

THE EFFECT OF PROBLEM BASED LEARNING INSTRUCTION ON 7TH
GRADE STUDENTS' SCIENCE ACHIEVEMENT, ATTITUDE TOWARD
SCIENCE AND SCIENTIFIC PROCESS SKILLS

A THESIS SUBMITTED TO
THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
OF
MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY

BY

GÖKHAN SERİN

IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN
SECONDARY SCIENCE AND MATHEMATICS EDUCATION

FEBRUARY 2009

Approval of the thesis:

**THE EFFECT OF PROBLEM BASED LEARNING INSTRUCTION ON 7TH
GRADE STUDENTS' SCIENCE ACHIEVEMENT, ATTITUDE TOWARD
SCIENCE AND SCIENTIFIC PROCESS SKILLS**

submitted by **GÖKHAN SERİN** in partial fulfillment of the requirements for the
degree of **Doctor of Philosophy in Secondary Science and Mathematics
Education Department, Middle East Technical University** by,

Prof. Dr. Canan Özgen
Dean, Graduate School of **Natural and Applied Sciences**

Prof. Dr. Ömer Geban
Head of Department, **Secondary Science and Mathematics Education**

Assist. Prof. Dr. Ali Eryılmaz
Supervisor, **Secondary Science and Mathematics Education Dept., METU**

Examining Committee Members:

Prof. Dr. Bilal Güneş
Secondary Science and Mathematics Education Dept., Gazi University

Assist. Prof. Dr. Ali Eryılmaz
Secondary Science and Mathematics Education Dept., METU

Prof. Dr. Giray Berberoğlu
Secondary Science and Mathematics Education Dept., METU

Assoc. Prof. Dr. Semra Sungur
Elementary Education Dept., METU

Dr. Ufuk Yıldırım
Secondary Science and Mathematics Education Dept., METU

Date: 13.02.2009

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Name, Last name: Gökhan Serin

Signature :

ABSTRACT**THE EFFECT OF PROBLEM BASED LEARNING INSTRUCTION ON 7TH
GRADE STUDENTS' SCIENCE ACHIEVEMENT, ATTITUDE TOWARD
SCIENCE AND SCIENTIFIC PROCESS SKILLS**

Serin, Gökhan

Ph.D., Department of Secondary Science and Mathematics Education

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Ali Eryılmaz

February 2009, 347 pages

The purpose of this study is to investigate the effect of instruction based on problem-based learning (PBL) on 7th grade students' science achievement, attitude toward science course and scientific process skills. The study was conducted in May 2007 with 141 students and four science teachers from four middle schools in Gölbaşı district of Ankara. A total of eight classes were participated in the study. Four of them were assigned randomly to control group and four of them were assigned randomly to experimental group. There are two different experimental groups. One of the experimental groups was given the PBL instruction through individual work (PBL-I). The other group took the PBL instruction by making group work (PBL-G). Two classes were assigned randomly to PBL-I group and the remaining two were assigned randomly to PBL-G.

Before starting the treatments a needs analysis was conducted to develop scenarios so that they can address students' interests. Moreover, a pilot study was conducted in the previous academic year for the instructional materials and instruments developed by the researcher. Treatments, given by the teachers, continued up to five weeks. The control group was given traditional instruction,

whereas, the PBL-I group took the PBL instruction through individual work, the PBL-G group took the PBL instruction via group working. The dependent variables of the study were attitude toward the course, scientific process skills, and academic achievement. The collected data were analyzed through MANCOVA. The analyses yielded that there is no statistically significant mean difference between groups on the scores of attitude, scientific process skills and academic achievement. In addition, aptitude-treatment interaction analysis was conducted. This analysis indicated that effect of the PBL instructions differ with respect to covariates. In other words, the PBL instructions work well in some levels of the covariates, while in other levels, traditional instruction yields better results.

Qualitative data were obtained through students' self-evaluations and interviews made with students and teachers. Document analysis was conducted for the data collected through self-evaluation form. This analysis showed that PBL students mostly engaged with doing research, designing and making experiments. However, students in the control group usually, listened to their teachers, write down definitions, formulas, graphs from their teachers, and solved problems requiring mathematical operations. According to the interviews, students in general are enthusiastic about the PBL instruction.

Keywords: Science Education, Physics Education, Problem-Based Learning

ÖZ

PROBLEME DAYALI ÖĞRENME ÖĞRETİMİNİN 7. SINIF ÖĞRENCİLERİN FEN BAŞARISINA, FENE KARŞI TUTUMUNA VE BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİNE ETKİSİ

Serin, Gökhan

Doktora, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü

Tez Yöneticisi: Yrd. Doç. Dr. Ali Eryılmaz

Şubat 2009, 347 sayfa

Bu çalışmanın amacı, probleme dayalı öğrenme (PBL) yönteminin öğrencilerin fen başarısına, fen dersine karşı tutumuna ve bilimsel süreç becerilerine olan etkisini incelemektir. Çalışma Mayıs 2007’de Ankara’nın Gölbaşı ilçesindeki dört ilköğretim okulundan toplam 141 öğrencinin ve dört fen bilgisi öğretmenin katılımıyla gerçekleşmiştir. Toplam sekiz sınıf çalışmaya katılmıştır. Bu sınıflardan dördü kontrol grubu, geri kalan dördü ise deney grubu olarak rasgele atanmıştır. Çalışmada iki farklı deney grubu kullanılmıştır. Bu gruplardan biri PBL’yi bireysel çalışma yaparak (PBL-I) yürütmüşlerdir. Diğer grup ise PBL’yi grup çalışması yaparak (PBL-G) almışlardır. PBL-I ve PBL-G gruplarına rasgele ikişer adet sınıf atanmıştır.

Asıl uygulama başlamadan önce bir ihtiyaç analizi çalışması yapılmıştır. Bu çalışmayla öğrencilerin ilgisine hitap edebilen senaryoların geliştirilme çalışmaları yürütülmüştür. Ayrıca geliştirilen öğretim materyallerinin ve ölçüm araçlarının bir önceki eğitim-öğretim yılında pilot çalışması yapılmıştır. Uygulama öğretmenler tarafından yürütülmüş ve beş hafta sürmüştür. Kontrol grubu geleneksel öğretim alırken, PBL-I grubu PBL’yi bireysel çalışma yaparak, PBL-G grubu ise PBL’yi

grup çalışması yaparak almıştır. Çalışmanın bağımlı değişkenleri derse karşı tutum, bilimsel süreç becerileri ve akademik başarıdır. Elde edilen veriler MANCOVA ile analiz edilmiştir. İstatistiksel analiz sonucuna göre gruplar arasında öğrencilerin derse karşı tutumu, bilimsel süreç becerileri ve akademik başarıları açısından anlamlı bir fark görülmemiştir. Bu analiz yanında yetenek-öğretim yöntemi etkileşim analizi de yapılmıştır. Bu analiz, PBL'nin bazı bağımsız değişkenlerin kategorilerine göre farklı etkileri olduğunu göstermiştir. Başka bir ifadeyle, PBL ile öğretim, bağımsız değişkenlerin bazı kategorilerinde daha iyi çalışırken, bazı kategorilerde ise geleneksel öğretim daha etkili olmaktadır.

Nitel veriler, öğrencilerin öz-değerlendirmeleri ile öğrenci ve öğretmenlerle yapılan yüz yüze görüşmeler sonucunda elde edilmiştir. Öz-değerlendirme formlarından elde edilen veriler doküman analizi yapılarak incelenmiştir. Bu analiz PBL öğrencilerinin çoğunlukla araştırma yapma, deney tasarlama ve yapma ile meşgul olduklarını göstermiştir. Kontrol grubunda yer alan öğrenciler ise genellikle öğretmeni dinlemekten, öğretmenden tanım ve formül yazmak, şekil veya grafik çizmek ve matematiksel işlem gerektiren problemler çözmekten söz etmişlerdir. Yüz yüze yapılan görüşme sonuçlarına göre öğrencilerin PBL derslerine karşı genelde olumlu tutum içinde oldukları görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Fen Eğitimi, Fizik Eğitimi, Probleme Dayalı Öğrenme

To my wife Ayşegül Süsenbak Serin
&
My son Gökay Burhan Serin

ACKNOWLEDGMENTS

I wish to express my deepest gratitude to my supervisor Assist. Prof. Dr. Ali Eryılmaz for his advice, guidance and criticism during the current study.

I would also like to thank Prof. Dr. Doğan Alpsan, Prof. Dr. Giray Berberoğlu, and Assoc. Prof. Dr. Semra Sungur who were the members of the Thesis Monitoring Committee for their feedback throughout the study.

I gratefully acknowledge Prof. Dr. Bilal Güneş and Dr. Ufuk Yıldırım for their suggestions and editing of the thesis.

I wish to express my love and gratitude to my beloved wife for her dedication, patience, and persistent confidence in me.

TABLE OF CONTENTS

ABSTRACT.....	iv
ÖZ.....	vi
ACKNOWLEDGMENTS.....	ix
TABLE OF CONTENTS.....	x
LIST OF TABLES.....	xv
LIST OF FIGURES.....	xviii
LIST OF ABBREVIATIONS.....	xix
CHAPTER	
1. INTRODUCTION.....	1
1.1. The Main Problem.....	9
1.1.1. Sub-problems.....	9
1.2. Null Hypotheses.....	10
1.3. Definition of Important Terms.....	11
1.4. Significance of the Study.....	12
2. REVIEW OF THE RELATED LITERATURE.....	15
2.1. Theoretical Background of PBL.....	15
2.2. Taxonomy of PBL.....	24
2.3. Design of a PBL Instruction.....	27
2.4. How to Use Problems in an Instruction.....	29
2.5. Nature of Problems in PBL.....	30
2.6. Characteristics of a Good PBL Problem.....	32
2.7. Real-Life Problems for PBL.....	34
2.8. PBL and Group Work.....	35
2.9. Measurement and Assessment in PBL.....	36
2.10. Advantages of PBL.....	38
2.11. Disadvantages of PBL.....	39
2.12. Role of Students and Teachers in PBL.....	40
2.13. Research Studies Carried out on PBL.....	41

2.14. Summary of the Literature Review.....	55
3. METHOD.....	58
3.1. Population and Sample.....	58
3.2. Variables.....	61
3.3. Instruments.....	62
3.3.1. Curiosity Survey.....	62
3.3.2. Pressure Unit Achievement Test (PUAT).....	64
3.3.3. Scientific Process Skills Test (SPST).....	70
3.3.4. Attitude Test (AT) for the Pressure Content.....	72
3.3.5. Self-Evaluation Form (SEF).....	77
3.3.6. Interviews.....	78
3.3.7. Scenario Evaluation Form.....	78
3.3.8. Classroom Observation Checklist.....	79
3.4. Instructional Materials.....	80
3.4.1. Scenarios.....	80
3.4.2. Let's Investigate Scenario (LIS) Forms.....	83
3.4.3. Teacher Guide Book for LIS Forms.....	83
3.4.4. Lesson Plans.....	84
3.4.5. Source Books.....	85
3.4.6. Simple Experiments.....	85
3.4.7. Introductory Materials Regarding PBL.....	86
3.5. Research Design.....	87
3.6. Procedure.....	88
3.7. Implementation of Treatments.....	91
3.7.1. Treatment Given in the Experimental Groups.....	91
3.7.2. Treatment Given in the Control Group.....	97
3.8. Treatment Fidelity.....	98
3.9. Analysis of Data.....	99
3.10. Power Analysis.....	101
3.11. Unit of Analysis.....	102
3.12. Assumptions and Limitations.....	103
4. RESULTS.....	104

4.1. Results of the Curiosity Survey.....	104
4.1.1. Results of the Curiosity Survey in the First Implementation.....	104
4.1.2. Results of the Curiosity Survey in the Second Implementation..	107
4.2. Results of Scenario Evaluation Form.....	109
4.3. Missing Data Analysis.....	112
4.4. Descriptive Statistics.....	114
4.5. Inferential Statistics.....	118
4.5.1. Determination of Covariates.....	118
4.5.2. Assumptions of MANCOVA.....	119
4.5.3. Result of MANCOVA.....	121
4.6. Aptitude-Treatment Interaction (ATI) Analysis.....	122
4.6.1. Interactions with respect to the Pre-SPST.....	126
4.6.2. Interactions with respect to Course Grade.....	127
4.6.3. Interactions with respect to Gender.....	128
4.6.4. Interactions with respect to the Pre-AT.....	129
4.7. Results of Interviews.....	130
4.7.1. Results of Student Interview.....	130
4.7.2. Results of Teacher Interview.....	130
4.8. Results of Students' Self Evaluation.....	131
4.9. Results of the Classroom Observation Checklist.....	136
4.10. Summary of Findings.....	143
5. DISCUSSION, CONCLUSION AND IMPLICATIONS.....	147
5.1. Discussion of the Results.....	147
5.2. Internal Validity of the Study.....	150
5.3. External Validity of the Study.....	154
5.4. Conclusions.....	155
5.5. Implications.....	156
5.6. Recommendation for Further Research.....	158
REFERENCES.....	161
APPENDICES	
A1. CURIOSITY SURVEY.....	168

A2. CRITERIA LIST FOR THE EVALUATION OF CURIOSITY	
SURVEY.....	171
B1. OBJECTIVES OF PRESSURE UNIT DETERMINED BY THE	
MINISTRY OF EDUCATION.....	172
B2. REVISED (FINAL) OBJECTIVES FOR THE PRESSURE UNIT.....	173
C. CHECKLIST FOR OBJECTIVES AND QUESTIONS.....	174
D. PRESSURE UNIT ACHIEVEMENT TEST (PUAT).....	175
E. TABLE OF TEST SPECIFICATION FOR PUAT.....	179
F1. SCIENTIFIC PROCESS SKILLS TEST (SPST)-VERSION 1.....	180
F2. SCIENTIFIC PROCESS SKILLS TEST (SPST)-FINAL FORM.....	185
G. ATTITUDE TEST (AT) FOR THE PRESSURE CONTENT.....	191
H1. SELF-EVALUATION FORM (For Control Group).....	192
H2. SELF-EVALUATION FORM (For Experimental Groups).....	193
I. INTERVIEW QUESTIONS.....	194
J. SCENARIO EVALUATION FORM.....	195
K1. SCENARIOS (First Genre).....	196
K2. CRITERIA FOR REVIEWING SCENARIOS BY PHYSICS	
EDUCATORS.....	201
K3. SECOND GENRE OF SCENARIOS USED IN PILOT STUDY.....	202
K4. SCENARIOS USED IN THE MAIN STUDY.....	208
L. CLASSROOM OBSERVATION CHECKLIST.....	212
M1. “LET’S INVESTIGATE SCENARIO” FORMS USED IN THE	
PILOT STUDY.....	213
M2. “LET’S INVESTIGATE SCENARIO” FORMS USED IN THE	
MAIN STUDY.....	218
N. TEACHER GUIDE BOOK FOR LIS FORMS.....	252
O. LESSON PLANS.....	284
P. SOURCE BOOKS.....	313
R1. INTRODUCTORY MATERIALS REGARDING PBL FOR	
STUDENTS.....	315
R2. INTRODUCTORY MATERIALS REGARDING PBL FOR	
TEACHERS.....	322

S. KEY WORDS USED IN LITERATURE REVIEW.....	328
T. PERMISSION.....	329
U. SUMMARY SHEET.....	331
V. RAW DATA.....	333
Y1. DESCRIPTION OF CATEGORIES OBSERVED AT LEAST IN ONE GROUP WITH 20 PERCENT VALUE.....	337
Y2. ALL CATEGORIES EMERGED FROM THE ANALYSIS OF SELF-EVALUATION FORMS WITH THEIR OBSERVED FREQUENCIES AND PERCENTAGE VALUES.....	339
Z. INSTRUCTIONS FOR TEST ADMINISTRATION PROCESS.....	346
CURRICULUM VITAE.....	347

LIST OF TABLES

TABLES

Table 2.1 Implementation Process for Ill-Structured Problems.....	32
Table 3.1 Official Number of Students in Relation to Each Class and School for Control and Experimental Groups.....	59
Table 3.2 Gender Distribution for Control and Experimental Groups.....	59
Table 3.3 Class Averages with respect to Science Course Grade (over 5).....	60
Table 3.4 Variables Used in the Study.....	61
Table 3.5 Reviewers' Rationale for Incompatibility between Objectives and Questions.....	66
Table 3.6 Source of Questions in the PUAT.....	67
Table 3.7 Pilot Study Statistics for the PUAT.....	68
Table 3.8 Item Numbers Associated with the Factors of the AT in Taşlıdere's Study.....	73
Table 3.9 Factor Analysis of the AT in the Pilot Study of Current Study.....	73
Table 3.10 Factor Analysis Result of the Pre-AT.....	74
Table 3.11 Eigenvalues and Explained Variance for the Factors.....	75
Table 3.12 Loading of Items to the Factors.....	76
Table 3.13 Result of Factor Analysis in the Post-AT.....	77
Table 3.14 Distribution of Scenarios to Schools.....	79
Table 3.15 Objectives Associated with the Scenarios Used in the Main Study.....	83
Table 3.16 Research Design of the Study.....	87
Table 4.1 Some Descriptive Statistics of the CS Regarding Item Scores in the 1 st Implementation.....	105
Table 4.2 The most Interesting Items According to Students in the 1 st Implementation	106
Table 4.3 The Least Interesting Items According to Students in the 1 st Implementation.....	106
Table 4.4 Some Descriptive Statistics of the CS Regarding Item Scores in the 2 nd Implementation	108

Table 4.5 The Most Interesting Items According to Students in the 2 nd Implementation.....	108
Table 4.6 The Least Interesting Items According to Students in the 2 nd Implementation.....	109
Table 4.7 Students' Opinions About Scenarios.....	110
Table 4.8 Students' Preferences in Problem Solving Approach.....	111
Table 4.9 Students' Comments on Scenarios.....	111
Table 4.10 Missing Values at the Beginning of the Study.....	112
Table 4.11 An Evidence for the Violation of Independence of Observations in the Control Group of School C.....	113
Table 4.12 Missing Values of the Data Used in the Analyses.....	114
Table 4.13 Distribution of Students' Science Course Grades.....	114
Table 4.14 Descriptive Statistics for Pre-SPST, Pre-AT, Post-SPST, and Post-AT.....	115
Table 4.15 Gain Scores in the SPST and AT with respect to Group Membership.....	116
Table 4.16 Descriptive Statistics for the Pre-PUAT, Pre-SPST, Pre-AT, Post-PUAT, Post-SPST, and Post-AT.....	117
Table 4.17 Gain Scores in the PUAT, SPST, and AT with respect to Group Membership.....	118
Table 4.18 Correlations between Potential Covariates and Dependent Variables.....	118
Table 4.19 Box's Test of Equality of Covariance Matrices.....	120
Table 4.20 Levene's Test of Equality of Error Variances.....	120
Table 4.21 MRC Analysis Indicating Homogeneity of Regression Assumption for the Post-SPST.....	121
Table 4.22 MRC Analysis Indicating Homogeneity of Regression Assumption for the Post-AT.....	121
Table 4.23 Results of MANCOVA.....	122
Table 4.24 Mean Comparisons of the Treatment Groups in the Post-AT and Post-SPST with respect to the Pre-SPST Levels.....	123
Table 4.25 Mean Comparisons of the Treatment Groups in the Post-AT and Post-SPST with respect to Course Grade Levels.....	124

Table 4.26 Mean Comparisons of the Treatment Groups in the Post-AT and Post-SPST with respect to Gender.....	125
Table 4.27 Mean Comparisons of the Treatment Groups in the Post-AT and Post-SPST with respect to the Pre-AT Levels.....	125
Table 4.28 Categories Emerged from the Analyses of SEF with at Least 20 Percent of Occurrence.....	132
Table 4.29 Results of Classroom Observation Checklist with respect to Each Item.....	138
Table 4.30 Descriptive Statistics of the One-Way ANOVA	139
Table 4.31 Test of Homogeneity of Variance for the One-Way ANOVA	140
Table 4.32 Results of the One-Way ANOVA	140
Table 4.33 Multiple Comparisons in the One-Way ANOVA	141
Table 4.34 Descriptive Statistics of the Kruskal-Wallis Test.....	141
Table 4.35 Results of the Kruskal-Wallis Test.....	142
Table 4.36 Multiple Comparisons in the Kruskal-Wallis Test.....	142
Table 4.37 Correlations Between Two Observers.....	143

LIST OF FIGURES

FIGURES

Figure 1.1 Schematic Illustration of Phases of the Current Research.....	9
Figure 2.1 A Model for Designing Constructivist Learning Environments.....	18
Figure 2.2 Constructivist PBL Design Model.....	19
Figure 2.3 The Process of Knowledge Construction in Question-Driven Problem-Based Learning.....	21
Figure 2.4 Variables in PBL.....	25
Figure 2.5 Taxonomy of PBL.....	26
Figure 3.1 Distribution of Students' Science Course Grades.....	60
Figure 3.2 Responses of Reviewers on Compatibility Between Objectives and Questions.....	65
Figure 3.3 Distribution of Students' Science Course Grade in the Pilot Study.....	69
Figure 4.1 Gender Distribution in the 1 st Implementation of the CS	105
Figure 4.2 Achievement Level of Students in the 1 st Implementation of the CS....	105
Figure 4.3 Gender Distribution in the 2 nd Implementation of the CS	107
Figure 4.4 Achievement Level of Students in the 2 nd Implementation of the CS....	107
Figure 4.5 Interaction Between the Pre-SPST and Treatments with respect to the Post-AT.....	126
Figure 4.6 Interaction Between the Pre-SPST and Treatments with respect to the Post-SPST.....	127
Figure 4.7 Interaction Between Course Grade and Treatments with respect to the Post-AT.....	127
Figure 4.8 Interaction Between Course Grade and Treatments with respect to the Post-SPST.....	128
Figure 4.9 Interaction Between Gender and Treatments with respect to the Post-SPST.....	129
Figure 4.10 Interaction Between the Pre-AT and Treatments with respect to the Post-SPST.....	129

LIST OF ABBREVIATIONS

PBL	: Problem-Based Learning
PBLI-G	: Problem-Based Learning Instruction with Group Working
PBLI-I	: Problem-Based Learning Instruction with Individual Working
TI	: Traditional Instruction
PUAT	: Pressure Unit Achievement Test
AT	: Attitude Test for the Pressure Unit
TIPS	: Test of Integrated Process Skills
SPST	: Scientific Process Skills Test
PBL-I	: Problem-Based Learning Group with individual working
PBL-G	: Problem-Based Learning Group with group working
CG	: Control Group
TTM	: Traditional Teaching Method
PBLM	: Problem-Based Learning Method
MOT	: Methods of Teaching
SCG	: Science Course Grade
Pre-PUAT	: Students' Pretest Scores on the Pressure Unit Achievement Test
Pre-SPST	: Students' Pretest Scores on the Scientific Process Skills Test
Pre-AT	: Students' Pretest Scores on the Attitude Test for the Pressure Unit
Post-PUAT	: Students' Posttest Scores on the Pressure Unit Achievement Test
Post-SPST	: Students' Posttest Scores on the Scientific Process Skills Test
Post-AT	: Students' Posttest Scores on the Attitude Test for the Pressure Unit
OKS	: Secondary School Entrance Examination
SEF	: Self-Evaluation Form
LIS	: Let's Investigate Scenario
MANCOVA	: Multivariate Analysis of Covariance
ATI	: Aptitude-Treatment Interaction
df	: Degree of freedom
Sig	: Significance

CHAPTER 1

INTRODUCTION

Human beings have faced many problems in their lives throughout the history. These problems were actually the beginning of learning something. Thinking on these problems individually or as a group human beings solved most of them and therefore learned new information. For example, King Hieron II of Syracuse had wanted Archimedes (287-212 BC) to find out whether the golden crown introduced himself by a goldsmith was manufactured from pure gold or not. The King had a suspicion that if the goldsmith had adulterated the gold with silver although the crown was weighted the same as the gold delivered to the goldsmith. This was a problem for the King and it was investigated by Archimedes who finally reached the solution. While investigating the problem, Archimedes discovered one of the basic principles in science known as Archimedes' principle or law of buoyancy (Gregory, 2003).

Another example can be given from the 18th century. England had faced with a fuel problem by the late 1600s. Because of hard winters and growing population, trees were cut down and burned. Hence many of England's great forests were lessening. In order to solve the problem, England tended to its rich deposits of coal. Unfortunately, some problems had emerged in the process of mining of coal. The main problem was the accumulation of water in coal mine, making it difficult to extract the coal. To take away the water, some efforts were made. For instance, hand-pumps were used to create vacuums in tubes. Therefore, the water would be sucked up the vacuum. However, hand-pumping was slow and inefficient against the huge amount of water in mine shafts. Thomas Savery was aware of experiments with steam and pressure and tried to produce a mechanical device to raise water. Savery's steam engine became known as Miners' Friends and he was awarded a patent for the device in 1698. Some refinements were made on Savery's device by other scientists

and thus water problem of miners were solved entirely (Schlager & Lauer, 2000).

Today human beings also encounter many problems in their lives such as water and air pollutions, collapse of buildings in earthquakes, damages of tsunamis and global warming. These are problems concerning all individuals who learn new information from the results of studies conducted to solve them and apply it in their daily experiences to live a prosperous life. On the other hand, there are problems specific to individuals who may meet at any instance of life. For example a child riding a race bicycle comes on a small sand hill on the road and try to pass on it but sinks into sand unexpectedly. While thinking the reason of sinking, another child riding a mountain bicycle passes over the same sand hill. This situation triggers the child to search for the reason and thus to learn something regarding sinking.

The examples given above confirm the statement, made by Barrows and Tamblyn (as cited in West, 1992), that “in our attempt to solve the many problems we face every day, learning occurs”. By taking into account this trait of problems, would it be possible to employ this kind of problems in education? As cited in Şenocak (2006), John Dewey pointed out this issue and emphasized in 1916 in the book, *Democracy and Education*, that classes should be a laboratory for investigating life as well as solving problem and schools should reflect the society. The use of problems in education actually goes back to ancient times such as in the Academy that is a kind of school founded by Plato. The Academy was an institution in which there is no transmission of textbook knowledge, instead there was a group of highly active scholars concerned with the development of problems (Voegelin, 2000).

Some problems encountered in ordinary daily life or in a technical or scientific setting are related with curiosity (Opdal, 2001). To explore the topic, Opdal states the following questions as an example: what is the time, how are watches made and how accurate time can be measured? The first question relates to ordinary daily life, the second one is associated with technical setting and the last one is linked to scientific setting. Many events or phenomenon around us have potential of triggering people curiosity. People curious about something pose questions and try to find out answer of them. Why the sky is blue, how a rainbow is formed in the sky, in case of diving into water why ear experiences a pain, how planes take off and fly, why a quite heavy ship does not sink in the water are some of the questions and

phenomenon that might well attract some people's attention. Benjamin Franklin, one of the famous scientists, may be given as an example to illustrate the effect of curiosity on scientific investigation and discovery.

Seeger (1973) states that Franklin had a genuine curiosity about natural phenomena, so he enjoyed trying to understand them. The following question was one of his first queries and also an example of his interest in daily experiences: Where does the droplet appear on the outside of a tankard filled with cold water in the summer come from? The quieting effect of a little oil on a disturbed surface of water also intrigued Franklin. He paid attention to the wakes of ships on a trip and observed that the wakes of some ships were smoother than those of others. Given the information that the smooth wakes contained more oily material, he experimented with oil on a pond himself and later investigated the phenomena together with some colleagues. While he was on trans-Atlantic voyages, atmospheric and oceanic phenomena were attracted his interest. He wrote a journal for his first trip and noted the appearance of a lunar rainbow, a lunar eclipse and a partial solar eclipse, Gulf Stream, dolphins, sharks, pilot fish, shell fish, grampuses, tropic birds and herons. Moreover, he was interested in strata of seashells in rocks at the high altitudes of a mountain. Furthermore, fossil bones of a mammoth astonished him. Franklin made his most noteworthy contributions in electrostatics. Franklin expressed the behavior of pointed metals and compared the sparks from such points with lightning. He observed that their properties were similar and questioned if lightning was just a grand electric spark. He suggested an experiment to test this hypothesis. Franklin proposed that the action of a pointed metal can be applicable for the protection of buildings from lightning. In the experiment, he used a kite flying by means of a wet string. The experiment was successful. Because of this accomplishment he received a honorary from many institutions and he was awarded many times. Additionally, to illustrate any electrification by passing clouds Franklin attached a bell to the lightning rod fixed on his own house. What is more, Franklin made homely discoveries as needs arose. He devised a flexible catheter, a more closed cast-iron stove that support the circulation of fresh air from the outside to the burning wood, a three-wheel clock, a long arm to reach books on high shelves and bifocal eyeglasses to provide better sight for both distant and near objects.

By emphasizing Franklin's discoveries that thunderclouds contain electricity, that lightning is an electrical discharge and the invention of protective (lightning) rods, Krider (2006) concludes that how basic, curiosity-driven research can lead to significant practical benefits. In view of the fact that the underlying reason of the Franklin's discoveries was his curiosity on those issues, it seems sensible to incorporate students' curiosity into education so that students can investigate issues that they are interested in and accordingly gain scientific process skills in a natural way.

The worthy of real-life problems and curiosity have been highlighted in recent educational reforms. The American Association for the Advancement of Science (AAAS, 1993) states that one of the major purposes of schooling is to prepare students to become effective problem solvers who are able to work individually and in collaboration with others. The problem here means real world problem appears around us in every place such as in the home, in the workplace, in the community and on the planet. Concerning the curiosity, AAAS points out:

Curiosity does not have to be taught. The problem is the reverse: how to avoid squelching curiosity while helping students focus it productively. By fostering student curiosity about scientific, mathematical, and technological phenomena, teachers can reinforce the trait of curiosity generally and show that there are ways to go about finding answers to questions about how the world works. Students will gradually come to see that some ways of satisfying one's curiosity are better than others and that finding good answers and solutions is as much fun as raising good questions. (p. 284)

In National Science Education Standards (National Research Council, 1995) one of the science teachers' jobs was defined as to encourage and model the skills of scientific inquiry, curiosity, openness to new ideas and data, and skepticism. By asking questions, according to the Standards, teachers should continually create opportunities that challenge students and promote inquiry. Moreover, Standards emphasize the importance of science literacy and state that people can ask questions, find or determine answers to questions derived from curiosity about daily life experiences if they are scientifically literate.

One of the aims of the new science and technology curriculum for grades six, seven and eight developed in 2005 in Turkey is to train students so that they can solve problems encountered in any area of everyday life by using scientific method (Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, 2005). Similarly, 9th grade physics curriculum developed in 2007 in Turkey stress the same thing as well as context based approach in teaching-learning process in order for students have opportunities to investigate facts, events or problems from their experiences, society and environment they live in (Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, 2007).

One of the learning methods that is able to meet the challenges accentuated by the recent educational reforms mentioned above is Problem Based Learning (PBL). PBL was born in 1960s in the medical school at McMaster University in Canada in order to develop a new approach to medical education. With this approach, students were aimed to increase their problem-solving and critical thinking skills as well as long-term learning, since traditional education was inadequate to gain these skills to students. Barrows and Tamblyn often accepted as the inventor of PBL (Savin-Baden & Major, 2004) and they (as cited in Glen & Wilkie, 2000) noted that “no doubt, problem-based learning is the basic human learning process that allowed primitive man to survive in his environment” (p. 11). History of science exhibits many examples that confirm this statement and some of them were discussed in foremost paragraphs. The PBL process was defined by Barrows and Tamblyn (as cited in Uden & Beaumont, 2006) as follows:

1. The problem is first encountered in the learning sequence before any preparation or study has occurred.
2. The problem is presented to the student in the same way as in real life.
3. The student works with the problem that allows him/her to reason and apply knowledge to be challenged and evaluated as appropriate to his/her level of learning.
4. Learning issues are identified in the process of working with the problem. These are used as a guide to individual study.
5. Skills and knowledge learned by this study are applied to the original problem to evaluate the effectiveness of learning and to reinforce learning.

6. The learning that has occurred in working with the problem and in individualized study is summarised and integrated into the student's existing knowledge and skills. (p. 33)

The problems in PBL are ill-structured which makes the problem murky (Greenwald, 2000) and complex in nature (Arambula-Greenfield, 1996). The problem is unclear since problem situation do not present parameters needed to solve the problem. Moreover, needed knowledge and ways to reach a solution are uncertain. Because of the unclear nature of the problem, there might be many ways to solve the problem (Greenwald, 2000). Ill-structured problem defined at the beginning may change in the future as new information is collected during problem solving process (Gallagher, Stepien, Sher, & Workman, 1995).

The order of learning is inverted in PBL since learning begins after an ill-structured problem with which students are confronted. The merit of this way is that students know why they are learning. In other words, students collect and learn information for the purpose of solving problem. This is similar to a work of scientist that requires a compelling question to perform an experiment. Likely, the learning process initiates for PBL students till they have encountered an ill-structured problem to solve (Gallagher et al.,1995).

Cordova and Lepper (1996) points out that students show larger gains in motivation, involvement, and learning if the learning contexts are personalized by means of the integration of individualized information about their backgrounds and interests. Since the problems in PBL function as learning contexts, they should be related with students' interests and motivate them in order for students to pursue the problem and gain intended outcomes. Savin-Baden and Wilkie (2004) argue that interest-focused problems, from student's point of view, have potential to develop more interesting activities, provide more choice and ensure optimally challenging tasks. However, the challenge of designing interest-driven problems has not been addressed by both motivational and PBL literatures. While explaining the reasons of the lack of advantage for PBL in a study, Faulkner (1999) discusses students' experiences if they were relevant with the activities and problem itself. The author states that some students suggested to study on something more relevant such as football, basketball, etc, instead of fishtank problem, which was an unfamiliar

learning context for students. Therefore, it is clear that students' learning is structured via PBL problems that provide the trigger for their interest in the topic and specify the boundaries of what students will study (Savin-Baden & Wilkie, 2004).

Uden and Beaumont (2006) list the following skills that can be developed via the use of PBL: problem-solving skills, information skills, computing skills, thinking skills, communication skills, team working skills, management skills, learning-to-learn skills. Problem solving skills may be given more prominence since it opens the door of scientific research process to students. Being at the center of PBL, ill-structured problems offer students to drive their way with scientific reasoning to reach a solution. Although many science programs discard some parts of the scientific process, students in PBL environment use the same reasoning as in the scientific research (Gallagher et al., 1995). Therefore, PBL have potential to develop students' scientific inquiry or scientific process skills which were stressed by the latest educational reforms.

Although PBL was originated in medical schools of higher education, the use of it have been spread out many different areas as well as secondary schools. The implementation of PBL in secondary education began to extend in the 1990s. In secondary education there is growing interest in PBL, however in reality little research has been reported (Goodnough & Cashion, 2006; Savin-Baden & Major, 2004). Similarly, few research studies have been conducted on the use of PBL in elementary and middle school classrooms (Sage, 1996). Hmelo-Silver (2004) states that most of researches have been conducted on medical and gifted education. So, the researcher emphasizes to conduct research in understanding the effect of PBL on less skilled students. From the subject matter point of view, the adoption of PBL in physics seems less compared with other areas as the teaching of physics through PBL initiated only in the last decade (Van Kampen, Banahan, Kelly, McLoughlin, & O'Leary, 2004). Therefore, it looks like valuable to put into practice PBL instructions on a physics subject at elementary, middle, and secondary grade levels to enrich the lack of research in these fields. Moreover, Wilkerson and Feletti (as cited in Albanese & Mitchell, 1993) reported that PBL can also be implemented through individual study of students. Achilles and Hoover (1996) state that a main concern in the implementation of PBL is student difficulty in group working. Through the use of

PBL instruction with individual work, student difficulty in group working can be eliminated and thus students may benefit much more from this type of PBL instruction.

From the above discussions the purpose of this study was determined as:

- 1) To conduct a needs analysis aimed to diagnose students' most interested events which are candidates to be used in scenarios for the PBL instruction.
- 2) To identify students' preferred problem solving approaches for the problems presented in scenarios and students' opinion about scenarios as a part of the needs analysis.
- 3) To develop instructional materials based on the theory of PBL by taking into account the results obtained from the needs analysis.
- 4) To show the effectiveness of instructions based on PBL (PBL with group working and PBL with individual working) on seventh grade students' science achievement, attitude toward the science course and scientific process skills when compared with traditional instruction.

Even though the course is science, the study was conducted on a physics unit, which is pressure. The phases of the current study are shown in Figure 1.1. First of all, a needs analysis was conducted in order to determine real-life events that students most interested in. This is an important phase since one of the factors that influences the success or failure of PBL is the degree to which real-life problems for PBL are related with students' interest and experiences (Campbell, 2000; Conger, 2001; Faulkner, 1999). Moreover, determination of students' tendency toward the problem solving approaches emphasized by the PBL and recognizing students' willingness toward using scenarios in the science course are aimed via the needs analysis. The second phase of the study is development of scenarios based on results of the needs analysis. Then, other instructional materials associated with the scenarios are developed. The next step is conducting the pilot study for both instructional materials and instruments in order to see whether these materials function as desired or not. Afterwards, revision process for instructional materials and instruments is started by taking into account the results of the pilot study. Later, the main study is conducted. Both quantitative and qualitative data are collected during the main study to support results from different point of views. Finally,

discussions, conclusions, implications, and recommendations based on the results obtained from the analysis of both quantitative and qualitative data are stated.

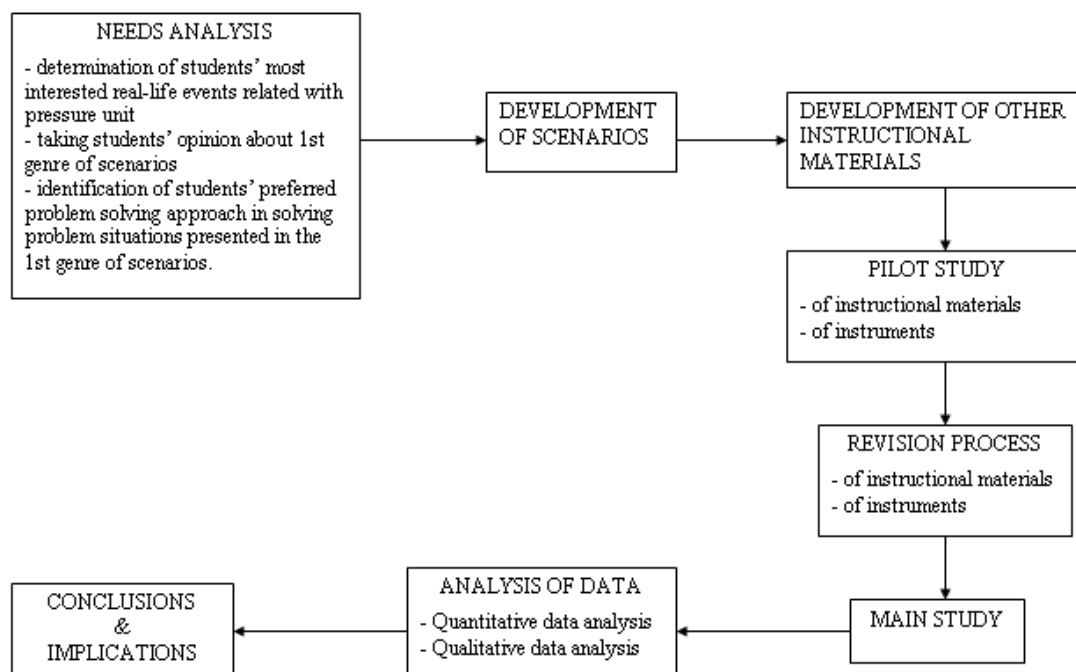


Figure 1.1 Schematic illustration of phases of the current research

1.1. The Main Problem

The main problem of the study is that:

What is the effect of problem-based learning instruction with group working (PBLI-G) and with individual work (PBLI-I) as compared to traditional instruction (TI) on seventh grade public middle school students' science achievement on pressure unit, attitude toward science course and scientific process skills at the central Gölbaşı district of Ankara?

1.1.1. Sub-problems

There are three sub-problems, which are stated below:

- 1) What is the effect of instructions (PBLI-G, PBLI-I, and TI) on science

achievement of seventh grade public middle school students in pressure unit at the central Gölbaşı district of Ankara?

