve Y cisimleri bir çubuğun uçlarında şekildeki gibi X'in yarısı Y'nin ise tümü suda olacak şekildedir. Cisimlerin yoğunlukları arasında nasıl bir ilişki vardır? Açıklayınız.

7.



Şekildeki pompanın aşağıya doğru itilmesi ile; kaptaki katı A cisminin suya batan hacmi, içi hava dolu lastik balonun hacmi ve ipteki gerilme kuvveti nasıl değişir? Yanıtlarınızı kısaca açıklayınız.

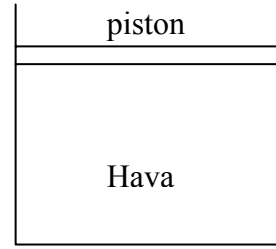
Açık Hava Basıncı İle İlgili Problemler

1.

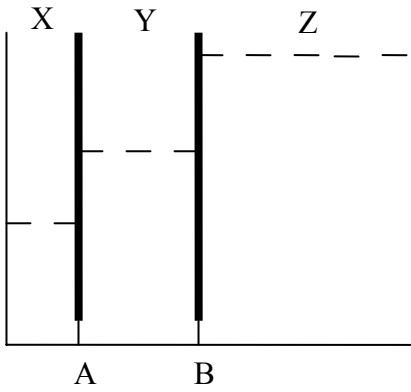


Bir kenarı lastik zarla kapatılmış iki özdeş kabın kesitleri şekildeki gibidir. Kaplardaki gazların sıcaklıkları sabit kalmak koşulu ile kaplar şimdiki buldukları yerden daha yüksek bir yere taşındıklarında lastik zarların şekillerinde nasıl bir değişim gözlenir? Yanıtınızı kısaca açıklayınız.

2. Sürtünmesiz ve hava kaçırmadan hareket edebilen bir pistonla kapatılmış olan hava, sıcaklık sabit kalmak koşulu ile farklı bir yere taşınmaktadır. Bu durumda piston aşağı doğru hareket etmektedir. Şekildeki sistem daha yüksek bir yere mi, yoksa ilk konumuna göre daha alçak bir yere mi taşınmıştır? Nedenini açıklayınız.



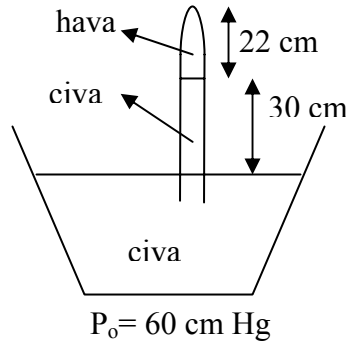
3.



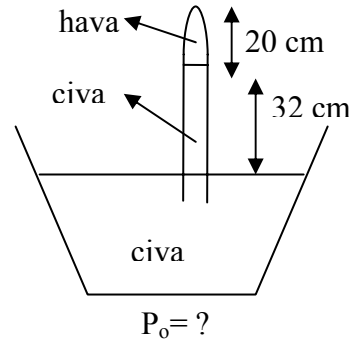
A ve B noktalarında bulunan aralıklarda ince zarlar bulunmaktadır. Bu zarlar üzerindeki basınçlar eşittir ve sıvılar birbirine karışmamaktadır. Buna göre:

- X, Y ve Z maddelerinin öz kütleleri,
- Bu üç kabın tabanındaki toplam basınç için neler söylenebilir? Açıklayınız.

4.



Şekil 1



Şekil 2

Açık hava basıncının 60 cm-Hg olduğu bir yerde şekil 1 deki gibi bir barometre, başka bir yere götürüldüğünde cam borudaki civa yüksekliği 32 cm, üstündeki havanın yüksekliği 20 cm olmaktadır. Şekil 2 deki ortamın açık hava basıncı değeri kaç cm-Hg'dir. (sıcaklık her iki ortamda da eşittir.)

FEN BİLGİSİ DERSİNE YÖNELİK TUTUM ÖLÇEĞİ

Değerli öğrenciler,

Aşağıda Fen Bilgisi dersine ilişkin ölçmek üzere hazırlanmış 20 maddeden oluşan bir tutum ölçeği yer almaktadır. Ölçekteki maddelerin karşısında görüşünüzü belirteceğiniz beş seçenek vardır. Her bir maddeyi dikkatle okuduktan sonra bu seçeneklerden **sizce en uygun olanını işaretleyiniz.**

Okul ve Şube:

Katılımınız için teşekkür ederim

Cinsiyet :

Doğum tarihiniz ve adınızın ilk harfi:

FEN BİLGİSİ DERSİYLE İLGİLİ CÜMLELER	Tama men Katılıyo rum	Katılıyo rum	Kararsı zım	Katımlı yorum	Hiç Katılmıyo rum
Fen Bilgisi çok sevdiğim dersler arasındadır.	()	()	()	()	()
Fen Bilgisi derslerindeki konuların azaltılmasından mutlu olurum	()	()	()	()	()
Fen Bilgisi dersi ile uğraşmak beni eğlendirir.	()	()	()	()	()
Fen Bilgisi dersine çalışırken canım sıkılır.	()	()	()	()	()
Fen Bilgisi dersinin beni düşündürtmesinden büyük zevk alırım.	()	()	()	()	()
Fen Bilgisi dersinden korkarım.	()	()	()	()	()
Fen Bilgisi derslerin en güzelidir.	()	()	()	()	()
Fen Bilgisi dersinden hiç hoşlanmam.	()	()	()	()	()
Fen Bilgisi ile ilgili her şey ilgimi çeker.	()	()	()	()	()
Yetki verseler okuldaki bütün Fen Bilgisi derslerini kaldırırım.	()	()	()	()	()
Dersler arasında en çok Fen Bilgisi dersinden hoşlanırım.	()	()	()	()	()
Mümkün olsa Fen Bilgisi yerine başka bir ders alırım.	()	()	()	()	()
Fen Bilgisi ödevlerini sıkılmadan, zevkle yaparım.	()	()	()	()	()
Fen Bilgisi dersinden çekinirim.	()	()	()	()	()
Fen Bilgisiyle ilgili bir problemi çözmek bana zevk verir.	()	()	()	()	()
Fen Bilgisi ders konuları ilgi duyduğum konular değildir.	()	()	()	()	()
Boş zamanlarımda fen konularıyla uğraşmaktan hoşlanırım.	()	()	()	()	()
Fen Bilgisi İle ilgili kitap okumanın pek yararlı bir iş olduğuna inanmıyorum.	()	()	()	()	()
Fen Bilgisi dersinde yapılan sınıf çalışmalarını (etkinliklerini) severim.	()	()	()	()	()
Fen Bilgisi dersinde düşünmek çok sıkıcıdır.	()	()	()	()	()

PROBLEM ÇÖZMEYE YÖNELİK TUTUM ÖLÇEĞİ

Değerli öğrenciler,

Aşağıda problemler hakkında görüşlerinizi öğrenmeyi amaçlayan 20 maddeden oluşan bir tutum ölçeği yer almaktadır. Ölçekteki maddelerin karşısında görüşünüzü belirteceğiniz beş seçenek vardır. Her bir maddeyi dikkatle okuduktan sonra bu seçeneklerden **sizce en uygun olanını işaretleyiniz.**

Okul ve Şube:

Katılımınız için teşekkür ederim

Cinsiyet :

Doğum tarihiniz ve adınızın ilk harfi:

PROBLEMLERLE İLGİLİ CÜMLELER	Tama men Katılıyo rum	Katılıyo rum	Kararsı zım	Katımlı yorum	Hiç Katımlı yorum
Problem çözerken çok çabuk şekilde doğru cevabı bulmaya çalışırım.	()	()	()	()	()
Problem çözmeyi öğrenmek, sınıfta öğrendiğimiz kural ve formüllerle mümkündür.	()	()	()	()	()
Problemlerin doğru cevaplarını bulabilmek için birçok yöntem vardır.	()	()	()	()	()
İyi bir öğretmen, öğrenciler problemleri cevaplama öncesi problemlerin nasıl cevaplanması gerektiğini gösterir.	()	()	()	()	()
Bir problemin çözümü için gereken formülü anlamadan ezberlemek hatalı bir tutumdur.	()	()	()	()	()
Fen bilgisi dersinde iyi olan bir kişi her problemi birkaç dakikada çözebilir.	()	()	()	()	()
Problemleri çözmek, zeki öğrenciler için bile çaba ve yorum gerektirir.	()	()	()	()	()
Bir kişinin yanlış çözdüğü problemde bile bir şeyler öğrendiğini düşünürüm.	()	()	()	()	()
Her problemi; problem içinde geçen rakamları toplayarak, çıkararak, çarparak ya da bölerek çözebiliriz.	()	()	()	()	()
Sadece problemi doğru çözen puan alabilir.	()	()	()	()	()
Problem çözmeye iyi bir puan alırsam, bu şanslı olduğum içindir.	()	()	()	()	()
Problem çözmeye iyi bir puan alırsam, fen bilgisinde iyi olduğum içindir.	()	()	()	()	()
Problem çözmeye kötü olmam şanssız olmamdan ileri gelir.	()	()	()	()	()

PROBLEMLERLE İLGİLİ CÜMLELER	Tama men Katılıyo rum	Katılıyo rum	Kararsı zım	Katımlı yorum	Hiç Katımlı yorum
Problem çözme hayatımın her günü için önemlidir.	()	()	()	()	()
Problem çözmede kötü not almam, fen bilgisine yeteneğimin olmamasından ileri gelir.	()	()	()	()	()
Birçok soruyu çözmek, bizi zeki yapar.	()	()	()	()	()
Problemleri doğru çözmek için çok iyi hafızaya sahip olmalıyım.	()	()	()	()	()
Bir problemde doğru çözümü bulabilmek için şanslı olmalısın.	()	()	()	()	()
Problem çözmede hafızayı kullanmaktan öte çok fazla düşünmek gerekir.	()	()	()	()	()
Başka öğrencilerin çalışma metotları hakkındaki yorumları dinlemek çok eğitici dir.	()	()	()	()	()

EK D Problemleri Nasıl Çözersiniz? Anketi

PROBLEMLERİ NASIL ÇÖZERSİNİZ?