- 2) What is the effect of instructions (PBLI-G, PBLI-I, and TI) on seventh grade public middle school students' attitude toward science in pressure unit at the central Gölbaşı district of Ankara?
- 3) What is the effect of instructions (PBLI-G, PBLI-I, and TI) on scientific process skills of seventh grade public middle school students in pressure unit at the central Gölbaşı district of Ankara?

1.2. Null Hypotheses

The problems stated above were tested with the following hypotheses, which are written in null form.

- 1) There is no significant overall effect of instructions (PBLI-G, PBLI-I, and TI) on the population means of the collective dependent variables of seventh grade public middle school students' post-test scores of science achievement in pressure unit, attitude toward science, and scientific process skills when students' science achievement pre-test scores, science attitude pre-test scores, and scientific process skills pre-test scores are controlled.
- 2) There is no significant effect of instructions (PBLI-G, PBLI-I, and TI) on the population means of seventh grade public middle school students' science achievement post-test scores when students' science achievement pre-test scores, science attitude pre-test scores, and scientific process skills pre-test scores are controlled.
- 3) There is no significant effect of instructions (PBLI-G, PBLI-I, and TI) on the population means of seventh grade public middle school students' science attitude post-test scores when students' science achievement pre-test scores, science attitude pre-test scores, and scientific process skills pre-test scores are controlled.
- 4) There is no significant effect of instructions (PBLI-G, PBLI-I, and TI) on the population means of seventh grade public middle school students' scientific process skills post-test scores when students' science achievement pre-test scores, science attitude pre-test scores, and scientific process skills pre-test scores are controlled.

1.3. Definition of Important Terms

Main terms used in the study are defined as follows:

Ill-structured problem: It poses a dilemma that has more than one solution, solution ways, and few parameters which are less manipulable. It is ambiguous that which concepts, rules, and principles are essential for the solution or how they are organized and what the best solution is. It relates to everyday practice (Jonassen, 1997).

Problem based learning (PBL) instruction: It is a student-centered instruction in which students are active and responsible for their own learning. The teacher acts as a facilitator or a coach in teaching-learning process so avoids from knowledge transfer to students. Instruction starts with an ill-structured problem and students try to solve it by group or individual working through searching for information in different resources apart from course book and doing experiments with the help of teacher. The current study includes two forms of PBL instruction. In the first form, students follow PBL process through group working. However, in the second form, students conduct PBL process via individual working. The process of PBL instruction can be summarized as follows (Greenwald, 2000):

- Encounter an ill-structured problem
- Have students ask questions about what is interesting, puzzling, or important to find out
- Pursue problem finding
- Map problem finding and prioritize a problem
- Investigate the problem
- Analyze results
- Reiterate learning
- Generate solutions and recommendations
- Communicate the results
- Conduct self-assessment

Traditional Instruction (TI): It is a teacher-centered instruction based on direct expository teaching. The teacher and students follow the course book only. The teacher is active, whereas students are passive. After teaching the concepts, the teacher solves end-of-chapter problems which require mathematical operations on

the blackboard. The teacher makes only one or two demonstration experiments after teaching concepts.

Attitude: Definition of attitude is declared by Fishbein and Ajzen (1975) as “a learned predisposition to respond in a consistently favorable or unfavorable manner with respect to a given object” (p.6). In this study the object was determined as science course and therefore it was aimed to measure students’ attitude toward the science course by using an attitude test presented in Appendix G.

Integrated Science Process Skills: They comprise formulating hypotheses, operationally defining, controlling and manipulating variables, planning investigations, and interpreting data (Livermore, as cited in Dillashaw & Okey, 1980). In this study, these skills were measured by using the Integrated Process Skill Test: TIPS II, developed by Burns, Okey and Wise (1985). The test is given in Appendix F-2.

Science Achievement: In this study, it was measured by a test called Pressure Unit Achievement Test (PUAT), which consists of 25 multiple choice items from pressure unit of the science course, the content of which determined by the science curriculum of year 2000. The test is given in Appendix D.

1.4. Significance of the Study

It is no doubt that science and technology has been developing rapidly in this century and this growth yields huge amount of knowledge in many areas. The rate of increase in knowledge production is about 30% with respect to previous years (Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, 2007). Therefore, it is impossible to teach all information to students in formal education. This requires choosing some main contents among others by considering the merits of them. However, regarding the content knowledge, what to teach students in schools becomes questionable in the existence of so much valuable information. To provide students with necessary information they will need both in school and after school in their life, the gain of skills for searching and getting information should be more emphasized instead of direct content teaching in schools. Through the use of PBL instruction, students will have a chance in developing these skills and they will learn how to reach any information that they need since they will pursue a problem presented to them in the

PBL process and to solve it they will search for information in different resources. It is clear that the earlier the students gain these skills the better for them and also for their teachers in following classes of teaching-learning process. By taking into account this fact, this study will try to help 7th grade students gain these skills via the PBL instruction.

Since PBL emerged firstly in medical schools of higher education, most of research conducted on PBL comes from these fields. Although there are two meta-analyses (Dochy, Segers, Van den Bossche, & Gijbels, 2003; Gijbels, Dochy, Van den Bossche, & Segers, 2005) based on research conducted on higher education students, there is no meta-analysis investigating the effects of PBL on high school or middle school students since the PBL literature or research in these grade levels is not broad as in higher education. From science course point of view it seems crucial to conduct empirical research to show the effectiveness of PBL on middle school students. This study will enrich PBL literature on science course of middle school students with its quantitative results as well as supportive qualitative results.

Although many dissertations do not follow the instructional design process, in this study some main steps of instructional design were implemented. Firstly, a curiosity survey was prepared and students' curiosity on real life events related with pressure unit was determined. Students' perceptions of the most interested events were used in PBL instruction as a problem situation. Through the use of scenarios, in which real-life events that students most interested in were used, motivation of students is expected to increase and they are expected to participate in the lesson more eagerly. Thus, the PBL approach used in this study has a potential in promoting the classroom environment in which students will possibly be enthusiastic about studying on science since they will learn science content by investigating the events that they are interested in. Secondly, the prepared instructional materials were piloted and after the implementation teachers' feedback were taken. According to these feedbacks instructional materials were revised.

The lesson plans and instructional materials such as PBL scenarios are expected to be used by science teachers in their lessons since the new Turkish science and technology curriculum developed in 2005 encourages teachers to use alternative teaching methods, one of which is PBL. Besides, science teachers will be

familiar with the approach in developing scenarios, how to diagnose students' interest toward subject matter and the implementation of PBL in science classes.

The committee of science curriculum development may take advantage of the results of this study for the revision of the curriculum regarding the pressure unit. Additionally, science textbook authors who are seeking for a strategy to incorporate PBL in their textbooks may benefit from this study.

CHAPTER 2

REVIEW OF THE RELATED LITERATURE

This chapter presents literature review related with theoretical background of PBL, taxonomy of PBL and problems, instructional design models of ill-structured and well-structured problems, nature of real-life problems, group working in PBL, preparation and implementation stages of PBL, measurement and evaluation approaches in PBL, outcomes of PBL, and empirical research studies on PBL.

2.1. Theoretical Background of PBL

All teaching-learning methods were based mainly on one of the learning theories. However, PBL differs from the other ones in that aspect since PBL proposes an approach that is somehow related with a whole range of theories of learning (Glasgow, 1997; Savin-Baden & Major, 2004; Uden & Beaumont, 2006). According to Savin-Baden and Major (2004), regarding the theories of learning, PBL can be associated with Thorndike's theory and Hull's Drive Reduction Theory both of them are from behavioral theories, cognitive theories, Gestalt theories, Wertheimer's study on problem solving, Vygotsky's idea of the Zone of Proximal Development based on social development theory, Enwistle's approaches to learning which are deep approach, surface approach, and strategic approach, Piaget's cognitive development theory, Ausubel's assimilation theory, humanist theories including the works of psychologists such as Maslow and Rogers, constructivism, information processing theory, experiential learning theory of Dewey, transformational learning theory, learning style theory, learning identity theory, and learning contexts theory. Among those, cognitive learning theories such as constructivism are the most prominent theoretical principles underlying PBL (Uden & Beaumont, 2006). In the following paragraphs firstly, the relationship between constructivism and PBL will be explained. Then, other theories of learning come into

prominence concerning PBL will be discussed briefly.

Lebow (1993) proposes five principles for constructivist instructional system design (ISD) given below:

1. Maintain a buffer between the learner and the potentially damaging effects of instructional practices.
 2. Provide a context for learning that supports both autonomy and relatedness.
 3. Embed the reasons for learning into the learning activity itself.
 4. Support self-regulation through the promotion of skills and attitudes that enable the learner to assume increasing responsibility for the developmental restructuring process.
 5. Strengthen the learner's tendency to engage in intentional learning process, especially by encouraging the strategic exploration of errors.
- (p.5)

It seems that PBL as a teaching method is compatible with the constructivist ISD principles stated above. First of all, the first principle requires that the goals of education should include affective outcomes as well as cognitive ones. Students in PBL classes engage with real life problems that motivate students to learning and promote affective outcomes. Secondly, PBL uses real-life and ill-structured problems, which relates to students' experiences, as a context for learning. Students have autonomy in the process of problem solving as well as in the problem definition. Thirdly, in a PBL environment students know why they are learning since they are confronted with a problem at the beginning of the learning process and start to learn something to solve the problem. Thus the reasons for learning automatically embedded into the learning environment via PBL. Fourthly, students in each group determine their way or strategy of problem solving and may change or revise it as they get new information in PBL process that supports self-regulation skills of students. This yields a learning environment in which students have increasing responsibility for their own learning. Finally, intentional learning process is provided for students in PBL environment through the use of real-life problems take part in students' life and arouse students' interest. Students provide ways to pursue problems to their solutions and at the end of the process they may reach a meaningful

solution or not. In case of failure they try to explain errors they made and design a new problem solution path considering their errors.

Savery and Duffy (1995) argue that PBL is consistent with the principals of instruction based on constructivism which are stated as follows:

- Learning activities should be attached firmly to a larger task or problem.
- The learner should be supported so that he or she internalizes the overall problem or task.
- An authentic task should be designed.
- A complex environment should be created by designing the task and learning environment.
- The learner should be given freedom in problem solving process.
- The learner's thinking should be supported and challenged by designing the learning environment.
- The learner should be encouraged to test ideas against alternative views and contexts.
- The learner should be supported in reflecting on the content learned as well as learning process.

Some characteristics of the PBL environment associated with the above instructional principles were stated by Savery and Duffy (1995) as follows:

The learners are actively engaged in working at tasks and activities that are authentic to the environment in which they would be used. The focus is on learners as constructors of their own knowledge in a context similar to that in which they would apply that knowledge. Students are encouraged and expected to think both critically and creatively and to monitor their own understanding, i.e., function at a metacognitive level. Social negotiation of meaning is an important part of the problem-solving team structure and the facts of the case are only facts when the group decides they are. (p. 37)

Duffy and Cunningham (1996) present PBL as an example of an instructional model based on constructivist theory. Details of the instructional design principles of PBL will be explained in section 2.3.

Jonassen (1999) proposes a model for designing constructivist learning environments that can be constructed to support PBL. The model is depicted in

Figure 2.1 below. According to the model, at the center of the learning environment there exists problem, question, or project which is surrounded by a variety of interpretative and intellectual support systems. Interpreting and solving the problem or completing the project is determined as the goal of the student. Understanding of the problem is supported by related cases and information resources that suggest possible solutions. Aspects of the problems are interpreted and manipulated through the help of cognitive tools. Students negotiate and co-construct meaning for the problem by means of conversation/collaboration tools. At the final step, students implement the constructivist learning environment via the help of social/contextual support systems. Constructivist learning environment and objectivist instruction differs mainly in terms of problem presentation. In constructivist learning environment the problem drives the learning whereas in objectivist instruction the problem acts as an example of previously thought concepts and principles. In constructivist learning environment, therefore, instead of solving the problem as an application of learning, students learn content area in the process of problem solving (Jonassen, 1999).

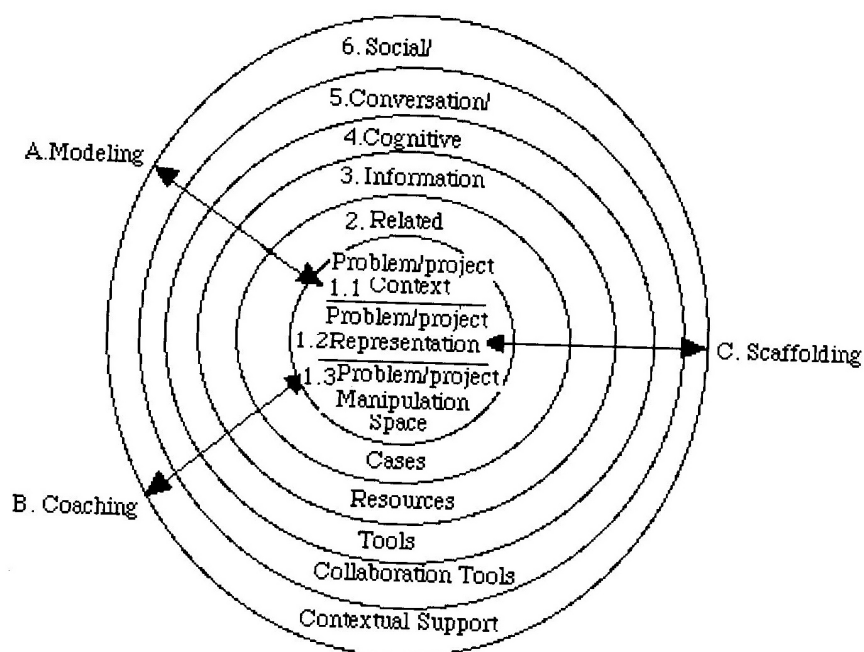


Figure 2.1 A model for designing constructivist learning environments (Jonassen, 1999)

Many of the principles introduced by Piaget and Vygotsky in the design of a learning environment were combined through PBL (Campbell, 2000). In such a learning environment the learner is viewed more like a thinker, e.g. a practicing professional, instead of a student whose main function is to memorize and recall. In a PBL environment, while solving the problems students develop knowledge structures and thinking processes that are modeled and scaffolded by a tutor (social agent), which expands the learners' zone of proximal development and help them to become independent learners. Based on this discussion, the author argues that the constructivist nature of PBL is apparent.

According to Campbell (2000), it is possible to combine the theoretical claims made by instructional system design, constructivism and PBL to create an instructional design model. The author developed a model that will allow practitioners to systematically create constructivist learning environments using PBL approach by taking opinions of experts from aforementioned fields. Three rounds were conducted by the experts for the process of model validation and finally the experts agreed on the model displayed in Figure 2.2.

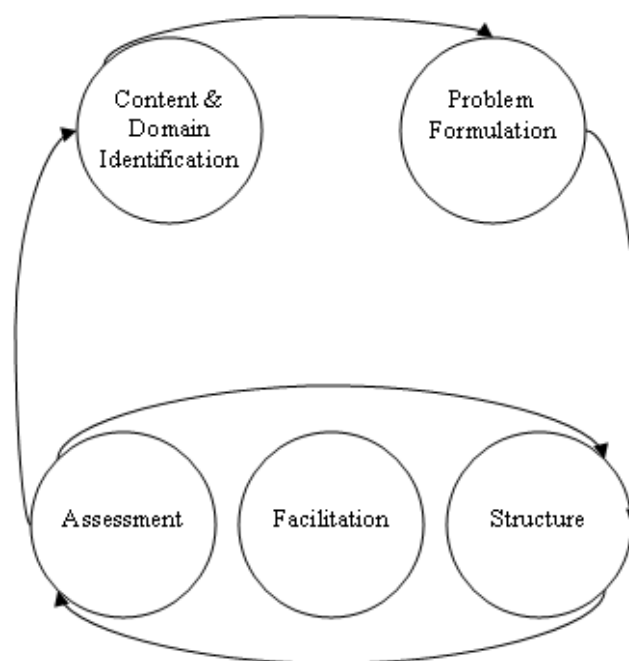


Figure 2.2 Constructivist PBL design model (Campbell, 2000, p.123)

According to the model, the PBL process begins with the step of content and domain identification and continues with problem formulation step. After the completion of these two steps, the model moves to separate stage that begins with structure step and proceeds to steps of facilitation and assessment. Until collection of the information required to design and develop the instructional sequence, the last three steps work in a cyclical iterative fashion. After the instructional sequence has been presented to a group of students, the design model can return to the initial steps of content and domain formation and problem formulation. The facilitator and designer may be forced to re-examine presented problems depending on the experience gained during the problem presentation and solution process. Thus, in this phase, they look at means to strengthen the problems so that they are more able to stretch the learner's zone of proximal development and create more disequilibrium in the learner.

Chin and Chia (2004) propose a model of the process of knowledge construction in question-driven problem-based learning which is consistent with the constructivist epistemologies. The model, given in Figure 2.3, takes into account personal and social constructions of knowledge as well as physical and social contexts in which science concepts are situated. The model identifies that meaningful problems and real dilemmas in students' daily life which are activated by students' interest both in and out of school are the focus of the activities through which learning occurs. Since students' questions may be considered as linguistic tools which support and endorse thinking during collaborative learning, the model can be associated with Vygotsky's socio-cognitive views on learning. According to the model, students first search and define isolated pieces of prior knowledge and then begin to pose questions. Then, students' individual opinions and questions are collected in a pool so that it functions to direct following inquiry. Later, students ask information-gathering, bridging, extension, or reflective questions driven by curiosity, puzzlement, and knowledge gaps. Students' level of puzzlement was decreased through these questions which also serve to integrate students' distinct knowledge to produce a more coherent whole. Students are encouraged through these questions, particularly the open-ended ones, in expending their thinking in addition to producing new questions, new answers, and new ideas. This asking of questions

and searching for answers is shown as a cyclic process because of the iterative nature of inquiry that does not proceed through a linear progression. While students search for information in order to answer the questions, they move back-and-forth across different types of questions. The teacher as a facilitator can guide students by presenting examples from some common sources of inspiration and ideas as indicated in Figure 2.3 and then direct students to produce their own problems, in case of students faced with difficulties in the identification of a problem to be investigated.

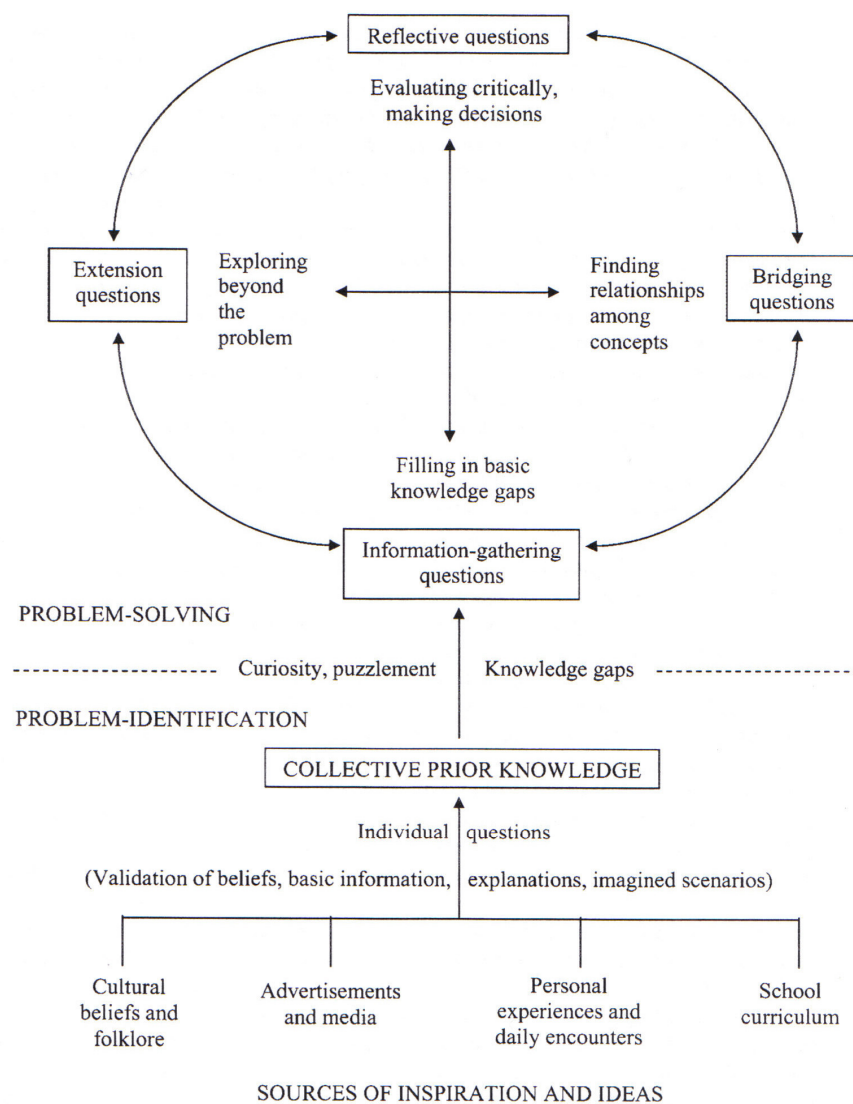


Figure 2.3 The process of knowledge construction in question-driven problem-based learning (Chin & China, 2004, p.17)

Schmidt (1983) argues that information processing theory can provide a frame of reference for the PBL. The author lists three principals of this theory: activation of prior knowledge, encoding specificity, and elaboration of knowledge. The first principle state that new information can be understood easily if earlier and relevant knowledge can be activated. The second one, encoding specificity, means that if the situation in which something is learned is so similar to the situation in which it is applied, then it results with better performance. Through elaboration of knowledge, the last principle, information is better understood, processed and retrieved by students. According to the author, the process of PBL meets all three principles and thus theoretical basis of PBL can be associated with information processing theory.

Coles (as cited in Albanese & Mitchell, 1993) relates PBL to contextual learning theory which includes three phases: context, information, and relating together. Students in a PBL instruction first encountered with an ill-structured problem which serves as a context for subsequent learning. The learner's cognition is prepared via the ill-structured problem and then required information regarding the context can be processed. At the final step, a connection between new information and existing knowledge must be established by the help of problem solving process in order for learning to occur.

Tanner, Keedy and Galis (1995) state three theories as the rationale for PBL. These are information-processing theory, contextual learning theory, and motivation theory. According to information-processing theory what a student learn now is affected by past learning. Similarly, in order to understand new information PBL activates students' prior knowledge. Transfer of learning, another facet of information-processing theory, occurs in PBL in such a way that through the presentation of a realistic problem in the classroom, students get information and then transfer it when a related real problem arises. The problem situation that students encounter at the beginning of the PBL process provides a context. While conducting activities that require active involvement, PBL students learn by doing and are encouraged to take risks and to treat mistakes and failures as learning opportunities. This process is associated with the motivation theory.

According to Benor (as cited in Albanese & Mitchell, 1993), PBL is

consistent with the theory of discovery (inquiry) learning founded by Bruner. In accord with this theory, learning is improved in two ways: active participation of student in the process and organization of learning around some problem. On the other hand, Hmelo-Silver (2004) affirms that PBL is based on theory of experiential learning emphasized by Kilpatrick and Dewey.

Some medical educators argue that PBL is a more general educational strategy rather than merely a teaching method (Walton & Matthews, 1989). The most important educational objectives of PBL in medical education were expressed by Barrows (1986). These objectives can be stated for science education as follows: structuring of knowledge for use in science contexts, the developing of an effective scientific reasoning process, the development of effective self-directed learning skills, and increased motivation for learning.

Regarding the problem solving skills, PBL has at least three roles based on the fundamental research in cognitive psychology (Norman & Schmidt, 1992). The first one, emerged from research on memory, is the acquisition of factual knowledge in the context in which it will be subsequently used. The second one, emerged from research on problem-solving and case-based reasoning, is the mastery of general principals or concepts in such a manner that they can be mobilized to solve new similar problems. The last one, emerged from research on concept formation and categorization, is the acquisition of prior examples which can be used for problem solutions on the basis of similarity or pattern recognition.

Although PBL fits well in multidisciplinary and interdisciplinary learning and teaching styles, it can also be implemented for a narrow range of subject matter in a single subject class without any connection to other disciplines (Glasgow, 1997). An example for this situation from science class was given by Walton and Matthews (1989) as follows: Plasticine was given to a child whose task is to make it float. The child firstly will see that plasticine sinks into the water but he then can make manipulation on plasticine to take shape of a cup and discover that plasticine can float when made into such a shape. The achievement of child in this way is completely different from the one in which teacher says how to make a boat to float plasticine or indicates the way to do it. After giving this example the authors conclude that PBL is applicable to all forms of teaching, even though it was

originated in medical schools of higher education.

Theoretical ground of the PBL instruction developed for the current study is based on constructivism. The researcher tried to include main issues of constructivist approach mentioned above in the current PBL instruction. The instructional principles, stated by Savery and Duffy (1995) and Lebow (1993), were constituted the basis of the current PBL instruction. For example, scenarios developed in the current study associated with some experiments which were anchored to the problems. This design reflects the first step of instructional principle declared by Savery and Duffy (1995). Similarly, students were confronted with real-life problems that were selected from students' most interested events and they were needed to learn something in order to propose a solution to the problems. This design was the result of the application of the second and third steps of instructional principle proposed by Lebow (1993). In the current study, the first step in Chin and China's (2004) model was realized through scenarios, in which mainly personal experiences and daily encounters were used, and then students were attempted to identify the problems for investigation. Moreover, curiosity issue mentioned in the model was incorporated into the current PBL instruction through the help of a curiosity survey developed by the current researcher.

2.2. Taxonomy of PBL

In the existence of a wide variety of instructional methods that are referred to as PBL, Barrows (1986) proposed a taxonomy so that the comparative value of different PBL approaches can be appreciated by teachers and students. This taxonomy is important since students who failed with one variety of PBL may be successful with the other one. Thus, it should be noted that in case of failure the focus should be on that specific PBL approach rather than all approaches of PBL.

First of all, Barrows (1986) identifies two major variables for PBL: problems and role of teacher/student. In Figure 2.4 the varieties of these variables are shown. Type of problem is shown with a circle whereas the role of teacher and student was indicated with a square. The solid circle means that a case vignette was given to students. An organized summary of the facts related with the problem was included in this case vignette. Empty circle means that initial presentation of the problem was

given to students who use free inquiry to gather the main facts. A circle with half solid and half empty means that the problem format is between the two previous formats. In other words, the case includes some of the facts. Students were requested to decide on a limited number of inquiry actions or to select actions from presented alternatives. A solid square indicates that the amount and the order of knowledge to be learned are determined by the teacher. An empty square signifies that students are responsible in determining the amount and sequence of knowledge. Students are just guided by their teachers in this process. A square with half solid and half empty means that problems are offered and knowledge is acquired.

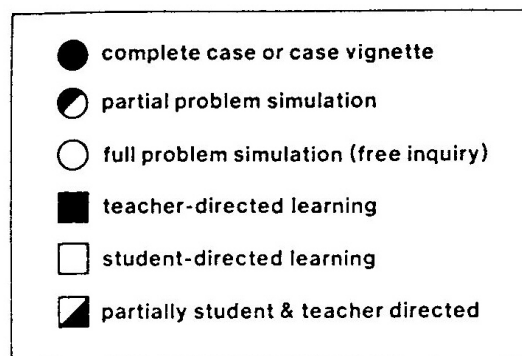


Figure 2.4 Variables in PBL (Barrows, 1986, p.482)

After defining variables for PBL, Barrows (1986) declared the PBL taxonomy that shows the relationships among PBL approaches, PBL variables and objectives of PBL as indicated in Figure 2.5. SCC, CRP, SDL, and MOT in Figure 2.5 stand for educational objectives of PBL which are stated as structuring of knowledge for use in clinical contexts, the developing of an effective clinical reasoning process, the development of effective self-directed learning skills, and increased motivation for learning, respectively. As seen in Figure 2.5, there are six PBL approaches in the taxonomy. The numbers in the figure show the degree to which each PBL approach addresses four PBL objectives. In other words, regarding the particular objective, the power of each PBL approach is emphasized.














		SCC	CRP	SDL	MOT
 → 	lecture-based cases	1	1	0	1
 → 	case-based lectures	2	2	0	2
 → 	case method	3	3	3	4
 → 	modified case-based	4	3	3	5
 → 	problem-based	4	4	4	5
 →  → 	closed-loop problem-based	5	5	5	5

Figure 2.5 Taxonomy of PBL (Barrows, 1986, p.483)

In lecture-based cases, in order to demonstrate the relevance of the information, a case or two, usually vignettes, were presented after the teacher gives information to students in direct teaching. The order of presentation of case vignettes and lecturing is reversed in case-based lectures with respect to lecture-based cases. This situation is shown in the first two lines of Figure 2.5. In case method, a complete case for study and research is given to students so that they prepare themselves for following class discussion. These discussions, which are interactive in nature, facilitated by the teacher who takes a tutorial role, combine both student-directed and teacher-directed learning. Different from the previous methods, in modified case-based approach students decide on inquiry actions. CRP and SDL objectives are met partially since the results of learning are not actively applied to the problem again. However, the method is highly motivating. In problem-based method, students are in free inquiry through the presentation of a problem in simulation format. Prior knowledge of students was activated by means of teacher-guided exploration and problem evaluation. Understanding and retention of new, problem-related information is facilitated by prior knowledge which is activated (Schmidt, as cited in Barrows, 1986). Since students do not apply the new information they learned to a revaluation of the problem, SCC, CRP, and SDL objectives do not take full credit. An extension of the problem-based method is closed loop or reiterative problem-based method that covers all the objectives completely. At the completion

of self-directed study, students evaluate the information resources they used. Then, students return to the problem in order to think over the means that might offer better solution to the problem and better understanding. While students do this, they also evaluate their earlier reasoning and knowledge (Barrows, as cited in Barrows, 1986). This second problem analysis and synthesis may yield another round of self-directed learning (Barrows, 1986).

The place of the PBL instruction developed for the current study in the Barrows' taxonomy is more close to the problem based approach. Because, in each step of the PBL process, students were given some time to carry out free inquiry in order to develop a solution to the problem. Teachers made necessary directions only after the time for inquiry had finished. Therefore, the current PBL instruction is focused on mainly student inquiry with partially student directed and partially teacher directed, which is coincide with the problem based approach of Barrows' taxonomy. This approach is in the second rank with respect to radicalness of PBL, as indicated in Figure 2.5.

2.3. Design of a PBL Instruction

Duffy and Cunningham (1996) list five key issues in designing PBL instruction: task analysis, problem generation, the learning sequence, facilitator role, and assessment. Task analysis, which is defined as analysis of what must be learned, is the first step in designing a PBL instruction. It should be noted that in doing this analysis identification of the key concepts, procedures, etc. must be combined with an analysis of the professional use of these concepts. There are two issues that must be highlighted in task analysis. The first one is that task analysis should be based on the need to use the information in authentic tasks. Second, learning should consist of metacognitive, collaborative, and other skills which are required for studying in authentic activity as well as information in the content domain.

Two guiding forces must be followed in the problem generation process. Firstly, concepts and principals related to the content domain must be raised by the problem that is generated. Secondly, problems must be real since students tend to explore all dimensions of the problem, engaged more via real problems, and are curious about the outcome of the problem.

The learning sequence includes two types of learning activities which are collaborative problem analysis sessions and self-directed learning. Through the support of a facilitator, students work with small groups in the collaborative problem analysis session. Furthermore, in order to deal with issues students need to learn about, they search for and use resources by means of self-directed learning.

Facilitator role is another issue in designing PBL instruction. One of the aims of the facilitator is to trigger higher order thinking of students via questions like that: Why? What do you mean? etc. The second role of the facilitator is to challenge the learner's thinking by the help of asking questions like that: Do you know what that means? What are the implications of that? etc.

The last issue is assessment that must be in the problem context on which students are working. Assessment tools must be generated from the learning issues of students. In addition, self-evaluation and peer assessment of students should be used in a PBL instruction in order to reflect PBL process from students' point of view.

The current study followed the steps described by Duffy and Cunningham (1996) in designing the present PBL instruction. There was no need to do a task analysis since the Ministry of Education had already determined what must be learned by students. The problem situations were formed by using students' most interested events from real-life identified by the curiosity survey. Problem situations compatible with each other in terms of physics concepts or principles to be taught were incorporated into the scenarios in a meaningful way. Regarding the learning sequence, collaborative problem analysis sessions were conducted in two forms. Students in the PBL-G group conducted their studies by group working with 4-5 students. Students in the PBL-I group made problem analysis through a whole class discussion. A modified version of know-want-learn (KWL) table guided students in their collaborative works. In addition, class libraries were supported with many related resources and teachers guided students to examine these resources to get information in solving the problem so that students can engage with self-directed learning. Facilitator role of the teachers was assured by asking some questions that trigger students' thinking in different steps of the instruction. This type of questions used in the current study can be seen in the lesson plans given in Appendix O. Last issue of the design is assessment which was conducted through self-evaluation as

well as objective test items.

2.4. How to Use Problems in an Instruction

For using problems in an instruction, there are five strategies that reflect different assumptions in terms of what is to be learned or how learning occurs (Duffy & Cunningham, 1996). The strategies are as follows:

1. **The Problem as a Guide:** In order to focus attention of the learner, the problem serves as a concrete reference point. Along with the case reading assignments are given, and the readers think of the reading in terms of the case. The reading assignment becomes meaningful by means of the case. This strategy is analogous to that of presenting questions at the start of the chapter to guide reading.
2. **The Problem as an Integrator or Test:** After the assigned readings are completed and even discussed, the problem is introduced. The aim is to apply the knowledge learner gains from the reading to the case. Thus, it is intended to see learner's understanding level of readings and to aid the transfer process from learning to application. This strategy resembles the one in which study and review questions were presented at the end of the chapter.
3. **The Problem as an Example:** The problem is incorporated in reading and functions as another bit of instructional material. To illustrate some particular point this strategy was used and lecture or teaching as it is through student discussion was used to do this. Principle, concept, or procedure illustrated in the problem is emphasized.
4. **The Problem as a Vehicle for Process:** The focus on critical thinking regarding the problem takes place at the center of this strategy. In order to train thinking skills, the problem becomes a vehicle. Therefore, in relation to the problem, heuristics for problem analysis are thought. The goal is not only to solve the problem but also to develop thinking skills.
5. **The Problem as a Stimulus for Authentic Activity:** Developing the skills to be used in solving the problem as well as other similar problems is at the center of this strategy. The skills are developed by means of working on the problem, i.e., through authentic activity, instead of teaching the skills.

Physical skills, gathering and bringing knowledge in the domain to bear on the problem, and metacognitive skills related to all aspects of the problem-solving process are included in the “skills” mentioned here.

PBL problems used in the current study carry the characteristics of the problems explained in the last approach.

2.5. Nature of Problems in PBL

In general, problems can be classified into three groups: puzzle problems, well-structured problems, and ill-structured problems (Jonassen, 1997). Puzzle problems are independent of domain and there is no connection to school and real world practice. There is only one and correct solution to which students reach through the use of a specific procedure.

In schools and universities the most commonly encountered problems are well-structured problems seen generally at the end of textbook chapters. While solving these problems students apply some concepts, rules, and principles they learned to a constrained problem situation. These problems have the following characteristics (Jonassen, 1997):

- All elements of the problems are presented.
- In problem statement the parameters of problem are specified with a probable solution.
- Only limited number of rules and principles arranged in a predictive and prescriptive way with well-defined, constrained parameters can be applied.
- Regular, well-structured concepts and rules in a domain of knowledge appears well-structures and predictable were included.
- They have correct and convergent answers.
- Have knowable and comprehensible solutions (Wood, as cited in Jonassen, 1997)
- Have a solution process that is preferred and prescribed.

PBL uses problems which are ill-structured in nature. Ill-structured problem presents a complex situation that has no single and clear-cut solution (Uyeda, Madden, Brigham, Luft, & Washburne, 2002). Because of the unclear nature of the problem and the existence of multiple solutions to it, some questions arise in relation to information and understanding required in solving problem. The characteristics of

ill-structured problems are listed below (Jonassen, 1997):

- One or more of the problem elements are unknown so they appear ill-defined (Wood, as cited in Jonassen, 1997).
- They are defined ambiguously or have goals and constraints which are unclear and unstated (Voss, as cited in Jonassen, 1997).
- There is no mutual agreement on the appropriate solution.
- They have multiple criteria to evaluate solutions.
- They include less manipulable parameters.
- They do not involve unique cases since case elements from different contexts do not resembles each other (Spiro, Vispoel, Schmidt, Samarapungavan, & Boerger, 1987; Spiro, Coulson, Feltovich, & Anderson, as cited in Jonassen, 1997).
- Concepts, rules, and principles needed for the solution and their organization are unclear.
- Relationships between concepts, rules, and principles do not consistent from one case to another.
- They do not present general rules or principles to describe or predict most of the cases.
- There are no explicit ways in determining convenient action.
- Students are required to convey personal opinions or beliefs about the problem. Thus they are uniquely human interpersonal activities (Meacham & Emont, as cited in Jonassen, 1997)
- Students are required to make judgments on the problem and support them.

Jonassen (1997) proposes a model for solving ill-structured problems based on the theories of ill-structured problem solving, constructivism, and situated cognition. Table 2.1 illustrates the steps of the model in terms of designer and learners. Although the process of solving ill-structured problems is largely iterative, usually it should proceed as shown in Table 2.1. The left column indicates the steps should be followed in designing ill-structured problems. The right column shows the road map that students should follow while solving ill-structured problems. The related steps in both columns were written on the same row. Strategies developed by learners must be adapted to the problem as well as the knowledge they receive or generate. Moreover, the nature of resources, provided for learners, should be

adapted by the designer.

Table 2.1 Implementation process for ill-structured problems (Jonassen, 1997, p.87)

Designer/Developer	Learners
Articulate problem domain	
Introduce problem constraints	
Locate, select, and develop cases	
Construct case knowledge base/ Present to learners	Articulate goal(s)/verify problem Relate problem goals to problem domain Clarify alternative perspectives Generate problem solutions Gather evidence to support/reject positions
Provide knowledge resources	
Support argument construction	Determine validity/construct arguments Implement and monitor solution Adapt solution
Assess problem solutions	

In the current study, ill-structured problems were embedded into the scenarios. Problems were not presented in the question form except a few cases. Students themselves tried to find and define problems. There is no single solution to the problems. For example, in the first scenario, student with a bicycle can pass over a sand bulk in two ways: by using more wide wheels and by decreasing the mass on the bicycle. Scenarios do not give any clue about concepts, rules, and principles needed for the solution. Problem situations were presented in such a manner that students can explain their opinions or beliefs about the problem and make judgments on the problem and support them. For example, in the third step of the lesson plans, students discussed whether they had faced with such problems or not. If so, they expressed their experiences. The researcher used the process shown in Table 2.1 in designing ill-structured problems. Moreover, learners tried to follow the steps described in Table 2.1 to propose a solution to the ill-structured problems.

2.6. Characteristics of a Good PBL Problem

A problem must carry the following important characteristics in order to serve as a good PBL problem (Duch, 2001):

- The problem must attract students' interest and thus motivate them to investigate the concepts related with the context for deeper understanding.
- The problem must force students to make judgments depending on the facts, information, logic or rationalization being learned in the process.
- The problem should be complex enough so that students feel necessity to work cooperatively with their friends in order to be able to reach best solution.
- Open-ended and disputable questions should be emerged in the first stage of the problem in order to direct students in the groups into a discussion of the subject.
- The problem must involve the content objectives of the course and make a connection between previous and new concepts as well as producing a link between new knowledge and concepts of other courses or disciplines.
- "Problems are selected to exploit natural curiosity by connecting learning to students' daily lives and emphasizing the use of critical and analytical thinking skills" (Sonmez & Lee, 2003, pp.1-2).

In the current study, in order for problems to attract students' attention, firstly their most interested events were determined through a curiosity survey and then these events were used in the scenarios as problem situations. The second characteristic was inserted into the current instruction via the 15th step of the lesson plans in which students were requested to make a suggestion to the problem situation after they learned something from searching resources and making experiments. Students' self-evaluations indicated that some students found problems difficult and they helped one another during the problem solving process. This means that the third characteristic of a good PBL was ensured. The fourth characteristic was accomplished through the fifth step of the lesson plans. In that step, students were generated a variety of questions emerged from the problem situations presented in the scenarios. Common questions were determined by a whole class discussion and then students were requested to discuss on these questions. Problem situations within scenarios were written by considering the objectives of the content. Content objectives associated with each scenario (or problem situations) were given at the beginning of each lesson plan given in Appendix O. As discussed earlier, problems were generated from the events that students most curious about. Thus, the last characteristic of a good PBL problem was also inserted into the problems of the

current study.