Aşağıdaki bir problemi çözerken takip ettiğiniz yöntemi tanımlamak için hazırlanmış ölçek bulunmaktadır. Fen bilgisi ya da matematik derslerinde gördüğünüz bir problemi düşününüz.

- Zor bir problemi çözmek zorunda olduğunuzu düşününüz. Problemi çözmeye başlamadan önce neler yaparsınız?
- Problemi çözerken neler yaparsınız?
- Problemin çözümünden sonra neler yaparsınız?

Aşağıdaki cümleleri doğru yanlış olarak nitelendirmeyiniz. Olması gereken ya da olmasını istediğiniz yanıtları değil, lütfen problem çözerken yaptıklarınızı belirtiniz. Ölçekteki maddelerin karşısında görüşünüzü belirteceğiniz beş seçenek vardır. Her bir maddeyi dikkatle okuduktan sonra bu seçeneklerden **sizce en uygun olanını işaretleyiniz.**

Okul ve sınıf :

Katılımınız için teşekkür ederim

Cinsiyet :

Doğum tarihiniz ve adınızın ilk harfi:

	Hiçbir zaman	Nadiren	Ara sıra	Genellikle	Her zaman
Problemin bana ne sorduğunu anlamaya çalışırım.	()	()	()	()	()
Problemi çözmek için birçok yol düşünürüm ve en iyi çözümü seçerim	()	()	()	()	()
Yanıtımın anlamlı olup olmadığını görmek için problemde yaptıklarına bakarım.	()	()	()	()	()
Bazı şeyleri hatırlamak için farklı yollar kullanırım.	()	()	()	()	()
Kendi kendime, problemin bana ne sorduğunu anlayıp anlamadığımı düşünürüm.	()	()	()	()	()
Problemi bir defadan fazla okurum.	()	()	()	()	()
Problemi çözmek için hangi bilgiye ihtiyacım olduğunu düşünürüm.	()	()	()	()	()
Probleme bağlı olarak farklı çözüm stratejileri kullanırım.	()	()	()	()	()
Problemin çözümünde doğru bir işlem sırası kullanıp kullanmadığımı görmek için yaptıklarına bakarım.	()	()	()	()	()
Zor bir problem ile uğraştığımda nasıl öğrendiğimi düşünürüm.	()	()	()	()	()
Probleme bağlı olarak farklı öğrenme yöntemleri kullanırım.	()	()	()	()	()
Yaptıklarına bakarım ve onları kontrol ederim.	()	()	()	()	()
Problemi, onu anlayana kadar birçok defa okurum.	()	()	()	()	()
Hesaplamalarımın doğruluğunu kontrol ederim.	()	()	()	()	()

	Hiçbir zaman	Nadiren	Ara sıra	Genellikle	Her zaman
Öğrenme konusunda ihtiyacım olanı kendi başıma öğrenirim.	()	()	()	()	()
Yeni bir şey öğrendiğim sırada onu nasıl öğrendiğimi kendi kendime sorarım.	()	()	()	()	()
Problemin çözümü boyunca yaptığım tüm çalışmalarını kontrol ederim.	()	()	()	()	()
Problemin tüm önemli bölümlerini tanımlarım.	()	()	()	()	()
Problemi anlamaya çalışırım, böylece ne yapmam gerektiğini bilirim.	()	()	()	()	()
Problemi çözerken, çözümdeki tüm adımları düşünürüm.	()	()	()	()	()
Bazı şeyleri ezberleyerek anlarım.	()	()	()	()	()
Öğrenme konusunda, güçlü ve zayıf yönlerimi bilirim.	()	()	()	()	()
Problemi çözmek için ihtiyacım olan işlemleri seçerim.	()	()	()	()	()
Ev ödevimi yaptığımda; öğrenmek istediğim bilgiyi, öğrenip öğrenmediğimi kendime sorarım.	()	()	()	()	()
Doğru yaptığımdan emin olmak için yanıtları iki kere kontrol ederim.	()	()	()	()	()
Gerekli bilgiyi ortaya çıkarmak için problemi parçalara bölmeye çalışırım.	()	()	()	()	()
Problemi çözdüğüm sırada, düşünmeden öğrenme stratejileri kullanırım.	()	()	()	()	()
Öğrenme konusunda en iyi nasıl öğrendiğimi bilirim.	()	()	()	()	()
Problemden, tamamlamak istediğim kesin hedefler olup olmadığını kendime sorarım.	()	()	()	()	()
Bir şeyi öğrenmek için birden fazla yol denerim.	()	()	()	()	()

GÖRÜŞME FORMU

Merhaba. Yaklaşık üç aydır sınıfınızla birlikte yaptığımız öğretim uygulamaları sona erdi. Bu araştırma kapsamında sizinle “Ya basınç olmasaydı?” konusundaki problemlerin çözümünde farklı bir problem çözme yöntem ve etkinlikleri uyguladık. Yaptığım bu çalışma ile ilgili sizinle görüşme yapmak istiyorum. Yaptığım bu görüşmede verilen bilgiler, sadece bu araştırmada kullanılacak ve kişisel bilgiler kesinlikle gizli tutulacaktır. Görüşmenin yaklaşık 20 dakika süreceğini tahmin ediyorum.

Bu araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz için şimdiden teşekkür ederim. Eğer sizin bana görüşmeye başlamadan önce sormak istediğiniz bir soru varsa, önce bunu yanıtlamak isterim. Görüşmeye başlayabiliriz.

Sorular

1. Daha önce buna benzer bir çalışmaya katıldınız mı?

Sonda:

Bireysel olarak

Sınıfça

Grup olarak

Hangi derste ve hangi konuda

2. Bu çalışma sizde bir farklılık yarattı mı? Özellikle problem çözmeye karşı düşüncelerinizde çalışma öncesine göre bir farklılık var mı?

3. Fen bilgisi dersine karşı ilginiz nasıldır?

Sonda:

Fizik kimya ve biyoloji konuları

Basınç konusuna karşı tutum

Matematik dersine karşı olan tutum

4. Size göre bir problem neyi ifade etmektedir?

Sonda:

Problemi nasıl tanımlarsınız?

5. Bir fen bilgisi problemini çözmek için gerekli basamaklar nelerdir?

Sonda:

Problem çözüme aşamaları

- problemi açıklama? (nasıl açıklarsın neler yaparsın?)
- çözümü planlama ve uygulama
- çözümü değerlendirme(yanıtın kontrolünü yapar mısın? Nasıl?)

6. Problem çözümede gerekli olan durumları kısaca açıklar mısınız?

Görüşlerinizi açıklarken öğretim öncesindeki problem çözümede yaptıklarınızı da belirtiniz.

Sonda:

Konu hakkında bilgi

Problem hakkında özel bir yöntem (benzer problem)

İşlemleri yaparken ara değerlendirmeler (yaptıklarını kontrol etme)

Yapacakları planlamak

Problem çözmeye karşı istekli olmak

Çözümü kendine sorular sorarak yönlendirme

Problemi anlamak

Yapılanlara bakmak, kontrol etmek

Yanıtının doğruluğunu başka yollardan ispatlamaya çalışmak

Çözümün başında ve sonunda işlemler yanında şekil veya grafik çizmeye çalışmak

Problemi parçalara ayırmak

Problemin bana ne sorduğunu anlayıp anlamadığımı düşünürüm

7. Problem çözümünde başarısız olduğunda yapacağın işlemler nelerdir?

Sonda:

Problemi tekrar okumak

Problemde verilenleri ve isteneni kontrol etmek

Hesaplamaları kontrol etmek
Yeni bir plan yapmak
Çözümün doğruluğunu kontrol etme
Başka çözüm yolları aramak

8. Problem çözümünde kendini yetersiz hissettiğin bir durum ya da bir beceri var mı?

9. Basınç ünitesi için verilen kitabın sana nasıl bir etkisi oldu?

Sonda:

Bölümler hakkında görüşler (iyi yanları, zor olan bölümler ve problemler)

11. Görüşmemiz burada bitmiştir. Son olarak bu çalışma hakkında belirtmek istediğiniz görüş ve önerileriniz var mı?

Bana zaman ayırdığınız için çok teşekkür ederim. İyi günler.

Murat BOZAN

Fen ve Teknoloji Öğretmeni

Hataların analizi

184 öğrencinin problemlere verdiği yanıtlar değerlendirilerek yaptıkları hatalar belirlenmiş ve sonrasında bu hatalar gruplandırılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda dört ana hata tipi ortaya koyulmuştur. Bunlar:

1. Metinden kaynaklanan hatalar
2. İşlemsel hatalar
3. Aritmetik hatalar
4. Kavramsal hatalar

1. Metinden Kaynaklanan Hatalar

- M1: problemde isteneni yanlış belirtme
M2: problemdeki hedefi tam olarak ifade edememek
M3: problemde verilenleri ilgisiz bir konu ile ilişkilendirmek
M4: problemde verileni ya da verilenleri yanlış yazmak
M5: problemin önceki şikkından etkilenmek
M6: problemde geçen olayın hikâyesini kendine göre kurgulamak
M7: problemde verilen bilgiyi yanlış yorumlamak

2. İşlemsel Hatalar

İ1: çözüm için gerekli olan formül ya da formülleri yazmamak

İ2: yanıtta birim kullanmamak

- İ2.1 basınç birimini yazmamak
- İ2.2 basınç kuvveti birimini yazmamak
- İ2.3 kütle birimini yazmamak
- İ2.4 kaldırma kuvveti (F_k) birimini yazmamak

İ3: çözümde kullanılan strateji ile ilgili hatalar

- İ3.1 çözüm için kullandığı stratejiyi tamamlamamak
- İ3.2 çözüm için uygun olmayan strateji kullanmak
- İ3.3 bulduğu değeri kontrol etmemek
- İ3.4 bulduğu değerleri yanlış sıralamak
- İ3.5 çeviri hatası(ağırlık değerini kullanarak kütle bulmak)
- İ3.6 çözümde formül yazmadan doğrudan işlemleri yapmak
- İ3.7 işlemleri zihinden yaparak kontrol etmemek

İ4: çözüm için uygulanan formül ile ilgili hatalar

- İ4.1 çözüm için gerekli olan formül ya da formüllerde bir değeri yazmamak
- İ4.2 formülde eşitlik ifadesi ve değerlerden birini yazmamak
- İ4.3 formülü kendine göre bilimsel doğruluktan uzak olarak ifade etmek.

- İ4.4 formüldeki değeri yanlış yazmak
- İ4.5 çözüm için yanlış bir formül kullanmak
- İ4.6 formüllerde yerçekimi ivmesini yazmamak
- İ4.7 formülü yazılı olarak uygunsuz bir biçimde ifade etmeye çalışmak.
- İ4.8 cismin üzerindeki kuvvetleri gösterirken formülün yanlış versiyonunu kullanmak.

İ5: yanıtta kullanılan birimlerle ilgili hatalar

- İ5.1 ağırlık birimini kg ile ifade etmek.
- İ5.2 basınç birimini N ile göstermek.
- İ5.3 kuvveti kg şeklinde belirtmek.
- İ5.4 basınç kuvvetini Pa şeklinde vermek.
- İ5.5 kuvvet birimini F ile vermek.

3. Aritmetik Hatalar

A1: dört işlem hataları (yanlış çarpma, yanlış bölme, içler dışlar çarpımındaki hatalar)

4. Kavramsal Hatalar

K1: katı basıncı ile ilgili hatalar

- K1.1 katı basıncını yalnızca cismin ağırlığı ile ilişkilendirmek.
- K1.2 katı basıncı cismin yüzeyi ve yere uyguladığı ağırlıkla doğru orantılıdır.
- K1.3 katı basıncı yalnız cismin yüzeyi ile ilişkilidir.
- K1.4 katı basıncını sıvı basıncı arasındaki ayırımı fark edememek.
- K1.5 katı basıncı ile katı basınç kuvvetini birbirini yerine kullanmak.
- K1.6 katı basıncında cismin yüzeyinin ve ağırlığının basınca olan etkisini tam olarak ortaya koyamamak.
- K1.7 katı basıncı cismin yoğunluğuna eşittir ve yüzeye bağlı değildir.
- K1.8 katı basıncı ile katı basınç kuvveti ters orantılıdır.
- K1.9 katı basıncı cismin yüksekliğine bağlıdır.
- K1.10 katı basıncı yüzeye doğru orantılıdır.
- K1.11 katı basınç kuvveti yalnızca cismin yüzeyi ile ilgilidir.
- K1.12 katı basınç kuvveti cismin hacmine bağlıdır.
- K1.13 katı basınç kuvveti yalnızca cismin ağırlığına bağlıdır.

K2: sıvı basıncı ile ilgili hatalar

- K2.1 sıvı basıncını yalnızca sıvının yoğunluğuna bağlıdır.
- K2.2 sıvının yoğunluğunun ve derinliğinin sıvı basıncı üzerine etkilerinin tam olarak ortaya koyamam
- K2.3 sıvı basıncı ile sıvı basıncı kuvvetini birbirinden ayırt edememek.
- K2.4 sıvı basıncını yalnızca sıvının derinliği (yükseklik kavramı kullanılıyor) ile ilişkilendirmek.
- K2.5 sıvı basıncı sıvının yoğunluğu ile ters orantılıdır.
- K2.6 sıvı basınç kuvveti yalnızca sıvının yoğunluğu ile doğru orantılıdır.
- K2.7 sıvı basınç kuvveti sıvının öz kütlesi ile sıvının bulunduğu kabın taban alanı ile doğru orantılıdır.

- K2.8 sıvı basıncı sıvının hacmine bağlıdır.
- K2.9 sıvı basıncı sıvıların akışkanlıklarına bağlıdır.
- K2.10 sıvı basıncı için önemli olan sıvı kabının taban alanıdır.
- K2.11 sıvı basıncı sıvının derinliği (yükseklik kavramı kullanılıyor) ve sıvı kabının taban alanına bağlamak
- K2.12 sıvı basıncı sıvı miktarına bağlıdır.

K3: açık hava basıncı ile ilgili hatalar

- K3.1 yükseklik arttıkça açık hava basıncı artar.
- K3.2 yükseklik ile açık hava basıncı arasındaki ilişkiyi tam olarak ortaya koyamama
- K3.3 açık hava basıncı ortamın sıcaklığı ile ilgilidir ve yükseklik ile açık hava basıncı artar.
- K3.4 açık hava basıncını cisimlerin hacimleri ile ilişkilendirmek.
- K3.5 açık hava basıncı yerçekimi kuvvetine bağlıdır.
- K3.6 açık hava basıncı cisimleri yukarı kaldırır.
- K3.7 açık hava basıncı sahil kenarlarında azdır.
- K3.8 açık hava basıncı havanın yoğunluğuna bağlıdır.
- K3.9 sahil kenarlarında oksijen fazlalığından dolayı basınç fazladır.

K4: balon içindeki hava basıncı ile ilgili hatalar

- K4.1 basınç arttığında balon hacmi de artar. Sıcaklık etkisi ile ilgili olarak belirtilen bir durum yok.
- K4.2 sıcaklık arttıkça balon hacmi azalır.
- K4.3 balondaki iç basınç ile dış basınç birbirine ters orantılı bir biçimde bağlıdır.
- K4.4 balon hacmi basıncı korumak için artar ya da azalır. Dış basıncın hacim üzerindeki etkisini göz ardı etmek.
- K4.5 balonun hacmi içindeki gazın miktarına bağlıdır.
- K4.6 sıcakta balon hacmi küçülür. Balon sıcakta terler.
- K4.7 sıvı içindeki balon hacmi ne kadar az ise o kadar çok sıvıdan dışarı çıkmak ister.
- K4.8 yükseklik azaldıkça balonları iç basıncı azalır.

K5: kapalı kaplardaki gazlar ile ilgili hatalar

- K5.1 gaz basıncını gazın kap içindeki yüksekliği ile ilişkilendirmek
- K5.2 gaz basıncı üzerinde bulunduğu sıvılar üzerine bir basınç uygular. Bu etkinin farkında değil.
- K5.3 gaz basıncı az ise gazın hacmi de azdır. Sıcaklık etkisi ile ilgili olarak belirtilen bir durum yok.
- K5.4 gaz basıncı gazın yoğunluğuna bağlıdır.
- K5.5 gaz molekülleri soğukta küçülür.
- K5.6 kapalı bir ortamda sıkışan gaz molekülleri patlar.
- K5.7 sıcak bir ortamda basınç olur. Soğuk ortamlarda basınç olmaz.
- K5.8 kapalı bir kaptaki gazın uyguladığı basıncı göz ardı edip, gazın cisimlerden cisimlere geçen bir varlık olarak görülmesi.
- K5.9 kapalı kaptaki dışarıya basınç yapan cisimlerin basınçları küçülür.
- K5.10 gaz moleküllerinin hacmi soğukta (genleşir)artar, sıcakta (büzüşür)azalır.