2.7. Real-Life Problems for PBL

In a competent PBL problem, students find themselves in a functional context with which they probably will meet in the future. Therefore students are confronted with a real task environment (Walton & Matthews, 1989). Finding or creating a good real-life PBL problem is a challenging process. One of the ways in constructing a PBL problem is to base it almost entirely on a past or present event (Uyeda et al., 2002). Real life problems can be obtained or prepared from video clips, stories, novels, articles from the popular press and research papers (Duch, 2001).

As an example of real-life problems Duch (1996) gives the following two examples: “You are a health care worker in the Winter Olympics at Lillehammer. The top French ski jumper has fallen and injured his hip. What do you tell him to do in order to minimize the forces on his sore hip?” (p.326). The second problem statement follows: “You are a traffic officer investigating an automobile accident involving personal injury. What measurements do you take, what data do you need to gather, and what assumptions do you need to make in order to discover which driver is at fault?” (p.326).

West (1992) also presents three examples for PBL problems. The first one is as follows: “When driving along the highway one day your father sees a sign which reads ‘Caution road slippery when wet’. He immediately slows down” (p.55). The second problem statement is such that: “You are spending your vacation by the sea. One morning you go outside and see a number of dead fish on the beach. Some people are collecting the fish in order to eat them” (p.55). The last problem is like this: “In recent times you have noticed an increasing number of television advertisements about detergents pointing out the inclusion of lemon or lime as an ingredient” (p.55).

It is apparent that problem formats presented by Duch and West are somehow different. In the problems of Duch, there are some questions which direct students to defined specific theme. On the other hand, there is no any question in the problem statements of West in which only an event was described. Therefore, West’s problems are more radical since students encountered with this type of problems

initially need to define problems or questions to be investigated.

Scenarios developed in the current study in general mention about unexpected events that scenario characters meet. Those events are from real-life and probably students can encounter with them in their life. For example, many students may sink into sand while passing over it via a bike or most of them might have swimming or diving experience. Hence, it can be said that problems used in the current study are from real-life and their formats are similar to the West's problems.

2.8. PBL and Group Work

Although PBL commonly has implemented with group work manner, the proponents argue that it can also be implemented through individual study of students (Wilkerson & Feletti, as cited in Albanese & Mitchell, 1993).

According to Ngeow and Kong (2001), one of the constituents of PBL is group working in which students need to learn to use their time and resources efficiently. In order to have groups functioning effectively, students should be able to know the means of organization of the work, distribution of responsibility, dividing complex tasks into meaningful pieces, and providing useful feedback on work conducted.

Achilles and Hoover (1996) reported that a main concern in the implementation of PBL is student difficulty in group working. For this reason, it is suggested that students should be trained on group process before the implementation of PBL.

To structure group discussion, a formal statement of roles taken by each member of the group can be included in PBL implementation (Raine & Symons, 2005). Commonly the following roles are in use in group working: chair, researcher, scribe, author, and timekeeper. Depending on the subject matter, additional roles can be emerged. For instance, in a physics course students can also take roles of accuracy checker, safety officer, experimental designer, experimenter, and technical editor. Roles can be rotated so that each member of the group experiences all of the tasks in the PBL process.

One of the important steps of PBL is group formation which may sometimes become a pained process because of students' desire in forming groups with their

best friends or rejection on working with low ability students. According to Raine and Symons (2005), number of students in a PBL group can range from three to twelve. To prevent subdivisions and to facilitate taking a decision in case of any voting, odd numbers can be used in group formation. In deciding the size of groups some factors such as number of students in the class and resources should be taken into account. The groups may be chosen in two ways: randomly and intentionally. Since friendship groups work well seldom, students are not allowed to choose their own groups by most instructors who also do not prefer big differences between students' abilities in a group. In order to have groups including students of complementary skills and talents, learning style tests and personality tests can be used. Students with different backgrounds and abilities in a group can present different things and thus contribute to the group. At the beginning of PBL, establishing some ground rules for the groups to obey along the process may be useful for them to work efficiently. Especially students new to group working can benefit from this approach.

The current study takes into account the suggestion made by Wilkerson and Feletti (1989) and formed a PBL group in which students conducted the process of PBL through individual work. There was also a second group in which PBL implemented through group working. Since students did not want low achievers in their groups, random assignment or any other group formation processes could not be applied. Students were allowed to form their groups by themselves. In order to ensure that groups function efficiently, at the beginning of the study students were given a document that explains rules for group working. However, students could not be trained on group process before the implementation as suggested by Achilles and Hoover (1996).

2.9. Measurement and Assessment in PBL

Both traditional techniques such as multiple-choice and essay exams, and alternative assessment techniques such as case-based assessment, self and peer evaluation, performance-based assessment, and portfolio assessment have been used in order to evaluate learning of students in PBL. By considering educational goals as well as instructional principles of PBL, it is necessary to create an assessment

environment, should be consistent with the PBL environment, in which problem solving competencies of students would be evaluated by a valid assessment system. (Gijbels, Dochy, Van den Bossche, & Segers, 2005). In other words, knowledge base organization and problem-solving skills of students should be considered in the assessment of PBL (Segers, Dochy, & Cascallar, as cited in Gijbels et al., 2005). These two assessment dimensions can not be fulfilled through the use of one assessment technique so this requires using assessment tools of different types. The use of traditional and alternative assessment techniques also makes possible to do a triangulation which increases quality and validity of the inferences (Birenbaum, as cited in Segers, 1997).

Segers (1997) states that authentic cases including analysis tasks can be used as an assessment instrument in order to assess students' problem solving skills. Regarding the congruency with the learning environment Gijbels et al. (2005) point out that "assessment of the application of knowledge in problem solving is the heart of the matter" (p.33).

Through the use of traditional testing format, process skills can not be evaluated easily. For this reason, in most cases formative assessment methods become necessary to assess these objectives. Therefore, both summative and formative assessments are included in PBL (Duch & Groh, 2001; Savin-Baden & Major, 2004). Moreover, it is emphasized that some values objectives such as students' recognition of their own ability to learn independently and to explain confidence in their ability in a cooperative work should be assessed (Duch & Groh, 2001).

All assessment can be made by measuring how students apply the learned appropriate knowledge to practical and related situations within a correct context. In addition, the competence that students show in responding, managing and solving PBL activities can be another basis in the assessment process. There should be a balance between the knowledge students have and demonstration of understanding the problem. Self-assessment instruments can be used for this aim. For instance, students can complete weekly learning log as part of the self-assessment (Glasgow, 1997).

Since students are given more responsibility for their own learning in PBL, it

is expected students to take more responsibility in determining their achievement level regarding learning goals. Peer-evaluation as well as self-evaluation can contribute the assessment process, since students work on the tasks with their peers along the PBL process. The assessment should not be occur only at the end of the process; instead it should be ongoing and continues throughout the process. The areas that are often assessed in PBL environment are knowledge, skills, and attitudes. The most measured skills by PBL tutors are problem-solving skills, team skills, self-directed learning skills, and communication skills (Savin-Baden & Major, 2004).

In the current study, both traditional and alternative assessment techniques were used. As a traditional assessment, multiple choice tests were used in measuring academic achievement, attitude, and scientific process skills. Self-evaluation was made by students as an alternative assessment. Students were completed self-evaluation forms after each scenario. Therefore, an ongoing assessment was conducted throughout the study.

2.10. Advantages of PBL

While discussing the usefulness of PBL as an instructional model, Uden and Beaumont (2006) point out that PBL promotes deep learning, problem solving skills, information gathering skills, computing skills, communication skills, management skills, learning to learn skills, metacognitive skills, critical thinking skills, team working skills, and life-long learning skills, prepares graduates for jobs, assists students in achieving competencies such as coping with problems, making reasoned decisions in different circumstances, investigating problems with a holistic approach, appreciating views other people have, recognizing their own strengths and weaknesses and engaging suitable remediation, and adapting to changes in the workplace. What is more, the authors well documented the benefits of PBL from the literature which are listed below:

- PBL learning environment is more exciting and humanistic.
- Students and teachers take more pleasure in learning and teaching process in PBL.
- Interaction between students and teacher is furthered via PBL.
- PBL improves self-directed learning skills.

- Interaction between different disciplines is enhanced through PBL.
- PBL makes possible reflection in action.
- Students are more active in their learning.
- Students use more information resources in their learning activities.

2.11. Disadvantages of PBL

Some disadvantages concerning different issues may emerge in any PBL instruction. Glasgow (1997) states some of them as follows:

- Students' disciplining themselves to work with an unknown problem has a crucial role in the accomplishment of PBL.
- Teachers must have some skills required to guide students, as well as designing, producing, or gathering PBL materials.
- Since PBL makes more emphasize on process, students may suffer from learning basic knowledge.
- Learning and teaching looks unorganized since students follow a variety of directions in the PBL process. As a result, teachers may have uncertain feelings.
- PBL may seem to be an ineffective way to learn because considerable time should be given to students in order to fulfill so many duties required during the process.
- Students' ability to pass standardized tests, which are based on the assessment of recall of facts and concepts, is not facilitated through PBL.
- Parents are uneasy with PBL.

According to Uden and Beaumont (2006), the major disadvantage of PBL is the cost of implementing it compared with traditional courses. For example, students and faculty require more time in the implementation process. Moreover, support personnel, resources such as library materials and other documents, and rooms for PBL groups to conduct their small group meetings are needed. Arambula-Greenfield (1996) states that PBL does not convenient for all students. "Students who prefer competition over collaboration, abstractions over applications, or passive or directed learning over active and independent learning" (p.29) might have disadvantages in a PBL course.

2.12. Role of Students and Teachers in PBL

The role of students and teachers are shifted in PBL. The main responsibility for what and how is learned was given to students, rather than teacher, (Greenwald, 2000) so they control the direction of their own learning in the problem solution process (Uyeda et al.). Students act as a cast in realistic roles (Uyeda et al.) such as scientists, historians, doctors, or others in the problem situation (Stepien & Gallagher, 1993). Students work in small cooperative groups so that they take advantage of skills of each member to obtain, communicate, and integrate information that they required (Duch, Groh, & Allen, 2001). According to Barrows (as cited in Uden & Beaumont, 2006), in problem solving process “students have to research a situation, set appropriate hypotheses, develop learning issues, ask appropriate questions, and then produce their plans to solve them” (p.32). Arambula-Greenfield (1996) explains that students must participate actively, instead of passive listener role in a traditional course, in their learning activities in order to reach a best solution for the problem they encountered. Additionally, rather than one or a few lecture hours, students in PBL might work on the problem for several weeks because of complexity of the problem.

The role of teacher in PBL is different compared to traditional instruction. The teacher acts as a metacognitive coach rather than being a didactic instructor. Hence, the teacher helps students in understanding how to ask questions during definition of problems, finding information, analysis and synthesis process, and to list some possible interpretations and resolutions (Barrows, as cited in Gallagher et al., 1995). The merit of acting as a metacognitive coach is that students are conscious of their cognitive skills from which they are capable of selecting the most convenient ones in problem solving process. Moreover, through modeling and coaching the teacher helps students take on the problem-solver role and then students are required to take responsibility of using the skills (Gallagher et al., 1995). The responsibilities of teachers in PBL were listed by Wood (as cited in Uden and Beaumont, 2006) as follows:

- Teachers help students to explore the richness of the situation and develop critical thinking skills by asking guiding and open-ended questions.
- Students should be guided so that they are able to reflect on their experiences.

- In order to see if students are still on track, the progress must be observed.
- Students' thinking must be challenged so that they improve critical thinking skills.
- Teachers must pose issues to be taken into account.
- In order for students can share their experiences, teachers must stimulate, support, produce, and keep a suitable learning environment.

In the current study the role of student and teacher was based on the descriptions made by Barrows (as cited in Uden & Beaumont, 2006; as cited in Gallagher et al., 1995) mentioned above. Therefore, students were active during the instruction and strived for getting information related with the problems. Teachers acted as a guide or facilitator and they did not present knowledge directly. Teachers directed students when they tended to go out of content. They encouraged students to search for information from resources. They asked open-ended questions so that students think over the situations. Teachers' jobs and role are explained in detail in the lesson plans.

2.13. Research Studies Carried out on PBL

In this section, research studies regarding the implementation and effects of PBL instruction in middle school science course are presented. The literature review in this section is limited to middle school science research since the current study was conducted on middle school students. First of all, quantitative studies that compare PBL instruction with traditional instruction are presented. Then, quantitative studies that compare PBL instruction with instructions other than traditional instruction are discussed. Finally, qualitative studies aimed to explore the effect of PBL instruction are explained. Quantitative studies are presented in a sequence with respect to dependent variables used in the studies, which are academic achievement, scientific process skills, and attitude toward the course.

Nowak (2002) compared the PBL and traditional teaching in terms of how much students learn through an action research. The study was conducted in 1999-2000 academic school year and covered the astronomy and geology units. Two eighth grade gifted and talented science classes in a public middle school were participated in the study. The number of students participated in the study was 13 boys and 20 girls in one class and 17 boys and 17 girls in the other class. Data were

obtained from focused observations, interviews, multiple choice tests, and some documents including weekly self-assessments and course evaluations filled out by students. A multiple-choice test including 65 questions was administered as pretest and posttest for each unit (astronomy and geology units). The reliability of these tests was not reported. The astronomy test was also given after about six weeks later to measure students' retention level. Repeated measures analysis of variance was used for the analyses of data obtained from tests. According to the test score analysis of pretest and posttests, factual knowledge learnt by students in a teacher directed classroom was at a higher rate (statistically significant) than that of students in a PBL classroom. The effect size measured by eta squared was reported as 0.53 in favor of the traditional teaching. However, in terms of retention, students engaged in PBL were better than those who were taught via teacher-directed instructional method. The researcher did not report whether this difference statistically significant or not. Moreover, power of the study was not mentioned. Interviews analyses and weekly self assessment showed that students approve PBL in learning. On the other hand, most of students suggest that instead of implementing an exclusively PBL-based curriculum, it would be more beneficial to embed teacher-directed lessons within a PBL unit. The author concludes that if PBL are to be used in K-12 settings, it must be shown to do no harm in relation to the content acquisition.

Tandoğan (2006) conducted a study to find out the effect of PBL instruction on students' academic achievement and concept learning. Participants of the study were 50 seventh grade students from two classes of a public middle school in Kadıköy district of Istanbul. The study conducted in 2004-2005 academic year. The subjects on which the study was conducted were "everything moves in the universe" and "how do matters behave under the effect of force?" which are sub-titles of the unit of "meeting of force and motion-energy". The study carried out by the researcher and ten weeks devoted for it. Both quantitative and qualitative research methods were used. Pretest-posttest control group design was used for the quantitative part. In qualitative part, document analysis was used. The instruments used in the study were achievement test, open ended questions and attitude test. Achievement test covers 25 items and has reliability coefficient of Cronbach alpha 0.78. Attitude test consists of 20 items and has coefficient alpha of 0.79. It is not clear that these reliability

coefficients are belong to pretests or posttests. Control group (n=25) was assigned to traditional teaching method, whereas experimental group (n=25) was assigned to PBL method. Independent t-test was used to determine differences between control and experimental groups. Results revealed that mean scores of PBL students in relation to academic achievement and attitude were significantly higher than that of traditional students. Furthermore, it was concluded that PBL is effective on conceptual development and remediating misconceptions. According to Barrows' (1986) PBL taxonomy, instruction given to experimental group may be classified as a case-based lecture which is one of the soft PBL approaches. There are some weak points in this study. Firstly, implementation was carried out by the researcher, so this study may be subject to implementer threat to internal validity. Secondly, parameters of the problems were given in most of the scenarios and questions from scenarios were directly given to students. This does not concur with ill-structured nature of PBL problems. From this point of view, they are similar to end-of chapter problems. Another issue is the time given to each scenario. There are 30 scenarios and 10 weeks (30 class hours) devoted for the treatment. Therefore, approximately one lecture hour would have been given to each scenario. However, as discussed in section 2.12, rather than one or a few lecture hours, students in PBL might work on the problem for several weeks because of complexity of the problem. In one lecture hour, it is almost impossible to conduct all PBL process for one scenario. Another concern is gender distribution among groups. Groups were not equal in terms of gender distribution. Experimental group includes females with a ratio of 76% whereas control group consists of females with a ratio of 44%. This difference might have been affected the results of the study since it was not controlled through statistical analysis. There are also some issues regarding the implementation of PBL. At the beginning of the lectures students were informed about the objectives of the lesson and they were given concepts to be learned during the lesson. This approach does not accord with the PBL approach in which students define learning issues themselves in the process of working with the problem (Barrows & Tamblyn, as cited in Uden & Beaumont, 2006). Moreover, according to lesson plans, students only try to answer questions given with scenarios by group working. Search for information from different resources or designing and making experiments to solve

problems were not reported. These steps are major parts of a PBL instruction as discussed in Section 2.12 and they are missing in this study. Finally, some questions used in the PBL instruction asked again in the posttest of open-ended questions test. This situation creates an advantage for PBL group.

Araz (2007) compared PBL and traditional science instruction with respect to students' academic achievement and performance skills in the eighth grade unit of genetics. The study was conducted in 2005-2006 spring semester. Duration of the study was five weeks. Participants of the study were 192 eighth grade students from six classes of a public middle school in Ankara. There were two science teachers for these classes which were randomly assigned as control and experimental group. PBL instruction was given to experimental group, whereas traditional instruction was given to control group. Genetics achievement test, logical thinking test, and learning approach questionnaire were administered as pre-tests in order to determine students' prior knowledge and performance skills, reasoning ability, and learning approach. Genetics achievement test includes 20 items which measure students' academic achievement as well as one essay type item which measures students' performance skills that include using related knowledge in addressing the problem, articulating uncertainties, organizing concepts, and interpreting information. Genetics achievement test was administered as a post-test after the treatment. Therefore, academic achievement and performance skills were treated as dependent variables. KR-20 reliability coefficient for multiple choice items was found to be 0.64 and inter-rater reliability coefficient was found to be 0.91 for the essay type item. It was not reported whether these values are belong to pretest or posttest. Cronbach alpha reliability coefficients of learning approach questionnaire and test of logical thinking were reported as 0.60 and 0.85, respectively. Whether a pilot study was conducted or not for the instruments was not mentioned. Data analyzed through Multivariate Analysis of Covariance (MANCOVA). The result of this analysis revealed that there was a significant mean difference between groups. The effect size measured by eta-squared was 0.096. Follow-up analyses indicated that there was significant mean difference between groups with respect to academic achievement and performance skills. PBL students get higher scores on genetics achievement test (on both academic achievement and performance skills) than traditional students. Effect sizes

for performance skills and academic achievement measured by eta-squared were 0.035 and 0.087, correspondingly. However, there is no discussion about the power of the study. As a result, PBL students seem better than traditional students regarding genetics understanding and performance skills.

The purpose of the study conducted by Tavukcu (2006) was to investigate the effects of instructions based on PBL and traditional teaching on students' achievement, attitude toward the course, scientific process skills, and creativity level. This was a quasi-experimental research in which pretest-posttest control group design was used. The study was conducted in 2005-2006 academic year in a public middle school which is located at the center of Zonguldak. Experimental group ($n=40$) taught with PBL method, whereas control group ($n=39$) taught with traditional teaching method. There were totally four classes; two of them control group and the remaining two were experimental group, participated in this study. Each of three classes consisted of 20 students and one class included 19 students. The sample can be described as high achievers since average science course grade of control and experimental group with respect to past two years were reported as 3.91 and 3.79 (over 5), respectively. One control class and one experimental class were taught by the researcher. Remaining control and experimental classes were taught by different science teachers. The treatments on the unit of genetics, which was a subject of eighth grade, spent six weeks in both groups. The instruments used to collect data were academic achievement test, attitude test, scientific process skills test, and Torrance creative thinking test (configurative form). These tests were administered as a pretest before the treatment and as a posttest after the treatment. KR-21 reliability coefficients for achievement test and scientific process skills test were 0.517 and 0.81, respectively. The researcher did not report whether these values are belong to pretest or posttest. Reliability coefficients for attitude test and Torrance creative thinking test were 0.91 and 0.97, respectively. The researcher did not mention about type of reliability and whether these values are belong to pretest or posttest. Quantitative data were analyzed through the use of dependent and independent group t-tests. According to the analyses, PBL students' scores on all tests were significantly higher than traditional students' scores. Moreover, interviews were conducted with some PBL students. Qualitative data were obtained from the

transcription of voice recording and it was analyzed through descriptive analysis method. This analysis revealed that students' attitude toward the course was positive, students' self-confidence and academic achievement increased, students liked making research, and relationship between students increased. Some weak points of this study can be stated as follows. Firstly, an implementer threat could have been occurred since the researcher was also included while giving treatments. Secondly, the researcher did not use the same value of alpha in the analyses. In some cases it was fixed to 0.05 while in some cases it was set to 0.01. Furthermore, effect sizes and power of the study were not discussed. Thirdly, lesson plans presented for the control group do not reflect a traditional instruction. Since, according to the lesson plans, control group was given an instruction based on a combination of so many teaching/learning methods or techniques such as question-answer, discovery learning, making research, demonstration, investigation, experiments, problem solving, and presentation. Lastly, the PBL process was not explained in detail. How students get the knowledge, conduct research, and use resources as well as how teacher guide students are not clear.

Faulkner (1999) compared the effectiveness of worked-examples (a type of traditional instruction) and PBL instruction on the achievement and retention with respect to use of scientific method. In addition, groups were also compared with respect to attitude toward course. The sample of the study was 53 eighth-grade students from a public middle school. The studied unit was based on a chemistry subject. In order to divide students into groups sufficiently, a large classroom was prepared for the classes. According to the instructor, many of the students were average or low in achievement. Students were separated into teams randomly by taking into account their ability levels based on midterm grades. Each team included three students from each ability groups. Since two students remained in group formation process, they were assigned two existing groups and thus two four-member teams emerged. After group formation the teams were assigned into PBL or Worked-example group (WEG). Students in WEG groups studied the solution to the problem. However, students in PBL groups solved the problem. Initially, there were eight ($n=24$) PBL groups and nine ($n=29$) WEG groups but some groups combined into one in one lecture hour which finally resulted seven ($n=20$) PBL and eight

(n=24) WEG groups. Pilot study was conducted in March, 1997 and then some refinements were made on the materials. The main study was carried out in four days but the last two days were devoted to assessment completely. Each day only one lecture hour with 55 minutes was used. Research design of the study was a pretest-posttest experimental design. Application and retention of the scientific method were dependent variables. Before the study, the teacher had formerly presented the content included in this study to the students. The study was done in the last month of the school year. Only achievement test, which includes remember, prompted and reorganize parts regarding the scientific method, was administered as pretest and posttest. Retention test, team problem solving test, attitude survey, team member questionnaire, and interviews were administered after the treatments. Pencil-and-paper test assessment methods were used in measuring achievement and retention. Cohen's kappa was used in determining the interrater reliability. Interrater reliability of the achievement test yielded that all items were either substantial or almost perfect except one question which was moderate with respect to pretest and posttest. According to interrater reliability of retention test, two items were substantial and the remaining items were almost perfect. Reliability analysis of team member questionnaire yielded Cronbach alpha of 0.9068. Significance of the tests was adjusted to $p \leq 0.05$. Attitudes for PBL and WEGs groups were determined by conducting t-tests. ANOVA and ANCOVA were used for the quantitative parts of the study. According to statistical analyses, there were no significant mean differences on any measures between PBL and WEG groups. However, PBL students showed higher ability to solve a near-transfer problem compared to WEG students. This study can be criticized in the following issues. Firstly, sample size is small so the generalization of the results is questionable. Secondly, treatment was conducted only in two days (equal to a total of 110 minutes) except administration of the instruments. However, students in PBL might work on the problem for several weeks because of complexity of the problem rather than one or a few lecture hours, as discussed in Section 2.12. Thirdly, students were taught the content by the teacher before the study. This approach does not agree with nature of the PBL since in a PBL instruction learning begins after students were confronted with an ill-structured problem, as discussed in Chapter 1. Fourthly, the researcher did not mention about

power and effect size of the study. Lastly, attitude test was not administered as pretest. So, groups were not controlled on the potential pre-existing difference with respect to attitude. This might have been affected the result obtained from the attitude test administered only after the treatment.

Gökmen (2008) investigated the effects of PBL on students' environmental attitude through local vs. nonlocal environmental problems. The participants of the study were 95 7th grade students from a public middle school located at the center of Niğde. Quasi-experimental design was used. There were three science classes of the same teacher. Classes were randomly assigned to control group, which is taught by traditional teaching method (TTM), and experimental groups, one of which was taught by PBL with a non local perspective (PBL1) and the other one was taught by PBL with a local perspective (PBL2). Treatments were given to all groups on the subject "Why do ecosystems change?" for a period of four weeks. All groups were given Environmental Attitude Questionnaire, which has three dimensions as general environmental awareness, general attitude toward solutions, and awareness of individual responsibility, as pretest and posttest. This was a 6-point likert type questionnaire including 31 items. Cronbach alpha reliability coefficient was found to be 0.72 in the pilot study. Nevertheless, the reliability coefficients were not stated for pretest and posttest. In order to examine the quality of the process in group working during the PBL instruction, worksheets were used. Data were analyzed through the use of MANCOVA. Multivariate test yielded a significant mean difference for groups with an effect size of 0.17 measured by eta-squared. Groups were significantly different in all three dependent variables; for general environmental awareness effect size was 0.16, for awareness of individual responsibility effect size was 0.25, and for general attitude toward solutions effect size was 0.09. Pairwise comparisons indicated that students taught by PBL2 get significantly more positive attitudes than TTM with respect to general environmental awareness and general attitude toward solutions. Moreover, when compared to PBL1 group, PBL2 group's attitude is significantly more positive in all dimensions of the attitude scale. Regarding students' awareness of individual responsibility, however, TTM students get significantly more positive attitude than PBL1 students. Nonetheless, for these comparisons effect size values were not reported. What is more, the researcher did

not discuss about power of the study.

Korucu (2007) compared PBL instruction with the instruction based on cooperative learning in terms of achievement, retention and attitudes toward science course. The study conducted throughout the chapter, “journey into the interior of matter”, with 7th grade students from a public middle school at the center of Konya. One class was assigned as control group (n=28) taught by cooperative learning; the other class was assigned as experimental group (n=28) taught by PBL. Both groups took five weeks treatment. Achievement test consisted of 30 questions and was piloted with 103 eighth grade students. The test yielded reliability coefficient of alpha 0.823. Pre and post values of it were not mentioned. Attitude test included 30 items with reliability coefficient of alpha 0.786. It is not reported that this value was belong to pilot study, pretest or posttest. Retention test was implemented after ten weeks from the end of the treatment. Data obtained from achievement and attitude tests were analyzed via independent group t-test. The results indicated that there was no significant difference between groups regarding the achievement and retention. However, PBL group’s post-attitude mean score is significantly higher than the mean score of the group taught with cooperative learning method. But, in the abstract of the study, it was reported that there is no significant mean difference between groups with respect to attitude. Therefore, there is confusion between the parts of the thesis. Some critiques may be stated for this study. First of all, the rationale for comparing two similar methods both use cooperative learning was not explained. Only the use of scenarios in the PBL group was emphasized. Therefore, significance of the research, which is one of the good characteristics of a research study, is questionable. Secondly, treatments given to both groups were not explained. Lesson plans were not attached to the thesis. Hence, how treatments were given can not be understood. Moreover, the instruments used in the study were not given in the appendix. Actually, there is no appendix section in the study. Finally, effect size and power of the study were not discussed.

Sifoğlu (2007) investigated the effect of constructivist approach and PBL approach on eighth grade students’ achievement in genetics unit of science course. Students of four classes including 197 students from a public middle school in Keçiören district of Ankara were involved in the study. Seventh grade science course

grades were taken into account in order to form equal control and experimental groups in terms of students' knowledge level. Constructivist learning assigned to control group and PBL assigned to experimental group. The study was conducted by the researcher and continued up to four weeks. In order to determine whether both of groups have equal pre-knowledge level or not, students' seventh grade science course grades were used and analyzed via t-test which indicated that there was no significant mean difference between groups regarding pre-knowledge. An achievement test consists of 20 items was implemented to both groups after the treatments. There is no discussion about the reliability of this instrument. A retention test was implemented four weeks after the treatments. T-test was used to analyze data obtained from the achievement and retention tests. However, the researcher did not mention about which type of t-test was used. According to the analyses and data tables it is understood that both independent and dependent groups t-tests were used. PBL group's mean score in achievement was significantly higher than mean score of constructivist learning group. There was no significant mean difference between groups with respect to retention scores. Moreover, in both control and experimental groups, students' mean score in the retention test was significantly higher than mean score in the achievement test. Effect sizes and power of the study were not discussed. The results of this study are questionable in some points of view. First of all, constructivist learning is not a teaching/learning method. It is a theory of learning. It includes many learning methods. PBL is one of them as discussed in section 2.1. Therefore, comparing PBL instruction with constructivist instruction is not meaningful. Secondly, implementation was conducted by the researcher, so implementer threat to the internal validity was exist. Thirdly, the researcher stated that there is no significant mean difference between groups with respect to pre-achievement scores which were students' previous year science course grade. However, according to data table, which indicates the result of independent groups t-test, there is significant mean difference between groups in favor of experimental group ($p=0.026$; $X_{exp}=3.3365$; $X_{cont}=2.8990$). Then, the researcher concluded that students' achievement level increased more by PBL when compared with constructivist learning. However, this difference might be due to the pre-existence difference between groups since students in experimental group already were better

than students in control group with respect to academic achievement before the implementation. Lastly, according to lesson plans, not only PBL method and constructivist learning but also so many different methods and techniques were used in both instructions given to the groups. In constructivist learning (control) group; constructivist learning, question-answer, brain storming, discovery learning, research, demonstration, investigation, experiments, problem solving, and presentations were used. In PBL (experimental) group; PBL, direct teaching, question-answer, problem solving, discussion, discovery learning, research, demonstration, investigation, experiments, and presentations were used. Therefore, it is difficult to say which method or technique is responsible for the found differences between groups.

Cerezo (2000) investigated perceptions of at-risk females failing the course (science or mathematics) and their teachers in the middle school mathematics and science classroom in which PBL was implemented. The study conducted at the end of the spring quarter for the 1998-1999 school year. Each teacher selected three students who are at-risk females in academic success but one of the students did not get a permission to participate in the study. Thus, fourteen at-risk females, nine of them science students and five mathematics students, and their five teachers, three of them were science and two of them were mathematics teachers, were the participants of the study. Students who liked PBL were selected by their teachers to be included in this case study. The students were also willing to participate in the study. The teachers and students were located at three middle schools that were in Metropolitan School system in North Carolina. Two of the teachers taught eighth grade science, one taught sixth grade science. The experience of the teachers in the implementation of PBL ranges from two to five years. This was a case study through which major components associated with the success of PBL and females at risk were identified. These components, which are related to students' learning process and self-efficacy, were self-confidence, group dynamics, self-motivation, and independence. The instruments used in this study were teacher and student surveys, structured interviews, and video tape. Teacher and student surveys include five and seven items respectively and designed on a four-point Likert-type scale. Teacher and student surveys administered after the PBL cases completed and resulted with

reliability coefficients of alpha 0.5 and 0.7, correspondingly. A content analysis was conducted for the transcribed interviews. According to teachers' and students' perceptions, students learn more about a topic and more enthusiastic about coming to class through PBL. Moreover, regarding the students' motivation and overall success, PBL was perceived as a catalyst. Additionally, participants of the study indicated that students' self-efficacy had increased. Positive changes were observed in group dynamics, students' self-confidence and study habits. The most negative part of the study is the selection process of the students. For this case study, students who liked PBL were selected. Therefore, finding positive results like declared in this study is not surprise. It would be better to include also students who do not like PBL and discuss how PBL works in both groups.

The purpose of the study conducted by Kovalik (1999) was to investigate the effects of technology integration on teaching and learning. For this aim, PBL was used in seventh grade mathematics and science classrooms. In other words, in a technology-enhanced PBL environment in a middle school, a comprehensive picture of teaching and learning was presented through this study. This was a case study that used multiple data sources based on both quantitative and qualitative methodologies. Instruments to collect quantitative data were a classroom observation instrument, a technology self-assessment instrument, the challenge checklist, a problem-solving instrument, and classroom assignments. Qualitative data instruments included classroom observations, student journals and essays, student products, and teacher interviews. Some seventh grade students and their teachers from mathematics and science classes in the Solon Middle School located in Solon, Ohio, were the subjects of the study. Three science teachers, one male and two female, and three mathematics teachers, two male and one female were participated in the study. The instructional unit of science was wetlands. The duration of the treatment was nine weeks. One class that includes students of average ability was selected by each teacher for this study. Classroom observation instrument consists of two sections which are student behavior and teacher behavior sections. Technology self-assessment instrument includes 13 items regarding the technology use. Each item has four choices. The survey was administered about 1600 students to indicate the status of students and teachers in the school district in relation to technology knowledge

and skill. Challenge checklist contains two parts: cognitive/metacognitive part and affective part. This checklist measures the concept of challenge in classroom in relation to cognitive/metacognitive and affective aspects according to student's perspective. There are 15 items in the checklist. Items in the cognitive/metacognitive part have four choices and items in the affective part have two choices. Seven questions were addressed in each thinking/learning log to facilitate journal writing process. Data obtained from classroom observation instrument, technology self-assessment instrument, and challenge checklist was analyzed according to descriptive statistics. Student journals, teacher journals, teacher interviews were analyzed by using the technique of narrative analysis. The results of the study reported as follows. Most of students' and teachers' computer skill level are increased compared with novices' level. Student on-task behavior under the high level control of teacher increased relatively to higher level. Attitude of students toward the studied unit was positive. Students were able to identify one of the steps in the problem solving process as brainstorming. Teachers had difficulty in adopting their new roles of guide and facilitator instead of information supplier. Similarly, students struggled when they were given responsibility in their own learning of the contents. Teachers observed that some students did not contribute to group works. Some students liked PBL experience, learned a lot, appreciated cooperative learning with their peers, whereas some students preferred traditional teaching, learned little and stated dissatisfaction regarding the lack of contribution of some group members. Finally, the author concluded that "technology integration using problem-based learning was not a total success nor a total failure" (p.270). In this study, reliability of the instruments is not discussed. Moreover, number of students participated in the study was not reported.

In summary, research studies conducted on the science course at middle school level indicate somehow diverse results regarding the effect of PBL instruction as presented in the next section. It should be noted that there are some weak points common in most of the studies discussed above. First of all, research design and statistical methods used in the quantitative studies are weak. Most of them used pretest-posttest control group design but process of matching the subjects was not enough. Only three studies out of eight paid attention to this issue and used covariate

analysis. The remaining five studies used independent t-test that is a weak statistical analysis compared to covariate analysis. Therefore, results obtained from these studies are doubtful. Secondly, treatment fidelity and treatment verification issues were not discussed in detail in most of the studies. What has done in the class or out of class as a necessity of PBL instruction is not clear. In addition, developed instructional materials for the PBL instructions are debatable in terms of their appropriateness to the theory of PBL. For example, most of problems used in these PBL instructions do not carry the characteristics of ill-structured problems as discussed in Section 2.5. This makes the PBL instructions more close to traditional instruction. Resources (both printed materials and experimental tools) made available for students so that they can search for information and make experiments to propose a solution to the problems and students' research process as well as how to reach possible solutions to the problems through which students learn the desired content were not explained evidently. As a result, different PBL approaches were observed. From this point of view, it would be better to report the taxonomy of PBL instructions according to Barrows' (1986) PBL taxonomy. Thus, the effect of PBL instruction would be clearer when comparisons were made by taking into account the taxonomy of PBL. Another issue that is noteworthy to mention about here is the effect of PBL instruction with respect to subject matter. One of the research studies discussed above did not reported the name of the topic on which the study conducted. Three of them studied on a biology topic (all of them were genetics unit), two of them studied on an environmental topic (both of them were wetlands unit), two of them studied on a chemistry topic (one of them was related with chemicals and the other one was related with the interior of the matter), and two of them studied on a physics topic (one of them was astronomy unit and the other one was force-motion-energy unit). The researchers studied on a physics unit reported opposite results such that one stated that students exposed to traditional instruction get significantly higher mean scores in achievement test than students taught with PBL instruction whereas the other researcher affirmed that PBL group's mean scores in achievement and attitude tests were significantly higher than mean scores of traditional group. Therefore, there is need to conduct research on physics topics to clarify the effect of PBL instruction on middle school students. The last issue is that comparison of the

results of quantitative studies, which compared PBL instruction with traditional instruction, with respect to country of origin yielded a converse result. Two studies (Faulkner, 1999; Nowak, 2002) conducted abroad found that there is no significant effect of PBL instruction when compared to traditional instruction in improving students' scientific process skills, attitude toward the course, and academic achievement. On the other hand, four studies (Araz, 2007; Gökmen, 2008; Tandoğan, 2006; Tavukcu, 2006) conducted in Turkey reported that PBL instruction is significantly better than traditional instruction in increasing students' scientific process skills, attitude toward the course, and academic achievement. Moreover, it should be noted that the studies conducted abroad are Ph.D studies whereas all of the studies conducted in Turkey are master studies.

2.14. Summary of the Literature Review

The literature of PBL reviewed in this chapter can be summarized as the following:

- The most prominent theoretical principle underlying PBL is constructivism (Campbell, 2000; Chin and Chia, 2004; Duffy & Cunningham, 1996; Jonassen, 1999; Savery & Duffy, 1995).
- Research studies did not report the place of their PBL approach in the taxonomy of PBL proposed by Barrows (1986). This taxonomy is important since students who failed with one variety of PBL may be successful with the other one and vice versa. Thus, it should be noted that in case of failure or success the focus should be on that specific PBL approach rather than all approaches of PBL.
- Problems to be used in PBL instructions must be ill-structured (Jonassen, 1997; Uyeda et al., 2002), must be from real-life (Walton & Matthews, 1989; West, 1992), must be complex enough and must attract students' interest (Duch, 2001).
- PBL can also be implemented through individual study of students (Wilkerson & Feletti, as cited in Albanese & Mitchell, 1993) as well as group working (Achilles & Hoover, 1996; Ngeow & Kong, 2001; Raine & Symons, 2005).

- Both traditional and alternative assessment techniques should be used in order to evaluate learning of students in PBL (Birenbaum, as cited in Segers, 1997; Gijbels et al., 2005).
- In PBL instructions, the main responsibility for what and how is learned was given to students rather than teacher (Greenwald, 2000) so students control the direction of their own learning in the PBL process (Uyeda et al., 2002).
- The teacher acts as a metacognitive coach rather than being a didactic instructor. Hence, the teacher helps students in understanding how to ask questions during definition of problems, finding information, analysis and synthesis process, and to list some possible interpretations and resolutions (Barrows, as cited in Gallagher et al., 1995).
- The effect of PBL instruction on middle school students' scientific process skills is not clear. Faulkner (1999) found that there is no significant mean difference on the scores of scientific process skills between PBL group and traditional group. However, Tavukcu (2006) stated that mean score of scientific process skills students get in PBL group is significantly higher than that of students in traditional group.
- Different results were reported regarding the effect of PBL instruction when compared to traditional instruction on middle school students' attitude toward the course. Faulkner (1999) declared that there is no significant mean difference on attitude scores between PBL group and traditional group whereas some researchers notified that PBL group's mean score in attitude test is significantly higher than the mean score of traditional group (Gökmen, 2008; Tandoğan, 2006; Tavukcu, 2006). Gökmen (2008) also reported that traditional group gets significantly higher attitude mean score than PBL group in one sub-dimension of the attitude test. According to qualitative data, students attitude toward the science course was positive (Cerezo, 2000; Nowak, 2002; Tavukcu, 2006;). However, according to Kovalik (1999), some students indicated positive attitude and some of them indicated negative attitude toward the course.
- There is no consensus on the effect of PBL instruction compared with traditional instruction on middle school students' academic achievement.

Nowak (2002) stated that gifted students taught with traditional instruction get significantly higher mean score in academic achievement test than students instructed with PBL instruction. On the other hand, without any categorization of students it was reported that PBL instruction is significantly better than traditional instruction with respect to academic achievement (Araz, 2007; Tandoğan, 2006; Tavukcu, 2006). The results emerged from the qualitative data point out that students taught with PBL instruction learn more about a topic (Cerezo, 2000; Tandoğan, 2006; Tavukcu, 2006). However, Kovalik (1999) declared that some PBL students learnt a lot whereas some of them learnt little about a topic.