K5.11 gaz molekülleri sıcakta küçülür.
K5.12 sıcak ortamlarda gazlar yok olur.

K6: pascal prensibi ile ilgili hatalar

K6.1 pascal prensibinin sistem üzerindeki basınç değişimlerinin aynen iletimini sağladığının farkında değil.

K6.2 pascal prensibi: sıvı basıncı sıvının her yerinde aynıdır.

K7: kaldırma kuvveti ile ilgili hatalar

K7.1 sıvıların cisimlere uyguladıkları kaldırma kuvvetinin etkilerini önemsememek

K7.2 sıvıların cisimlere uyguladıkları kaldırma kuvveti ile cisimlerin yüzme şartlarını ayırt edememek

K7.3 cisimlerin hacimlerinin, sıvıların kaldırma kuvvetindeki etkisinin farkında olmaması.

K7.4 sıvının uyguladığı kaldırma kuvvetinin yönünü ortaya koyamamak.

K7.5 sıvıların kaldırma kuvveti cisimlerin yoğunlukları ile ilgilidir.

K7.6 sıvıların uyguladıkları kaldırma kuvveti ile cisimlerin bağlı oldukları ipteki gerilme kuvveti arasındaki ilişkiyi fark edememek.

K7.7 sıvıların uyguladıkları kaldırma kuvveti, cisimlerin kütesine bağlıdır.

K8: cisimlerin sıvı içindeki yüzme şartları ile ilgili hatalar

K8.1 cismin öz kütlesi ile sıvının yoğunluğunun eşit olması durumunu ayırt edememe

K8.2 yoğunlukları farklı sıvıların aynı ortamdaki konumları üzerine

K8.3 sıvının yoğunluğunun, cismin öz kütesinden büyük olması üzerine

K8.4 cismin yüzme şartı, sıvının hacmine bağlıdır.

K8.5 Bir cismin yüzmesi sıvı ile o cismin hacimlerinin karşılaştırılması ile bulunur.

K8.6 cismin sıvı içindeki konumu sıvı ağırlığı ile cismin ağırlıklarının karşılaştırılmasına göre düzenlenir.

K8.7 cisimlerin yüzme şartı ile sıvıların kaldırma kuvveti arasındaki farkı ayırt edememek.

K9: kuvvet ve yoğunluk ile ilgili hatalar

K9.1 cismin yoğunluğunu cismin hacmine bakarak açıklamak.

K9.2 ağırlık ve yoğunluk kavramlarını birbiri yerine kullanmak.

K9.3 bir cismin kütesi ile öz kütesi ters orantılıdır.

K9.4 bir maddenin yoğunluğu hacmi ile doğru orantılıdır.

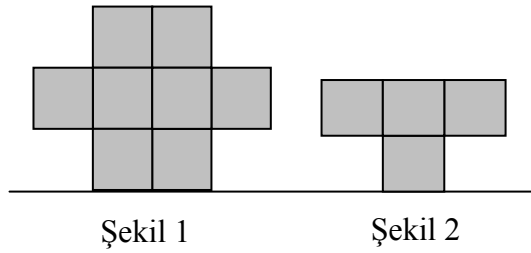
EK G Basınç Başarı Testi

Ad - Soyad:
No:
Sınıf:
Okul:

Yaş:
Cinsiyet:

BASINÇ TESTİ

Soru 1.

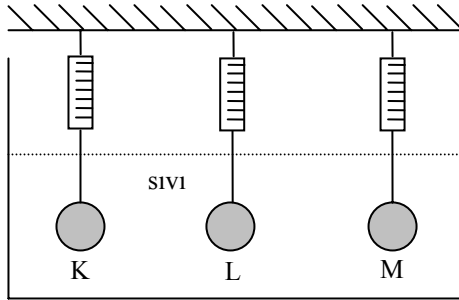


Şekil 1 ve 2' de zemin üzerinde duran cisimler özdeş küplerden oluşmuştur. Cisimlerin zemine uyguladıkları;

- a) basınç ve
b) basınç kuvveti
değerlerini karşılaştırınız.

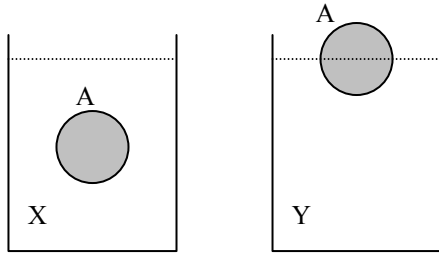
Verdiğiniz yanıtı kısaca açıklayınız

Soru 2.



Sıvı dolu kaba eşit hacimli K, L ve M cisimlerinin bağlı oldukları iplerdeki gerilmeler sırası ile 8 T, 4 T ve 2 T olduğuna göre K, L ve M cisimlerinin öz kütlelerini büyükten küçüğe doğru sıralayınız. Verdiğiniz yanıtı kısaca açıklayınız

Soru 3.

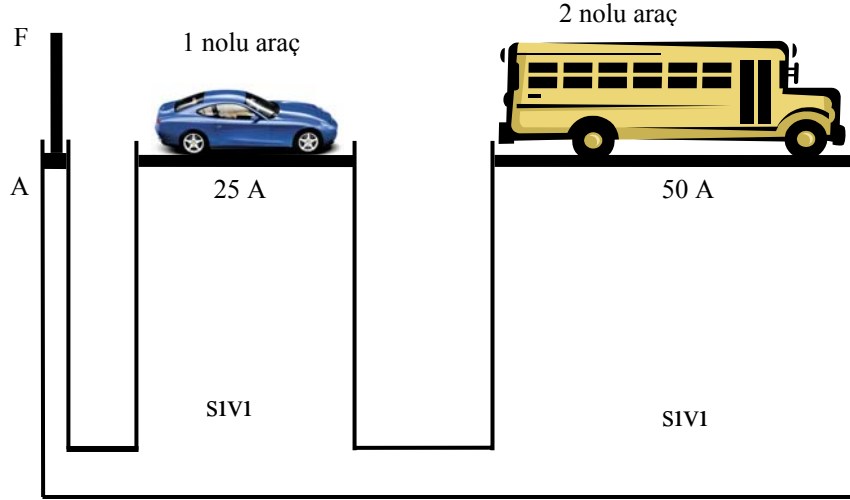


A cisminin X ve Y sıvılarındaki konumu şekildeki gibidir. X ve Y sıvıları aynı kaba dökülüyor. X ve Y birbirine karışmayan sıvılardır. A cisminin; X ve Y sıvılarının beraber bulunduğu kaptaki konumu alacağını şekil çizerek açıklayınız.

Soru 4.

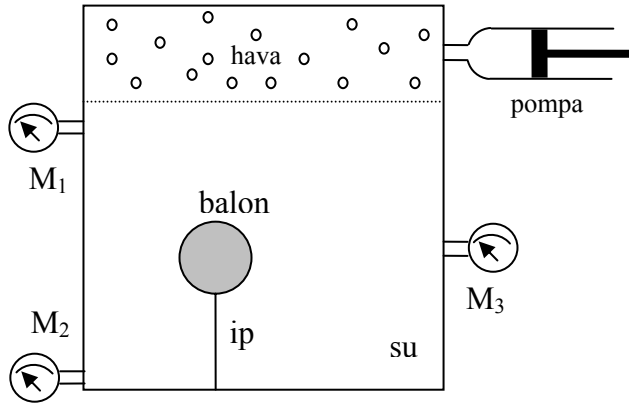
Pelin, Uludağ' da geçirdiği hafta sonu tatilinde küçük kardeşi Can için bir balon satın aldı. Ayvalık' ta sahil kenarındaki evlerine dönüşte balonun hacminin biraz küçüldüğünü fark etti. Yolculuk sırasında balonun ağzı sıkı bir şekilde kapalıdır ve hiç açılmamıştır. Balonun bu şekilde hacminin küçülmesinin nedeni neler olabilir? Kısaca açıklayınız.

Soru 5.



Yukarıdaki şekilde 2 nolu aracın kütlesi 2500 kg' dır. F kuvvetinin uygulandığı alan A, 1 nolu aracın bulunduğu alan 25 A ve 2 nolu aracın bulunduğu alan 50 A kadardır. Sistem dengede olduğuna göre uygulanan **F kuvvetinin değeri** ve **1 nolu aracın kütlesi** nedir?

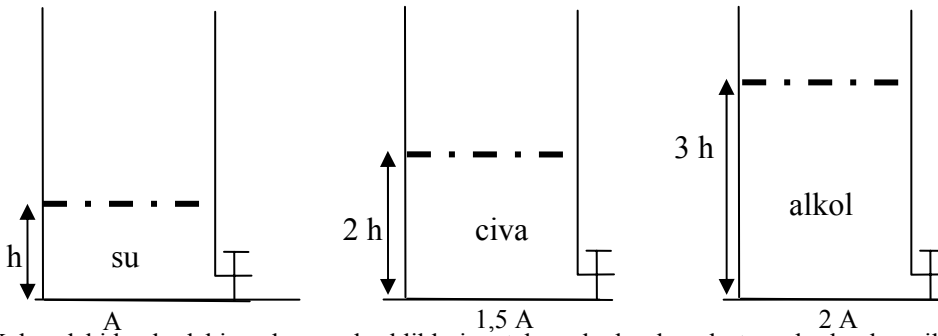
Soru 6.



Kapalı bir kap içerisinde belirli bir seviyede su ve üzerinde hava bulunmaktadır. Elektronik M_1, M_2 ve M_3 manometreleri farklı seviyelerde bulunmaktadır. Pompa ile kaba bir miktar daha hava enjekte edildiğinde:

- manometrelerin gösterdikleri değerler,
 - balonun hacmi,
 - ipteki gerilme kuvveti nasıl değişir?
- Yanıtlarımızı açıklayınız.

Soru 7.



Yukarıdaki kaplardaki sıvıların yükseklikleri ve taban alanları karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Bu kaplar bir masanın kenarında yan yana durmaktadır. Muslukların çapları aynıdır. Musluklar aynı anda açıldığında hangi kaptaki sıvı daha uzağa gider, büyükten küçüğe doğru sıralayınız. Verdiğiniz yanıtı kısaca açıklayınız. ($d_{su} = 1 \text{ g/cm}^3$, $d_{civa} = 13,6 \text{ g/cm}^3$ ve $d_{alkol} = 0,8 \text{ g/cm}^3$)
 $d_{su} = 1,0 \text{ g/cm}^3$, $d_{alkol} = 0,7 \text{ g/cm}^3$, $d_{civa} = 13,6 \text{ g/cm}^3$

T.C.
BALIKESİR VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı :B.08.4.MEM.4.10.00.04/311

Konu :Araştırma İzni.

12.02.2007 - 2902

VALİLİK MAKAMINA
BALIKESİR

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı Fizik Eğitimi doktora Öğrencisi Murat BOZAN'ın tez çalışması "Problem Çözme Etkinliklerinin 7.Sınıf Öğrencilerinin Basınç Konusu İle İlgili Başarılarına, Tutumlarına ve Biliş Ötesi Beceriler Geliştirmelerine Etkisi" ders konulu uygulama çalışmalarını aşağıda isimleri belirtilen okullarda yapılması ile ilgili Balıkesir Üniversitesi Balıkesir Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'nün 02/02/2007 tarih ve 177 sayılı yazıları ilişikte sunulmuştur.

Makamlarımızca uygun görüldüğü takdirde, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı Fizik Eğitimi doktora Öğrencisi Murat BOZAN'ın tez çalışması "Problem Çözme Etkinliklerinin 7.Sınıf Öğrencilerinin Basınç Konusu İle İlgili Başarılarına, Tutumlarına ve Biliş Ötesi Beceriler Geliştirmelerine Etkisi" ders konulu uygulama çalışmalarını aşağıda isimleri belirtilen okullarda yapılmasını OLUR' larınıza arz ederim.





İbrahim BİNAY
Millî Eğitim Müdürü V.

OLUR
12.02/2007

Kadim DOĞAN
Vali a.
Vali Yardımcısı

UYGULAMA ÇALIŞMASI YAPILMASI PLANLANAN OKULLAR :

- 1.Burhan Erdayı İÖÖ.
- 2.Balıkesir Karesi İÖÖ.
- 3.Fevzi Çakmak İÖÖ.
- 4.Gazi İÖÖ.
- 5.Altıeylül İÖÖ.
- 6.Zağnospaşa İÖÖ.
- 7.M.Şeref Eğinlioğlu İÖÖ.
- 8.Alişuuri İÖÖ.
- 9.M.Vehbi Bolak İÖÖ.
- 10.Seviñ Kurşun İÖÖ.

	Kasaplar Mah.Eski Sındırgı Cad.No:1-10100 BALIKESİR Tel :0 266 239 62 73 Fax :0 266 239 62 74 e-posta :balikesir@meb.gov.tr İnt.Adı :http://balikesir.meb.gov.tr	 DANIŞMA 444 0 632 HATTI	 EĞİTİME %100 DESTEK
---	---	---	--

7. KAYNAKÇA

- [1] Heyworth, R. M., "Procedural and conceptual knowledge of expert and novice students for the solving of basic problem in chemistry", *International Journal of Science Education*, **21(2)**, (1999), 195.
- [2] Heuvelen, A. V., "Learning to think like a physicist: a review of research based instructional strategies", *American Journal of Physics*, **59(10)**, (1991a), 891.
- [3] Huffman, D., "Effect of explicit problem solving instruction on high school students' problem-solving performance and conceptual understanding of physics", *Journal of Research in Science Teaching*, **34(6)**, (1997), 551.
- [4] Van Weeren, J.H.P., De Mul, F.F.M., Peters, M.J., Kramers-Pals, H. ve Roossink, H.J., "Teaching problem solving in physics: a course in electromagnetism", *American Journal of Physics*, **50(8)**, (1982), 725.
- [5] Boser R. A., "The development of problem solving capabilities in pre-service technology teacher education", *Journal of Technology Education*, **4(2)**, (1993), 11.
- [6] Zhang, K. ve Peck, K.L., "The effect of peer-controlled or moderated online collaboration on group problem solving and related attitudes", *Canadian Journal of Learning and Technology*, **29(3)**, (2003), 93.
- [7] Fatt, T., J. P., "Understanding the learning styles of students: implications for educators", *International Journal of Sociology and Social Policy*, **20(11/12)**, (2000), 31.
- [8] Foshay, R., ve Kirkley, J., Principles for Teaching Problem Solving. Technical Paper 4, PLATO Learning, (2003). Inc. Web site: http://www.plato.com/downloads/papers/paper_04.pdf.
- [9] Shin, N., Jonassen, D. H., Mc Gee, S., "Predictors of well-structured and ill-structured problem solving in an astronomy simulation", *Journal of Research in Science Teaching*, **40(1)**, (2003), 6.
- [10] Gaigher, E., Rogan, J. M. ve Braun, M. W. H., "Exploring the development of conceptual understanding through structured problem-solving in physics", *International Journal of Science Education*, **29(9)**, (2007), 1089.
- [11] Hestenes, D., "Toward a modeling theory of physics instruction", *American Journal of Physics*, **55(5)**, (1987), 440.

- [12] Chang, C.-Y., Weng, Y.-H., "An exploratory study on students' problem solving ability in earth science." *International Journal of Science Education*, **24(5)**, (2002), 441.
- [13] Solaz-Portolés, J. J. ve López, V. S., "Cognitive variables in science problem solving: A review of research", *Journal of Physics Teacher Education Online*, **4(2)**, (2007), 25. www.phy.ilstu.edu/jpteo
- [14] Bagno, E. ve Eylon, B. S., "From problem solving to a knowledge structure: An example from the domain of electromagnetism", *American Journal of Physics*, **65**, (1997), 726.
- [15] Gaigher, E., Rogan, J.M. ve Braun, M.W.H., "The effect of a structured problem solving strategy on performance in physics in disadvantaged South African schools", *African Journal of Research in SMT Education*, **10(2)**, (2006), 15.
- [16] Dhillon, A., S., "Individual differences within problem-solving strategies used in physics", *Science Education*, **82**, (1998), 379.
- [17] Savelsbergh, E. R., Jong, T. d., Ferguson-Hessler, M. G. M. "Situational knowledge in physics: The case of electrodynamics", *Journal of Research in Science Teaching*, **39(10)**, (2002), 928.
- [18] Larkin, J.H., McDermott, J., Simon, D.P., ve Simon, H.A., "Expert and novice performance in solving physics problems", *Science*, **208**, (1980), 1335.
- [19] Chi, M. T. H., Feltovich, P., and Glaser, R., "Categorization and representation of physics problems by experts and novices", *Cognitive Science*, **5**, (1981), 121.
- [20] Hsu, L., Brewster, E., Foster, T. M. ve Harper, K. A., "Resource letter: RPS-1: research in problem solving", *American Journal of Physics*, **72(9)**, (2004), 1147.
- [21] Heuvelen, A. V., "Overview, case study physics", *American Journal of Physics*, **59**, (1991b), 898.
- [22] Heller, P. ve Hollabaugh, M., "Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 2: Designing problems and structuring groups", *American Journal of Physics*, **60**, (1992), 637.
- [23] Heller, P., Keith, R. ve Anderson, S., "Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 1: Group versus individual problem solving", *American Journal of Physics*, **60**, (1992), 627.
- [24] Heuvelen, A. V. ve Zou, X., "Multiple representations of work-energy processes", *American Journal of Physics*, **69(2)**, (2001), 184.