The literature review indicated that the effect of PBL instruction on students' academic achievement, scientific process skills, and attitude toward the science course is not clear, especially for the physics subjects. Moreover, it is observed that there are studies that focus on only low achievers, high achievers or average achievers but there is no study that compares students of all these groups. There are not enough experimental researches, which have a good research design and a powerful statistical method, conducted on science courses at middle school level. Furthermore, there is no study that investigates the effect of PBL instruction with individual work of students at the middle school level of science course. What is more, the literature suggests that PBL problems should attract students' interest but none of the studies made a need analysis regarding this issue. Besides, the development and use of ill-structured problems in most of the PBL instructions reviewed here was not consistent with the nature of PBL and ill-structured problem. Consequently, it is valuable to conduct an experimental research that take into account the issues mentioned above and thus the current study is conducted by considering these issues.

CHAPTER 3

METHODS

In this chapter; population and sample of the study, variables, instruments, instructional materials, research design, procedure, protocols for experimental and control groups, treatment verification, treatment fidelity, procedure followed in analysis of data, power analysis, and unit of analysis are discussed.

3.1. Population and Sample

The target population of the study is all seventh grade students from public middle schools in Gölbaşı district of Ankara. The accessible population is all seventh grade students from public middle schools located at the city center of Gölbaşı. The sample of the study was chosen from the accessible population by using convenience sampling. There were six public schools in the accessible population and only four of them were convenient to be included in the present study. One of the remaining two schools rejected to participate in the study. The other school had chosen by the Ministry of Education as a pilot school for the implementation of new Science and Technology course, so students of this school were taking the new curriculum. As a result, two classes from each school were selected randomly to participate in the study. Therefore, a total of eight classes, four of them are control group and remaining for experimental group, from four middle schools yielding 320 seventh grade students formed the sample of the study. This sample size is based on official documents. The sample size involved in statistical analyses is different than this official sample size and it will be discussed in Chapter 4. Detailed information for sample size is given in Table 3.1. There are two experimental groups in the study. The first one is problem-based learning with individual work (PBL-I) and the other one is problem-based learning with group work (PBL-G).

Table 3.1 Official number of students in relation to each class and school for control and experimental groups

	Experimental Groups		Control Group	
	PBL-I	PBL-G		
School	Class size	Class size	Class size	Total
A	-	44	44	88
B	34	-	34	68
C	-	50	48	98
D	33	-	33	66
Total	67	94	159	320

One science teacher from each school participated in the study and instructed both control and experimental groups. All teachers were female. Students in control group were taught with traditional teaching method (TTM) while students in experimental groups were taught with problem-based learning method (PBLM). The distribution of gender to the experimental and control groups is given in Table 3.2.

Table 3.2 Gender distribution for control and experimental groups

	Groups			
	Control	PBL-I	PBL-G	Total
Female	70	33	46	149
Male	89	34	48	171
Total	159	67	94	320

According to the teachers, socioeconomic status of students is low. The teachers define their students' environment in which they live as outskirts. Almost each class contains 2-4 students who have some disadvantages. Some of them have difficulties in reading or they read very slowly. Students' achievement level with respect to first semester science course grade is given in Table 3.3.

Table 3.3 Class averages with respect to science course grade (over 5)

	PBL-I Group	PBL-G Group	Control Group
School	Class average grade	Class average grade	Class average grade
A	-	1.92	1.71
B	1.85	-	1.76
C	-	2.44	2.42
D	1.97	-	1.42

As it was seen from Table 3.3, academic achievement of students participated in the study is low. The distribution of science course grades is given in Figure 3.1. This figure shows that approximately 50 % of students get science course grade of 1.

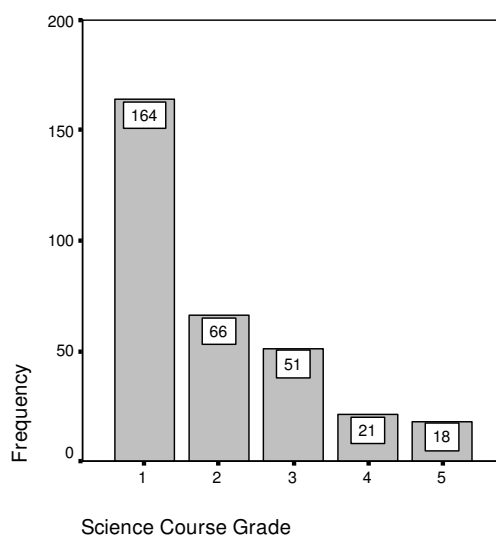


Figure 3.1 Distribution of students' science course grades

In summary, the sample of the study includes students come from families mostly are in low socioeconomic status, students who are in low and medium ability with respect to academic achievement, and students go to schools located at the

suburban areas of the city. Obtaining a sample with low and medium achievers actually was the aim of the study, since Cerezo (2000) states in his research study that there is a need to research on PBL and students-at-risk in terms of academic success in the middle school grades. Therefore, the current study followed this recommendation in determining the characteristics of the sample of the study.

3.2. Variables

Independent variables of the study are methods of teaching (MOT), pretest scores of students on pressure unit achievement test (pre-PUAT), pretest scores of students on attitude toward science course test (pre-AT), pretest scores of students on scientific process skills test (pre-SPST), gender of students, and students' first term science course grade (SCG). MOT indicates group membership which has three levels: traditional teaching method (TTM), PBL with group working (PBL-G), and PBL with individual working (PBL-I). Pre-PUAT, pre-AT, and pre-SPST independent variables are potential variables to be used as covariate in order to ensure equality between groups with respect to these variables. Some characteristics of the independent variables are shown in Table 3.4.

Table 3.4 Variables used in the study

Name of variable	Dependent (DV) / Independent (IV)	Continuous/Categorical	Scale
MOT	IV	Categorical	Nominal
Gender	IV	Categorical	Nominal
School	IV	Categorical	Nominal
SCG	IV	Categorical	Ordinal
Pre-PUAT	IV	Continuous	Interval
Pre-AT	IV	Continuous	Interval
Pre-SPST	IV	Continuous	Interval
Post-PUAT	DV	Continuous	Interval
Post-AT	DV	Continuous	Interval
Post-SPST	DV	Continuous	Interval

Dependent variables of the study are posttest scores of students on pressure

unit achievement test (post-PUAT), posttest scores of students on attitude toward science course test (post-AT), and posttest scores of students on scientific process skills test (post-SPST). Some characteristics of the dependent variables are presented in Table 3.4.

3.3. Instruments

The measuring tools used in this study are curiosity survey, pressure unit achievement test (PUAT), scientific process skills test (SPST), attitude test (AT), self-evaluation form, interviews, scenario evaluation form, and classroom observation checklist. Details of these instruments are discussed in the following sub-sections.

3.3.1. Curiosity Survey

The degree to which problems for PBL are related with students' interests as well as they are from real life is one of the factors that affects the success or failure of PBL (Campbell, 2000). Indeed, some students in Faulkner's study (1999) suggested that problems introduced should be more related with their experiences. If the problems or events presented in the scenario do not accord with students' experiences and their life, students can not be engaged with problems and thus lose their willingness to solve the problems (Conger, 2001). Therefore, it is necessary to conduct research on how teachers can identify their students' interest to create meaningful problems that attract students' attention (Butler, 1998). Moreover, Campbell (2000) suggests that problems should be presented in such a manner that they must trigger students' curiosity. By taking into account these discussions and suggestions from literature, it was decided to develop a curiosity survey to determine students' interest with regard to subjects of pressure unit.

According to Diggs (1999), teachers who implemented PBL state that problems must be current and common so that students can encounter with them in their life and they must be presented in an authentic environment through which students attend the problem solving process from the beginning and as a result they can see the relationship between science concepts and real life. Students explain that they have fun with the engagement of real life problems and their teachers state that

the use of real life situations in PBL scenarios is useful in increasing students' interest (Cerezo, 2000). In order to create good real-life problems, the researcher followed the suggestion made by Edens (2000) and examined some sources which are newspapers, magazines, course books, video films, TV, Internet, past and present events, and daily life. Through this examination a list of real-life events, which are potential problem situations to be used in PBL, associated with subjects from pressure unit was formed. The list was designed as a curiosity survey in order to determine the level of students' interest toward these events.

The final form of curiosity survey consists of 81 items with four-point scale including following alternatives that indicate level of curiosity: "much", "middle", "low", "none" (see Appendix A-1). The instrument was reviewed by two instructors in physics education working in a university through the use of a criteria list given in Appendix A-2. Firstly, the survey was administered to 91 seventh grade students in June 2005 from five middle schools in Balgat district of Ankara. It was administered after students were taught the pressure unit. The aim was to determine students' overall tendency toward real life events. The data obtained from the curiosity survey were entered to the SPSS file and then item scores were computed. An item with a high score indicated that students were so curious about that item. On the contrary, an item with a low score designated that students' curiosity level was low for that item. Through the examination of each item's score, the most and least interested items were determined. The results are presented in Chapter 4.

In order to see if students' interest toward real-life events in the curiosity survey changes with respect to location, it was administered also in schools where the main study was planned to conduct. It was applied to 195 seventh grade students from five public middle schools located in Gölbaşı, in March 2006. It was administered before the pressure unit was taught to the students. The results, which will be discussed in Chapter 4, are similar to the ones obtained in the first application. Hence, the researcher became confident to continue with this curiosity scale in determining the real life events aimed to be used in scenarios. Thus, events that students find most interesting were determined by means of this survey and they were used in scenarios as semi-structured problem situations.

Campbell (2000) states that the contributions of students to problem

development process and in determination of content knowledge to be learned are minimum. Therefore, the answer to the question, “How can students attend and contribute to this process?”, becomes a crucial aspect in design of a PBL instruction. In this study, students were given opportunity to contribute in problem development process through the use of the curiosity survey.

The development and implementation of this curiosity survey is actually a part of needs analysis aimed to determine students’ curiosity level with respect to subjects of pressure unit and then design scenarios based on the results of this needs analysis for PBL instruction. Consequently, students were given a chance to study on subjects, they are interested in.

3.3.2. Pressure Unit Achievement Test (PUAT)

In order to measure students’ academic achievement in pressure unit, the PUAT was developed by the researcher. Before starting construction of the test, objectives of the pressure unit (see Appendix B-1), which were determined and declared by the Ministry of Education, were examined. According to cognitive domain of Bloom taxonomy, level of these objectives ranged from knowledge to application. There were no objectives from the analysis, synthesis, and evaluation levels. In order to see the effect of PBL also on higher cognitive levels of Bloom taxonomy, it was necessary to have objectives from these levels. Therefore, some objectives were revised and some new objectives were added. The new objective list for the pressure unit is given in Appendix B-2. Since one lecture hour is 40 minutes, it was decided to measure each objective with one question so that the test could be completed during one lecture. Moreover, the researcher made a decision on using multiple choice item format in order to get more objective results. Then, some textbooks, test books, Internet, and secondary school entrance examinations (OKS, FL, EML) were reviewed to find out questions that coincide with the objectives of the pressure unit. This review resulted with 14 questions which could not cover all the objectives. Therefore, 10 more questions were developed by the researcher. Accordingly, a test consisting of 24 multiple choice items was formed. This test was reviewed by five Ph.D students, who study on physics education, for face and content validity by using a checklist that is given in Appendix C. Reviewers

determined the cognitive level of the objectives (and also questions), examined compatibility between objectives and questions, and made some suggestions about questions and objectives. As it is seen in Figure 3.2, reviewers almost agreed that questions were compatible with their objectives.

There were eight cases in which reviewers reported that there was no compatibility between objectives and questions. Table 3.5 presents the reasons that the reviewers stated for the incompatibilities. Moreover, for some objectives there was discrepancy between reviewers regarding the cognitive level of the objectives. In this case, frequency analysis with respect to cognitive level of the objectives was used to determine the level of each objective according to the reviewers. The level that gets higher frequency was accepted as the level of associated objective. It was observed that reviewers' decision about the level of objectives was nearly similar to the researcher's decision.

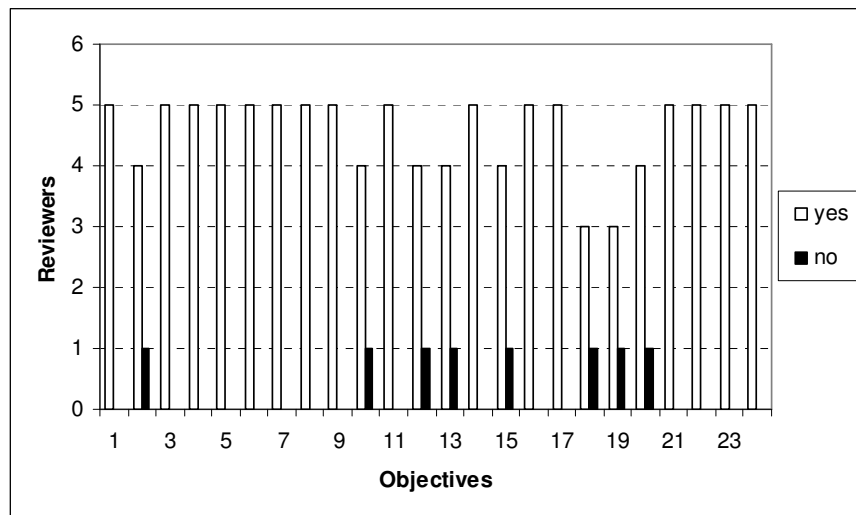


Figure 3.2 Responses of reviewers on compatibility between objectives and questions

By taking into account reviewers' responses, some small modifications were made on the test questions and objectives. For example, the correct alternative was revised by replacing the term "reducing pressure" with "increasing area" for the question 17. Moreover, all distracters in question 24 were stating that the father is

sinking except the correct alternative which was saying that the child is sinking. Hence, one distracter was revised by changing the term “father is sinking” with the term “child is sinking” and the potential clue was removed through this revision. In question 6, the term in the stem of the question “what should be the weight?” was replaced with “what should be the maximum weight?”. Additionally, the verb “explain” in objective 16 was replaced with “tell” to increase the compatibility between the objective and question. Finally, the researcher added one more question related with Bernoulli principle. As a result, an achievement test including 25 multiple choice items was constructed. Table 3.6 indicates the source of questions in the test.

Table 3.5 Reviewers’ rationale for incompatibility between objectives and questions

Objective No	Cognitive level of objective	Item No	Compatibility between objective and item	Explanations in case of no compatibility
2	Application (or synthesis)	17	No	In order to ensure compatibility, the question should ask a suggestion to reduce the pressure (or to decrease amount of sinking).
10	Analysis	18	No	The question is at the level of comprehension since the knowledge was used in drawing graph.
12	Synthesis	22	No	The question is at the level of analysis.
13	Comprehension	9	No	The question is at the level of application.
15	Application	13	No	The pressure in the container was given and the value of atmospheric pressure was asked. Even if atmospheric pressure can be calculated by using the pressure of the container, the question is not directly related with the objective.
18	Comprehension	14	No	The question is at the level of comprehension whereas the objective is at the level of synthesis.
19	Comprehension	23	No	The question is open ended. So, the level of it becomes synthesis.
20	Analysis	11	No	According to me, the verb “explain” can not be used in multiple choice items.

The PUAT was administered to 177 eighth grade students from three public middle schools in Gölbaşı for pilot study. Since the test measures student knowledge

of pressure unit, it would be administered after students learn the content. There was no time to apply the test on seventh grade students after they learned the content since it was the end of the second semester. Therefore, the test was administered to eighth grade students in the next academic year. The test was piloted in Gölbaşı since the main study had been planned to be conducted in Gölbaşı.

Table 3.6 Source of questions in the PUAT

Source of questions	Number of question
Researcher	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 16, 17
Textbooks/Test books	12*, 13**, 24*
OKS	5 ^h , 9 ^e , 11 ^a , 14 ⁱ , 15 ^b , 18 ^g , 19 ^d , 20 ^c , 21 ^f , 22 ^a , 23 ^b
Internet	25 ^j

* Liselere Hazırlık Seti Fen Bilgisi (2000), Güvender Yayınları, Çağlayan A.Ş. Basımevi, İzmir.

** Ana-Fen Sınav Fen Bilgisi (1998), Sınav Yayınları, Aydan Web Tesisleri, Ankara.

a: OKS-1998, b: OKS-1999, c: OKS-2000, d: OKS-2002, e: OKS-2003, f: OKS-2004, g: OKS-2006, h: FL-1987, i: EML-1990, j: http://www.doe.mass.edu/mcas/2004/release/g9_10tech.pdf

The Cronbach alpha reliability coefficient was found as 0.85. According to item analysis conducted via ITEMAN program, item difficulty and item discrimination indices were in acceptable range. Hence, there was no need to discard or change any question in the test. However, some modifications based on alternative statistics were made on the choices of two questions. In question 5, the correct alternative and one distracter were selected with a high rate. Then, these two alternatives were examined. It was clear that the distracter can also be accepted as correct so, it was replaced with a new alternative. In question 10, one distracter was selected with a high rate. Then, all alternatives were examined. It was observed that only in this distracter subject had been used. Hence, the structure of this distracter was revised grammatically to make it similar to the other ones. The final form of the PUAT after these changes is given in Appendix D. Table of test specification for this test is given in Appendix E. Some statistics regarding the item analysis of pilot study conducted via ITEMAN are given in Table 3.7.

Table 3.7 Pilot study statistics for the PUAT

Number of items	25
Number of examinees	177
Mean	13.12
Standard deviation	5.52
Skewness	0.17
Kurtosis	-1.09
Cronbach alpha	0.85
Mean item difficulty	0.53
Mean item discrimination	0.60

According to results of the pilot study, the PUAT test was appropriate to be implemented on the sample of the study. The test was administered to sample of the main study as pretest before the study ($n=285$) and as posttest after the study ($n=176$). Although there were more than two weeks to the end of the semester, some students were absent in the implementation process of the posttest, so sample size in the posttest decreased. The researcher had taken attention of teachers to this probable situation earlier but teachers were sure that most of students would come to class. Additionally, this study started one month late with respect to official annual course program because of the attendance to some activities to celebrate official holiday and being late in teaching of the previous subjects. Therefore, the last scenario of the pressure unit could not be taught since it was the end of the term. As a result, five questions (11, 15, 16, 20, and 21) related with this topic were excluded from the PUAT posttest.

Cronbach alpha reliability coefficients for the pretest and posttest were found to be 0.34 and 0.41, respectively. The low reliability coefficient for the pretest is plausible since students took the test before learning the content. But, the low reliability coefficient for the posttest is an unexpected value when compared with the result of the pilot study. This distinction may be emanated from decreased number of items in the posttest and the disparity between achievement levels of both groups.

Figure 3.3 indicates the achievement level of students in the pilot study with respect to their first term science course grade which is higher than that of the students in the sample of the study that was presented in Figure 3.1.

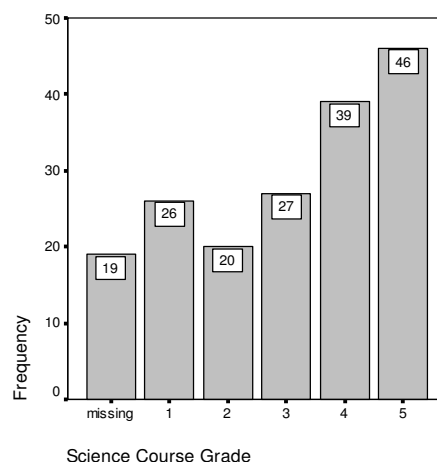


Figure 3.3 Distribution of students' science course grade in the pilot study

Item analysis of the post-PUAT in the main study revealed that there were six items (5, 7, 9, 10, 22, and 24) which correlated negatively with the total test. Therefore, these items were excluded in all of the analyses conducted in the study. Then, Cronbach alpha reliability coefficient of the test was found as 0.72. In other words, in statistical analyses, the PUAT was considered as a test covering 14 items that are designated with a star mark in Appendix D. The removed items did not affect the content validity of the test. Since they were randomly distributed on the content and were not only from one topic. Hence, all topics presented in the table of test specification (see Appendix E) could be measured with these 14 items. Descriptive statistics of this final form of the PUAT are given in Chapter 4. It should be noted that the Pre-PUAT and Post-PUAT were reduced to 14 items so mean score of these tests is lower than that of the pilot study included 25 items.

Each correct answer was given one point whereas wrong answer and unanswered items were scored as zero. Thus, students can get a minimum score of

zero and a maximum score of 14 from the PUAT. Higher scores show that students' academic achievement in pressure unit is high while lower scores mean that students' academic achievement in pressure unit is low.

3.3.3. Scientific Process Skills Test (SPST)

Students' scientific process skills was measured by Integrated Process Skill Test: TIPS II, developed by Burns, Okey and Wise (1985). The test was translated into Turkish and adapted by Geban, Askar and Özkan (1992) and obtained by personal communication with Geban. The test consists of 36 multiple choice items which were based on five process skills objectives that are modified and adopted from the nine objectives (one of them has four parts, so a total of 12 objectives) identified by Dillashaw and Okey (1980) for Test of Integrated Process Skills (TIPS). In other words, number of TIPS II objectives was decreased by joining some objectives of TIPS into one objective. The process skills tested by these tests are as follows: identifying variables, operationally defining, identifying testable hypotheses, data and graph interpretation, and experimental design. The aim with TIPS II was to construct another set of items so that they could serve as an alternate process skills test as well as enrich available item pool for diagnostic and summative testing.

Burns, Okey and Wise (1985) declared that middle school students need up to 50 minutes for completing the test. Since one lecture hour is 40 minutes in the schools of this study, the researcher decided to reduce the number of items in the test and firstly searched for the literature to find out such a test. Burns, Okey and Wise (1985) recommend the test for grades 7-12 and state that it is free from any curriculum or content area. However, according to Aydoğdu (2006) the test was more appropriate for eighth grade students than seventh grade students with respect to cognitive development level and there were some questions related with the content of eighth grade science class. By stating this reason, Aydoğdu dropped some questions that do not match with the content of seventh grade from the test, which finally consisted of 28 items. After the pilot study of this test, three items that had discrimination indices lower than 0.3 were also excluded from the test. As a result, a test (see Appendix F-1) including 25 multiple choice items with reliability coefficient

of 0.81 was obtained by Aydoğdu (2006). The type of reliability was not expressed by the researcher who also did not mention about content validity of this test. As discussed in the next paragraph, content validity of the test was suffered while discarding some questions from the original test.

This test, developed by Aydoğdu, was implemented to 195 seventh grade students from four middle schools in Gölbaşı as a pilot study of the current research, in March 2007. The reliability coefficient was found as 0.62. Item analysis was conducted using ITEMAN and it was observed that three items correlated negatively with the total test. The results were not similar to that presented in Aydoğdu's study. Then, the test was examined in terms of whether it assesses all the objectives stated by Burns, Okey and Wise (1985) or not. In the original TIPS test, three questions were written for each objective. At the end of the examination, it was seen that there was no question measuring one of the objectives and some objectives were measured by only one question in Aydoğdu's test. With this structure the test did not represent the original test completely. In other words, content validity of Aydoğdu's test was weak. Subsequently, for this study it was decided to assess each objective of the TIPS II test with two items. Items with good item statistics attained from the pilot study were included in this version of the test. As a result, the final form of TIPS II test, which is named as SPST in this study, including 24 items was constructed (see Appendix F-2). In other words, only 24 items selected from the original TIPS II test were used to measure students' scientific process skills in the current study.

The SPST was administered to 289 students as a pretest that resulted with reliability coefficient of alpha to be 0.63 and 182 students as a posttest with reliability coefficient of alpha to be 0.65. Five items (3, 5, 10, 11, 17) in the posttest and two items (3, 11) in the pretest were correlated negatively with the total test. Discrimination indices of all items except the five items were greater than 0.3. Mean item difficulty and mean item discrimination of the posttest were 0.36 and 0.42, respectively. Burns, Okey and Wise (1985) reported mean item difficulty and mean item discrimination of TIPS II for a sample of students from grade levels 7-12 as 0.53 and 0.35, respectively. As a result, the five items stated above were excluded in all of the analyses conducted in the study. Cronbach alpha reliability coefficient of the test in this form was found as 0.75. In other words, in statistical analyses, the

SPST was considered as a test that covers 19 items which are specified by a star mark in front of each question number. All of the five objectives belong to TIPS II test stated above still could be measured with these 19 items. Therefore, exclusion of the five items did not affect seriously the content validity of the test used in the current study.

For each correct answer, students get one point. Wrong answers and unanswered items are scored as zero. Therefore, students can get a minimum score of zero and a maximum score of 19 from the SPST test. Higher scores indicate that students are good at scientific process skills whereas lower scores means that students are weak in scientific process skills.

3.3.4. Attitude Test (AT) for the Pressure Content

The level of students' attitude toward the pressure content was measured by a test developed originally by Taşlıdere (2002) and then modified by Küçüker (2004) by reversing five items to its negative form and changing two items to their new forms which are 23th and 24th items. The original forms of these two items in Taşlıdere's study are as follows, respectively: "Simple electric circuit topics are more interesting than other topics" and "I want to be a member of physics society". Since Taşlıdere and Küçüker studied on simple electric circuit topic, all items in the attitude test covered the term "simple electric circuit". This term was replaced with "pressure" in the current study so that the test can be applied for the pressure unit. Taşlıdere and Küçüker found Cronbach alpha reliability coefficient of the test as 0.94 and 0.83, correspondingly. The test, in which five-point likert type scale was used, includes 24 items (see Appendix G). Each correct answer was given one point whereas each wrong answer and not filled item was given zero. Hence, students can get a minimum score of 24 and a maximum score of 120 from this test. Higher scores indicate positive attitude, whereas lower scores represent negative attitude toward the pressure unit. Five factors, which are enjoyment, self-efficacy, importance of physics, achievement-motivation, and interest related behavior, are included in the test. The item numbers belong to each factor as Taşlıdere found are indicated in Table 3.8. Küçüker did not report about whether she conducted factor analysis or not.

Table 3.8 Item numbers associated with the factors of the AT in Taşlıdere's study

Factors	Item numbers
Enjoyment	1, 2, 16, 17, 23
Self-efficacy	9, 10, 11, 18, 21
Importance of physics	3, 4, 5, 13, 14
Achievement-motivation	6, 7, 8, 12
Interest related behavior	15, 19, 20, 22, 24

Attitude test was administered as a pilot study of this current research in March 2006 to 129 eighth grade students from three middle schools in Gölbaşı. The Cronbach alpha reliability coefficient was found as 0.91. In the main study, the test was applied on 224 seventh grade students as a pretest and reliability coefficient of alpha was found as 0.85. The test was administered to 180 seventh grade students as a posttest that resulted with a Cronbach alpha reliability coefficient of 0.90. Therefore, the test seems reliable and is consistent with the result of Taşlıdere's study with respect to reliability. Factor analysis results of the attitude test used in the current study with respect to pilot study, pretest and posttest are given in Tables 3.9, 3.10, and 3.13, respectively.

The KMO measure in the pilot study is 0.80 that indicates that the sample is enough to conduct factor analysis. The observed significance level is 0.00 for Bartlett's test that indicates that there is a strong relationship among variables and thus we can conduct a factor analysis for the data. Loading of items to the factors are almost similar to the theoretical base proposed by Taşlıdere. However, four negative items were loaded on a new factor as indicated in Table 3.9.

Table 3.9 Factor analysis of the AT in the pilot study of current study

Factors	Item numbers
Enjoyment	1, 2, 16, 17
Self-efficacy	10, 11, 18, 21
Importance of physics	3, 5, 14, 23
Achievement-motivation	6, 7, 9, 12
Interest related behavior	15, 19, 20, 22
Negative items	4, 8, 13, 24

For the pretest data of the current study, the KMO measure and Bartlett's test yielded the same values as observed in the pilot study. The factor analysis of pretest data yielded seven factors. Then, the analysis repeated by restricting the number of factor to five. Result is presented in Table 3.10. One item from importance of physics factor and two items from interest related behavior were loaded in enjoyment factor. Two items from importance of physics factor were loaded in achievement-motivation factor. One item from enjoyment factor was loaded in interest related behavior factor. Four negative items were loaded in a factor again. Loading of items to self-efficacy factor is the same as observed in Taşlıdere's study.

Table 3.10 Factor analysis result of the Pre-AT

Factors	Item numbers
Enjoyment / Importance of physics / <i>Interest related behavior</i>	1, 2, 16 , 3, 22, 24
Self-efficacy	9, 10, 11, 18, 21
Achievement-motivation / Importance of physics	6, 7, 12 , 5, 14
Interest related behavior / Enjoyment	15, 19, 20 , 23
Negative items	4, 8, 13, 17

The KMO measure was found as 0.86 for the posttest. The observed significance level is 0.00 for Bartlett's test. The factor analysis resulted with five factors. The eigenvalues of the factors are presented in Table 3.11. According to the table, five factors explain 57 % of the total variance.

The loading of items to the factors is represented in Table 3.12. In the first factor, there are six items. Second factor includes seven items. Four items were included in the third factor. Fourth factor consists of three items. Four items were loaded on fifth factor.

The factors yielded from this analysis were named according to the Taşlıdere's study. The result is shown in Table 3.13. Bold numbers mean that they were also observed in the same factor in the Taşlıdere's study. Items with an asterisk

Table 3.11 Eigenvalues and explained variance for the factors

Component	Initial Eigenvalues			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	7.804	32.515	32.515	3.629	15.119	15.119
2	1.903	7.930	40.445	3.622	15.090	30.209
3	1.607	6.698	47.143	2.713	11.303	41.512
4	1.272	5.300	52.443	2.067	8.614	50.126
5	1.181	4.922	57.365	1.737	7.239	57.365
6	.997	4.155	61.520			
7	.974	4.060	65.580			
8	.890	3.708	69.288			
9	.801	3.336	72.624			
10	.746	3.109	75.733			
11	.670	2.791	78.524			
12	.616	2.567	81.091			
13	.559	2.328	83.419			
14	.522	2.174	85.593			
15	.501	2.086	87.679			
16	.467	1.945	89.624			
17	.434	1.806	91.430			
18	.409	1.705	93.136			
19	.377	1.570	94.705			
20	.299	1.244	95.949			
21	.278	1.156	97.106			
22	.260	1.084	98.189			
23	.234	.976	99.166			
24	.200	.834	100.000			

mean that they were loaded firstly on another factor but they were also loaded on a second factor (see Table 3.12). These items were accepted as loaded on the second factor because of the high relevance of these items with the second factor. Items 21 and 14 were loaded on factors of self-efficacy and importance of physics, respectively, in the Taşlıdere's study. However, in the current analysis they were loaded on enjoyment item. Items 3 and 5 were loaded on the importance of physics factor in the Taşlıdere's study whereas in the current analysis they were loaded on the interest related behavior factor. These items mention about the benefits of learning the content in the life and future works of students. Students possibly associated these items with their life so these items were loaded on the interest

Table 3.12 Loading of items to the factors

Items	Components				
	1	2	3	4	5
POSTAT21	.690	.206	.157	-.052	-.123
POSTAT14	.680	.191	.136	.103	.093
POSTAT2	.638	.054	.276	.048	.054
POSTAT1	.622	.447	.097	.036	.037
POSTAT9	.529	.213	.344*	.062	.109
POSTAT23	.490	.038	.373	.199	.042
POSTAT20	.216	.739	.134	.083	.047
POSTAT15	.196	.683	.159	.086	-.044
POSTAT19	.118	.672	.197	.031	.061
POSTAT22	.023	.604	.343	.192	.065
POSTAT3	.426	.587	-.088	.173	.176
POSTAT18	-.008	.523	.382*	.197	-.094
POSTAT5	.484	.519	-.042	.178	.033
POSTAT11	.181	.147	.715	.151	.181
POSTAT6	.284	.243	.651	-.003	.175
POSTAT10	.271	.257	.587	.168	-.281
POSTAT16	.387*	.377	.533	.116	.229
POSTAT17	.186	.189	.117	.807	.116
POSTAT24	-.075	.230	.044	.720	.063
POSTAT12	.452	.100	.376	.518	-.015
POSTAT4	-.112	.087	.079	.063	.782
POSTAT13	.443	-.159	-.088	.320	.539
POSTAT8	.183	-.009	.239	.491	.516
POSTAT7	.194	.397	.423	-.068	.513

related behavior factor. Item 6 was loaded on the achievement-motivation factor in the Taşlıdere's study while in the current analysis it was loaded on the self-efficacy factor. Items 17 and 24 were loaded on factors of enjoyment and interest related behavior, respectively, in the Taşlıdere's study. However, in the current analysis they were loaded on the achievement-motivation factor. The phrases "studying on the topics" and "number of lectures" as well as verbs "dislike" and "not to want" used in these items are somehow related with achievement and motivation, respectively. Therefore, loading of these items on achievement-motivation factor is plausible. Items 7 and 8 were loaded on the achievement-motivation factor in the Taşlıdere's study whereas in the current analysis they were loaded on the importance of physics factor. Students try to do best in the topics since they give importance to them. In

addition, students do not endeavor in case of failure since the topics are not important for them. Hence, loading of these items to the importance of physics factor is reasonable.

Table 3.13 Result of factor analysis in the Post-AT

Factors	Item numbers
Enjoyment	1, 2, 16*, 23, 21, 14
Interest related behavior	15, 19, 20, 22, 3, 5,
Self-efficacy	9*, 10, 11, 18*, 6
Achievement-motivation	12, 17, 24,
Importance of physics	4, 13, 7, 8

In summary, the aim of conducting this factor analysis was to present an evidence to construct related validity for the AT. The factor pattern of the attitude test observed in this study is not exactly the same as found by Taşlıdere (2002) in terms of factor loadings. This may be due to the changes made by Küçüker (2004) as reversing five items to their negative forms and replacing two items with the new ones. However, the five-factor nature of the test is apparent also in this study. It can be concluded that construct related validity of the test is supported but not strongly through factor analysis.

3.3.5. Self-Evaluation Form (SEF)

As discussed in Section 2.9, it is suggested to use alternative assessment techniques as well as traditional techniques to evaluate students' learning in PBL instruction and the process of PBL. As an alternative assessment technique, student self-evaluation was preferred for the current study. The SEF was developed to help students in their self-evaluations.

The SEF consists of eight open-ended questions and it is presented in Appendices H-1 and H-2 for the control and experimental groups, respectively. The form designed in two forms. The subject matter name that students just studied on it

was emphasized in the form for the control group. However, for the experimental group, scenario name that students studied on it was emphasized in the form. The SEF given in Appendices are designed for the first topic which is pressure in solids. Six questions in the form were taken from the curriculum and guide book prepared for the elementary school science and technology course (Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, 2005, p.47). Some of them were modified a little bit. Two additional questions (i.e., c and h) were developed by the researcher.

Both control and experimental groups were given self-evaluation form after students were taught each topic or scenario. Students filled the form at home individually and returned it to their teachers in the next lesson. Since students were taught for three topics or scenarios, this form was administered three times. Then, the researcher collected the forms from the teachers to analyze them.

3.3.6. Interviews

In order to realize the perception of students and teachers regarding the PBL instruction interviews were conducted. At the end of the treatment, a group interview was conducted with 10 students from the PBL-I group. The reason of interviewing with only 10 students is that at the day of the interview there were 10 students in the class. Because of time limitation, it was decided to conduct a group interview. They were asked to state differences between the new and old science teaching approaches. Moreover, the teachers participated in the study were interviewed after the treatments. Three questions, which deal with differences between the new and old science teaching approaches, difficulties in the application of new approach (i.e. PBL), and students' interest or participation in the course, were asked to the teachers. Interview questions for both students and teachers are given in Appendix I.

3.3.7. Scenario Evaluation Form

The aim of this instrument was to take students' opinion about scenarios developed by the researcher before starting the main study. There are two parts in the form. The first part includes 13 items with five-point likert type scale. The other one is an open-ended part that is designed as to take students' suggestions about the scenarios. Two constructs were included in the scale. The first one is students'

interest toward scenario measured by items 1, 2, 3, 7, 10, 12, 13 and the other one is students' problem solving approach measured by items 4, 5, 6, 8, 9, and 11. The instrument is given in Appendix J.

This instrument was administered to 75 seventh grade students from five middle schools in Balgat district of Ankara in June 2005, after students were distributed the first genre of scenarios given in Appendix K-1 and read them. The distribution of scenarios to schools is shown in Table 3.14. Each student was given only one scenario and then requested to fill scenario evaluation form after reading the scenario.

Table 3.14 Distribution of scenarios to schools

Scenario Name	Schools	Frequency
Bicycle Sinking into the Sand	K & L	16
Draw Well	M	17
Adventures of Three Climbers	N	10
Interesting Experiences in Swimming	O	32
	Total	75

Results of this application will be discussed in Chapter 4. This implementation was a part of needs assessment, since, through this instrument, students' opinions and suggestions about the use of scenarios in science courses were taken. Then, gathered information was used in revising and developing scenarios by the researcher. These issues are discussed in Section 3.4.

3.3.8. Classroom Observation Checklist

In order to check if experimental groups took a treatment based on PBL instruction and control group took a treatment based on traditional instruction, an observation checklist was prepared. In other words, treatment verification was realized by using this checklist (see Appendix L). There are 33 items in the checklist. It consists of items related to both treatments given to control and experimental groups. The main properties of the PBL instruction and traditional instruction were included in the checklist. There are four alternatives in the checklist: yes, partially,

no, and not applicable (NA). NA is required since in one lecture period it is impossible to give all steps of PBL treatment. Steps that are not included in the content of the lecture observed were coded as NA.

Some lectures from each group were observed by two observers who filled the observation checklist. One of the observers was the researcher of this study and the other one was a Ph.D student in the department of Secondary Science and Mathematics Education at METU. The reason of using two observers in some lectures was to avoid the bias of the researcher and thus to obtain more reliable result. The correlations between observers were calculated and observed that they were high (see Section 4.9). Therefore, it can be concluded that observations made by only one of the observers are also reliable. Thirteen lectures were observed out of 91. Hence, 14 % of the lectures were observed. For each group, a score that indicates the degree to which the treatment given as desired way was calculated. The results obtained from this checklist are presented in Chapter 4.

3.4. Instructional Materials

In this section, the teaching/learning materials used in the study will be explained. These are; scenarios, “Let’s Investigate Scenario (LIS)” forms, teacher guide for LIS forms, lesson plans, source books for students to help them in their investigations, simple experiments, and introductory materials regarding PBL.

3.4.1. Scenarios

After the chapter, which is pressure, and its objectives were determined for this study, the researcher began to search for real-life events related with subjects given under pressure unit by using many resources such as; course book, textbooks, encyclopedia, magazines, newspapers, TV channels, and Internet. Besides, the researcher observed the environment to find out real-life events associated with the teaching topics. This search process yielded a long list that consists of many real-life events related with the pressure unit. Actually, this list constituted the basis of curiosity survey discussed in Section 3.3.1.

The next step was to use these real-life events in developing scenarios. A crucial question, how many scenarios should be produced, would be answered in this

step. In annual course plan, about five weeks were devoted for pressure unit. In this study, it was planned that PBL students should study on each scenario at least one week period (i.e. three lecture hours) in order to reflect or create PBL nature in the class. From this picture the researcher concluded that four scenarios would be enough. Then, the content of each scenario was specified by dividing pressure unit roughly into four parts that are pressure in solids, pressure in liquids, pressure in gases/atmospheric pressure, and buoyant force in liquids (swimming/sinking in liquids). Therefore, the development of four different scenarios based on objectives of the contents described above was aimed.

After that the researcher began to write scenarios. Real-life events were tried to be integrated in a meaningful way within a scenario. In this step, the researcher acted as a scenarist. First of all, real-life events were combined into four categories according to classification explained above. Then, by taking into account one or two real-life events a scenario was written. Later, the scenario was enriched by integrating other convenient real-life events in the same category. Story telling style was embraced in writing scenarios since the sample includes seventh grade students. The first developed scenarios are given in Appendix K-1. They were reviewed by two instructors in physics education at a university in terms of some criteria given in Appendix K-2. These scenarios were distributed to 75 seventh grade students from five middle schools in Balgat district of Ankara in June 2005 in order to take their opinions about them via scenario evaluation form given in Appendix J. The results are discussed in Chapter 4. It is found that students have positive thoughts on the scenarios. So, the researcher became sure to write and continue with this type of scenarios. However, all of the objectives could not be integrated into the scenarios, still. It should be noted that the events used in the first genre of scenarios were the choice of the researcher.

The researcher decided to write second genre of scenarios by using the results of curiosity survey so that scenarios can include real-life events that students curious about them. The most interested events, most of them were related with health, in the curiosity survey were tried to be integrated in a meaningful way within scenarios. It was so difficult to write scenarios including events related with health. Some of them were above the level of seventh grade students, so they were not used. Another

adversity was to insert more than one objective into the scenarios related with health. Although such complexity was existing, as a result, the second genre of scenarios was produced by the researcher. Unlike first genre of scenarios, these scenarios were supported by pictures associated with the events. They were piloted in three schools at Gölbaşı, in May 2006. In other words, they were used in teaching-learning process through PBL method.

In the first school, four different scenarios, which are presented in Appendix K-3-Part A, were distributed in the class. They were related with pressure in liquids. Events that students were most interested in were used in these scenarios. All of them were related with health. Students could not make any experiments to propose a solution to the problems since the events regarding health were so abstract for them to conduct any experiment. Therefore, they could only search for information required to solve the problems from a variety of sources. Then, the researcher decided to select real-life events that can also be examined through making experiments with simple tools for the main study.

In the second school, only scenarios related with pressure in solids were piloted since the researcher was allowed only three lecture hours to study. Three different scenarios, which are associated with the same objectives, were used. The scenarios used in this implementation were given in Appendix K-3-Part B.

In the third school, three different scenarios, which were the same as used in the second school, were used in the subject of pressure in solids. The purpose of using more than one scenario was to give students more opportunity to study on events that they are interested in. However, in this situation, classroom management was so difficult and much time was consumed. For this reason, one scenario was used for each other subject. Other scenarios regarding the remaining subjects are presented in Appendix K-3-Part C.

After conducting pilot studies regarding scenarios, the researcher made necessary changes and produced final forms of scenarios to be used in the main study. These scenarios were given in Appendix K-4. The relationship between scenarios used in the main study and objectives of the pressure unit is given in Table 3.15. Scenarios 1, 2, 3 and 4 are related with pressure in solids, pressure in liquids, pressure in gases/atmospheric pressure, and buoyant force in liquids, respectively.

Table 3.15 Objectives associated with the scenarios used in the main study

Scenario No	Scenario Name	Objectives
1	Bicycle Sinking into the Sand	1, 2, 3, 4, 5
2	Ayşegül's Camping Adventures	6, 7, 8, 9, 10, 11, 12,
3	Adventures of Three Climbers	13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
4	Ayşegül's Camping Adventures-2	21, 22, 23, 24, 25

3.4.2. Let's Investigate Scenario (LIS) Forms

In order for students to follow PBL process easily, “let's investigate scenario” forms were developed. These forms indicate all steps that students must do during the lecture. After reading scenarios, students started to use this form. Students do the required things and write them down on the form. These forms act also as a notebook. Whatever students learn, there are places on the form to write them. In other words, students do not need to use a different notebook. The forms used in the pilot study were revised three times, which were presented in Appendix M-1. Then, final versions of these forms given in Appendix M-2 were produced for the main study. The forms given in Appendix M-2 are for individual works (i.e. PBL-I group). Students who conducted group work during the PBL process were also given the same format of the LIS form. However, LIS form for group work differs only in terms of personal pronoun. For example, the first item in the individual-LIS form appears as “Write down the problem situations (questions) you determined”. This item is presented in the group-LIS form as “Write down the problem situations (questions) you determined by discussing with your group members”. Therefore, LIS forms for individual and group work have the same construct. For this reason, LIS forms for group work are not included in Appendix section in order to prevent a bulk Appendix.

3.4.3. Teacher Guide Book for LIS Forms

Teachers were supported by teacher guide book while students work on the LIS forms. Actually, it is the LIS form. Some steps on the form, at which students

probably will need guidance, were filled by the researcher to help teachers what to do at that time. The aim was to facilitate teachers' job and to inform them about what to do in each step. For example, the space in the first step of teacher guide book is empty. In this step students will define problems from the scenario and write down on the space given in this step. Students can write whatever they want as a problem. Therefore, students no need any guide in this step and teacher guide book is empty. However, the space in the second step was filled in teacher guide book. It informs the teacher about the problems that should be chosen by the class as a common problem. Then the teacher knows how to guide student and acts accordingly. This guide book is important since students may come up with different problems that may not be related with the objectives of the pressure unit. The guide book notifies teachers about the limitations regarding problem situations and thus ensures to follow curriculum appropriately. Otherwise, students may study on problems that take away students and teachers out of the curriculum. In summary, teacher guide book can be considered as an answer sheet of LIS form. Teacher guide books developed for each LIS form are presented in Appendix N.

3.4.4. Lesson Plans

In order for teachers to follow instruction based on PBL properly, lesson plans were developed for each scenario. The PBL instruction developed for the current study was mainly based on the principles stated by Duffy and Cunningham (1996). The principles were discussed in Section 2.3 in detail. Therefore, lesson plans for the experimental group reflect the nature of these principles. Lesson plans were also supported and enriched by integrating the suggestions made in the PBL literature. The integration process was explained under each title in Chapter 2. Moreover, lesson plans of the PBL studies discussed in Section 2.13 were examined in terms of how to integrate PBL instruction to the lesson plans.

The results obtained in the pilot study were useful in developing the lesson plans for the main study. For example, all teachers participated in the pilot study suggested to implement PBL instruction with individual working instead of group working. They believed that PBL instruction might be more beneficial with this design. This feedback was taken into account in the development of instruction for

the main study and PBL instruction with students' individual work as well as PBL instruction with group working was developed. Before starting the treatments lesson plans were given to teachers to take their feedbacks. The most prominent feedback was on experiments. They stated that there is no laboratory in the school or there is not enough equipment for making the experiments. Then, the researcher assured them in preparing the experimental set ups.

How and when to use the instructional materials, discussed in this chapter, were explained to teachers in the lesson plans. Lesson plans firstly inform teachers about the topic with which the scenario is related. Then objectives were presented. After that, step by step procedure was explained. The recommended time for each step was also reported as shown in the first scenario of Appendix O. The main parts of the lesson plans can be stated as follows: problem definition, search for information from resources, the use of a scientific research method, proposing solutions to the problem, solving problems requiring mathematical operations, and self-evaluation. Teachers were requested to obey the lesson plans in their instructions. They are given in Appendix O.

3.4.5. Source Books

Each class in which PBL was implemented was supported by many source books so that students can search for information needed to solve problems emerged from the scenarios. For this aim 26 different books related with the subjects included in the pressure unit were obtained by the researcher and delivered each PBL class. The books were kept in the class library. Students were directed to search for information from these books as well as other sources they can reach when they come into the third and fourth step explained in the LIS form. A table (see Appendix P) that indicates which subjects are included in which books with their page numbers was prepared for teachers. Thus, they were able to guide students in the search process. The other benefit of this approach is to avoid time consuming in searching the books.

3.4.6. Simple Experiments

For each problem situation suitable to carry out simple experiments, the

researcher prepared experimental set ups and made them ready to be used by teachers. Experiment part of the instruction was inserted to the lesson plans as the 12th and 13th steps. The experiments were designed to test the hypotheses made by the class. Students decided whether the hypotheses supported or not by taking into account the results of the experiments. Using the results of the experiments students tried to propose solutions to the problems. Teachers were also trained about how to do these experiments. This training was conducted at the schools two or three days before the planned time of making the experiment. For each experiment, training was continued up to about 10 minutes.

In the selection process, experiments were paid attention to be as simple as possible. So, they could be done by using simple tools. In addition, they would match with the problem situation and hypothesis. By taking into account these issues, the course book, textbooks, and Internet were searched for the experiments. Then, the researcher determined the experiments and made these experiments to see whether they work well or not. Experiments not functioning as expected were replaced with the new, working ones. Therefore, the researcher made sure that all experiments were working well. The first scenario includes one experiment. There are seven experiments in the second scenario. Five experiments are covered in the third scenario. Finally, there are six experiments in the fourth scenario. The names and details of these experiments are explained in lesson plans given in Appendix O.

3.4.7. Introductory Materials Regarding PBL

The researcher prepared some introductory materials in order to inform both teachers and students about the PBL method. Before the implementation, both students and teachers were given these materials. Students were requested to read these materials so that they could get the idea about how to act during the PBL process. Teachers directed students to these materials whenever they had difficulty in any step of the PBL process. For example, in the first scenario, students faced with difficulty in forming hypothesis. Then, teachers directed students to the related section of the introductory materials. Students investigated an example of hypothesis given there and then attempted to write their hypothesis. Therefore, introductory materials were used by students whenever they needed during the treatment. In

addition to written materials, teachers were also informed about the main aspects of PBL via oral presentations before and during the implementation. These introductory materials are given in Appendices R-1 and R-2 for students and teachers, respectively.

3.5. Research Design

In Turkish school system, it is almost impossible to assign each subject to experimental and control groups. For this reason, intact groups were used in the current study. These intact groups were randomly assigned to control and experimental groups. Moreover, students in control and experimental groups were statistically matched on certain variables. Therefore, this study becomes a quasi-experimental design. The type of design is the matching-only pretest-posttest control group design (Fraenkel & Wallen, 1996, p.275).

The research design is shown in Table 3.16. According to this design, firstly, both control and experimental groups were given pretests. Then, students in the control and experimental groups taught with traditional teaching method and PBL method, respectively. After treatments were completed, the posttests were given to both groups. Covariate analysis was used to match students in the experimental and control group on the pretests scores of the PUAT, SPST, and AT.

Table 3.16 Research design of the study

	O (Pretest)	M (Matching)	X (Treatment)	O (Posttest)
PBL-G group	PUAT SPST AT	Statistical matching	Instruction based on PBL with group working	PUAT SPST AT
PBL-I group	PUAT SPST AT	Statistical matching	Instruction based on PBL with individual working	PUAT SPST AT
Control group	PUAT SPST AT	Statistical matching	Instruction based on traditional teaching	PUAT SPST AT

3.6. Procedure

The procedure followed from the beginning of this research study to the end of the dissertation writing is explained below. The steps generally are in order with respect to time. Nonetheless, some steps occurred in different times as well. For example; although literature review conducted at the beginning of the study, it was also made at the middle and end of the study to make the study as current as possible. Similarly, need analyses including students and teachers continued up to the main study. The main steps followed during the preparation of this dissertation can be described as follows:

- Determination of research problem
- Determination of key words
- Literature review
- Reading the sources obtained from literature review
- Determination of population and sample
- First trial of scenario writing
- Need analyses
- Development and implementation of curiosity survey
- Development of instructional materials
- Pilot study of instructional materials
- Preparing experiment set ups for each class
- Supplying resource books for each class
- Development of tests
- Pilot study of tests
- Application of pretests
- Main study (treatments were given)
- Application of posttests
- Data entering
- Analysis of data
- Writing the thesis

These steps are explained briefly in the following paragraphs. After the research problem was determined for this study, the researcher specified key words to be used in the literature review. The list of key words is given in Appendix S.

ERIC, Academic Search Complete, Social Science Citation Index, JSTOR, Taylor & Francis, Wiley InterScience, ProQuest (UMI) Dissertations & Theses, METU Library Theses and Dissertations, Turkish Higher Education Council National Dissertation Center, and TUBITAK Ulakbim databases were searched by using a variety of combinations of the key words. Besides, some main journals in Turkey such as Hacettepe University Journal of Education, Journal of Education and Science, and Journal of National Education were reviewed. Moreover, OBES database was used in order to know whether a needed article can be reached from the libraries of universities in Turkey. PBL research in science education, especially from middle school grades, was collected through this literature review. These obtained sources were examined in detail.

Then, sample and population of the study were determined. In this step, characteristics of population (mainly considered as socioeconomic status), school type, and grade level were determined. Finally, schools thought to be participating in the study were specified. Furthermore, the sample size was determined by following the procedure explained by Cohen and Cohen (1983, p.155). First of all, the researcher fixed alpha to 0.05, which is a convention in educational research. Cohen and Cohen (1983, p.161) classified effect sizes as small (0.02), medium (0.15), and large (0.35) measured by f^2 . According to the literature, the effect of PBL on middle school students' achievement was not clear. Therefore, it would be practical to set effect size to a medium value of 0.15. Finally, power was set to 0.80 as suggested by Cohen and Cohen (1983, p.162). Then, by using these preset values, the required sample size for this study found to be 71.

The pressure unit on which this study was conducted was determined before scenario writing process. After the researcher gained enough knowledge about scenarios used in PBL through literature review, first trial of scenario writing was started. Some scenarios were produced during this process. They were distributed to some students to take their opinions on them. This was a part of need analyses.

Needs analyses continued through the curiosity survey. It was developed to determine students' most interested events regarding pressure unit subjects. The aim was to use these events in scenarios so that they become more related with students' interests. As a result, new scenarios were produced by using students' most

interested real-life events determined via curiosity survey.

Pilot study was conducted in 2006-2007 academic year for a period of one month in three middle schools located in Gölbaşı. Scenarios and other developed teaching/learning materials were used in teaching pressure unit. According to the results of the pilot study, scenarios and other instructional materials were revised and they were given final forms. Then the researcher prepared experiment set ups for teachers. These experiments were designed so that the hypotheses emerged from the problem situations in scenarios can be tested.

The researcher searched for printed resources in Turkish related with the subjects of pressure unit. Internet was used and some major publishers were visited for this purpose. A source book list consisting of 26 books was determined and four pieces of each book were obtained since there were four classes that used PBL. These source books were carried to each class and maintained in the class library.

Three instruments were determined to measure students' development level on some variables. The first one was achievement test that was developed by the researcher by using some resources as discussed in Section 3.3.2. Attitude test and scientific process skills test were taken from the studies of previous researchers. However, some modifications were made on these tests. Pilot studies of these tests were conducted in 2007-2008 academic year before the study started. According to the results of these pilot studies, some changes were made on the tests. Moreover, some open-ended measuring tools were developed and used in the study. They were discussed in Section 3.3.

The main study was carried out in 2007-2008 academic year on seventh grade students from the four middle schools in the city center of Gölbaşı district of Ankara. Before starting the current study, necessary permission to conduct this study was taken from the Ministry of Education. The permission document is presented in Appendix T. At the end of the April 2007, the pretests were administered to both groups by their teachers. In order to standardize the test administration process a document (see Appendix Z) explaining instructions for the process of testing was given to the implementers. They were requested to obey the rules of test administration. Then, main study started. Students in the control group took instruction based on traditional teaching, whereas students in experimental group

taught with instruction based on the PBL. Treatments were given by the teachers of the students included in the sample and continued up to five weeks except test administration. After the treatment, students were given the posttests. For the PUAT and the SPST tests one lecture hour was given to students to complete the tests. For the AT test, students were given 15 minutes. The pretests and the posttests were not administered exactly at the same time since the teachers did not start to teach the pressure unit at the same time.

As data gathered through pretests and posttests, they were entered into the SPSS program and they were analyzed. In addition, self evaluation forms gathered from students at the end of each subject of the pressure unit were analyzed by using document analysis method. The last step was writing the thesis. It was started in March 2008 and finished in February 2009.

3.7. Implementation of Treatments

This section includes two sub-sections. First of all, treatment given in the experimental groups is explained. Then, treatment given in the control group is expressed.

3.7.1. Treatment Given in the Experimental Groups

Students in the experimental groups were taught via instruction based on the PBL. Before explaining the implementation of treatment for the experimental groups in the main study, what was done as a treatment in the pilot study is presented here.

Pilot study was conducted at three middle schools located in Gölbaşı in 2006-2007 academic year. Students' socioeconomic status and achievement level were low in the first school. Students were grouped four by four in this school. In group formation, students' curiosity results obtained from curiosity survey were used. In other words, students who are curious about the same events were grouped together. In addition, groups were heterogeneous in terms of gender. A student guide book was prepared and distributed to students before the implementation so that students know about the main tenets of the PBL method and about the steps that they should follow during the PBL process. This guide book was presented in Part A of Appendix R-1. Four different scenarios, which are presented in Part A of Appendix K-3, were

distributed in the class. They were related with pressure in liquids. Two groups studied on the same scenario. Other groups studies on different scenarios. All scenarios were associated with the same objectives. Implementation continued up to six class hours. Students wrote down what they do in each step of the PBL process on their note books. The teacher did not make experiments; instead students were expected to develop and make experiments if they need to do them. However, students were not successful in doing this job. The cause of this may be the abstract content of the scenarios which were related with health. They were just discussing and searching some resources to reach a solution. It was clear that students should be guided in developing and making experiments to propose a solution to the problem. Because of having many numbers of scenarios, it was necessary to pay attention to all groups individually. This situation resulted in difficulties in controlling class discipline as well as so much time loss. The existence of five educationally disadvantaged students who are bad at in reading/writing affected the study negatively. Students stated that some friends did not contribute to the group work especially at out of school studies. It was observed that students' interest toward course was high. The teacher was worried about the contribution of this method to Secondary School Examination (SSE). Students presented their studies in both written format via a portfolio and orally. Portfolios were prepared by each student but they were not sufficient. Oral presentations were conducted group by group in the theatre hall but they were not adequate. Since, some students in the groups were not active during the presentation. Secondly, class was noisy during presentations although the science teacher took attention of the class many times. One of the reasons of this might be the big size of the theatre hall.

Students in the second school have higher socioeconomic status and were more successful when compared with the students in the first school. One of the teachers in this school said that she could not devote any time to such a teaching method since the instruction used by the teacher was based on Secondary School Examination (SSE). Other teacher also emphasized the importance of SSE but he stated that such methods like PBL must be implemented in science courses. This teacher allowed the researcher to study three lecture hours. Before the implementation, students were given a guide book (see Part B of Appendix R-1) that

inform them about PBL method and the steps they should follow during the PBL process. This guide book differs from the previous one in terms of two main aspects as well as some other small revisions. In this new form, steps of scientific method were explained briefly and a criteria list to evaluate students' work was inserted. The scenarios, which were related with pressure in solids, used in this implementation were given in Part B of Appendix K-3. A worksheet called "let's write what we have done" (this name was changed to "let's investigate scenario" in the main study) was prepared so that students can easily follow the steps of the PBL and write down things that they have done in each step. This worksheet is given in Part A of Appendix M-1. In the first lecture hour, while the researcher was explaining the main steps that students should follow in the PBL process, one student asked that "What about the SSE?". Students were conscious about the SSE. After scenarios were distributed to students, one student affirmed that "Teacher! This event is related with pressure". Most of the students had learned the subject in private teaching institutions. After the end of the lecture, one student stated that "No need to learn with this manner! $P=F/S$. Everything can be found through this equation". Treatment was continued up to three class hours. Teacher guided students to follow the steps of the PBL. Few groups had prepared experiments related with their problems at home and presented them in the class. Then, teacher made an experiment which was associated with each problem encountered in each scenario. By using the results of the experiment, teacher and students discussed the solution to each problem. Under these conditions, i.e. students go to private teaching institutions and are conscious about the OKS exam; it was observed that PBL can not be applied appropriately. Since students had already learnt the content in private teaching institutions, learning the content while solving ill-defined problems becomes meaningless. They had already known that the context was related with pressure. Since students are conscious about OKS exam, they do not want to engage with the activities of PBL. Instead, they want to solve OKS type questions. Consequently, it was necessary to pay attention the private teaching institution factor as well as students' and teachers' consciousness about the OKS exam while selecting the sample of the main study.

Socioeconomic status of the students in the third school was similar to that of ones in the first school, which was low. Achievement level of students was also low.

Implementation covered the pressure unit and proceeded about five weeks. Two science teachers and one class from each were participated in this pilot study. Students worked by groups formed by two students. Three different scenarios were used in the subject of pressure in solids. The purpose of using more than one scenario was to give students more opportunity to study on events that they were most interested in. However, in this situation, classroom management was so difficult and time was so consumed. For this reason, one scenario was used for each other subject. Scenarios related with pressure in solids, which are given in Part B of Appendix K-3, were the same as used in the second school. Other scenarios regarding other subjects are presented in Part C of Appendix K-3. Student guide book presented in Part B of Appendix R-1 was distributed before the implementation. The worksheet (first version) used in the previous school was also used in this school but it was revised two times during the study. These versions are presented in Part B and C of Appendix M-1. At the end of the PBL process that students followed, summary sheets (see Appendix U) including common problems on which students studied were distributed to students. This sheet later became a part of the LIS form used in the main study. Students answered each question by using information that they learnt during the PBL process and wrote down on the sheets. The teacher made contributions in answering questions when there was a missing point. Students asked many questions about what to do during the study in first times, although they were given the guide book. In both classes there were 2-3 students who are educationally disadvantaged. Since the curriculum was so intensive there was no time for students' presentations. Instead, they prepared something like that a portfolio. Students experienced difficulty in designing and making experiments. Many groups did not propose any experiment. Some groups copied other group's experiment. Members of the groups did not worked equally, even if the importance of group working was emphasized in student guide book. Students were very interested in the experiments that the teacher made to understand the underlying reason of the problems in the scenarios. Classroom management in this school was easier when compared with the first school. The most important factor of this was to follow only one scenario as a whole class while teaching each subject. The researcher and the teachers agree that students were very interested in the course. No enough time left for problem solving

requires mathematical operations. The opinions of both teachers participated in the study regarding the PBL method were positive. Even one of the teachers wanted to use this method in “force and motion” chapter. One educationally disadvantaged student’s participation to the course was attracted attention of the researcher and the teacher. According to the teacher, the student was not interested in the lectures before. But, in the PBL lectures he was raising his finger and attending the lessons. For example, he had experienced the problem situation, sinking of bicycle to sand, at home and then explained his experience in the class. Absence of group members affected group working negatively. Common works that must be done out of school did not occurred in most groups because of much distance between students’ homes. Mathematics background of students was very weak. Students who are low achievers were able to define pressure concept by using the events given in scenarios. Reading speed of many students was slow, so they read scenarios in a long period of time. It resulted with time consuming.

In the main study, treatment was given in two forms which were individual work and group work. In other words, two classes of students followed PBL steps by doing individual work (PBL-I group), the other two classes of students made group working during the PBL process (PBL-G group). Apart from this, there was no any difference between treatments given to experimental group classes. In the following paragraphs, treatment given to PBL-G group is explained on the first scenario (see Appendix O and Appendix M-2).

Before the first lecture, introductory materials regarding PBL were distributed to students and requested them to read these materials at home. At the beginning of the first lesson, scenario was distributed to students. Students were given enough time to read the scenario. Then, let’s investigate scenario (LIS) form was distributed to students. Students studied as groups including four to five members. After reading scenario, each group identified problem situations in the scenario and wrote them on the LIS form. Then, teacher allowed groups to present their problems to the class. The problems were written on the board by the teacher. Common problems were determined and students wrote them on the LIS form. Common problems identified by groups were the expected ones. So, there was no need to make any intervention by the teacher. In case of missing any expected

common problem, teacher proposes that problem to the class and persuade them to study also on it. Then, each group began to search for information from textbook and resources obtained by the researcher and left in the class library. Before the search process, groups filled the table given in the third step of the LIS form. They determined learning issues, possible sources of needed knowledge and job schedule. The jobs were shared by the members of each group. Then, students started to search for information from the source books in the class library up to the end of the lesson. Teacher encouraged students to continue search process at home. Students also were allowed to take source books from the class to their homes. Through the investigation of sources each student wrote down the knowledge that might be useful for the solution of the problems to the spaces given in the fourth step of the LIS form. After the search process, members come together and present their knowledge to the group and try to propose a solution to the problems.

Second lesson starts with the implementation of a scientific method. First of all, each group tried to generate hypotheses related with problems. Since students faced with the hypothesis term for the first time, they were directed to their guide book to see how a hypothesis can be generated. Teacher made some explanations while students were investigating the example on the guide book. Afterward, each group wrote down its hypotheses to the spaces given at the fifth step of the LIS form. Next, groups and teacher presented their hypotheses to the class and they were written on the board. The most useful hypotheses were determined through the whole class discussion. Teacher also participated in this discussion. Generally, hypotheses proposed by the teacher were chosen. Students' hypotheses were not sufficient to reach them a solution. The hypotheses determined by the class were written on the spaces given at the sixth step of the LIS form. After, groups were expected to design an experiment to test the hypotheses. Students were also requested to write down the materials needed to make the experiment and how to make it on the spaces given in seventh step of the LIS form. However, groups were not successful in this step. In this case, the teacher proposed an experiment and then made it in the class. While teacher was making the experiment, students filled the data table given at the ninth step of the LIS form. In addition, groups determined the variables i.e., fixed variable, changed variable, and measured variable, in the experiment. They were written on

the variables table given in the ninth step. Then, each group tried to answer four questions given at ninth step related with the experiment by using the data obtained from the experiment. Teacher asked groups to present their answers to the class. Through the guidance of teacher, groups learned the correct answers. Then, teacher asked groups that whether the results of the experiment supported the hypotheses or not. Each group discussed this issue with its members and then presented their ideas to the class. Teacher also stated her idea that hypotheses supported by the experiment and explained reasoning. This was the end of the second lesson.

Third lesson started with recommendations made by groups to the scenario characters by taking into account the results of the experiments. Each group and teacher presented their recommendations to the class. Then, students were requested to think about real-life events that can be understood through the knowledge learned while investigating the children's problem given in the scenario. Each group discussed this issue with its members and presented their ideas to the class. Then, teacher gave some examples of real-life events related with the pressure in solids and associated them with the scenario. After that, teacher made a summary of the subject and solved problems requiring mathematical operations. At the end of the lesson, self-evaluation form was distributed to students. Students were requested to fill this form at home and bring it to the next lesson and submit to the teacher. In the lesson plans given in Appendix O, the treatment is explained in more detail.

Among the six PBL approaches in the PBL taxonomy proposed by Barrows (1986), the PBL instruction developed and implemented in the current study is more close to the "problem based" approach which can be accepted as one of the radical PBL approaches. In the current study, students were encountered with problems and they tried to solve problems through inquiry. Students were given enough time for their inquiry. Teacher did not give information directly, just guided students.

3.7.2. Treatment Given in the Control Group

Treatment given in the control group was based on traditional instruction which is characterized by lectures that are predominantly teacher oriented. Teacher acted as a source of knowledge and transmitted the knowledge to students. Students were passive and acted as a knowledge receiver. The teachers were already using

traditional instruction in their classes. However, the researcher requested from the teachers to make at least one experiment for each topic. Since the PBL instruction given in the experimental groups required conducting experiments, treatment given in the control group also included experiments in order to minimize the effect of making experiments in favor of the experimental groups on the outcomes of the current study. Experiments were made by the teachers as a demo after the topics were taught. Only one experiment for each subject was made so that the traditional instruction does not turn into an experiment-based instruction. What has happened in one lecture hour in the control group is explained below. Firstly, teacher gave the definition of concepts and wrote the formula of concepts on the board. The teacher requested students to write down the things written on the board to their notebooks. In addition, the teacher said important points of the subjects and then students wrote them on their notebooks. After giving theoretical knowledge of the subjects, teacher started to solve problems requiring mathematical operations. Students write the problems and their solutions to their notebooks. After solving a few problems on the board, teacher requested students to solve next problems individually. When the teacher asked who solved the problem, only few students raised their fingers. The teacher chose one of them and the student solved the problem on the board. Generally, the same students were solving the problems. Teacher used the textbook rarely. Instead, she used ancillary books which were mainly based on testing. Teacher made a demo experiment for each subject. There was no discussion among the students.

3.8. Treatment Fidelity

Instructional materials developed by the researcher used in the treatment for experimental groups were reviewed by some specialists to check whether they are consistent with the PBL or not. For example, the supervisor of the study warned the researcher about some steps in the development process of the treatment which were more related with the 5-e learning method and then these steps were revised to make them compatible with the PBL method. In addition, these materials were submitted to thesis monitoring committee periodically for checking. The committee made the following recommendations regarding the treatment after the pilot study. Students

can work also out of school. If students' socioeconomic status is high, OKS problems can be solved at the beginning of the lecture. The health course can also be used in case of pressure of time. A resource storage should be generated in the class. The study should include also the qualitative dimension. Treatment for experimental groups was updated according to the recommendations of these specialists.

In more specifically, scenarios used in the study were examined by two physics educators by using the criteria given in Appendix K-2. One reviewer paid attention to three points for the first genre of scenarios. He stated that it would be better if students make queries themselves instead of given in the scenario regarding the problem situation. Moreover, he reported that students would generate problems themselves. According to him, variables would be given in a table and then students find answers of the problems from the table. Finally, he declared that third scenario would be revised in terms of compatibility with two of the objectives. The other reviewer usually emphasized revisions related with the content of the first genre of scenarios. For example, he suggested replacing place of some paragraphs. In addition, he recommended inserting weight of children as a variable to the first scenario. Versions of scenarios obtained after making necessary changes can be seen in Appendices K-1, K-3, and K-4. In parallel to these changes, versions of the LIS form can be seen in Appendices M-1 and M-2.

Finally, a paper (Serin & Eryılmaz, 2006) that mention about the approach used in the development of the scenarios for the PBL instruction used in this study was approved by the scientific committee of Seventh National Science and Mathematics Education Congress and was presented there. The approval of this paper also indicated that scenarios used in this study were consistent with the PBL method.

3.9. Analysis of Data

The data obtained through application of the PUAT, AT, and SPST as pretest and posttest were entered to a new SPSS data file. Then, each student's score from these tests were computed. Thus, some variables (i.e. pre and post variables) of the present study were constituted. Moreover, other variables which are students' gender, previous science course grade, group membership, and school were also entered to

this SPSS file. Then, missing data analysis was conducted. Variables and subjects were inspected in terms of missing values. They were treated with a convenient method as discussed in the missing data analysis section in Chapter 4. Later, descriptive statistics were conducted for each variable and for each treatment group. Thus, information about the distribution of each variable was obtained. Following descriptive statistics, inferential statistics were used on the data since the aim was to generalize results obtained from the sample to the population. MANCOVA was conducted for this purpose. Before conducting the MANCOVA, assumptions of this analysis were checked. It was observed that all assumptions were met then the researcher proceeded with the MANCOVA. The other reason for choosing MANCOVA is that treatment groups are intact groups in this study. One group may be superior to the other group in such a case. Therefore it is necessary to equate these groups at least on one independent variable by using covariate analysis. Moreover, the PUAT was not included in MANCOVA. Because, considerable amount of students did not take posttests due to being absent at the day of test administration. For this reason, sample size decreased in the posttests. It is observed that number of students who entered all three posttests was decreased. In order to keep the power of the study as high as possible it was decided to discard one of the dependent variables from the analyses. The choice was based on the situation that resulted with maximum number of students entered the remaining two posttests. As a result, the PUAT variable was removed from the analyses. Thus, MANCOVA was conducted with two dependent variables: post-AT and post-SPST. The raw data are presented in Appendix V. Since multivariate test did not yield a significant difference for group membership, there was no need to conduct follow up ANCOVAs. Then, the data were examined if there was an aptitude-treatment interaction (ATI), i.e, interactions between covariates and treatments. ATI analysis was conducted for this aim. Each group's score on the dependent variables were computed for each category of covariates. Next, the data were entered in an excel file and a graph for each possible interaction was drawn. Observed interaction terms were interpreted by the help of graphs.

Document analysis was conducted for the analysis of data collected through self-evaluation form. The purpose was to explore the effect of treatments from

students' point of view. Firstly, about one fourth of the forms were examined in detail and categories were generated. For example, students' statements such as "teacher explained topics, I listened to teacher/lecture, I tried to follow the teacher" were constituted a category called "listening to teacher". Each category was defined in terms of students' statements (see Appendix Y-1). The categories and their observed frequencies were entered in an excel file. Since there were so many categories, some of them which are similar to each other were combined and number of categories was decreased. All forms were examined again by using the final form of categories. Data including frequency of each category, unfilled cases, and non-coded cases entered to an excel file. Then, treatment groups were compared on the highly observed categories.

3.10. Power Analysis

Before starting the study, sample size determination process was conducted so that the study would have a desired power at the end of the study. First of all, effect size was set to medium effect size of 0.15 measured by f^2 (Cohen & Cohen, 1983, p.161) by taking into account the results of previous research. The probability of rejecting true null hypothesis (probability of making Type I-error) named as alpha (α) was set to 0.05 which is usually accepted as a convention in educational research. The probability of failing to reject a false null hypothesis (probability of making Type II-error) named as beta (β) was set to 0.20. Therefore, the power of the study ($1 - \beta$), probability of rejecting a false null hypothesis, was set to 0.80. The choice of this pre-set power value is based on the suggestion that Cohen and Cohen (1983, p.162) made. Then, L value was determined by using the L values table presented in Cohen and Cohen (1983, pp.526-527). The k_b term in the L values table indicates the number of fixed factor used in the study. This is valid for MRC analysis. In the current study covariance analysis was used. Therefore number of fixed factor used in the current study would be converted to MRC format by using the equation of "n-1" in which "n" indicates the number of levels in the fixed factor. There are three levels in the fixed factor (group membership variable) of the current study. Therefore, k_b value for the present study is $n-1=3-1=2$. Then, L value was found as 9.64 for $\alpha=0.05$, power=0.80 and $k_b=2$. The required sample size was determined by using the

formula of “n” given by Cohen and Cohen (1983, p.155). The values of L (9.64), effect size (0.15), number of covariates k_a (4), and k_b (2) were substituted in the formula and sample size was found as 71.

In the present study, the inferential statistics was conducted with 141 students. For this sample size, L value was calculated as 20.10 for medium effect size of 0.15 and six independent variables by using the formula of “n” given by Cohen and Cohen (1983, p.155). According to the L values table, this calculated L value falls between power = 0.95 and power = 0.99. Thus, the calculated power of the present study is between 0.95 and 0.99 but more close to the latter one.

3.11. Unit of Analysis

In ideal situation, it is expected that unit of analysis and experimental unit would be the same. If this situation was satisfied than it can be said that independence of observation was met. Unit of analysis for this study is each individual. Experimental unit of the study is each intact group or class to which treatment was given. Thus, unit of analysis and experimental unit are not same in this study. Nested ANOVA was proposed for the solution of this problem in the literature. However, the use of this procedure was so difficult for this study since there were three treatments included in the study. In such a situation teachers would have to give three different instructions; two of them are based on the two new treatments and the remaining one is based on traditional instruction. Therefore, the workload of teachers increases automatically in this situation. Of course, it is difficult to find teachers who volunteer to participate in such a study.

It is inevitable that so many interactions among students may occur during the instruction when the unit of analysis is class. From this point of view, it is difficult to say that independence of observations was met during the treatment for this study. However, students were not allowed to interact with each other during the data collection procedure. Data collectors were warned about this issue. As a result, it can be said that, at least during the measurement process, independence of observations was met although unit of analysis and experimental unit are not the same.

3.12. Assumptions and Limitations

There are some assumptions for the current study which are given below:

- Students completed the tests seriously, consciously, and truthfully.
- Treatments were given according to the lesson plans.
- The tests were administered according to the regulations for test administration prepared by the researcher.
- Independence of observations was satisfied.
- Characteristics of the four teachers who implemented the treatments were not affected the results of the study.

Limitations of the study can be stated as follows:

- The study is limited to 7th grade students who are mostly low and medium achievers from public middle schools, whose families have low socioeconomic status, and who live at the suburban areas of the city.
- The study is limited to the “pressure” unit of the science course.
- Although students were expected to design and conduct experiments to propose a solution for the problems, they could not so successful doing this job and most of experiments were designed and made by the teachers.
- The treatment time was not sufficient for the PBL groups.
- Factor analysis of the Post-AT was not yielded the same factor structure as declared by the original study. Especially, negative items broke down the original factor structure. Therefore, reliability of the test should be interpreted carefully.

CHAPTER 4

RESULTS

This chapter includes the following sections: results of the curiosity survey, results of scenario evaluation form, missing data analysis, descriptive statistics, inferential statistics, aptitude-treatment interaction, results of the interviews conducted with students and teachers, results of the self-evaluation forms, results of the classroom observation checklist, and summary of the findings.

4.1. Results of the Curiosity Survey

The curiosity survey (CS) was administered two times in different locations. Results of each application are presented in the following two sub-sections.

4.1.1. Results of the Curiosity Survey in the First Implementation

The instrument was administered to 91 seventh grade students in June 2005 from five middle schools in Balgat district of Ankara. It was administered after students studied the content of pressure unit in their schools. Gender distribution and achievement level of the sample based on science course grade are given in Figures 4.1 and 4.2, respectively.

The alternatives, none, low, middle, and much, in the scale were coded as zero, one, two, and three, correspondingly. Subsequently, item score was computed for each item. The aim was to determine the most and least interesting items in the survey. Since 91 students completed the survey, each item can take a maximum score of 273 and a minimum score of zero. Some descriptive statistics for the item scores are given in Table 4.1. According to Table 4.1, students' curiosity level for all items in general is between low and middle. The mean score of 137 corresponds to 1.5 with respect to values assigned to categories of the scale. This observed value (1.5) falls between low and middle curiosity levels.

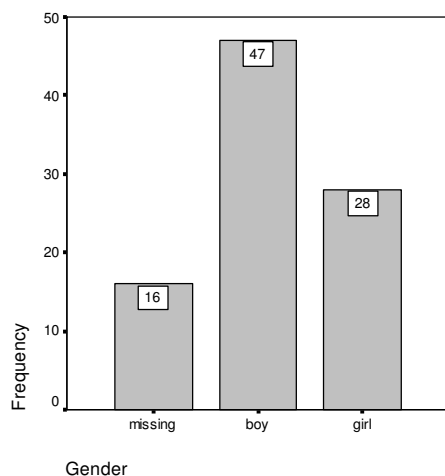


Figure 4.1 Gender distribution in the 1st implementation of the CS

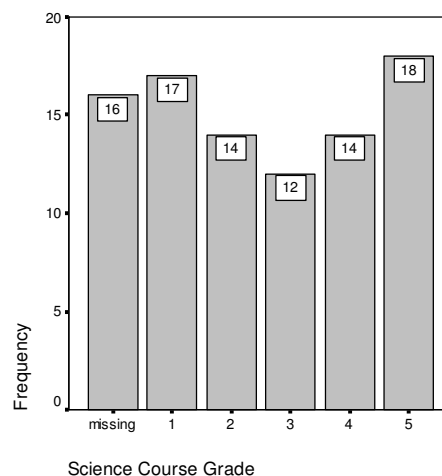


Figure 4.2 Achievement level of students in the 1st implementation of the CS

Table 4.1 Some descriptive statistics of the CS regarding item scores in the 1st implementation

N (number of item)	81
Mean	137
Standard deviation	20
Minimum	82
Maximum	185

The most and least interesting items which have scores one standard deviation higher and lower than the mean of the 81 items in the curiosity survey are represented in Tables 4.2 and 4.3, respectively.

According to Table 4.2, eight items out of 13 (62%) are related with health. In addition, even if Items 7 and 8 were included in the course book, both of them would be selected by the students as one of the events that they were most interested in.

Table 4.2 The most interesting items according to students in the 1st implementation

Rank	Items	Score
1	Swelling of face and slimming of legs observed on the astronauts making research in the space.	185
2	Explosion of vessels because of hypertension.	177
3	An individual who became paralyzed because of suppressing a sneeze.	175
4	Ting hearing occurs sometimes in our ears.	166
5	Arising of a backache after coughing.	166
6	Transportation of natural gas to homes.	165
7	Dancing of water gushes out from sprinklers at parks accompanied by music.	164
8	A little swelling of a deflated ball itself in a sunny weather.	164
9	Rising in case of inhaling and sinking in case of exhaling when we are in water up to the neck.	162
10	Feeling a pain in the ear when diving into the deep water.	161
11	Appearance of paralysis and loss of consciousness in divers when they move from deep water to the surface in a very short period of time.	160
12	Hearing of a crackle in the ear almost in every yawning and gulping.	160
13	Cooking at a mountain requires less amount of time than cooking at the sea level for the same meal.	158

Table 4.3 The least interesting items according to students in the 1st implementation

Rank	Items	Score
1	Shrinking of a juice box when the air inside it is sucked out through a pipette.	82
2	Experiencing difficulty while cutting bread via a rough knife.	87
3	Ejection of water from a water gun.	102
4	A lady standing on ice with no heel shoes does not see cracks in the ice whereas the same lady standing on ice with heel shoes see cracks in the ice.	105
5	Blowing of wind slowly or fast.	107
6	The forward movement of an inflated balloon when it is released.	108
7	Construction of the bottom of a dam with thicker wall compared to top of the dam.	109
8	A sudden backward movement of a water hose when it is inserted to a water tap that is opened quickly.	114
9	Building water tanks at high places.	115
10	Giving information such as 1022, 1024, and 1030 milibar for İstanbul, Ankara, and İzmir, respectively, in a weather program presented in a TV channel.	115

Contrary to the result obtained in the analysis of the most interesting items, there is no item related with health in the least interesting items given in Table 4.3. Six items out of 10 in Table 4.3 were discussed in the course book. Moreover, eight items out of 10 are events that could be familiar to students from their environments.