- [25] De Berg, K. C., "Student understanding of the volume, mass, and pressure of air within a sealed syringe in different states of compression", *Journal of Research in Science Teaching*, **32(8)**, (1995), 871.
- [26] Lin, H.-S., Hung, J.-Y. , Hung, S.,C., "Using the history of science to promote students' problem-solving ability", *International Journal of Science Education*, **24(5)**, (2002), 453.
- [27] Wilson, W.J., Fernandez, L.,M. and Hadaway N., "Mathematical problem solving", Department of Mathematics Education, EMAT, (Wilson, P. S. Ed. *Research Ideas for the Classroom: High School Mathematics*. New York: MacMillan,(1993).
http://www.recsam.edu.my/Mathematical_Problem_Solving.pdf,
- [28] MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, İlköğretim fen ve teknoloji dersi (6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı, Ankara, (2006).
<http://ttkb.meb.gov.tr/ogretmen/index.php>
- [29] MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ortaöğretim fizik dersi 9. sınıf öğretim programı, Ankara, (2007). <http://ttkb.meb.gov.tr/ogretmen/index.php>
- [30] Karaca, C., İlköğretim fen bilgisi 8.sınıf ders kitabı, Paşa yayınları, Ankara, (2007).
- [31] Korkmaz, H., Tatar, N., Kıray, S.A. ve Kibar, G., İlköğretim fen ve teknoloji 6. sınıf ders kitabı, Pasifik yayınları, Ankara, (2007).
- [32] Korkmaz, H., Tatar, N., Kıray, S.A. ve Kibar, G., İlköğretim fen ve teknoloji 6. sınıf öğrenci çalışma kitabı, Pasifik yayınları, Ankara, (2007).
- [33] Tunç, T., Bağcı, N., Yörük, N., Köroğlu, N.G., Altunoğlu,Ü.Ç., Başdağ, G. ve Keleş, Ö., İlköğretim fen ve teknoloji 7. sınıf ders kitabı, MEB yayınları, Ankara, (2007).
- [34] Tunç, T., Bağcı, N., Yörük, N., Köroğlu, N.G., Altunoğlu,Ü.Ç., Başdağ, G. ve Keleş, Ö., İlköğretim fen ve teknoloji 7. sınıf öğrenci çalışma kitabı, MEB yayınları, Ankara, (2007).
- [35] Turgut, M. F., Ayas A., Çepni, S., Johnson, D., Kimya öğretimi. YÖK/DÜNYA BANKASI, Milli Eğitim Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi, Ankara, (1997).
- [36] Morgan, C. T., Psikolojiye Giriş, Çev.: H. Arıcı ve ark. Meteksan Yayınları 13. Baskı, Ankara, (1999).
- [37] Bodner, M., G., "The role of algorithms in teaching problem solving", *Journal of Chemical Education*, **64(6)**, (1987), 513.

- [38] Massachusetts Career Development Inst., Problem solving techniques seminar Springfield , Springfield, (1998), ED424440.
- [39] Jonassen, D. H., “Instructional design models for well-structured and ill-structured problem-solving learning outcomes”, *Educational Technology: Research & Development*, **45(1)**, (1997), 65.
- [40] Winkel, B.,J., “Getting to the mall: An activity for problem solving”, *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, **32(6)**, (2001), 921.
- [41] Kruger L. J., “Social support and self- efficacy in problem solving among teacher assistance teams and school staff”, *Journal of Educational Research*, **90(3)**, (1997), 164.
- [42] Harren, J. D., *The Chemistry Classroom: Formulas For Successful Teaching*, American Chemical Society, Washington, (1996), p. 63.
- [43] O’Neil, Jr., H.F., “Perspectives on computer-based performance assessment of problem solving”, *Computers in Human Behavior*, **15**, (1999), 255.
- [44] William J. L.,William J.G., Robert J. D., Concept- based problem solving, university of Massachusetts physics education research group technical report, scientific reasoning research institute and department of physics & astronomy, university of Massachusetts, amherst, ma 01003-4525 USA, 13-18, (1999). <http://umperg.physics.umass.edu/>
- [45] Hope, G., “Solving problems: young children exploring the rules of the game”, *The Curriculum Journal*, **13(3)**, (2002), 265.
- [46] Hartman, H. J., “Metacognition in teaching and learning: An introduction”, *Instructional Science*, **26**, (1998), 1.
- [47] Carrell, L., P., Gajdusek, L., Wise, T., “Metacognition and EFL/ESL reading”, *Instructional Science*, **26**, (1998), 97.
- [48] Goos, M., Galbraith, P., ve Renshaw, P., “Socially mediated metacognition: creating collaborative zones of proximal development in small group problem solving”, *Educational Studies in Mathematics*, **49**, (2002), 193.
- [49] Garofalo, J., K.Lester, F., “Metacognition, cognitive monitoring, and mathematical performance”, *Journal for Research in Mathematics Education*, **16(3)**, (1985), 163.
- [50] Flavell, J., H., “Metacognition and comprehension monitoring”, *American Psychologist*, **34(10)**, (1979), 906.

- [51] Hammouri, H.A.M., “An investigation of undergraduates’ transformational problem solving strategies: cognitive/metacognitive processes as predictors of holistic/analytic strategies”, *Assessment & Evaluation in Higher Education*, **28(6)**, (2003), 571.
- [52] Artzt, A. F. ve Armour-Thomas, E., “Mathematics teaching as problem solving: A framework for studying teacher metacognition underlying instructional practice in mathematics”, *Instructional Science*, **26**, (1998), 5.
- [53] Louca, E. P., “The concept and instruction of metacognition”, *Teacher Development*, **7(1)**, (2003), 9.
- [54] Gourgey, A.F., “Metacognition and basic skills instruction”, *Instructional Science*, **26**, (1998), 81.
- [55] Barak, M. ve Mesika, P., “Teaching methods for inventive problem-solving in junior high school”, *Thinking Skills and Creativity*, **2**, (2007), 19.
- [56] Sutherland, L., “Developing problem solving expertise: The impact of instruction in a question analysis strategy”, *Learning and Instruction*, **12**, (2002), 155.
- [57] Sternberg, R. J., “Metacognition, abilities, and developing expertise: What makes an expert student?”, *Instructional Science*, **26(1)**, (1998), 127.
- [58] Kleitman, S. ve Stankov, L., “Self-confidence and metacognitive processes”, *Learning and Individual Differences*, **17**, (2007), 161.
- [59] Lin, X., “Designing metacognitive activities”, *Educational Technology Research & Development*, **49(2)**, (2001), 23.
- [60] Brand-Gruwel, S., Wopereis, I. ve Vermetten, Y., “Information problem solving by experts and novices: analysis of a complex cognitive skill”, *Computers in Human Behavior*, **21**, (2005), 487.
- [61] Schraw, G., “Promoting general metacognitive awareness”, *Instructional Science*, **26**, (1998), 113.
- [62] Meijer, J., Veenman, M. V. J. ve Van Hout-Wolters, B. H. A. M., “Metacognitive activities in text-studying and problem-solving: development of a taxonomy”, *Educational Research and Evaluation*, **12(3)**, (2006), 209.
- [63] Linnenbrink, E. A., Ryan, A. M., ve Pintrich, P. R., “The role of goals and affect in working memory functioning”, *Learning and Individual Differences*, **11(2)**, (1999), 213.
- [64] Veenman, M.V.J. ve Beishuizen, J. J., “Intellectual and metacognitive skills of novices while studying texts under conditions of text difficulty and time constraint”, *Learning and Instruction*, **14**, (2004), 621.

- [65] Montague, M., “The Effect of cognitive and metacognitive strategy instruction on the mathematical problem solving of middle school students with learning disabilities”, *Journal of Learning Disabilities*, **25(4)**, (1992), 230.
- [66] Lucangeli, D., Tressoldi, P.E. ve Cendron, M., “Cognitive and metacognitive abilities involved in the solution of mathematical word problems: validation of a comprehensive model”, *Contemporary Educational Psychology*, **23**, (1998), 257.
- [67] Bolton, J., Keynes, M., Ross, S., “Developing students' physics problem-solving skills”, *Physics Education*, **32(3)**, (1997), 176.
- [68] Taconis, R., Ferguson-Hessler, M. G. M., Broekkamp, H. "Teaching science problem solving: An overview of experimental work", *Journal of Research in Science Teaching*, 38(4), 442-468, (2001).
- [69] Ferguson-Hessler, M. G. M., ve De Jong, T., “Studying physics texts: differences in study processes between good and poor performers”, *Cognition and Instruction*, **7**, (1990), 41.
- [70] Pol, H. ve Harskamp, E. ve Suhre, C., “Solving physics problems with the help of computer assisted instruction”, *International Journal of Science Education*, **27(4)**, (2005), 451.
- [71] Heller, J. ve Reif, F., “Prescribing effective human problem-solving processes: Problem descriptions in physics”, *Cognition and Instruction*, **1**, (1984), 177.
- [72] Sherin, B.L., “How students understand physics equations”, *Cognition and Instruction*, **19(4)**, (2001), 479.
- [73] Çepni, S., Özsevgeç, T., Gökdere, M., “Bilişsel gelişim ve formal operasyon dönem özelliklerine göre öss fizik ve lise fizik sorularının incelenmesi”, *Milli Eğitim Dergisi*, MEB Yayınlar Dairesi, **157**, (2003), 40.
- [74] Friege, G., Lind, G. ve Reinhold, P., Knowledge-centered problem solving in the domain of physics, PS5-F-Symp, Symposium: Research on learning science under the paradigm of expertise, Organizer: Gunter Lind, Institute for Science Education IPN, Germany, (1999).
<http://www.ipn.uni-kiel.de/projekte/esera/book/s168+rei.pdf>
- [75] Larkin, J.H., The role of problem representation in physics. In D. Gentner & A. Stevens (Eds.), *Mental models*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, (1983), 68.
- [76] Cronin. M. A., “A model of knowledge activation and insight in problem solving”, *Complexity*, **9(5)**, (2004), 17.
- [77] Dufresne, R.J., Gerace, W.J. ve Leonard, W.J., “Solving physics problems with multiple representations”, *The Physics Teacher*, **35**, (1997), 270.