4.1.2. Results of the Curiosity Survey in the Second Implementation

The instrument was administered to 195 seventh grade students in March 2006 from five middle schools located in Gölbaşı district of Ankara. The instrument was administered before students learned the content of pressure unit. Since one student did not complete the survey completely, it was excluded from the analysis. Gender distribution and achievement level of the sample based on science course grade are given in Figures 4.3 and 4.4, respectively.

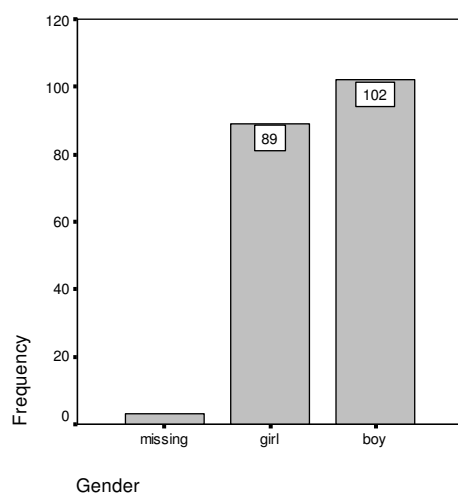


Figure 4.3 Gender distribution in the 2nd implementation of the CS

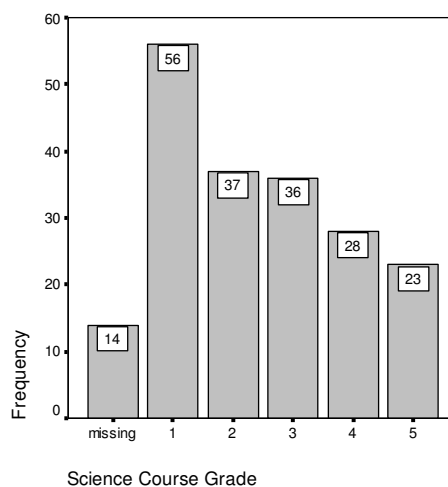


Figure 4.4 Achievement level of students in the 2nd implementation of the CS

Since 194 students were included in the analysis, each item can take a maximum score of 582 and a minimum score of zero. Some descriptive statistics for item scores are given in Table 4.4. According to Table 4.4, students' curiosity level for all items in general is between low and middle. The mean score of 324

corresponds to 1.7 with respect to values assigned to categories of the scale. This observed value (1.7) falls between low and middle curiosity levels. The curiosity level of this sample is a little bit higher than the first sample discussed in the previous section.

Table 4.4 Some descriptive statistics of the CS regarding item scores in the 2nd implementation

N (number of item)	81
Mean	324
Standard deviation	56
Minimum	196
Maximum	445

The most and least interesting items which have scores one standard deviation higher and lower than the mean of the 81 items in the curiosity survey are represented in Tables 4.5 and 4.6, respectively.

Table 4.5 The most interesting items according to students in the 2nd implementation

Rank	Items	Score
1	The reason of ting hearing occurs sometimes in our ears...	445
2	The reason of hearing of a crackle in the ear almost in every yawning and gulping...	437
3	How eye tension causes vision loss...	436
4	The reason of swelling of face and slimming of legs observed on the astronauts making research in the space...	432
5	Why an individual became paralyzed because of suppressing a sneeze...	418
6	Why blood tension is measured from the arm and at the heart level...	411
7	How a newly produced bed speeds up blood circulation...	403
8	How a submarine sinks and goes up to the water surface...	400
9	Why lava is sprayed from volcano...	396
10	Why bleeding decreases when bloody body is held above the level of the heart...	387

From Table 4.5 it is clear that eight items out of 10 (80 %) are related with

health. This result is similar to the one obtained in the first implementation. There are four common items (1, 2, 4, 5) that are observed in the list of most interesting items in both the first and second implementations. Two items (8 and 9), which are not related with health, draw the attention that they are far from students' daily life.

There is no any item related with health in the least interesting items given in Table 4.6. There are six common items (1, 2, 3, 6, 7, 8) that are observed in the list of the least interesting items in both the first and second implementations. Moreover, most of the events in the list can be seen at the students' near environments and so can be experienced by them easily. These results are similar to the ones obtained in the first implementation.

Table 4.6 The least interesting items according to students in the 2nd implementation

Rank	Items	Score
1	The reason of experiencing difficulty while cutting bread via a rough knife...	196
2	How water guns eject water...	210
3	The reason of shrinking of a juice box when the air inside it is sucked out through a pipette...	221
4	How medication is squirted by a tool used to medicate plants...	226
5	Why it is difficult to drive a blunt nail...	231
6	The reason of the movement of a balloon forward when it is inflated and released...	237
7	Why some cracks is observed in ice when a lady standing on ice with heel shoes...	248
8	The reason of a sudden backward movement of a water hose when it is inserted to a water tap that is opened quickly...	254
9	Why special snow shoes are worn for long-distance walking in the snowy places...	255
10	Why small piles are made under football shoes...	259

4.2. Results of Scenario Evaluation Form

The instrument was administered to students after they read one of the scenarios given in Appendix K-1. In other words, each student read one scenario and then filled the form. The instrument was distributed to 75 seventh grade students from five middle schools in Balgat district of Ankara in June 2005 in order to take

students' opinions about scenarios. Items 1, 2, 3, 7, 10, 12, and 13 in the scenario evaluation form show students' interest toward scenario. Students' responses to these items are represented in Table 4.7. The percent values indicated in this table are obtained by summing the values of agree and strongly agree alternatives. The results obtained from each scenario are not presented here. Instead, their mean scores are presented as the aim was to diagnose students' overall tendency to this type of scenarios. Therefore, values in Tables 4.7 and 4.8 do not belong to only one scenario, instead they represent mean score of each item responded by students in different scenarios.

Table 4.7 Students' opinions about scenarios

Items	N (%)
I am interested in the scenario.	55
I am curious about solution of the problems presented in the scenario.	57
I want to take science course via scenarios.	63
I liked from the presentation style of the scenario.	59
Scenario was boring.	32
The problem in the scenario does not attract my interest.	40
I do not want to endeavor to solve problem in the scenario.	36

The most noticeable finding in Table 4.7 is that most of the students (68 %) did not agree with the statement of "scenario was boring". In addition, 63 % of the students wanted to take science course via scenarios. In general, most of the students had positive thoughts on the scenarios.

The second factor in the scale measures students' problem solving approaches while solving the problems presented in the scenarios. The item numbers in this category are 4, 5, 6, 8, 9, and 11. Table 4.8 indicates the order of the problem solving approaches that students prefer with respect to their frequencies found by taking into account both the alternatives "strongly agree" and "agree".

The first three approaches in Table 4.8 were the most preferred ones which are desirable behaviors in problem solving process in the PBL implementation. An interesting result was that taking help from family while solving problem appears at the end of the ranking. Furthermore, "I want my teacher to solve and explain the

problem in the scenario” statement that generally appears in traditional teaching comes after the PBL based approaches.

Table 4.8 Students’ preferences in problem solving approach

Problem solving approaches	N (%)
In order to solve the problem in the scenario, I go to library and search books.	56
I want to solve the problem in the scenario with my friends.	52
I make use of Internet while solving the problem in the scenario.	49
I want my teacher to solve and explain the problem in the scenario.	48
I want to solve the problem in the scenario myself.	47
I get help from my family while solving the problem in the scenario.	41

Students’ responses to the second part of the scenario evaluation form, which is an open-ended part, were investigated through document analysis. This part was filled by 29 students. Since number of the students was low and the comments were not long, there was no need to generate categories or combining some comments into a category. Instead, students’ comments were directly taken and treated as a category. The results are presented in Table 4.9.

Table 4.9 Students’ comments on scenarios

Comments	f
Scenario was beautiful.	14
Manner of telling was good.	4
Scenario was boring.	4
Scenario was informative.	4
Some other contexts might be included in the scenario.	3
I want to learn answers at the end of the scenario since I am curious about it.	3
Scenario is related with pressure.	2
Scenario was fun.	2
Scenario indicates relationship between science course and daily life.	1
I enjoyed from the effort of scenario’s character in solving problem.	1
I enjoyed that scenario’s character infers from each event.	1
Scenario should be presented through the speech of scenario’s character.	1
Scenario was plausible.	1
Science course becomes better via scenario.	1
Scenario must be more attractive.	1
Scenario contains many science topics.	1

Document analysis indicated that students demonstrated positive thoughts regarding the scenarios. Results from the first and second part in the scenario evaluation form support each other. In summary, most of the students indicated positive response regarding the scenarios. Moreover, they wanted to solve problem situations given in the scenarios through mostly PBL based approaches. Consequently, the researcher became sure in developing new scenarios which would carry the characteristics of the scenarios used in this pilot study. In other words, the researcher took into account the characteristics of the scenarios used in this pilot study in developing new scenarios for the main study.

4.3. Missing Data Analysis

Missing values of all the variables at the beginning of the study are presented in Table 4.10. The decrease in number of students entered the posttests was due to absence of students because of being closer to the end of the semester.

Table 4.10 Missing values at the beginning of the study

Variables	Present (N)	Missing (N)	Missing (%)
Pre-PUAT	285	30	9.5
Pre-SPST	289	26	8.3
Pre-AT	224	91	28.9
Post-PUAT	176	139	44.1
Post-SPST	182	133	42.2
Post-AT	180	135	42.9
Gender	315	0	0.0
Course grade	307	8	2.5
School	315	0	0.0

Then, students who entered all the posttests were determined. There were 150 students who took all the posttests. Students who did not enter all the posttests were excluded from the study. However, in this way, number of the students were so decreased. For this reason, it was decided to remove one dependent variable from the analysis in order to increase number of students and thus increase the power of the study. Number of students who took the Post-SPST and Post-PUAT was 158, the

Post-SPST and Post-AT was 173, and the Post-PUAT and Post-AT was 150. These results suggested to discard the PUAT variable and continue with the SPST and AT variables with 173 students.

While examining the exam results of the PUAT and SPST, it was noticed that independence of observations assumption was violated for the control group in School C. Table 4.11 presents this situation. The control group in School C gets two times higher scores in both pretests and posttests than all other groups.

Table 4.11 An evidence for the violation of independence of observations in the control group of School C

		Mean Scores		
		School A	School B	School C
Pre-PUAT (out of 14)	Control	4.63	4.16	8.00
	Experimental	4.58	4.92	5.18
Post-PUAT (out of 14)	Control	4.42	5.28	10.41
	Experimental	4.73	5.96	4.71
Pre-SPST (out of 19)	Control	7.04	5.86	10.88
	Experimental	6.50	5.64	6.64
Post-SPST (out of 19)	Control	5.88	6.67	12.38
	Experimental	5.27	7.48	7.29

It is known that there are no major differences in academic achievement of groups with respect to their science course grades. Upon this, the researcher asked this situation to the teacher of this group. The teacher verified that she had helped the class in solving some questions. The teacher was teaching science course for the first time. Before being science teacher, she was a class teacher in an elementary school. She probably was worried about the test results of the control group class when compared to experimental class. If the control group class got lower scores than the experimental group class, she would interpret this situation as her failure in teaching science, although, she instructed in both groups. This fear would have forced the teacher to help the control group class in the tests. Therefore, the control group in School C was excluded from the analyses. Then, number of students who entered all the posttests was decreased to 141. As a result, analyses were carried out using the data of these 141 students. Missing values of all the variables in this case are

indicated in Table 4.12.

For missing data in the Pre-SPST and Pre-AT, dummy variables were created and independent samples t-test was conducted. There were no significant mean differences between students who entered the pretests and who missed the pretests on the Post-SPST and Post-AT scores. Therefore, there is no need to use dummy variables as independent variables in the analyses. And the researcher replaced missing data with series mean.

Table 4.12 Missing values of the data used in the analyses

Variables	Present (N)	Missing (N)	Missing (%)
Pre-SPST	131	10	7
Pre-AT	97	44	31
Post-SPST	141	0	0
Post-AT	141	0	0
Gender	141	0	0
Course grade	141	0	0
School	141	0	0

4.4. Descriptive Statistics

Gender distribution of 141 students included in the analyses was approximately equal. Forty nine percent of the sample was male, and 51 % of the sample was female. Achievement level of the sample with respect to their science course grade is represented in Table 4.13. It is clear from the table that the sample contains mostly low achiever students.

Table 4.13 Distribution of students' science course grades

Science Course Grade	f	%
1	76	54
2	23	16
3	28	20
4	6	4
5	8	6
Total	141	100.0

After missing data were replaced with series mean values, descriptive statistics for the Pre-SPST, Pre-AT, Post-SPST, and Post-AT were computed. Some of them are given in Table 4.14.

Table 4.14 Descriptive statistics for the Pre-SPST, Pre-AT, Post-SPST, and Post-AT

	N	Mean	SD	Skewness	Kurtosis	Min	Max
Pre-SPST							
Control	66	7.66	2.57	0.26	0.28	2	15
PBL-G	38	7.45	3.16	0.60	-0.07	2	15
PBL-I	37	7.37	2.90	0.96	1.19	3	16
Total	141	7.53	2.81	0.55	0.30	2	16
Pre-AT							
Control	66	86.05	10.18	-0.04	2.29	51	115
PBL-G	38	85.91	14.19	-1.04	1.26	46	112
PBL-I	37	88.20	11.27	0.19	1.44	60	113
Total	141	86.57	11.62	-0.47	1.84	46	115
Post-SPST							
Control	66	7.05	2.76	0.39	-0.60	2	13
PBL-G	38	7.16	3.80	0.76	0.02	2	16
PBL-I	37	7.30	3.11	0.27	-0.42	1	14
Total	141	7.14	3.14	0.54	-0.11	1	16
Post-AT							
Control	66	86.30	15.83	-0.91	2.08	29	112
PBL-G	38	89.66	15.44	-0.15	-0.61	55	120
PBL-I	37	90.19	16.37	-0.21	-0.46	53	118
Total	141	88.23	15.86	-0.50	0.76	29	120

Students can get a minimum score of zero and a maximum score of 19 from the SPST. The Pre-SPST mean scores of the groups are approximately equal to each other. The PBL-I group has the highest Post-SPST mean score compared to the other groups. However, the mean differences on the Post-SPST mean scores between the groups are very small. The minimum and maximum scores that students can get from the AT are between 24 and 120. Mean scores of the groups with respect to the Pre-AT are very close to each other. The PBL-I group gets the highest Post-AT mean score compared with the other group. Skewness and kurtosis values are in range between -2 and +2, except kurtosis values of the Pre-AT and Post-AT. However, they are very small violations. As a result, all distributions can be accepted as normal

distribution. The gain scores with respect to group membership are given in Table 4.15.

Table 4.15 Gain scores in the SPST and AT with respect to group membership (N=141)

Test	Group	Gain Score (Posttest-Pretest)
SPST	Control	-0.61
	PBL-G	-0.29
	PBL-I	-0.07
AT	Control	0.30
	PBL-G	3.75
	PBL-I	1.99

The most increase in mean scores with respect to the AT is observed in the PBL-G group. Students in the experimental groups have higher gain scores than the control group students with regard to the AT. All groups have negative gain scores but close to zero with respect to the SPST.

In order to describe groups with respect to their academic achievement, the PUAT variable was also included in the descriptive analysis as well as the SPST and AT variables. The sample size in this case is 123 since only students who entered all the posttests were included in the analysis but the control group students in School C were not included in the analysis as discussed in Section 4.3. Descriptive statistics for the PUAT, SPST, and AT variables are given in Table 4.16.

Students can get a minimum score of zero and a maximum score of 14 from the PUAT. The Pre-PUAT scores of the groups are very close to each other. The PBL-I group has the highest Post-PUAT score and the PBL-G group has the lowest Post-PUAT score. The PBL-I group has the lowest mean score with respect to the Pre-SPST. However, the PBL-I group has the highest Post-SPST mean score compared to the other groups. But, the difference on the Post-SPST mean scores between groups is very small. Mean scores of groups with respect to the Pre-AT are very close to each other. The PBL-G group gets the highest Post-AT mean score compared with the other group. Skewness and kurtosis values are in range between -2 and +2, except kurtosis values of the Pre-AT and Post-AT for the control group.

However, they are very small violations. As a result, all distributions can be accepted as normal distribution. The gain scores with respect to group membership are given in Table 4.17.

Table 4.16 Descriptive statistics for the Pre-PUAT, Pre-SPST, Pre-AT, Post-PUAT, Post-SPST, and Post-AT

	N	Mean	SD	Skewness	Kurtosis	Min	Max
Pre-PUAT							
Control	66	4.48	1.59	0.39	-0.16	2	8
PBL-G	34	4.53	1.83	-0.03	-0.75	1	8
PBL-I	23	4.86	1.60	-0.24	-1.02	2	7
Total	123	4.56	1.65	0.13	-0.59	1	8
Pre-SPST							
Control	66	6.76	2.39	0.54	0.58	2	13
PBL-G	34	6.85	2.90	0.72	0.22	2	14
PBL-I	23	5.91	2.10	0.06	-0.58	2	10
Total	123	6.63	2.50	0.61	0.50	2	14
Pre-AT							
Control	66	86.45	10.20	-0.17	2.26	51	115
PBL-G	34	87.34	13.58	-1.15	1.90	46	112
PBL-I	23	89.56	14.25	-0.15	-0.10	60	113
Total	123	87.28	11.97	-0.46	1.43	46	115
Post-PUAT							
Control	66	5.26	2.39	0.38	0.49	0	13
PBL-G	34	4.85	2.89	0.29	-0.41	0	12
PBL-I	23	5.65	1.97	0.03	-0.90	2	9
Total	123	5.22	2.46	0.22	0.02	0	13
Post-SPST							
Control	66	6.14	2.55	0.50	-0.25	1	12
PBL-G	34	6.29	3.57	0.77	-0.05	2	15
PBL-I	23	6.87	3.06	0.59	0.61	1	13
Total	123	6.32	2.95	0.67	0.18	1	15
Post-AT							
Control	66	86.30	15.83	-0.91	2.08	29	112
PBL-G	34	91.15	15.61	-0.38	-0.39	55	120
PBL-I	23	89.17	16.18	-0.02	-0.27	53	117
Total	123	88.18	15.85	-0.58	1.00	29	120

According to Table 4.17, the control and PBL-I groups' gain scores in the PUAT almost the same and higher than the PBL-G group's. Students in the PBL-I group have about 1.5 points higher gain score on the SPST than the students of other

groups. The PBL-G group has higher gain score on the AT than the other groups.

Table 4.17 Gain scores in the PUAT, SPST, and AT with respect to group membership (N=123)

Test	Group	Gain Score (Posttest-Pretest)
PUAT	Control	0.78
	PBL-G	0.32
	PBL-I	0.79
SPST	Control	-0.62
	PBL-G	-0.56
	PBL-I	0.96
AT	Control	-0.15
	PBL-G	3.81
	PBL-I	-0.39

4.5. Inferential Statistics

In this section, first of all, determination of covariates is presented. Then, assumptions of MANCOVA are checked. Finally, results of MANCOVA are discussed.

4.5.1. Determination of Covariates

In order to specify which independent variables can be used as covariates, correlations between all variables used in the study were calculated. The results are given in Table 4.18.

Table 4.18 Correlations between potential covariates and dependent variables

Variables	PostSPST	PostAT	PreSPST	PreAT	School	Gender	Course Grade
PostSPST	1.00						
PostAT	0.17*	1.00					
PreSPST	0.34*	0.28*	1.00				
PreAT	0.05	0.50*	0.21*	1.00			
School	-0.03	-0.02	0.00	0.03	1.00		
Gender	0.02	0.22*	0.06	0.12	0.08	1.00	
Course Grade	0.58*	0.41*	0.49*	0.18*	-0.09	0.13	1.00

* Correlation is significant at the 0.05 level

According to Table 4.18, the Pre-SPST, Pre-AT, gender, and course grade independent variables had a significant correlation with at least one of the dependent variables. Moreover, correlations among these independent variables are less than 0.80. Therefore, the Pre-SPST, Pre-AT, gender, and course grade can be used as covariates. Since school variable did not meet the criteria mentioned here, it was not used as a covariate.

4.5.2. Assumptions of MANCOVA

There are five assumptions to conduct MANCOVA: independence of observations, normality, multicollinearity, equality of variances, and homogeneity of regression.

In order to verify independence of observations, data collectors' verified that the students completed their tests by their own. In addition, the researcher examined students' exam results if there exist any violation of this assumption. A violation was detected in one class through this investigation and students in this class were excluded from the analyses. The details of this violation were discussed in missing data analysis section. There was no other issue that was reported by the data collectors. As a result, it can be said that independence of observations assumption was met.

To check the normality assumption skewness and kurtosis values that were given in descriptive statistics section were examined. A distribution having skewness and kurtosis values between -2 and +2 can be accepted as normal distribution (George & Mallery, 2003, pp.98-99). Only the kurtosis values of the Pre-AT and Post-AT exceed ± 2 a little bit. This is not a serious violation. All other values are in acceptable ranges. Therefore, it can be said that normality assumption was verified. In addition, multivariate normality can be validated by using Box's test. Table 4.19 indicates the result of this test. Since the p value is greater than 0.05, it can be concluded that multivariate normality assumption was satisfied.

Multicollinearity refers to the existence of high correlation among a set of independent variables (Cohen & Cohen, 1983, p.115). Correlations among covariates were examined in order to check this assumption. All correlations are less than 0.80 as seen from Table 4.18. As a result, assumption of multicollinearity was verified.

Table 4.19 Box's test of equality of covariance matrices

Box's M	6.570
F	1.070
df1	6
df2	176004,4
Sig.	0.378

Assumption of equality of variances was checked through the use of Levene's test. The result of Levene's test is indicated in Table 4.20. Since all the p values are greater than 0.05, the error variances across groups are equal. Therefore, equality of variances assumption was verified.

Table 4.20 Levene's test of equality of error variances

	F	df1	df2	Sig.
Post-AT	1.515	2	138	0.223
Post-SPST	0.516	2	138	0.598

The last assumption, homogeneity of regression, was checked through the use of Multivariate Regression Correlation (MRC) analysis. This analysis was conducted for both dependent variables, which are the Post-SPST and Post-AT. Covariates which are the Pre-SPST, course grade, Pre-AT, and gender constituted Set A. Set B included group membership. Group membership was represented by dummy coded variables in the data file. Set C covered interaction variables obtained by multiplying Set A with Set B. The results of MRC analyses are shown in Table 4.21 and Table 4.22. According to these tables, there is no significant interaction between covariates and group membership for the Post-SPST and Post-AT. This result implies that homogeneity of regression assumption was met.

Table 4.21 MRC analysis indicating homogeneity of regression assumption for the Post-SPST

Change Statistics for the Post-SPST					
Model	R ² Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
Set A (Covariates)	0.342	17.659	4	136	0.000
Set B (Group membership)	0.005	0.515	2	134	0.599
Set C (Set A X Set B)	0.030	0.764	8	126	0.635

Table 4.22 MRC analysis indicating homogeneity of regression assumption for the Post-AT

Change Statistics for the Post-AT					
Model	R ² Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
Set A (Covariates)	0.370	19.954	4	136	0.000
Set B (Group membership)	0.004	0.468	2	134	0.627
Set C (Set A X Set B)	0.059	1.637	8	126	0.121

4.5.3. Result of MANCOVA

Since all of the MANCOVA assumptions were satisfied, the MANCOVA was conducted. Dependent variables were the Post-AT and Post-SPST; fixed factor was the MOT that indicates group membership and covariates were the Pre-AT, Pre-SPST, course grade, and gender. The analysis indicated that there is no significant mean difference on the collective dependent variables of the Post-AT and Post-SPST between groups when the covariates were controlled (see Table 4.23). Therefore, the first null hypothesis (except the PUAT) was not rejected. This result says that there is no need to conduct follow-up tests to the MANCOVA and thus to discuss remaining null hypotheses.

According to Table 4.23, observed power of the study is 0.16. This is lower than the calculated power of the study, which was 0.80. The reason of the high difference between calculated and observed power values is the difference between the effect size values of each. While determining the calculated power, effect size

was set to medium effect size. However, at the end of the study observed power was associated with very small effect size (0.007 measured by eta squared).

Table 4.23 Result of MANCOVA

Effect	Wilks' Lambda	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Eta squared	Observed power
Intercept	0.878	9.278	2	133	0.000	0.122	0.975
PreSPST	0.990	0.677	2	133	0.510	0.010	0.162
Course grade	0.678	31.521	2	133	0.000	0.322	1.000
Gender	0.972	1.882	2	133	0.156	0.023	0.386
PreAT	0.793	17.374	2	133	0.000	0.207	1.000
MOT	0.986	0.482	4	266	0.749	0.007	0.164

Moreover, MANCOVA was also conducted with the three dependent variables that are the Post-PUAT, Post-SPST, and Post-AT. The analysis revealed that there is no significant mean difference on the collective dependent variables of the Post-PUAT, Post-AT, and Post-SPST between groups when the covariates were controlled (Wilks' $\lambda=0.965$; $F(6,224)=0.680$; $p=0.666$). Therefore, the first null hypothesis was not rejected. So, conducting follow-up tests to the MANCOVA was not necessary.

4.6. Aptitude-Treatment Interaction (ATI) Analysis

Although interaction terms indicated by Set C resulted with no significant F change as shown in Tables 4.21 and 4.22, it was decided to investigate aptitude-treatment interaction. Because, this non-significance might be due to the small sample size which was automatically decreased while investigating the interactions. For example, for students who are at moderate level with respect to course grade the sample size of the PBL-I group is two and for students who are at upper level with respect to course grade the sample size of the control group is three, etc. Therefore, it

is valuable to examine effect sizes for each category of covariates with respect to the Post-AT and Post-SPST.

In order to interpret interactions more easily, the levels of covariates which are course grade, the Pre-SPST, and the Pre-AT were coded as lower, moderate, and upper. Students whose course grade one and two were assigned to lower level, three was assigned to moderate level and four and five were assigned to upper level. For the Pre-SPST and Pre-AT, scores lower than one standard deviation from the mean were assigned to lower level, scores higher than one standard deviation from the mean were assigned to upper level. The scores between them were assigned to moderate level.

Firstly, how big effect sizes exist for each category of covariates was examined. Tables 4.24, 4.25, 4.26, and 4.27 indicate effect size values in the Post-AT and Post-SPST with respect to the Pre-SPST levels, course grade levels, gender, and the Pre-AT levels, respectively. It is observed that there are ten large effect sizes and eight medium effect sizes. However, none of them are significant because sample size was automatically decreased while investigating the interactions. Secondly, only the graphs for medium and large effect sizes are drawn to investigate interactions between covariates and treatments.

Table 4.24 Mean comparisons of the treatment groups in the Post-AT and Post-SPST with respect to the Pre-SPST levels

Dependent variable	Group membership		Mean difference (I-J)	Standard deviation (σ_J)	Sig.	Effect size
	I	J				
Pre-SPST level = lower (n _{PBL-G} =11; n _{control} =15; n _{PBL-I} =10)						
PostAT	PBL-G	Control	14.81	17.09	0.10	0.87**
	PBL-G	PBL-I	9.97	19.39	0.55	0.51*
	PBL-I	Control	4.83	17.09	1.00	0.28
PostSPST	Control	PBL-G	1.84	2.84	0.28	0.65*
	Control	PBL-I	1.30	2.28	0.72	0.57*
	PBL-I	PBL-G	0.54	2.84	1.00	0.19
Pre-SPST level = moderate (n _{PBL-G} =18; n _{control} =37; n _{PBL-I} =21)						
PostAT	PBL-I	Control	4.23	12.41	0.79	0.34
	PBL-I	PBL-G	2.24	16.40	1.00	0.14
	PBL-G	Control	1.99	12.41	1.00	0.16

Table 4.24 (*continued*)

Dependent variable	Group membership		Mean difference (I-J)	Standard deviation (σ_J)	Sig.	Effect size
	I	J				
PostSPST	PBL-I	Control	0.77	2.29	1.00	0.34
	PBL-I	PBL-G	0.21	3.86	1.00	0.05
	PBL-G	Control	0.56	2.29	1.00	0.24
Pre-SPST level = upper ($n_{\text{PBL-G}}=11$; $n_{\text{control}}=15$; $n_{\text{PBL-I}}=10$)						
PostAT	PBL-I	Control	6.64	17.36	1.00	0.38
	PBL-I	PBL-G	12.83	17.23	0.46	0.74**
	Control	PBL-G	6.19	17.23	1.00	0.36
PostSPST	PBL-I	Control	1.55	3.26	0.97	0.48*
	PBL-I	PBL-G	0.44	3.48	1.00	0.13
	PBL-G	Control	1.10	3.26	1.00	0.34

* Medium effect size; ** Large effect size

Table 4.25 Mean comparisons of the treatment groups in the Post-AT and Post-SPST with respect to course grade levels

Dependent variable	Group membership		Mean difference (I-J)	Standard deviation (σ_J)	Sig.	Effect size
	I	J				
Course grade level = lower ($n_{\text{PBL-G}}=23$; $n_{\text{control}}=47$; $n_{\text{PBL-I}}=29$)						
PostAT	PBL-I	Control	6.80	15.64	0.23	0.43
	PBL-I	PBL-G	1.79	15.08	1.00	0.12
	PBL-G	Control	5.02	15.64	0.67	0.32
PostSPST	Control	PBL-G	0.73	2.73	0.79	0.27
	Control	PBL-I	0.19	2.51	1.00	0.08
	PBL-I	PBL-G	0.54	2.73	1.00	0.20
Course grade level = moderate ($n_{\text{PBL-G}}=10$; $n_{\text{control}}=16$; $n_{\text{PBL-I}}=2$)						
PostAT	Control	PBL-G	6.40	17.03	0.71	0.38
	Control	PBL-I	12.00	4.24	0.70	2.83**
	PBL-G	PBL-I	5.60	4.24	1.00	1.32**
PostSPST	PBL-I	Control	3.63	2.80	0.33	1.30**
	PBL-I	PBL-G	4.20	3.16	0.22	1.33**
	Control	PBL-G	0.58	3.16	1.00	0.18
Course grade level = upper ($n_{\text{PBL-G}}=5$; $n_{\text{control}}=3$; $n_{\text{PBL-I}}=6$)						
PostAT	PBL-G	Control	1.60	7.00	1.00	0.23
	PBL-G	PBL-I	1.27	9.29	1.00	0.14
	PBL-I	Control	0.33	7.00	1.00	0.05
PostSPST	PBL-G	Control	1.73	0.58	1.00	2.98**
	PBL-G	PBL-I	2.57	2.32	0.34	1.11**
	Control	PBL-I	0.83	2.32	1.00	0.36

** Large effect size

Table 4.26 Mean comparisons of the treatment groups in the Post-AT and Post-SPST with respect to gender

Dependent variable	Group membership		Mean difference (I-J)	Standard deviation (σ_j)	Sig.	Effect size
I	J					
Gender = male ($n_{\text{PBL-G}}=19$; $n_{\text{control}}=33$; $n_{\text{PBL-I}}=17$)						
PostAT	PBL-G	Control	5.70	17.52	0.75	0.33
	PBL-G	PBL-I	0.02	16.12	1.00	0.00
	PBL-I	Control	5.69	17.52	0.80	0.32
PostSPST	PBL-G	Control	1.45	2.55	0.33	0.57*
	PBL-G	PBL-I	1.17	3.10	0.79	0.38
	PBL-I	Control	0.28	2.55	1.00	0.11
Gender = female ($n_{\text{PBL-G}}=19$; $n_{\text{control}}=33$; $n_{\text{PBL-I}}=20$)						
PostAT	PBL-I	Control	1.66	12.55	1.00	0.13
	PBL-I	PBL-G	0.65	13.87	1.00	0.05
	PBL-G	Control	1.01	12.55	1.00	0.08
PostSPST	PBL-I	Control	0.17	2.93	1.00	0.06
	PBL-I	PBL-G	1.39	3.60	0.53	0.39
	Control	PBL-G	1.22	3.60	0.56	0.34

* Medium effect size

Table 4.27 Mean comparisons of the treatment groups in the Post-AT and Post-SPST with respect to the Pre-AT levels

Dependent variable	Group membership		Mean difference (I-J)	Standard deviation (σ_j)	Sig.	Effect size
I	J					
preAT level = lower ($n_{\text{PBL-G}}=7$; $n_{\text{control}}=8$; $n_{\text{PBL-I}}=3$)						
PostAT	PBL-G	Control	5.57	15.20	1.00	0.37
	PBL-G	PBL-I	0.90	10.07	1.00	0.09
	PBL-I	Control	4.67	15.20	1.00	0.31
PostSPST	PBL-G	Control	1.02	3.52	1.00	0.29
	PBL-G	PBL-I	3.14	4.00	0.89	0.79**
	Control	PBL-I	2.13	4.00	1.00	0.53*
PreAT level = moderate ($n_{\text{PBL-G}}=24$; $n_{\text{control}}=49$; $n_{\text{PBL-I}}=28$)						
PostAT	PBL-I	Control	3.75	14.12	0.88	0.27
	PBL-I	PBL-G	0.35	14.98	1.00	0.02
	PBL-G	Control	3.40	14.12	1.00	0.24
PostSPST	PBL-G	Control	0.29	2.62	1.00	0.11
	PBL-G	PBL-I	0.06	2.66	1.00	0.02
	PBL-I	Control	0.23	2.62	1.00	0.09
preAT level = upper ($n_{\text{PBL-G}}=7$; $n_{\text{control}}=9$; $n_{\text{PBL-I}}=6$)						
PostAT	Control	PBL-G	1.56	10.65	1.00	0.15
	Control	PBL-I	1.72	10.72	1.00	0.16
	PBL-G	PBL-I	0.17	10.72	1.00	0.02

Table 4.27 (continued)

	PBL-I	Control	1.44	2.98	1.00	0.48*
PostSPST	PBL-I	PBL-G	3.19	3.13	0.31	1.02**
	Control	PBL-G	1.75	3.13	0.94	0.56*

* Medium effect size; ** Large effect size

In the following four sub-sections the graphs that indicate interactions between covariates and treatments will be presented. These sections are based on the covariates. In the graphs, only the regions that indicate medium or large effect size are discussed.

4.6.1. Interactions with respect to the Pre-SPST

Interactions between the Pre-SPST and treatments in the Post-AT and Post-SPST are illustrated in Figures 4.5 and 4.6, respectively.

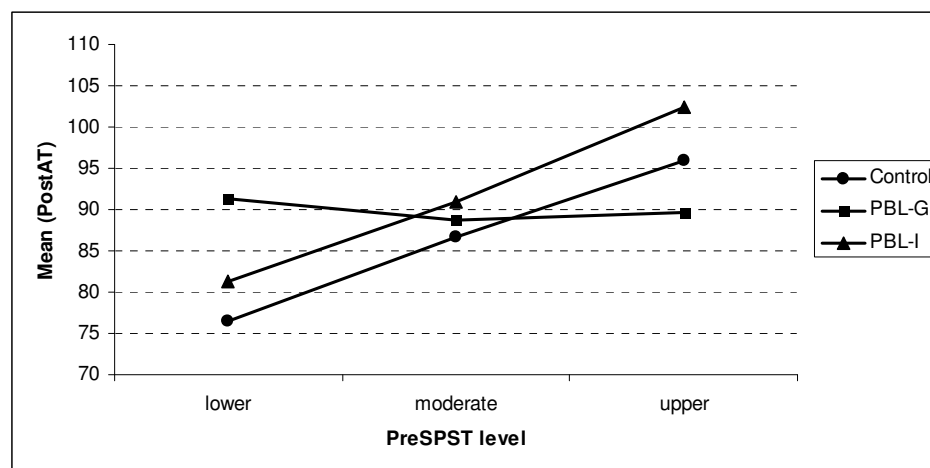


Figure 4.5 Interaction between the Pre-SPST and treatments with respect to Post-AT

According to Figure 4.5, students who are low achievers in the Pre-SPST and in the PBL-G group have higher the Post-AT mean scores than the other groups. Upper level students with respect to the Pre-SPST have higher the Post-AT mean scores when they are in the PBL-I group compared with the PBL-G group. The other effect sizes are small so they are not discussed.

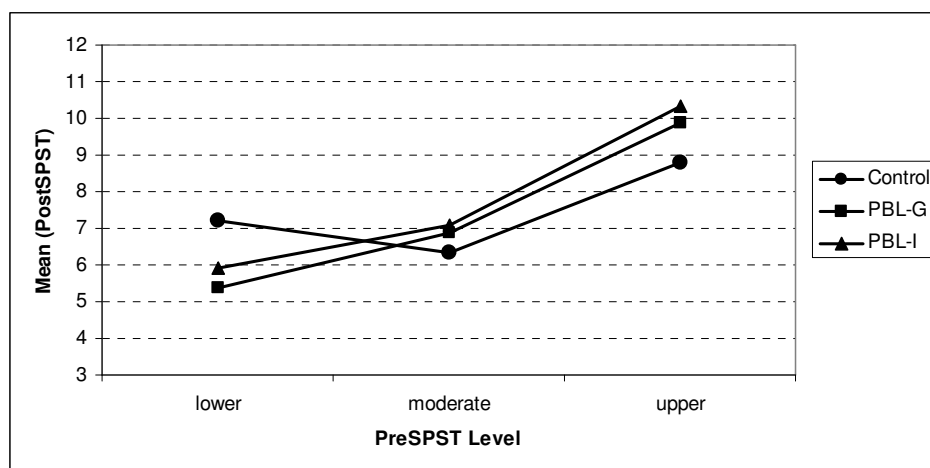


Figure 4.6 Interaction between the Pre-SPST and treatments with respect to the Post-SPST

Figure 4.6 indicates that students who are at lower level with respect to Pre-SPST and are in the control group have higher Post-SPST mean scores than students in the other groups. For students who are at upper Pre-SPST level, the PBL-I group students have higher Post-SPST mean scores than the control group students.

4.6.2. Interactions with respect to Course Grade

Interactions between course grade and treatments in the Post-AT and Post-SPST are shown in Figures 4.7 and 4.8, respectively.

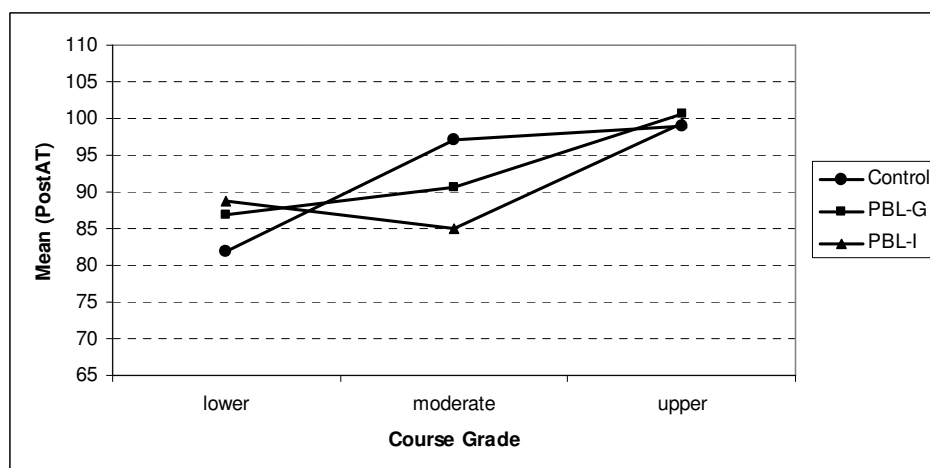


Figure 4.7 Interaction between course grade and treatments with respect to Post-AT

Figure 4.7 indicates that although mean scores of groups on the Post-AT are close to each other for lower and upper level students with respect to course grade, for students who are moderate in academic achievement, the control and PBL-G groups' students have higher the Post-AT scores when compared with the PBL-I group's students.

According to Figure 4.8, the PBL-I group has higher Post-SPST mean scores than the other groups if students' course grade level is moderate. On the other hand, for upper level students with respect to course grade, the PBL-G group has higher Post-SPST mean scores than the other groups.