- [78] Lee, Y., Baylor, A.L. ve Nelson, D.W., “Supporting problem-solving performance through the construction of knowledge maps”, *Journal of Interactive Learning Research*, **16(2)**, (2005), 117.
- [79] Larkin, J.H. ve Simon, H.A., “Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand Words”, *Cognitive Science*, **11**, (1987), 65.
- [80] Kempa, R.F. ve Nicholls, C., “Problem-solving ability and cognitive structure –an exploratory investigation”, *European Journal of Science Education*, **5**, (1983), 171.
- [81] Hardin, L.E., “Educational strategies, problem solving concepts and theories”, *Journal of Veterinary Medical Education*, **30(3)**, (2002), 226.
- [82] Heller, P. ve Heller, K., Cooperative group problem solving in physics. Minneapolis, Minn.: Physics Education Research and Development, University of Minnesota, (1999).
<http://groups.physics.umn.edu/physed/Research/CGPS/GreenBook.html>
- [83] Jones, C., Problem solving — What is it?, *APMC*, **8(3)**, (2003), 25.
<http://www.cimm.ucr.ac.cr/resoluciondeproblemas/PDFs/Jones,Ch.%20Problem%20Solving-...pdf>
- [84] Ploetzner, R. ve Spada, H., “Constructing quantitative problem representations on the basis of qualitative reasoning”, *Interactive Learning Environments*, **5(1)**, (1998), 95.
- [85] Leonard, W. J., Gerace, W. J. ve Dufresne, R. J., Concept-based problem solving, Making concepts the language of physics, University of Massachusetts Physics Education Research Group Technical Report PERG-1999#12-NOV#3-18, (1999). <http://umperg.physics.umass.edu/>
- [86] Lorenzo, M., “The development, implementation, and evaluation of a problem solving heuristic”, *International Journal of Science and Mathematics Education*, **3**, (2005), 33.
- [87] Ho K. F., Teong, S.K. ve Hedberg, J.G., Creating problem solving repertoires, Centre for Research in Pedagogy and Practice National Institute of Education, Nanyang Technological University, Singapore, (2005).
<http://www.icme-organisers.dk/tsg18/S41FaiKwangHedberg.pdf>
- [88] De Jong, T., G.M. Ferguson- Hessler, M., “Cognitive structures of good and poor novice problem solver in physics”, *Journal of Educational Psychology*, **78(4)**, (1986), 279.
- [89] Arslan, Ç., İlköğretim yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin problem çözme stratejilerini kullanabilme düzeyleri üzerine bir çalışma, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa, (2002).

- [90] Halloun, I. A., "Schematic modeling for meaningful learning of physics", *Journal of Research in Science Teaching*, **33(9)**, (1996), 1019.
- [91] Cooper, G., Research into Cognitive Load Theory and Instructional Design at UNSW, School of Education Studies, The University of New South Wales, Australia, (1998). <http://www.uog.edu/coe/ed451/tHEORY/LoadTheory1.pdf>,
- [92] Kemper, S., Constraints on Language: Aging, Grammar and Memory, "Wingfield A., ve A. Tun, P., Working memory and spoken language comprehension: the case for age stability in conceptual short-term memory," Hingham, MA, USA: Kluwer Academic Publishers, (1999), p. 29-34.
- [93] Keller, R., "Teaching problem-solving skills", Center for Teaching and Learning, University of North Carolina at Chapel Hill, CTL Number 20, (1998). <http://ctl.unc.edu/FYC20.pdf>,
- [94] Ekiz, D., "Problem çözüme aracılığıyla yaratıcı düşünmeyi geliştirme", *Çağdaş Eğitim Dergisi*, **30**, (2005), 13.
- [95] Aksoy, B., "Problem çözüme yönteminin çevre eğitime uygulanması", *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, **14**, (2003), 83.
- [96] Britz, J., "Problem solving in early childhood classrooms" ERIC Clearinghouse on Elementary and Early Childhood Education Urbana IL. ERIC Identifier: ED355040, (1993). <http://www.ericdigests.org/1993/early.htm>
- [97] Mayer R., Mathematical Ability In R. Sternberg (ed), Human Abilities: An Information Processing Approach, New York: Freeman, (1985), p.127-150.
- [98] Zoller, U., "The fostering of question-asking capability", *Journal of Chemical Education*, **64(6)**, (1987), 500.
- [99] Chang, C., Y., Barufaldi, J. P., "The use of a problem-solving-based insrtuctional model in intiating change in students' achievement and alternative frameworks", *International Journal of Science Education*, **21(4)**, (1999), 373.
- [100] McCalla, J., "Problem solving with pathways", *Journal of Chemical Education*, **80(1)**, (2003), 92.
- [101] Van Domelen, D., Problem-Solving Strategies: Mapping and Prescriptive methods, Department of Physics, The Ohio State University, Columbus, Ohio, (1996). <http://www.physics.ohio-state.edu/~dvandom/Edu/thesis.html>,
- [102] Leonard, W. J., Dufresne, R. J. and Mestre, J. P., "Using qualitative problem-solving strategies to highlight the role of conceptual knowledge in solving problems", *American Journal of Physics*, **64**, (1996), 1495.

- [103] Harskamp, E. ve Ding, N., “Structured collaboration versus individual learning in solving physics problems”, *International Journal of Science Education*, **28(14)**, (2006), 1669.
- [104] Gertner, A. ve VanLehn, K., Andes: A Coached Problem Solving Environment for Physics. In Gauthier, G., Frasson, C. & VanLehn, K. (Eds) *Intelligent Tutoring Systems: 5th International Conference, ITS 2000*, Berlin: Springer, p.131-142, (2000).
- [105] Halloun, I. A., Hestenes, D., “Modeling instruction in mechanics”, *American Journal of Physics*, **55(5)**, (1987), 455.
- [106] Neto, A., J., Valente, M., O., “Problem solving in physics: Towards a metacognitively develop approach”, Paper presented at the annual meeting of the national association for research in science teaching, Oak Brook, (1997).
- [107] Heyworth, R. M., “Expert novices differences in the solving of a basic problem in chemistry”, *CUHK Education Journal*, **17(1)**, (1989), 59.
- [108] Zajchowski, R. ve Martin, J., “Differences in the problem solving of stronger and weaker novices in physics: Knowledge, strategies, or knowledge structure?”, *Journal of Research in Science Teaching*, **30(5)**, (1993), 459.
- [109] Malone, K., “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)**, (2007), 3. www.phy.ilstu.edu/jpteo
- [110] Cummings, K. ve Lockwood, S., “Attitudes Toward Problem Solving as Predictors of Student Success”, 2003 physics education research conference: 2003 Physics Education Conference, CP720, 2004 American Institute of Physics. Monona Terrace Convention Center - Madison Wisconsin, (2004).
- [111] Chi, M. T. H., Bassok, M., Lewis, M. W., Reimann, P., ve Glaser, R., “Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems”, *Cognitive Science*, **15**, (1989), 145.
- [112] Ross, S.M. ve Bolton, J.P.R., “Physica: a computer environment for physics problem-solving”, *Interactive Learning Environments*, **10(2)**, (2002), 157.
- [113] Gerace, William J., "Problem solving and conceptual understanding", In S. Franklin, J. Marx, K. Cummings, (Eds.), *Proceedings of the 2001 Physics Education Research Conference (PERC)* Publishing, Rochester, NY), (2001), p.33-36. <http://srri.umass.edu/files/gerace-2001psc.pdf>
- [114] Tao, P.,K., “Confronting students with multiple solutions to qualitative physics problems”, *Physics Education*, **36**, (2001), 135.