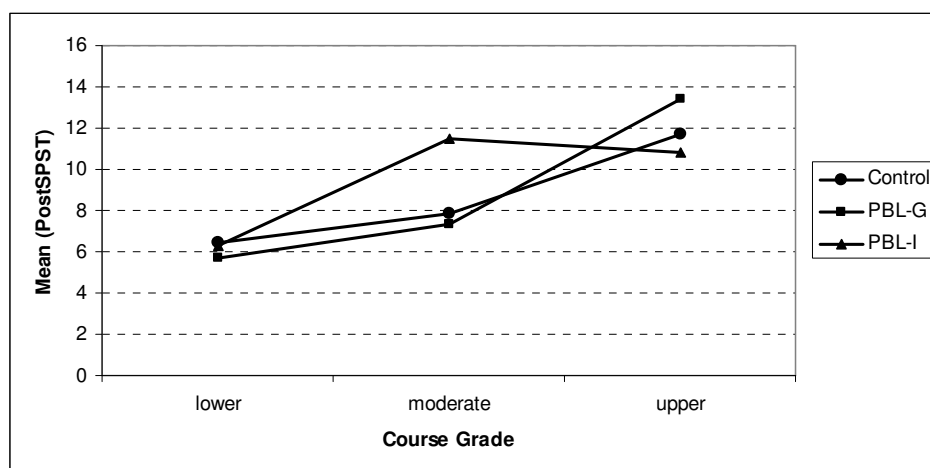


Figure 4.8 Interaction between course grade and treatments with respect to the Post-SPST

4.6.3. Interactions with respect to Gender

Interactions between gender and treatments in the Post-SPST are shown in Figure 4.9. The graph for the Post-AT was not drawn since effect sizes for this dependent variable are small as shown in Table 4.26. According to Figure 4.9, male students in the PBL-G group have higher Post-SPST mean scores when compared with male students in the control group.

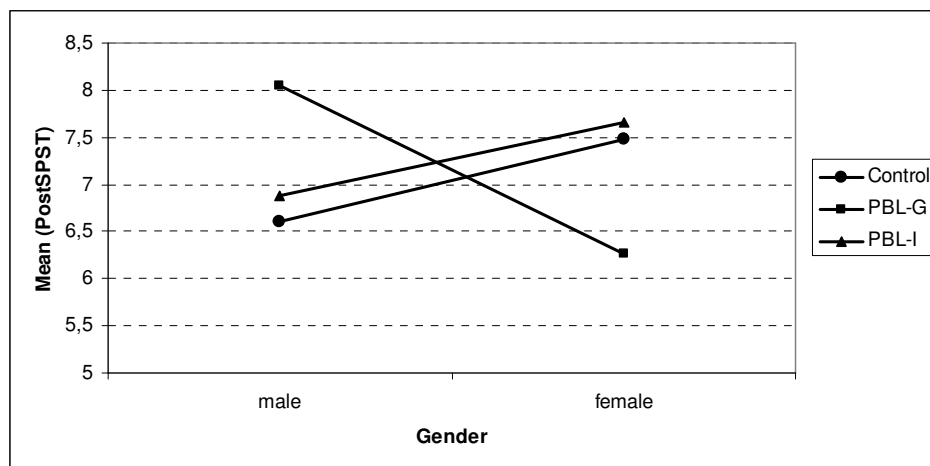


Figure 4.9 Interaction between gender and treatments with respect to the Post-SPST

4.6.4. Interactions with respect to the Pre-AT

Interactions between the Pre-AT and treatments in the Post-SPST are shown in Figure 4.10. The graph for the Post-AT was not drawn since effect sizes for this dependent variable are small as shown in Table 4.27.

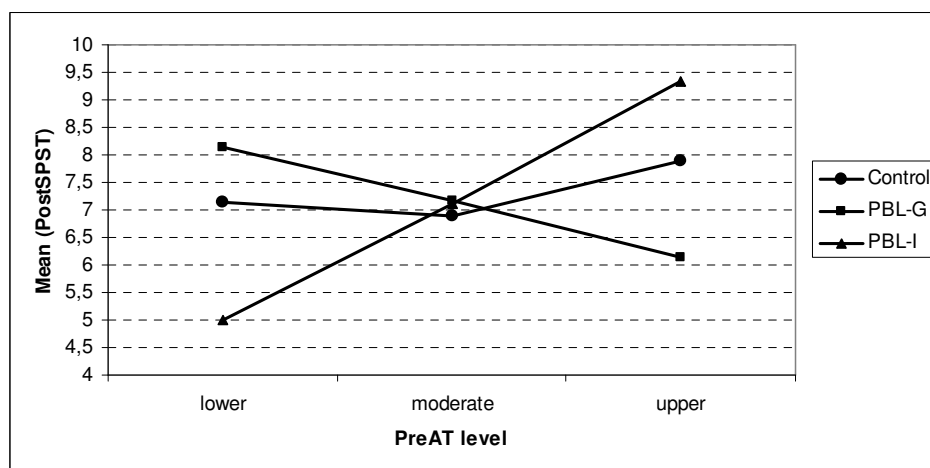


Figure 4.10 Interaction between the Pre-AT and treatments with respect to the Post-SPST

Figure 4.10 reveals that students who are at the lower Pre-AT level have

higher Post-SPST mean scores if they are in the PBL-G group and the control group. On the contrary, for students who are at the upper Pre-AT level, the PBL-I students have higher Post-SPST mean scores than the control and PBL-G students. Moreover, for students who are at the upper Pre-AT level, the control group students have higher Post-SPST mean scores than the PBL-G group students.

4.7. Results of Interviews

In this section, firstly, results of interview conducted with the students taught with the PBL-I instruction are presented. Then, results obtained from teacher interviews are introduced.

4.7.1. Results of Student Interview

A group interview with 10 students exposed to PBL-I instruction was conducted after the treatment. Students were asked the following question: “What are the differences between the old and new science teaching approaches?” Responses on which at least about half of the students participated in the interview agree are presented here. The results are as follows. Participation to the lesson was increased. They were more interested in the course. The number of experiments, which were enjoyable according to students, made in the class, was increased. The new approach was amusing. Thinking process and presenting ideas (in proposing hypothesis and solution to the problems, etc.) were much appeared in this new approach than the previous teaching approach. Discussions were enjoyable. Lessons were not boring, time was passing quickly. In the previous teaching approach, there were complete lecturing, many problem solving, and drawings. Some students were anxious about what can be asked in the written examination in the PBL class, since they stated that there was definite knowledge in the previous teaching approach while in the new approach information was not given directly. Forming hypothesis and finding or designing experiments were not enjoyable. Specifying learning issues was boring.

4.7.2. Results of Teacher Interview

Teachers were interviewed after the treatment. They were asked three questions (see Appendix I). Teachers were responded the first question, “What are

the differences between the previous and new science teaching approaches?”, as follows. The teacher of interviewed students stated that she was not so tired in the PBL class when compared to traditional class. The PBL class was better than traditional class in explaining definitions of science concepts in the written examination made by the teacher. According to the second teacher, students’ thinking and their effort in forming hypotheses were the most different things that had not seemed in traditional teaching. The last teacher reported that the time was not adequate to complete all the PBL tasks.

The second question directed to the teachers was “What are the difficulties in the application of new approach (i.e. PBL)?” The first teacher stated that KWL table was not functioning as intended. Moreover, students were not successful in specifying the learning issues. She was uncomfortable when an observer was in the class. The second teacher reported that the time was not enough to complete all the PBL tasks. The last teacher declared that she had difficulty in implementing the PBL instruction since the class was so crowded. Especially, at the beginning of the study, implementation of the PBL instruction was difficult.

The third question asked to the teachers was “How was students’ interest toward and participation in the course?” The first teacher felt that students were self-confident. Let’s investigate scenario form was useful in guiding students what to do. Students who had not participated in the lessons before were participating the lectures of the PBL. The second teacher claimed that students were willing to talk so much related with the content of the lecture in the PBL class. Low achiever students also explained their ideas at any step of the PBL process. Students examined the resources located in the class library during the research process. The last teacher argued that participation of students to the lesson was increased in the PBL class when compared to the traditional class. However, some group members were not eager to contribute to the group work activities.

4.8. Results of Students’ Self Evaluation

Self-evaluation form (SEF, see Appendices H-1 and H-2) includes eight items. Students were requested to fill this form at their home after each subject was completed and then return it to their teachers. A total of 231 self-evaluation forms

came back to the teachers. Number of students who filled the forms for each subject and treatment group is presented in Table 4.28.

Document analysis was conducted for the collected self-evaluation forms. First of all, about one fourth of the forms were examined to see what categories can be generated. So many categories were observed. Then, some categories which are similar to each other were combined and number of category was decreased. All forms, then, were examined again by using the final form of the categories. Description of each category presented in Table 4.28 was given in Appendix Y-1.

Table 4.28 Categories emerged from the analyses of SEF with at least 20 percent of occurrence

CATEGORIES	Subjects												
	Pressure in solids			Pressure in liquids			Pressure in gases and atmospheric pressure		Buoyant force in liquids		Total		
	Control (n=27)	PBL-I (n=12)	PBL-G (n=36)	Control (n=30)	PBL-I (n=6)	PBL-G (n=27)	Control (n=25)	PBL-G (n=16)	Control (n=25)	PBL-G (n=27)	Control (n=107)	PBL-I (n=18)	PBL-G (n=106)
	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)
What Did I Do?													
Listening to teacher	9 (33)	0 (0)	1 (3)	12 (40)	0 (0)	0 (0)	12 (48)	0 (0)	7 (28)	2 (7)	40 (37)	0 (0)	3 (3)
Writing from teacher	3 (11)	0 (0)	0 (0)	9 (30)	0 (0)	1 (4)	10 (40)	0 (0)	6 (24)	0 (0)	28 (26)	0 (0)	1 (1)
Problem solving	16 (59)	2 (17)	9 (25)	18 (60)	2 (33)	8 (30)	3 (12)	5 (31)	4 (16)	8 (30)	41 (38)	4 (22)	30 (28)
Research	6 (22)	5 (42)	27 (75)	3 (10)	3 (50)	12 (44)	2 (8)	5 (31)	1 (4)	10 (37)	12 (11)	8 (44)	54 (51)
Scientific process steps	9 (33)	7 (58)	5 (14)	6 (20)	13 (217)	16 (59)	4 (16)	11 (69)	5 (20)	10 (37)	24 (22)	20 (111)	42 (40)
Helping one another	0 (0)	2 (17)	8 (22)	3 (10)	0 (0)	4 (15)	0 (0)	4 (25)	0 (0)	6 (22)	3 (3)	2 (11)	22 (21)
What Did I Learn?													
Physics principles	0 (0)	0 (0)	1 (3)	17 (57)	0 (0)	0 (0)	18 (72)	8 (50)	1 (4)	0 (0)	36 (34)	0 (0)	9 (8)
Drawing	3 (11)	0 (0)	0 (0)	15 (50)	0 (0)	1 (4)	3 (12)	5 (31)	8 (32)	1 (4)	29 (27)	0 (0)	7 (7)
I learned (in general)	5 (19)	5 (42)	14 (39)	7 (23)	3 (50)	17 (63)	1 (4)	2 (13)	5 (20)	9 (33)	18 (17)	8 (44)	42 (40)
Daily life examples	0 (0)	3 (25)	5 (14)	1 (3)	2 (33)	7 (26)	3 (12)	5 (31)	0 (0)	6 (22)	4 (4)	5 (28)	23 (22)
Relationship between variables	7 (26)	5 (42)	5 (14)	5 (17)	3 (50)	2 (7)	1 (4)	0 (0)	3 (12)	0 (0)	16 (15)	8 (44)	7 (7)
Definition	4 (15)	2 (17)	0 (0)	14 (47)	3 (50)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	18 (17)	5 (28)	0 (0)

Table 4.28 (continued)

CATEGORIES	Subjects												
	Pressure in solids			Pressure in liquids			Pressure in gases and atmospheric pressure		Buoyant force in liquids		Total		
	Control (n=27)	PBL-I (n=12)	PBL-G (n=36)	Control (n=30)	PBL-I (n=6)	PBL-G (n=27)	Control (n=25)	PBL-G (n=16)	Control (n=25)	PBL-G (n=27)	Control (n=107)	PBL-I (n=18)	PBL-G (n=106)
	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)
How Did I Help my Friends?													
Explaining the subject	5 (19)	3 (25)	7 (19)	10 (33)	0 (0)	3 (11)	6 (24)	4 (25)	1 (4)	8 (30)	22 (21)	3 (17)	22 (21)
Problem solving	12 (44)	1 (8)	10 (28)	8 (27)	1 (17)	6 (22)	3 (12)	5 (31)	2 (8)	4 (15)	25 (23)	2 (11)	25 (24)
Research	1 (4)	4 (33)	19 (53)	0 (0)	2 (33)	13 (48)	0 (0)	7 (44)	0 (0)	11 (41)	1 (1)	6 (33)	50 (47)
No help	1 (4)	1 (8)	1 (3)	6 (20)	2 (33)	0 (0)	6 (24)	0 (0)	12 (48)	0 (0)	25 (23)	3 (17)	1 (1)
Discussion/Presenting idea	3 (11)	3 (25)	6 (17)	2 (7)	2 (33)	0 (0)	0 (0)	2 (13)	0 (0)	1 (4)	5 (5)	5 (28)	9 (8)
The Best Things I Did													
Listening	8 (30)	0 (0)	1 (3)	11 (37)	0 (0)	1 (4)	10 (40)	3 (19)	9 (36)	4 (15)	38 (36)	0 (0)	9 (8)
Problem solving	13 (48)	5 (42)	9 (25)	11 (37)	2 (33)	7 (26)	2 (8)	5 (31)	4 (16)	7 (26)	30 (28)	7 (39)	28 (26)
Experiments	1 (4)	1 (8)	8 (22)	2 (7)	1 (17)	14 (52)	1 (4)	5 (31)	1 (4)	6 (22)	5 (5)	2 (11)	33 (31)
Research	2 (7)	6 (50)	8 (22)	1 (3)	4 (67)	8 (30)	0 (0)	5 (31)	0 (0)	5 (19)	3 (3)	10 (56)	26 (25)
Hypothesis	0 (0)	3 (25)	0 (0)	0 (0)	1 (17)	0 (0)	0 (0)	1 (6)	0 (0)	2 (7)	0 (0)	4 (22)	3 (3)
The Most Difficult Things I had													
Problem solving	11 (41)	0 (0)	15 (42)	13 (43)	2 (33)	7 (26)	4 (16)	4 (25)	2 (8)	8 (30)	30 (28)	2 (11)	34 (32)
No difficulty	2 (7)	4 (33)	1 (3)	4 (13)	0 (0)	2 (7)	3 (12)	3 (19)	5 (20)	5 (19)	14 (13)	4 (22)	11 (10)
Experiment	0 (0)	3 (25)	5 (14)	2 (7)	2 (33)	6 (22)	0 (0)	3 (19)	0 (0)	2 (7)	2 (2)	5 (28)	16 (15)
Unexpected Things I Encountered													
Experiments	1 (4)	2 (17)	5 (14)	1 (3)	4 (67)	4 (15)	0 (0)	2 (13)	0 (0)	3 (11)	2 (2)	6 (33)	14 (13)
I Would Study Like That													
Repetition	7 (26)	0 (0)	2 (6)	7 (23)	0 (0)	1 (4)	7 (28)	1 (6)	2 (8)	0 (0)	23 (21)	0 (0)	4 (4)
Research	4 (15)	2 (17)	7 (19)	2 (7)	0 (0)	5 (19)	0 (0)	6 (38)	1 (4)	4 (15)	7 (7)	2 (11)	22 (21)
Better study	8 (30)	2 (17)	9 (25)	6 (20)	1 (17)	11 (41)	3 (12)	1 (6)	6 (24)	8 (30)	23 (21)	3 (17)	29 (27)
In the same way	0 (0)	3 (25)	2 (6)	0 (0)	3 (50)	4 (15)	3 (12)	3 (19)	4 (16)	7 (26)	7 (7)	6 (33)	16 (15)
Solving a Problem in Your Environment													
Daily life examples	3 (11)	4 (33)	3 (8)	6 (20)	11 (183)	4 (15)	14 (56)	8 (50)	5 (20)	10 (37)	28 (26)	15 (83)	25 (24)

* f indicates frequency of each category observed in the related title of the self-evaluation form

In Table 4.28, f columns indicate frequency of each category observed in the related title of the self-evaluation forms filled by students. Since number of students in the control and experimental groups were not equal, comparisons were made by using percent values instead of frequencies. Some percent values in a few cells in the tables is greater than one hundred since some students expressed more than one thing associated with the related category. In this section, only the categories with an occurrence value of at least 20 percent for at least one group with respect to total scores are discussed. This value is arbitrary and specified as a cut off point in order to avoid engaging with small numbers and to make robust conclusions based on big numbers. All categories emerged from the analysis of self-evaluation forms are presented in Appendix Y-2 with their frequency and percentage values. For the PBL-I group; data were obtained only from two subjects that are pressure in solids and pressure in liquids. Results are discussed in the following eight sub-titles which are questions directed to students through self-evaluation forms.

What Did I Do?

A relatively high ratio of listening to the teachers and writing what the teachers said or write on the board was observed in the control group, whereas, no student in the PBL-I group and few students in the PBL-G group stated this issue. Students in all groups were engaged with problem solving that was highlighted much more in the control group compared to the PBL-I and PBL-G groups. It should be noted that students in the former group mostly dealt with problems requiring mathematical operations, however, students in the other groups usually worked on the PBL problems. Conducting research and engaging with scientific process steps were stated much more by the PBL-I and PBL-G group students. Helping one another was stated mainly by the PBL-G students and then by the PBL-I and control group students, respectively.

What Did I Learn?

The PBL-I group students indicated relationship between variables with a higher ratio than the other groups. Number of students expressing that they learned something about the subject was higher in both the PBL-G and PBL-I groups than

the control group. Physics principles and drawing categories were observed more in the control group when compared with the PBL groups. The PBL groups presented more daily life examples than the control group. Both the control and PBL-I groups stated that they learned some definitions but the latter one with a higher ratio. However, no PBL students mentioned about this issue.

How Did I Help My Friends?

One third of students in both the PBL-I and PBL-G group emphasized research under this title. Only one percent of students in the control group highlighted this category. Helping friends through discussion or presenting ideas was observed mostly in the PBL-I group. All groups were almost equal in terms of explaining the subjects to friends in order to help them. Helping in problem solving was reported mostly by the control and PBL-G groups. About one fourth of students in the control group stated that they did not help their friends, whereas the ratio was lower in the PBL groups.

The Best Things I Did

Listening was one of the best things students in the control group did during the lectures. On the other hand, the ratio of listening category in the PBL-I and PBL-G groups was very low. Problem solving was appeared about equally in all groups. Experiments and research were reported much more by the PBL groups than the control group as one of the best things they did. Hypothesis category was observed much more in the PBL-I group compared with the PBL-G group. No students in the control group mentioned about hypothesis.

The Most Difficult Things I Had

Problem solving was one of the most difficult things stated by both control and PBL-G groups with a relatively high ratio compared to the PBL-I group. Both PBL groups expressed experiments as one of the most difficult things much more than the control group. Percent of students who stated that they had no difficulty during the instruction is higher in the PBL-I group.

Unexpected Things I Encountered

Percent of students who stated experiments as an unexpected thing in the PBL groups was higher than the control group. Students in the PBL-I group emphasized this issue much more than the PBL-G group.

I Would Study Like That

All groups stated that they would study better. Percent of students who stated that they would study in the same way was higher in the PBL-I group. Studying through repetition in case of having chance to study on these topics again was observed more in the control group. No students in the PBL-I group and few students in the PBL-G group declared repetition as a working style. Studying via making research was more emphasized by the PBL-G group and then the PBL-I group and control group, respectively.

Solving a Problem in Your Environment

Under this title students usually wrote down daily life examples related with the subject. Therefore, only one category, which is daily life examples, was constituted under this title. Students in the PBL-I group gave much more daily life examples related with the topics. The control and PBL-G groups were almost equal in giving daily life examples.

In summary, students in both control and experimental groups were requested to make self-evaluation regarding the instructions they were given. Analyses of the self-evaluation forms revealed that students in the control group were given the traditional instruction. So, they were engaged more with listening to the teacher, writing from the teacher, and solving problems requiring mathematical operations. On the other hand, it was clear that experimental groups (the PBL-I and PBL-G) were given an instruction based on PBL. Students in these groups stated that they were occupied with scenarios, research, experiments, hypotheses, and discussions. These results also support treatment verification as well.

4.9. Results of the Classroom Observation Checklist

Items in the checklist can be combined into four overlapping categories:

items related to the PBL-I, PBL-G, control, and common. The items related to the PBL-I are Items 2, 4-7, 9, 14-27, 29, and 31. The items related to the PBL-G are Items 1, 2, 4-7, 9, 11, 14-27, 29, 31, and 32. Most of items are the same in these two groups. The difference is that the PBL-G group includes additional three items which are related with group work. The items related to the control group are Items 3 and 8 that indicate the basic characteristics of traditional instruction. The items related to the common group are Items 10, 12, 13, 28, 30, and 33. These items are common for all treatments. The PBL-I and control groups were observed four times, and the PBL-G group was observed five times.

Each alternative in the checklist was coded as “1” for “no”, “2” for “partially”, “3” for “yes”, and “0” for “not applicable (NA)”. Since the complete PBL instruction could not be given in one lecture hour, and only some parts of the PBL instructions could be given during the observation time, some items in the checklist were coded as NA for those observations. “-” signs in Table 4.29 indicate that the values were not calculated for different reasons. These reasons could be explained as follows: First of all, self-evaluation forms were distributed to students at the end of teaching the topics. Only one such lecture from the control group was came across during the observation process, whereas no such lectures in the PBL-G and PBL-I groups were observed. Therefore, they were coded as not applicable (NA) in the checklist. For this reason, mean and standard deviation of Item 29 were not computed for the PBL-G and PBL-I groups, as shown in Table 4.29. The same reason is valid also for Items 15 and 18. Moreover, standard deviations in the PBL-I group for Items 14, 16, 17 and standard deviation in the control group for Item 29 were not calculated since there is only one observation in these items.

The aim of the “f” column in the checklist was to collect data related with the occurrence of some countable items (actions) during the observation time. However, observers could not collect enough data for those items so no analysis could be done on the data.

Descriptive statistics of each item in the checklist were presented in Table 4.29. In order to analyze the data in the table more easily, items belong to each group are represented with bold characters. It is clear from the table that items related with the control group have higher mean scores for the control group than those for the

other groups. Items associated with the PBL-G group have higher mean scores in the PBL-G group than the control group except Items 27 and 32. This means that presentation of the related concepts and formulas after making experiments in the PBL-G group was not sufficient. Moreover, encouragement of students in doing group working was not enough in the PBL-G group. Items related with the PBL-I group have higher mean scores in the PBL-I group than the control group except Item 5. This means that the PBL-I group students were not exposed to thought provoking questions adequately as expected.

Table 4.29 Results of classroom observation checklist with respect to each item

Item no	Control group		PBL-G group		PBL-I group	
	Mean (out of 3)	S.D.	Mean (out of 3)	S.D.	Mean (out of 3)	S.D.
1	1.0	0.0	3.0	0.0	1.0	0.0
2	1.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0
3	3.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0
4	1.0	0.0	1.8	0.3	1.9	0.3
5	1.8	0.5	2.0	0.0	1.6	0.8
6	1.0	0.0	1.8	0.3	2.1	0.3
7	1.3	0.3	1.7	0.6	1.4	0.5
8	3.0	0.0	1.4	0.5	1.6	0.5
9	1.4	0.5	3.0	0.0	2.3	0.5
10	2.4	0.3	2.6	0.5	2.3	0.3
11	1.0	0.0	1.4	0.5	1.0	0.0
12	2.6	0.5	3.0	0.0	3.0	0.0
13	1.6	0.5	1.8	0.3	1.9	0.3
14	1.0	0.0	3.0	0.0	3.0	-
15	1.0	0.0	2.5	0.7	-	-
16	1.0	0.0	2.5	0.7	3.0	-
17	1.0	0.0	2.0	1.4	3.0	-
18	1.0	0.0	-	-	-	-
19	1.0	0.0	1.6	0.9	2.7	0.3
20	1.0	0.0	2.8	0.5	3.0	0.0
21	1.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0
22	1.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0
23	1.0	0.0	2.8	0.5	2.3	1.2
24	1.0	0.0	3.0	0.0	2.3	1.2
25	1.0	0.0	3.0	0.0	2.3	1.2
26	1.0	0.0	3.0	0.0	2.3	1.2
27	1.4	0.5	1.0	0.0	2.2	0.8
28	2.6	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0

Table 4.29 (continued)

Item no	Control group		PBL-G group		PBL-I group	
	Mean (out of 3)	S.D.	Mean (out of 3)	S.D.	Mean (out of 3)	S.D.
29	3.0	-	-	-	-	-
30	2.9	0.3	3.0	0.0	3.0	0.0
31	1.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0
32	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0
33	3.0	0.0	1.3	0.5	3.0	0.0

In order to see whether the observed differences between groups in Table 4.29 are statistically significant or not, both parametric and non-parametric tests are used. For this aim, four scores for each group (total of 12 scores), which are traditional score (TI-S), PBL-G score (PBLG-S), PBL-I score (PBLI-S), and common score (COM-S) are computed by adding up corresponding related items. One-Way ANOVA was used for the parametric test and Kruskal-Wallis test is used for the non-parametric test while comparing the groups by using these scores. Descriptive statistics, homogeneity of variances, and results of the One-Way ANOVA with multiple comparisons are shown in Tables 4.30, 4.31, 4.32, and 4.33, respectively.

Table 4.30 Descriptive statistics of the One-Way ANOVA

Dependent Variables	Group	N	Mean	S.D
TI-S	Control	4	5.25	1.50
	PBL-G	5	2.38	0.48
	PBL-I	4	2.63	0.48
PBLI-S	Control	4	9.25	1.66
	PBL-G	5	42.50	5.07
	PBL-I	4	34.13	7.77
PBLG-S	Control	4	11.75	1.19
	PBL-G	5	48.13	4.94
	PBL-I	4	34.75	9.31
COM-S	Control	4	15.13	0.63
	PBL-G	5	11.00	2.71
	PBL-I	4	13.13	0.25

Table 4.31 Test of homogeneity of variance for the One-Way ANOVA

Dependent Variables	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
TI-S	3.484	2	9	0.076
PBLI-S	9.178	2	9	0.007
PBLG-S	10.756	2	9	0.004
COM-S	5.370	2	9	0.029

According to Table 4.31, variances among groups are equal on the TI-S score so Bonferroni test was used in the multiple comparisons given in Table 4.33. On the other hand, variances among groups are not equal with respect to the PBLI-S, PBLG-S, and COM-S so Dunnett C test was used in the multiple comparisons given in Table 4.33.

Table 4.32 Results of the One-Way ANOVA

Dependent Variable		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TI-S	Between Groups	20.29	2	10.15	11.24	.004
	Within Groups	8.13	9	0.90		
PBLI-S	Between Groups	2392.63	2	1196.31	40.41	.000
	Within Groups	266.44	9	29.60		
PBLG-S	Between Groups	2708.04	2	1354.02	36.09	.000
	Within Groups	337.69	9	37.52		
COM-S	Between Groups	34.04	2	17.02	6.55	.018
	Within Groups	23.38	9	2.60		

According to Table 4.32, there are significant mean differences between groups on all of the dependent variables. In order to see which groups significantly differ from the other ones, post hoc analysis indicating multiple comparisons was conducted as shown in Table 4.33. According to this table, the control group has significantly higher mean score than the PBL-I and PBL-G groups on the TI-S score as expected. The PBL-I group has significantly higher mean score than the control group on the PBLI-S score as expected. The PBL-G group has significantly higher mean score than the control group on the PBLG-S score as expected. There is no

significant mean difference between the control group and PBL-G group on the COM-S score as expected. Similarly, there is no significant mean difference between the PBL-G group and PBL-I group on the COM-S score as expected. There is only one unexpected result which states that there is significant mean difference between the control and PBL-I group on the COM-S score.

Table 4.33 Multiple Comparisons in the One-Way ANOVA

Dependent Variable	Groups (I) (J)		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
TI-S	Control	PBL-G	2.88(*)	0.67	0.006
	Control	PBL-I	2.63(*)	0.67	0.011
	PBL-G	PBL-I	-0.25	0.67	1.000
PBLI-S	Control	PBL-G	-33.25(*)	2.67	
	Control	PBL-I	-24.88(*)	3.97	
	PBL-G	PBL-I	8.38	4.64	
PBLG-S	Control	PBL-G	-36.38(*)	2.54	
	Control	PBL-I	-23.00(*)	4.69	
	PBL-G	PBL-I	13.38	5.27	
COM-S	Control	PBL-G	4.13	1.39	
	Control	PBL-I	2.00(*)	0.34	
	PBL-G	PBL-I	-2.13	1.36	

* The mean difference is significant at the .05 level.

Table 4.34 Descriptive statistics of the Kruskal-Wallis test

Dependent Variables	Group	N	Mean Rank
TI-S	Control	4	10.13
	PBL-G	5	4.00
	PBL-I	4	5.38
PBLI-S	Control	4	2.50
	PBL-G	5	9.38
	PBL-I	4	7.63
PBLG-S	Control	4	2.50
	PBL-G	5	10.50
	PBL-I	4	6.50
COM-S	Control	4	10.50
	PBL-G	5	2.88
	PBL-I	4	6.13

The results obtained from the Kruskal-Wallis test are represented in Tables 4.34, 4.35, and 4.36. According to Table 4.35, there are significant mean differences between groups on each dependent variable. Multiple comparisons with respect to the TI-S, PBLI-S, and PBLG-S yielded the same results as obtained in the One-Way ANOVA (see Table 4.36). However, all comparisons on the COM-S score yielded significant mean differences that were not an expected result.

Table 4.35 Results of the Kruskal-Wallis test

	TI-S	PBLI-S	PBLG-S	COM-S
Chi-Square	6.808	7.911	9.915	9.404
Df	2	2	2	2
Asymp. Sig.	0.033	0.019	0.007	0.009

Table 4.36 Multiple Comparisons in the Kruskal-Wallis test

Dependent variable	Groups	N	Mean rank	Sum of ranks	Z	Asymp. Sig.
TI-S	Control	4	6.38	25.50	-2.247	0.025
	PBL-G	5	2.63	10.50		
	Control	4	6.25	25.00	-2.124	0.034
	PBL-I	4	2.75	11.00		
	PBL-G	5	3.88	15.50	-0.764	0.445
	PBL-I	4	5.13	20.50		
	Control	4	2.50	10.00	-2.323	0.020
	PBL-I	4	6.50	26.00		
PBLI-S	Control	4	2.50	10.00	-2.323	0.020
	PBL-G	5	6.50	26.00		
	PBL-G	5	5.38	21.50	-1.016	0.309
	PBL-I	4	3.63	14.50		
	Control	4	2.50	10.00	-2.337	0.019
	PBL-G	5	6.50	26.00		
	Control	4	2.50	10.00	-2.323	0.020
	PBL-I	4	6.50	26.00		
PBLG-S	PBL-G	5	6.50	26.00	-2.323	0.020
	PBL-I	4	2.50	10.00		
	Control	4	6.50	26.00	-2.337	0.019
	PBL-G	5	2.50	10.00		
	Control	4	6.50	26.00	-2.381	0.017
	PBL-I	4	2.50	10.00		
	PBL-G	5	2.88	11.50	-2.013	0.044
	PBL-I	4	6.13	24.50		

In order to obtain reliable results from the observation checklist, seven lectures (two of them are from the PBL-G group, two from the PBL-I group, and three from the control group) were observed by two observers. Therefore, items had two scores for these lectures. Item scores for these lectures were used in the analyses by taking the average of the scores given by the two observers. The correlation coefficients between these two observers are given in Table 4.37. As seen from Table 4.37, the correlations between observers are high. It could also indicate the reliabilities of the observations made by only one observer.

Table 4.37 Correlations between two observers

Lectures	1	2	3	4	5	6	7
	(CG)	(CG)	(CG)	(PBL-I)	(PBL-I)	(PBL-G)	(PBL-G)
r	0.84	0.84	0.81	0.89	0.86	0.72	0.85

In summary, descriptive statistics indicated that treatment verification is supported for each group except two items for the PBL-G group and one item for the PBL-I group. Moreover, the results of the One-Way ANOVA and Kruskal-Wallis test indicated that characteristics of each treatment were applied in the associated group. However, some characteristics common to all treatments were not integrated equally into the lectures of all groups. With the minor exceptions explained above, it can be concluded that treatment verification is supported in the current study.

4.10. Summary of Findings

Results obtained from the current study can be summarized under each measuring tool and type of analysis as the following:

According to Curiosity Survey

- Students' most interested events were related with health.

According to Scenario Evaluation From

- Students' opinions about scenarios were mostly positive.
- The approach that students' prefer in solving problems given in the scenarios was

consistent with that proposed by the PBL. For example, they usually stated to go library for search, helping one another, and use of Internet. However, taking help from the family was the last choice of students.

According to Descriptive and Inferential Statistics

- The PBL-G group was better in terms of gain score obtained in the AT.
- In general, both versions of the PBL instructions were as effective as traditional instruction with respect to academic achievement, attitude toward the course, and scientific process skills.

According to ATI Analysis

- The PBL-G instruction was better in increasing attitudes of the students who were low achievers in scientific process skills.
- Traditional instruction was better in increasing scientific process skills of the students who were low achievers in scientific process skills. However, the PBL-I instruction is better than the traditional instruction in increasing scientific process skills of the students who were high achievers in scientific process skills.
- The traditional and PBL-G instructions were better than the PBL-I instruction in increasing attitudes of the students who were at moderate level with respect to academic achievement.
- The PBL-I instruction was better than the traditional and PBL-G instructions in increasing scientific process skills of the students who were at moderate level with respect to academic achievement. On the other hand, for upper level students with respect to academic achievement, the PBL-G instruction was more effective than the traditional and PBL-I instructions in increasing students' scientific process skills.
- The PBL-G instruction was more effective than the traditional instruction in increasing scientific process skills of the male students.
- The PBL-G and traditional instructions were better than the PBL-I instruction in increasing scientific process skills of the students whose attitude was lower. On the contrary, the PBL-I instruction was more effective than the traditional and PBL-G instructions in increasing scientific process skills of the students whose attitude was high. In addition, the traditional instruction was also more effective than the PBL-G instruction in increasing scientific process skills of the students whose

attitude was high.

According to Student and Teacher Interviews

- Students' participation to the lessons was increased in the PBL classes.
- Students' attitude toward the PBL course was positive.
- The PBL students were more active in both physically (designing and making experiments, etc.) and mentally (forming hypothesis, ways of testing hypothesis, proposing solutions to the problem, discussions, etc.)
- Forming hypothesis, finding or designing experiments, and specifying learning issues were not enjoyable for the PBL-I students.
- Students appeared as self-confident in the PBL classes.
- Some PBL students did not contribute to group working.
- Time was not enough for the PBL classes.
- Teachers have had difficulty at the beginning of the implementation of the PBL.

According to the Self-Evaluation Form

- Students in the traditional instruction mostly listen to the teacher, write from the teacher, solve problems requiring mathematical operations, and draw graphs/figures. Physics principles were much more stated by the students taught with traditional instruction when compared to the PBL students. Students in the traditional instruction stated that problem solving is the most difficult activities that they encountered.
- Students taught with the PBL-I and PBL-G instructions conduct research, engage with scientific process steps, and help one another in research process (search for information, finding different resources, etc.). The PBL students stated the term "I have learned something about the topics" much more than students taught with the traditional instruction. The PBL students give more real-life examples than the control group students. The best thing that the PBL students do is conducting research. The PBL students had more difficulty in experiments than the control group. The PBL students found experiments as an unexpected thing, i.e., they were surprised, when compared with the control group students. Studying in the same way was emphasized much more by the PBL students than the control group students.
- Discussion or presenting ideas and stating relationship between variables in the

first two topics were more observed in the PBL-I group. Hypothesis as the best thing students made observed much more in the PBL-I group.

- Experiments were stated much more as the best thing by the PBL-G students than the other groups of students.

According to the Classroom Observation Checklist

- In the PBL classes students engaged with scenarios and tried to solve problems emerged from the scenarios. Inquiry and research were dominant in the PBL classes.
- Students in the traditional classes took information directly from the teachers. Solving mathematical problems in these classes was dominant.
- Correlations between the observers for the checklist were high.
- Treatment verification was supported except few items.

CHAPTER 5

DISCUSSION, CONCLUSION AND IMPLICATIONS

There are six sections in this chapter. Firstly, discussion of the results is presented. The second and third sections are devoted to internal and external validity of the study, respectively. Conclusions are introduced in Section 4. Implications of the study are discussed in Section 5. Finally, recommendations for further research are listed in Section 6.

5.1. Discussion of the Results

In this study, the effect of instruction based on PBL with group working and individual working was investigated. The MANCOVA yielded that there is no statistically significant mean difference on the collective dependent variables of the Post-AT, Post-SPST, and Post-PUAT. Therefore, both versions of the PBL instructions are as effective as traditional instruction with respect to attitude, scientific process skills, and academic achievement. This result is consistent with the result of the study conducted by Faulkner (1999) who used ANOVA and ANCOVA in the analyses. Two research studies are also similar in terms of the achievement level of the samples which are consisted of students who are mostly moderate and low achievers.

Nowak (2002) found that traditional instruction is better than PBL instruction with a moderate effect size in terms of content acquisition for eighth grade talented students. Although the present study was conducted with mostly less skilled students (low achievers), there is no significant mean difference between traditional and PBL instructions with regard to content acquisition. As Nowak (2002) stated, it is generally accepted that to become standard classroom practice, inquiry based approaches, i.e. PBL, must be shown to “do no harm” in relation to content

acquisition. The current research indicated that PBL does no harm in terms of content acquisition for low achievers.

Araz (2007) found that PBL instruction is better than traditional instruction in terms of students' achievement and their performance skills. Similarly, Tavukcu (2006) reported that PBL students were better with respect to academic achievement, attitude toward the course, scientific process skills, and creative thinking than traditional students. Both researchers conducted their studies on genetics unit thought at eighth grade. From this picture, it seems that PBL works better in biological subjects and thus yields significant effects when compared to traditional instruction. However, Tandoğan (2006) studied on a physics unit thought at seventh grade and stated that PBL instruction is better than traditional instruction in increasing students' achievement and attitude toward science. But, the statistical analysis used in that study was independent samples t-test, which is relatively a weak analysis because of using intact groups in the study. Nowak's study (2002) and the present study were also conducted on a physics unit at the middle school level. These studies did not find any significant effect of PBL through statistical analyses, repeated measures ANOVA and MANCOVA, which are more powerful statistical analyses than t-test analysis. Faulkner's (1999) study focused on a chemistry subject at the middle school level and the ANOVA and ANCOVA analyses resulted with no significant effect of PBL instruction with regard to scientific process skills and attitude. Consequently, based on the results of the research studies discussed above, PBL works better in biological subjects than physical and chemical subjects at the middle school level.

ATI analysis of the current study indicated that traditional instruction is better in increasing scientific process skills of students who are low achievers in scientific process skills. However, PBL-I instruction is better than traditional instruction in increasing scientific process skills of students who are high achievers in scientific process skills. This finding is similar to the results obtained from a variety of ATI research which state that for high ability students inductive methods are better, whereas for low ability students deductive methods are better (Koran & Koran, 1984).

The results obtained from the analysis of qualitative data of the current study coincide with the results of a case study, which consisted of students who are at-risk

females failing in the science or mathematics course, conducted by Cerezo (2000). Both studies reported that students were enthusiastic about the instruction based on PBL and they were self-confident in the PBL class. In addition, results of the qualitative part of the current study supported the findings of a case study conducted by Kovalik (1999). The findings were the existence of teachers' difficulty in the implementation of the PBL, students' difficulty in determining their learning issues and learning them by themselves, and lack of contribution of some students to group working.

Whether PBL problems are related with students' interest as well as their experiences or not is one of the factors that affects the success or failure of PBL (Campbell, 2000; Conger, 2001; Faulkner, 1999). The current study took into account this issue and determined events that students most interested in via a curiosity survey which indicated that students were most interested in the events related with health. However, these events were not used in the main study since the pilot study resulted with students' difficulties in designing and making experiments to propose a solution to the problems that had become abstract for the students. If health-related problems could be used in the scenarios like that they could be investigated by simple experiments and was as concrete as possible for students' understanding, the PBL instructions would be better than traditional instruction with respect to the statistical analysis. Furthermore, the success of PBL depends on the readiness level of students to take new roles such as working like a researcher and making group work sufficiently with group members (Boud & Feletti, 1997). Students of the current study were not accustomed to those of working habits in their science classes. Therefore, students' adaptation to their new roles based on inquiry became difficult although the current study continued about five weeks. This issue might have been restricted the success of the PBL instruction when compared to the traditional instruction with respect to the statistical analysis.