- [115] Bağcı, N., Gülçiçek, Ç., Moğol, S., “Fizik konularının öğretiminde alternatif çözümlerin öğrenci başarısına etkisi”, *F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **16(1)**, (2004), 49.
- [116] Karasar, N., Bilimsel Araştırma Yöntemi. 10. Basım, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, (2000), p.18.
- [117] Bozan, M. ve Küçüközer, H., “İlköğretim öğrencilerinin basınç konusu ile ilgili problemlerin çözümünde yaptıkları hatalar”, *İlköğretim Online*, **6(1)**, (2007), 24.
- [118] Bozan, M. ve Küçüközer, H., “Fen ve teknoloji öğretmenlerinin fen etkinliklerine ve problem çözmeye ilişkin görüşleri”, *İlköğretim Online*, **7(2)**, (2008), 218.
- [119] Bozan, M., Küçüközer, H. ve Işıldak, R.F., “İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin basınç ünitesi hakkında tutumları ve onların üst bilişsel problem çözmeye becerileri”, *E-Journal of New World Sciences Academy*, **3(2)**, (2008), 161.
- [120] Küçüközer, H., Yapılandırıcı öğrenme kuramına dayalı olarak geliştirilen öğretim modelinin lise 1. sınıf öğrencilerinin basit elektrik devrelerine ilişkin kavramsal anlamalarına etkisi, Yayımlanmamış Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Eğitimi Anabilim Dalı, Balıkesir, (2004).
- [121] Basca, B. B. ve Grotzer, T. A., Focusing on the Nature of Causality in a Unit on Pressure: How does it Affect Student Understanding?, Presented at the American Educational Research Association (AERA), Seattle, April 10-14, (2001).
- [122] She, H. C., “Concepts of higher hierarchical level required more dual situational learning events for conceptual change: A study of students’ conceptual changes on air pressure and buoyancy”, *International Journal of Science Education*, **24(9)**, (2002), 981.
- [123] Besson, U. ve Viennot, L., “Using models at the mesoscopic scale in teaching physics: two experimental interventions in solid friction and fluid statics”, *International Journal of Science Education*, **26(9)**, (2004), 1083.
- [124] Milli Eğitim Bakanlığı, Tebliğler Dergisi, Sayı: 2518, Mili Eğitim Basımevi, İstanbul, (2000).
- [125] Karaca, C., İlköğretim Fen Bilgisi 7 Ders Kitabı, Paşa Yayıncılık, Ankara, (2006).
- [126] Besson, U., “Students’ conceptions of fluids”, *International Journal of Science Education*, **26(14)**, (2004), 1683.

- [127] Akdemir, E., İlköğretim ikinci kademe yedinci sınıf öğrencilerinin katı ve sıvıların basıncı konusunda sahip oldukları kavram yanılgıları, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, (2005).
- [128] Toker, M., İnce, H.U., Er, T., Erdoğan, Y., Ayhan, A., Gök, R. ve Baydar, C., Fen bilimleri soru bankası, Çağ Yayınları, Ankara, (1994), p. 84-98.
- [129] Güvender, ÖSS ve ÖYS'ye hazırlık MFT sayısal 4, Sürat Basım Yayın ve Dağıtım AŞ., İstanbul, (1995), p.54-69.
- [130] Kariotoglou, P., Psillos, D. ve Vallasiades, O., "Understanding pressure: didactical transposition and pupils' conceptions", *Physics Education*, **25**, (1990), 92.
- [131] Snir, J., "Sink or float-what do the experts think? the historical development of explanations for floatation", *Science Education*, **75(5)**, (1991), 595.
- [132] Camacho, F.F. ve Cazares, L.G., "Partial possible models: An approach to interpret students physical representation", *Science Education*, **82(1)**, (1998), 15.
- [133] Psillos, D., "An epistemological analysis of the evolution of didactical activities in teaching-learning sequences: the case of fluids", *International Journal of Science Education*, **26(5)**, (2004), 555.
- [134] Psillos, D., Tselfes, V., Kariotoglou, P., "An epistemological analysis of the evolution of didactical activities in teaching-learning sequences: the case of fluids", *International Journal of Science Education*, **26(5)**, (2004), 555.
- [135] Akınoğlu, O., Eleştirel düşünme becerilerini temel alan fen bilgisi öğretiminin öğrenme ürünlerine etkisi, Yayınlanmamış doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, (2001).
- [136] Howard, B.C., McGee, S., Hong, N.S. ve Shia, R., "The Influence of Metacognitive Self-Regulation on Problem Solving in Computer-Based Science Inquiry", American Educational Research Association 2000, New Orleans:PosterSession,(2000).
<http://www.cet.edu/research/pdf/metacogpbslv.pdf>.
- [137] Yıldırım, A. ve Şimşek, H, Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri, Seçkin Yay., 2. Baskı, Ankara, (2000), p. 90-92, 94-98.
- [138] Chapman, O., "Metaphors in the teaching of mathematical problem solving", *Educational Studies in Mathematics*, **32**, (1997), 201.

- [139] Mayer, R.E., Learnable aspects of problem solving: some examples, Applications of cognitive psychology: Problem solving, education, and computing, HillsdaleNJ:Erlbaum, 109122, (1987).
<http://carbon.cudenver.edu/public/education/edschool/cog/bibs/pat1.html>
- [140] Styer, D., Solving problems in physics, (2005).
<http://www.oberlin.edu/physics/dstyer/SolvingProblems.html>
- [141] Rusbult, C., Strategies For Problem Solving, Physics: Tools For Problem Solving, (2005). <http://www.asa3.org/asa/education/think/202.htm>,
- [142] Stice, J. E., Teaching problem solving, (2005).
http://wwwcsi.unian.it/educa/problemsolving/stice_ps.html
- [143] De Lozano, S. R. ve Cardenas, M., “Some learning problems concerning the use of symbolic language in physics”, *Science & Education*, **11**, (2002), 589.
- [144] Reif, F., Larkin, J., ve Brackett, G. C., “Teaching general learning and problem solving skills”, *American Journal of Physics*, **44(3)**, (1976), 212.
- [145] Lee, Y. ve Nelson, D. W., “Design of a cognitive tool to enhance problem-solving performance”, *Educational Media International*, **42(1)**, (2005), 3.
- [146] M.E.B Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, İlköğretim Matematik Programı, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul., İstanbul, (1990).
- [147] Hake, R.R., Analyzing Change/Gain Scores, (2008).
www.physics.indiana.edu/~sdi/AnalyzingChange-Gain.pdf
- [148] Emporia State University-Teacher College, Appendix 2: Sample Learning Gain Scores Calculation, Teacher Work Sample, (2008).
www.emporia.edu/teach/tws/documents/GainScores.doc
- [149] Morgan, G.A., Leech, N.L., Gloeckner, G.W. ve Barrett, K.C. SPSS For Introductory Statistics, Lawrence Erlbaum Associates Publishers, Mahwah, New Jersey, (2004).
- [150] O’Connell, A., “Understanding the nature of errors in probability problem-solving”, *Educational Research and Evaluation*, **5(1)**, (1999), 1.
- [151] Miles, M.B. ve Huberman, A.M., Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook, 2nd ed., Sage, London, (1994), p. 69-70.
- [152] Gopal, H., Kleinsmidt, J. ve Case, J., “An investigation of tertiary students’ understanding of evaporation, condensation and vapour pressure”, *International Journal of Science Education*, **26(13)**, (2004), 1597.

- [153] Watt H.M.G., “Attitudes to the use of alternative assessment methods in mathematics: A study with secondary mathematics teachers in Sydney, Australia”, *Educational Studies in Mathematics*, **58**, (2005), 21.
- [154] Mellado, V., “The classroom practice of preservice teachers and their conceptions of teaching and learning science”, *Science Education*, **82(2)**, (1998), 197.
- [155] Freitas, I., Jiménez, P.R ve Mellado, V., “Solving physics problems: The conceptions and practice of an experienced and an inexperienced secondary education teacher”, *Research in Science Education*, **34(1)**, (2004), 113.
- [156] Bilgin, İ. ve Karaduman, A., “İşbirlikli öğrenmenin 8. sınıf öğrencilerinin fen dersine karşı tutumlarına etkisinin incelenmesi”, *İlköğretim-Online*, **4(2)**, (2005), 32.
- [157] Mayer, R.E., “Cognitive, metacognitive, and motivational aspects of problem-solving”, *Instructional Science*, **26**, (1998), 49.
- [158] Reid, N. ve Yang, M. J., “Open-ended problem solving in school chemistry: a preliminary investigation”, *International Journal of Science Education*, **24(12)**, (2002), 1313.
- [159] Pushkin, D. B., Concept Mapping and Students, Physics Equations and Problem Solving, PS3-E-Symp, Symposium: Concept mapping as a tool for research in science education. Kiel, Germany, (1999). <http://www.ipn.uni-kiel.de/projekte/esera/book/s080+pus.pdf>
- [160] Pugalee, D. K., “A comparison of verbal and written descriptions of students’ problem solving processes”, *Educational Studies in Mathematics*, **55**, (2004), 27.
- [161] Aznar, M. M. ve Orcajo, I., “Solving problems in genetics”, *International Journal of Science Education*, **27(1)**, (2005), 101.
- [162] Veenman, M. V. J., Elshoutt, J.J. ve Meijer, J., “The generality vs domain-specificity of metacognitive skills in novice learning across domains”, *Learning and Instruction*, **7(2)**, (1997), 187.
- [163] Oğuz, A. ve Yürümezoğlu, K., “Archimedes’ principle, experiment clarifies buoyancy”, *Physics Education*, **43(3)**, (2008), 247.
- [164] Bozan, M., PSSC Fizik Programı ile Günümüz Fizik Programlarının Karşılaştırılması, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Eğitimi Anabilim Dalı, Balıkesir, (2002).