According to the classroom observation checklist, teachers of the PBL-G group were weak in encouraging students to make group working and creating a comfortable classroom environment for lectures. These might be the reasons of relative failure of the PBL-G group with respect to the PUAT and SPST. Because,

the PBL-G group got the lowest gain score in the PUAT and lower gain score in the SPST than the PBL-I group.

Both the interviews and self evaluation forms indicated that the PBL students were more engaged with scientific process steps (defining problems, forming hypothesis, ways of testing hypothesis, making experiments, and proposing solutions to the problem, etc.) than the traditional instruction students. However, both instruments designated that the PBL students were in difficulty in designing and making experiments. This negative situation would be limited the success of the PBL students.

Students' attitudes toward the PBL instruction seem usually positive with respect to the qualitative data obtained from the interviews and self evaluation forms. However, the attitude test did not yield a statistically significant mean difference on the Post-AT. The reason of the difference between the qualitative and quantitative data might be due to existence of test anxiety for low achiever students. The same situation could also be valid for the PUAT and SPST variables.

5.2. Internal Validity of the Study

If a study has internal validity, it means that "observed differences on the dependent variable are directly related to the independent variable, and not due to some other unintended variable" (Fraenkel & Wallen, 1996, p.242). There are some possible threats to internal validity of a study. These are; subject characteristics, mortality, location, instrumentation (instrument decay, data collector characteristics, and data collector bias), testing, history, maturation, attitude of subjects (Hawthorn effect, John Henry effect, and demoralization effect), regression, and implementer threats. In the following paragraphs, the current study is inspected in terms of each threat.

Research design of the study (matching only pretest-posttest control group design) is effective with some degree in controlling the following threats (Fraenkel & Wallen, 1996, p.285): subject characteristics, mortality, instrument decay, testing, history, maturation, and regression. However, these threats may possibly still occur in this design.

According to the missing data analysis, there was no statistically significant mean difference between students who missed the tests and students entered the tests. Thus, missing values were replaced with the series mean. As a result, mortality threat was limited through the use of the missing data analysis.

Since intact groups were used in the current study, subject characteristics may differ from group to group. To check this potential confounding factor, groups were compared with respect to their average previous science course grade and gender distribution. Groups were approximately equal on these characteristics. Furthermore, MANCOVA model was used in statistical analysis to match the subjects of groups on some variables which were the Pre-AT, Pre-SPST, course grade, and gender. Therefore, potential preexisting differences on students' attitude toward the course, scientific process skills, academic achievement, and gender were adjusted through MANCOVA. This procedure was reduced the potential effect of subject characteristics threat.

Students in the experimental groups of the current study were aware of the new instruction given to them since they were together with the control group students in the school environment and possibly talking about this issue. Although the teachers said to their students that this was not a new instruction for them, they knew that something was new for them when compared to other classes. For example, in the interview some students stated the following: "We asked our friends in another class how is science course going on, they stated that it was boring". Therefore, Hawthorn effect with some degree was present in the study. To control Hawthorn effect completely in school settings, experimental and control groups might be chosen from different schools.

In order to prevent John Henry effect, control and experimental groups were chosen randomly from the two sessions of the schools, morning and afternoon sessions. In other words, control and experimental groups in a school were not in the same session of the school. Thus, a potential interaction between control group students and traditional group students was aimed to disappear so that control group students' attitude was not affected negatively by seeing the new instruction (PBL instruction) given to experimental group.

It is better to use one data collector to prevent data collector characteristics threat. In this study, data were collected through different data collectors who were the teachers participated in the study. The researcher would have been the data collector for this study but he had no enough time to collect data via three different tests from eight classes chosen from four different schools. In order to minimize the effect of data collector characteristics, a document explaining the process of data collection was distributed to data collectors and they were asked to obey the rules (see Appendix Z). By standardizing the data collection process through this approach, the effect of data collector characteristics was aimed to diminish.

Data collector bias is also an important threat to the internal validity. Data collectors, especially if they are the teachers of students, might be in a bias in favor of any treatment group. Thus, during the data collection process, data collectors may do something consciously those benefits for any group. In order for data collectors to avoid such biases, the purpose of testing and how to use the results of these testing were explained to them. Moreover, they were warned about any cheating behavior of students. However, one of the teachers of the current study was anxious about the possible results that indicated the failure of the control group compared to the experimental group. Because of this worry, the teacher solved a few questions in the tests together with the students in the control group. The teacher explained this situation to the researcher. Then, students of this group were excluded from the statistical analyses. Other data collectors (teachers) were relaxed and sure about how to behave during data collection process and, thus, there was not any bias observed from them. Consequently, data collector bias threat was taken under control to the utmost through the process explained above.

Classes participated in the study were not equal with respect to number of students. Classes from two schools were more crowded than other classes of schools. Therefore, some students took treatment in crowded classes while some students were instructed in classes with a relatively small number of students. This would cause a location threat but since one control and one experimental group were selected from each school, number of both types of classes was equal across treatment groups. Thus, this type of location threat was tried to be obstructed. Moreover, the control and experimental groups were chosen from different sessions

of the schools in order to prevent John Henry effect as discussed above. Therefore, one treatment was given in morning hours whereas the other treatment was given in afternoon hours. Giving treatments in different times of the day might be considered as a location threat to the internal validity of this research.

The researcher did not instruct to any treatment groups because the researcher is the first biased implementer in favor of the treatment group. From this point of view, it can be said that there was not an implementer threat. Treatments were given by the original teachers of the classes. Therefore, there were four implementers in the study. Although, implementers' attentions were taken so that they become neutral in the implementation, we can not be sure that they did not show any bias to any group. In order to minimize this threat, treatment verification was conducted as discussed in Section 3.3.8.

Students' attitudes toward the course and their levels in academic achievement and scientific process skills were measured through multiple choice test items. This type of tests is robust in controlling instrument decay threat. However, scoring process of students' self-evaluation forms might have yielded the instrument decay since there were 231 papers to be evaluated. Evaluation process continued for a long time, so the scorer was so tired. In order to prevent this threat, the researcher prepared a scoring sheet (see Appendix Y-1) to be used in the scoring process.

Since the pretests were used in the current study, testing threat might have been occurred in such a way that students' improvement may be caused from the practice on the pretest, discussion of opinions regarding pretest, and students' awareness of what may be going to happen. However, these issues are valid for both the control and experimental groups and do not function in only one of the groups. Therefore, testing threat is minimum for this study.

The teachers who gave the treatments did not report any unexpected or unplanned events that might have affected students' responses during the study. Hence, the current study is free from the history threat.

The control and experimental group students were almost about the same ages. Moreover, students came from the same environments and had similar background. Therefore, as time passes during the study any change on students due

to aging and experience is expected to be nearly equal. Consequently, maturation threat is not a serious problem in this study.

Regression threat usually occurs in studies in which only one group is used. Since this study includes corresponding comparison groups, regression threat can not affect the results of the study.

The current study was designed carefully so that it does not harm students and teachers physically and psychologically. Teachers were informed about purpose of the study. Their approval was taken regarding the implementation of the treatments. The teachers were assured that data obtained from them and their students through testing, interview, and observations would be confidential. To carry out this task, the data were kept by the researcher and it was not shared by anybody. The names of students, teachers, and schools were not mentioned anywhere. As a result, no ethical issues were observed during and after the study.

5.3. External Validity of the Study

According to the MANCOVA, there is no statistically significant mean difference between the PBL instruction and traditional instruction with respect to attitude, scientific process skills, and academic achievement. Therefore, both treatments have the same effect in increasing students' attitudes toward the course, scientific process skills, and academic achievement. The sample of the study mainly consisted of medium and low achiever students. Subjects from the five schools out of six in the city center of Gölbaşı have almost the same characteristic in terms of prior achievement. The number of students ($n=141$) participated in the study exceeds 10% of the accessible population. Therefore, the results of this study can be generalized to the accessible population of the study except one school, students of which were high achievers. The socioeconomic status of families of the students included in the sample was usually low. Students' environment, in which they live, could be described as a suburban area. Consequently, the results of this study can be generalized to other populations if they have similar characteristics of the current study explained above.

A relatively high rate of loss of subjects in the posttests may be considered as a limitation in generalization of the results. For example, students who did not take

the posttests would be expected to be low achievers whereas students who take the posttests would be expected to be high achievers. However, this is not true. In order to see whether students who entered the posttest differ from students who did not enter the posttests, independent-samples t-test was conducted on students' previous science course grade as well as the Pre-SPST and Pre-AT. The analyses yielded the following results at $\alpha=0.05$. For the science course grade $F=1.342$; $t=-1.419$; $df=305$; $p=0.157$, for the Pre-SPST $F=3.846$; $t=-1.434$; $df=305$; $p=0.153$, and for the Pre-AT $F=3.844$; $t=-1.515$; $df=305$; $p=0.131$. Hence, there was no statistically significant mean difference on these measures between the groups. In other words, students who did not enter the posttests are similar to the students who entered the posttest with respect to these variables and thus the results obtained from the sample of the study can be generalized to the population.

The current study was carried out in May. The weather was getting hotter as days passed. The study was conducted in the last quarter of the term. Moreover, half of the classes participated in the study were more crowded than the others. Treatments were given in the regular class time. Tests were administered in classes within one lecture hour. The experimental group classes were supported by a variety of resource books. Results of the study are valid under these conditions. Therefore, results can be generalized to other middle schools if they have similar settings to the ones described above.

5.4. Conclusions

It should be noted that conclusions declared here can be extended to other populations or settings only under the conditions described in the previous section. Moreover, the conclusions stated here pertaining to students who are mostly low achievers, whose schools located in the suburban areas, and have families with low socioeconomic status. The conclusions of the study are presented as follows:

- Students are more curious about health-related events.
 - Both the PBL-I and PBL-G instructions are as effective as in increasing students', scientific process skills, academic achievement, and attitudes toward the course.
- However, there is no statistical ($p>0.05$) and practical significance ($\eta^2 = 0.007$) in favor of the PBL-I and PBL-G instructions.

- Aptitude-treatment interactions were observed. In other words, there are interactions between treatments and covariates which are the Pre-AT, Pre-SPST, course grade, and students' gender. These interactions were discussed in Chapter 4.
- Students' attitudes toward the PBL class are positive. Their participation to the course increases via the PBL instruction. They become more self-confident in the PBL class.
- PBL students are more active than control group students both in physically and mentally. Inquiry and research are dominant in the PBL class.
- PBL instruction creates a classroom environment in which students can be engaged naturally and meaningfully with searching for information by trying to solve PBL problems.
- The most prominent deficiencies of the PBL instruction can be stated as follows: PBL students have difficulty in conducting some steps of scientific process. Some students do not contribute to group working. The PBL instruction requires more time than traditional instruction.

5.5. Implications

The following suggestions can be made as a result of the current study.

- Science teachers who want to create a student-centered classroom environment can use PBL instruction.
- In order to increase attitude of students who are in low ability in scientific process skills, teachers can use PBL-G instruction.
- In order to increase attitude of students who are in high ability in scientific process skills, teachers can use PBL-I instruction.
- In order to improve scientific process skills of students who are at lower level with respect to scientific process skills, traditional instruction can be given.
- In order to improve scientific process skills of students who are at upper level with respect to scientific process skills, teachers can use PBL-I instruction.
- In order to increase attitude of students whose achievement level is moderate, both traditional and PBL-G instruction can be given.

- Since traditional, PBL-I, and PBL-G instructions have the same effect on increasing attitude of students who are at lower and higher level with respect to academic achievement, teachers having this type of students can use one of these methods in their instructions with regard to students' attitude.
- In order to improve scientific process skills of students who are at moderate level with respect to academic achievement, PBL-I instruction can be given.
- In order to improve scientific process skills of students who are high achievers with respect to academic achievement, PBL-G instruction can be given.
- In order to increase scientific process skills of male students, science teachers can use PBL-G instruction for them.
- In order to improve scientific process skills of students who are at lower level with respect to attitude, PBL-G instruction can be given. However, students with high attitude improve their scientific process skills if they were taught with PBL-I instruction. As a result, teachers should choose the best approach that is suitable for their students.
- Science and Technology course curriculum developed in 2004 in Turkey emphasizes that students should be able to search for information whenever they need. PBL instruction creates a classroom environment in which students can be engaged naturally and meaningfully with this action by trying to solve PBL problems. Therefore, authors of textbooks and science teachers can use PBL in their jobs so that students develop their skills in searching for information.
- Since students are mostly interested in health-related events, teachers or textbook writers can use scenarios including this type of events to increase students' motivation to the PBL course. Health-related events can also be used in other instructions to attract students' attention to the course.
- To give the same content through traditional and PBL instructions in the same amount of time is almost impossible. Therefore, committees of Science and Technology course curriculum should take into account this issue in determining the number and depth of content included in the curriculum if it emphasizes mostly the use of inquiry based teaching approaches such as PBL.
- Teachers who complain about students' low participation to the course can use PBL instruction to increase students' participation.

- Since low and medium achiever students taught with the PBL instruction do not lack content acquisition, teachers who want their students to develop a variety of skills can use PBL method in their instructions. Because, in theory, PBL has potential in increasing so many skills of students as discussed in Section 2.10. For this type of students, Ministry of Education can develop a PBL based curriculum to gain these students via a skill oriented curriculum instead of learning content through rote memorization or solving problems requiring mathematical operations.

5.6. Recommendation for Further Research

The following suggestions can be made by taking into account the experiences of the researcher and results of the current study.

- Since students are more curious about events related with health, scenarios including health-related events can be developed for the pressure unit. Then, the effect of PBL with this type of scenarios can be investigated.
- Regarding real-life events students' curiosity level in other topics also should be identified. Afterward, scenarios should be developed by using the most interested events.
- Future PBL research intended to investigate ATI should be conducted with larger sample size to get more powerful results since as the number of category of each independent variable increases, number of subjects in each cell decreases.
- According to Barrows' (1986) taxonomy, the PBL approach used in the current study is more close to problem-based approach which is one of the radical PBL approaches. It is suggested that researchers should develop PBL instruction based on one of the soft PBL approaches such as case method or case-based lectures and then investigate the effect of this instruction. These approaches are more teacher-directed instead of full student inquiry. Students can benefit from such instructions in which PBL is integrated with traditional teaching.
- The effect of PBL-I (PBL with individual work) instruction as well as traditional PBL instruction (PBL with group working) on high achiever students can be investigated in future research.
- The effect of PBL instruction on students' academic achievement, attitude toward the course, and scientific process skills are not clear. Therefore, there is need to

conduct quantitative research studies to clarify the effect of PBL instruction on these variables at the middle school level. Researchers must use more powerful statistical analysis such as one of the covariance analyses or multiple regression analysis to get more trustworthy results.

- The effect of PBL instruction on different subject areas, i.e. physics, chemistry, biology, included in the science course can be investigated. In such a research study, subject matter should be considered as a fixed factor. In other words, the same PBL instructional design would be used in each of these subject areas and then the effect of PBL instruction in each subject area would be compared.
- Students and teachers have in difficulty at the beginning of the PBL implementation (in the first scenario) since they are expected to take new roles and they are not used to these roles. Thus, it is strongly suggested that researchers should start to give PBL instruction in the former unit before the main study start, although this action doubles the workload of the researcher.
- The effect of PBL instruction integrated with history of science and that of video-aided PBL instruction can be investigated. In the first approach, researchers should develop scenarios that must be based on history of science cases. The cases can include the problems on which scientists conducted scientific research in the past or discussions of scientists on a problem. Different approaches to solve a problem proposed by scientists in the past can be well-used in the scenarios for PBL instruction. Second approach proposes that scenarios should be presented to students via videos. This approach may motivate students much more, makes the problem situation more real and more concrete. Moreover, students can watch the problem situation whenever they need.
- While discussing the results of the studies, researchers should highlight sample characteristics of the compared studies. Otherwise, it is possible to reach wrong judgments. For example, PBL might work well in some aspects for higher education students but may not work well for middle school students. Therefore, in either case it is not true to state conclusions for all students. In relation to this view, it would be more valuable to support results of the studies with other studies having similar sample characteristics.

- Research studies presented in Chapter 2 and also the current study indicate that PBL instructions were used in classes with different sizes. Class size might be a confounding factor to the results of the PBL studies. Therefore, it is valuable to investigate the effect of class size on outcomes of PBL.
- Researchers must be careful while developing a treatment based on the PBL. This is a painful process. Treatment verification should be made in order to have real PBL treatments and get real effects of PBL instruction not any other or mixed instructions. In addition to this, treatment verification should be well supported to be sure that obtained results are belong to the PBL instruction or not.
- Test administration process should be conducted by an unbiased individual except from the teachers participated in the study to disappear data collector characteristics threat.
- Authentic assessment techniques should be used as well as traditional teaching techniques to see the effect of PBL instruction in real-life.
- The integration of PBL instruction to the Science and Technology curriculum is somehow difficult in terms of time and resources required for the PBL instruction. Therefore, researchers should take science teachers' opinions during the treatment development process.

REFERENCES

- Achilles, C. M., & Hoover, S. P. (1996). Exploring problem-based learning (PBL) in grades 6-12. Tuscaloosa, AL: Paper presented at the Annual Meeting of the Mid-South Educational Research Association. (ERIC Document Reproduction Service No. ED406406). Retrieved from ERIC database.
- Albanese, M. A., & Mitchell, S. (1993). Problem-based learning: A review of literature on its outcomes and implementation issues. *Academic Medicine*, 68, 52-81.
- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York: Oxford University Press.
- Arambula-Greenfield, T. (1996). Implementing problem-based learning in a college science class. *Journal of College Science Teaching*, 26 (1), 26-30.
- Araz, G. (2007). *The effect of problem-based learning on the elementary school students' achievement in genetics*. Unpublished master's thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- Aydoğdu, B. (2006). İlköğretim fen ve teknoloji dersinde bilimsel süreç becerilerini etkileyen değişkenlerin belirlenmesi. Unpublished master thesis, Dokuz Eylül University, İzmir, Turkey.
- Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20, 481-486.
- Boud, D., & Feletti, G. I. (Eds.) (1997). *The Challenge of Problem-Based Learning*. London: Kogan Page.
- Burns, J. C., Okey, J. R., & Wise, K. C. (1985). Development of an integrated process skill test: TIPS II. *Journal of Research in Science Teaching*, 22 (2), 169-177.
- Butler, S. M. (1998). Problem-based learning in a secondary science classroom. *Dissertation Abstracts International*, 58 (12), 4605A. (UMI No. 9817308)

- Campbell, R. J. (2000). The development and validation of an instructional design model for creating problem based learning. *Dissertation Abstracts International*, 61 (01), 67A. (UMI No. 9957710)
- Cerezo, N. A. (2000). Problem-based learning in the middle school: Perceptions of at-risk females and their teachers. *Dissertation Abstracts International*, 61 (02), 475A. (UMI No. 9958903)
- Chin, C., & Chia, L. G. (2004). Problem-based learning: Using students' questions to drive knowledge construction. *Science Education*, 88 (5), 707-727.
- Cohen, J., & Cohen, P. (1983). Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences. Second edition. Hillsdale, N.J.: L. Erlbaum Associates.
- Conger, A. (2001). Problem-based science learning in a mixed-ability classroom that includes gifted and talented children. *Master's Abstracts International*, 39 (03), 644. (UMI No. 1402664)
- Cordova, D., & Lepper, M. (1996). Intrinsic motivation and the process of learning: beneficial effects of contextualization, personalization and choice. *Journal of Educational Psychology*, 88 (4), 715-730.
- Diggs, L. L. (1999). Student attitude toward and achievement in science in a problem based learning educational experience. *Dissertation Abstracts International*, 59 (08), 2912A. (UMI No. 9842589)
- Dillashaw, F. G., & Okey, J. R. (1980). Test of Integrated Science Process Skills for Secondary Science Students. *Science Education*, 64 (5), 601-608.
- Dochy, F., Segers, M., Van den Bossche, P., & Gijbels, D. (2003). Effects of problem-based learning: a meta analysis. *Learning and Instruction*, 13, 533-568.
- Duch, B. J. (1996). Problem-based learning in physics: The power of students teaching students. *Journal of College Science Teaching*, 25 (5), 326-329.
- Duch, B. J. (2001). Writing problems for deeper understanding. In B.J. Duch, S.E. Groh, & D.E. Allen (Eds.), *The Power of Problem-Based Learning*, (pp. 47-53). Sterling, Virginia: Stylus Publishing, LLC.

- Duch, B. J., & Groh, S. E. (2001). Assessment strategies in a problem-based learning course. In B.J. Duch, S.E. Groh, & D.E. Allen (Eds.), *The Power of Problem-Based Learning*, (pp. 95-107). Sterling, Virginia: Stylus Publishing, LLC.
- Duch, B. J., Groh, S. E., & Allen, D. E. (2001). Why problem-based learning? A case study of institutional change in undergraduate education. In B.J. Duch, S.E. Groh, & D.E. Allen (Eds.), *The Power of Problem-Based Learning*, (pp. 3-11). Sterling, Virginia: Stylus Publishing, LLC.
- Duffy, T. M., & Cunningham, D. J. (1996). Constructivism: Implications for the design and delivery of instruction. In D.H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology*, (pp. 170-198). New York, NY: MacMillian Library Reference.
- Edens, K. M. (2000). Preparing problem solvers for the 21st century through problem-based learning. *College Teaching*, 48 (2), 55-60.
- Faulkner, D. R. (1999). A comparison of worked-examples and problem-based learning on the achievement and retention of middle-school science student teams. *Dissertation Abstracts International*, 60 (05), 1521A.
- Fishbein, M. & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention and behavior: An introduction to theory and research*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company.
- Fraenkel, J. K., & Wallen, N. E. (1996). *How to design and evaluate research in education (third edition)*. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Gallagher, S. A., Stepien, W. J., Sher, B. T., & Workman, D. (1995). Implementing problem-based learning in science classrooms. *School Science and Mathematics*, 95 (3), 136-146.
- Geban, Ö., Askar, P., & Özkan, İ. (1992). Effects of computer simulations and problem-solving approaches on high school students. *Journal of Educational Research*, 86 (1), 5-10.
- George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows Step by Step A Simple Guide and Reference 11.0 Update, Fourth Edition*. Pearson Education, Inc: Boston.
- Gijbels, D., Dochy, F., Van den Bossche, P., & Segers, M. (2005). Effects of problem-based learning: a meta-analysis from the angle of assessment. *Review of Educational Research*, 75 (1), 27-61.

- Glasgow, N. A. (1997). *New Curriculum for New Times*. Thousand Oaks, California: Corwin Press, Inc.
- Glen, S., & Wilkie, K. (Eds.). (2000). *Problem-Based Learning in Nursing: A New Model for a New Context?* Houndmills: Macmillan Press Ltd.
- Goodnough, K. & Cashion, M. (2006). Exploring problem-based learning in the context of high school science: design and implementation issues. *School Science and Mathematics*, 106 (7), 280-295.
- Gökmen, S. İ. (2008). *Effects of problem based learning on students' environmental attitude through local vs. non local environmental problems*. Unpublished master's thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- Greenwald, N. L. (2000). Learning from problems. *The Science Teacher*, 67 (4), 28-32.
- Gregory, A. (2003). *Eureka: Birth of Science*. (p.142). USA: Totem books.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16 (3), 235-266.
- Jonassen, D. H. (1997). Instructional design models for well-structured and ill-structured problem-solving learning outcomes. *Educational Technology Research and Development*, 45 (1), 65-94.
- Jonassen, D. (1999). Designing constructivist learning environment. In C.M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-Design Theories and Models, A New Paradigm of Instructional Theory*, Volume II, (pp. 215-239). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Koran, M. L., & Koran, J. J. (1984). Aptitude-treatment interaction research in science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 21 (8), 793-808.
- Korucu, E. N. (2007). *Probleme dayalı öğretim ve işbirlikli öğrenme yöntemlerinin ilköğretim öğrencilerinin başarıları üzerine etkileri*. Unpublished master's thesis, Selçuk University, Konya, Turkey.
- Kovalik, C. L. (1999). Technology integration and problem-based learning: Implications for teaching and learning. *Dissertation Abstracts International*, 60 (06), 1990A. (UMI No. 9934549)
- Krider, E. P. (2006). Benjamin Franklin and lightning rods. *Physics Today*, 59 (1), 42-48.

- Küçüker (Tunçer), Y. (2004). *The effects of activities based on role-play on ninth grade students' achievement and attitudes towards simple electric circuits*. Unpublished master thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- Lebow, D. (1993). Constructivist values for instructional systems design: Five principles toward a new mindset. *Educational Technology Research and Development*, 41 (3), 4-16.
- National Research Council. (1995). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Ngeow, K., & Kong, Y. S. (2001). Learning to learn: Preparing teachers and students for problem-based learning. ERIC digest. Bloomington, IN: ERIC Clearinghouse on Reading, English, and Communication. (ERIC Document Reproduction Service No. ED457524) Retrieved from ERIC database.
- Norman, G. R., & Schmidt, H. G. (1992). The psychological basis of problem-based learning: A review of the evidence. *Academic Medicine*, 67 (9), 557-565.
- Nowak, J. A. (2002). The implications and outcomes of using problem-based learning to teach middle school science. *Dissertation Abstracts International*, 62 (08), 2718A. (UMI No. 3024268)
- Opdal, P. M. (2001). Curiosity, wonder and education seen as perspective development. *Studies in Philosophy and Education*, 20, 331-344.
- Raine, D., & Symons, S. (2005). Possibilities: A practice guide to Problem-based learning in physics and astronomy. Retrieved from the WEB July 8, 2008. http://www.heacademy.ac.uk/assets/ps/documents/practice_guides/ps0080_possibilities_problem_based_learning_in_physics_and_astronomy_mar_2005.pdf.
- Sage, S. M. (1996). *A qualitative examination of problem-based learning at the K-8 level: preliminary findings*. New York: Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association. (ERIC Document Reproduction Service No. ED398263). Retrieved from ERIC database.

- Savery, J. R., & Duffy, T. M. (1995). Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework. *Educational Technology*, 35 (5), 31-38.
- Savin-Baden, M., & Major, C. H. (2004). *Foundations of Problem Based Learning*. Maidenhead: Society for Research into Higher Education & Open University Press.
- Savin-Baden, M., & Wilkie, K. (Eds.). (2004). *Challenging Research in Problem-Based Learning*. Maidenhead: Society for Research into Higher Education & Open University Press.
- Schlager, N., & Lauer, J. (Eds.). (2000). *Science and Its Times: Vol. 4* (p. 400). Canada: The Gale Group.
- Schmidt, H. G. (1983). Problem-based learning: Rationale and description. *Medical Education*, 17, 11-16.
- Seeger, R. J. (1973). *Benjamin Franklin: New World Physicist*. Oxford: Pergamon Press.
- Segers, M. S. R. (1997). An alternative for assessing problem solving-skills: the overall test. *Studies in Educational Evaluation*, 23 (4), 373-398.
- Serin, G., & Eryılmaz, A. (2006). A sample approach for the development process of scenarios to be used in problem-based learning [Abstract]. *Proceedings of the National Science and Mathematics Education Congress, Turkey*, 7, 135.
- Sifoğlu, N. (2007). *İlköğretim 8. sınıf fen bilgisi dersinde yapısalıcı öğrenme ve probleme dayalı öğrenme yaklaşımlarının öğrenci başarısı üzerine etkisi*. Unpublished master's thesis, Gazi University, Ankara, Turkey.
- Sonmez, D., & Lee, H. (2003). *Problem-based learning in science*. ERIC digest. Columbus, OH: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education. (ERIC Document Reproduction Service No. ED482724) Retrieved from ERIC database.
- Stepien, W., & Gallagher, S. (1993). Problem-based learning: As authentic as it gets. *Educational Leadership*, 50 (7), 25-28.
- Şenocak, E. (2006). Probleme Dayalı Öğrenme. In M. Bahar (Ed.), *Fen ve Teknoloji Öğretimi*, (pp. 77-108). Ankara: Pagem A Yayıncılık.

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2005). *İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı ve Kılavuzu: 6-7-8. Sınıflar (Taslak Basım)*. Ankara: M.E.B. Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2007). Ortaöğretim Fizik Dersi 9. Sınıf Öğretim Programı. Retrieved from the Web March 28, 2008.
http://ttkb.meb.gov.tr/ogretmen/modules.php?name=Downloads&d_op=view_download&cid=75.
- Tandoğan, R. Ö. (2006). Fen eğitiminde probleme dayalı aktif öğrenmenin öğrencilerin başarılarına ve kavram öğrenmelerine etkisi. Unpublished master's thesis, Marmara University, İstanbul, Turkey.
- Tanner, C. K., Keedy, J. L., & Galis, S. A. (1995). Problem-based learning: Relating the 'real world' to principalship preparation. *Clearing House*, 68 (3), 154-157.
- Taşlıdere, E. (2002). *The effect of conceptual approach on students' achievement and attitudes toward physics*. Unpublished master thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- Tavukcu, K. (2006). Fen bilgisi dersinde probleme dayalı öğrenmenin öğrenme ürünlerine etkisi. Unpublished master's thesis, Zonguldak Karaelmas University, Zonguldak, Turkey.
- Uden, L., & Beaumont, C. (2006). *Technology and Problem-Based Learning*. Hershey: Information Science Publishing.
- Uyeda, S., Madden, J., Brigham, L. A., Luft, J. A., & Washburne, J. (2002). Solving authentic science problems. *The Science Teacher*, 69 (1), 24-29.
- Van Kampen, P., Banahan, C., Kelly, M., McLoughlin, E., & O'Leary, E. (2004). Teaching a single physics module through problem based learning in a lecture-based curriculum. *American Journal of Physics*, 72 (6), 829-834.
- Voegelin, E. (2000). *Collected Works of Eric Voegelin, Volume 16: Order and History, Volume 3: Plato & Aristotle*. (p. 328). University of Missouri Press.
- Walton, H. J., & Matthews, M. B. (1989). Essentials of problem-based learning. *Medical Education*, 23, 542-558.
- West, S. A. (1992). Problem-based learning - a viable addition for secondary school science. *School Science Review*, 73 (265), 47-55.

APPENDIX A-1

CURIOSITY SURVEY

NEYİ, NE KADAR MERAK EDİYORUZ?					
<p>Sevgili öğrencilerimiz,</p> <p>Bu anket, sizlere daha iyi bir fen eğitimi hazırlayabilmek amacı ile hazırlanmıştır. Fen derslerini, sizlerin ilgi ve merak duyduğu konular çerçevesinde hazırlama düşüncesindeyiz. Bu hazırlık sürecinde sizlerin görüşü, bizler için çok değerlidir. Bunun için sizlerin görüşüne başvuruyoruz.</p> <p>Günlük yaşamda karşılaştığımız, yakınlarımızdan duyduğumuz, deneyimde bulunduğumuz birçok olay vardır. Ama bunların neden ve nasıl oluştuğunun da çoğu zaman farkında değilizdir. Aşağıda günlük yaşamımızda karşılaştığımız bu olaylardan bazıları verilmiştir. Bu olayları dikkatlice okuyunuz. Olayların neden ve nasıl oluştuğuna yönelik <u>MERAK durumunuzun</u> ne ölçüde olduğunu "çok", "orta", "az" ve "hiç" seçeneklerinden birine ait kutucuğu "X" ile işaretleyerek belirtiniz. Her soru için sadece bir seçenek işaretleyiniz.</p>					
Sıra No	Olaylar	MERAK durumunuz			
		Çok	Orta	Az	Hiç
1	Özellikle çok yemek yendiğinde mideden yemek borusuna doğru gelen ve boğazı yakan bir sıvı olur. Bu sıvının aşağıdan yukarıya doğru nasıl hareket ettiğini...				
2	Kanayan organın kalp seviyesinden yukarı tutulması durumunda kanamanın neden azaldığını...				
3	Hipertansiyon rahatsızlığının damarlarda neden patlamalara yol açtığını..				
4	Suyun dibine doğru dalındığında kulaklarda neden ağrı hissedildiğini...				
5	Ağır yük kaldırdıktan sonra neden bel ağrısının başladığını...				
6	Rüzgarın neden hızlı ya da yavaş estiğini...				
7	Çok yüksek dağlara çıkıldığında neden nefes alma güçlüğü yaşandığını..				
8	Uçaktaki bir yolcunun parmağının şişmesi sonucu, yüzüğünün neden parmağını sıkıştırdığını...				
9	Özellikle yüksek uçuş yapacak uçaklara, her yolcu için neden oksijen donanımı kurulduğunu...				
10	Baraj duvarının alt kısımlarının üst kısımlara göre neden daha kalın yapıldığını...				
11	Göz tansiyonunun nasıl görme kaybına yol açtığını...				
12	İnik topun, güneşli havada bir miktar nasıl kendiliğinden şiştiğini...				
13	Bir TV kanalının hava durumu programında İstanbul, Ankara ve İzmir için o güne ait 1022, 1024, 1030 milibar şeklinde bilgiler verilmesinin nedenini..				
14	Uzayda araştırmalar yapan astronotların yüzlerinde şişme ve bacaklarında neden incelmelerin gözlemlendiğini...				
15	Hemen hemen her esneme ve yutkunmada, kulağımızda neden bir çıtırtı duyulduğunu...				
16	Bazen ansızın kulaklarımızda neden çınlama duyulduğunu...				
17	Uçakların nasıl havalandığını...				
18	Dağ evinde pişirilen yemeğin, deniz seviyesindeki bir evde pişirilen aynı yemekten neden daha kısa sürede piştiğini...				

19	Büyük tarlaları sulamada kullanılan döner fiskeyilerin kendiliğinden nasıl dönebildiğini...				
20	Bahçe hortumu çeşmeye takılıp musluk hızlıca açıldığında hortumun neden aniden geri itildiğini...				
21	Bir balonu şişirip elimizden salıverince, balonun ileri doğru neden hareket ettiğini...				
22	Kara ve deniz meltemlerinin karadan denize ve denizden karaya doğru neden estiğini...				
23	Yolculuk sırasında yüksek yerlere çıkılırken kulaklarımızda neden bir ağırlık hissedildiğini...				
24	Yüksek apartmanların üst katlarına şehir şebeke suyunun nasıl çıktığını.				
25	Mekik çekerken doğrulmadan önce neden içimize derince nefes alındığını...				
26	Sivri topuklu ayakkabı ile buz üzerinde durulduğunda neden buzda çatlamalar görüldüğünü...				
27	Futbol ayakkabılarının altına küçük tümseklerin neden yapıldığını...				
28	Dalgıçların deniz diplerine dalarken neden özel giysiler giydiğini...				
29	Bir öksürmeyi takiben neden bel ağrısının başladığını...				
30	Astronotların uzay araştırmalarında neden özel giysiler giydiğini...				
31	Boş bir meyve suyu kutusunun içindeki hava, kamyon ile içimize çekildiğinde kutunun neden içe doğru çekilip büzüştüğünü...				
32	Küt uçlu çivileri çakarken neden zorlanıldığını...				
33	Eşit ağırlıktaki tavuk ve ördekte, tavuğun bataklıkta neden daha çok battığını...				
34	Fren pedalına az bir kuvvet uygulayarak arabanın nasıl kolaylıkla durdurulduğunu...				
35	Lavabo pompasının düz ve ıslak bir zemine bastırıldığında neden zemine yapıştığını...				
36	İş makinelerinin yük taşıyan kepçe kısmının aşağı-yukarı yönlü nasıl kolayca hareket ettiğini...				
37	Kör bıçakla ekmek keserken neden zorlanıldığını...				
38	Yıkama yağlama servislerinde arabaların tek bir düğmeye basılarak nasıl kolaylıkla yukarıya kaldırıldığını...				
39	Film ve futbol maçlarının çekiminde kullanılan uzun kollu kameraların her yöne nasıl kolaylıkla hareket edebildiğini...				
40	Bitkileri ilaçlamak için kullanılan araçlardan ilacın nasıl püskürtüldüğünü...				
41	Parklarda bulunan fiskeyelerden fışkıran suların, müzik eşliğinde nasıl dans ettiğini...				
42	Evlere iletilecek suyun biriktirildiği su depolarının neden yüksek yerlere kurulduğunu...				
43	Kanın vücudumuza kalp tarafından nasıl dağıtıldığını...				
44	Su tabancalarının suyu nasıl fışkırttığını...				
45	Luna parklarda bulunan atlı karıncanın, nasıl alçalıp yükselme hareketi yaptığını...				
46	Düdüklü tencerelerde yemeğin, normal tencerelere göre neden daha çabuk piştiğini...				
47	Doğal gazın evlere nasıl ulaştırıldığını...				
48	Suya atılan küçük bir taşın batmasına rağmen tonlarca ağırlığındaki gemilerin nasıl suda yüzebildiğini...				
49	Bir portakalın su içinde yüzmesine rağmen kabukları soyulduğunda neden suda battığını...				

50	Havuzda ya da denizde boynumuza kadar su içinde iken, derin nefes aldığımızda bir miktar yükselirken, nefes verdiğimizde neden bir miktar battığımızı...				
51	Denizde su üzerinde durabilmenin havuza göre neden daha kolay olduğunu...				
52	Eski zamanlarda yolculuk amacıyla kullanılan balonların nasıl havalandığını...				
53	Uçan balonların nasıl yükseldiğini...				
54	Kumda bisiklet sürmenin neden zor olduğunu...				
55	Uçan balonların belli bir yükseklikten sonra neden patladığını...				
56	Birçok köyde bulunan tulumbaların, yeraltındaki suyu nasıl yeryüzüne çıkardığını...				
57	Tuvaletteki sifonu çektikten sonra sifon deposuna suyun nasıl kendiliğinden dolduğunu...				
58	Göçmen kuşların, uzun süre kanat çırpmadan nasıl çok uzun mesafeler uçabildiğini...				
59	Yalın ayakla kumda yürümenin, ayakkabıyla yürümeye göre neden daha zor olduğunu...				
60	Sulama kanallarından tarlaya suyun nasıl dağıtıldığını...				
61	Kuş kafeslerindeki su tüpünde bulunan suyun tamamının neden su kabına dökülmediğini...				
62	Kolonya kokusunun odanın her tarafına nasıl yayıldığını...				
63	Dalgıçların, derinlerden su yüzeyine çok kısa sürede çıkmaları durumunda, neden felç ve bilinç kaybı gibi rahatsızlıklar geçirdiğini...				
64	Parfüm kutularının ateşe atıldığında neden patladığını...				
65	Çok miktarda karın bulunduğu yerlerde, uzun mesafeli yürümelerde neden özel kar ayakkabılarının giyildiğini...				
66	Yeraltı sularının kendiliğinden nasıl yeryüzüne çıkabildiğini...				
67	Gazoz veya kolanın kapağı açıldığında neden bir miktar gazın çıktığını...				
68	Arkadaşımızı denizin içinde kaldırmanın neden daha kolay olduğunu...				
69	Dumanın neden daima yükseldiğini...				
70	Hapşırığını tuttuğundan dolayı bir vatandaşımızın neden felç olduğunu..				
71	Sakızdan şişirdiğimiz balona sürekli nefes verdiğimizde, neden belli bir süre sonra patladığını...				
72	Traktörlerin arka tekerlerinin neden çok büyük yapıldığını...				
73	Sigara dumanının, arabanın camı açılınca neden hızla dışarıya kaçtığını.				
74	Bahçe sularken hortumun deliğini elimizle biraz kapattığımızda suyun neden daha uzak yerlere gittiğini...				
75	Evlerimizdeki su kesilip tekrar geldikten sonra, musluktan akan ilk suyun neden hırslayarak ve patlayarak aktığını...				
76	Çiçekleri sulamada hortum yerine, neden suyun süzgeçten döküldüğü sulama kovanının kullanıldığını...				
77	Yanardağdan lavların neden püskürdüğünü...				
78	Yüksekte uçmakta olan bir uçağın kapısı açıldığında uçaktaki herşeyin neden dışarı doğru fırladığını...				
79	Yeni üretilen bir yatak türünün nasıl kan dolaşımını hızlandırdığını...				
80	Tansiyonun neden koldan ve kalp hizasından ölçüldüğünü...				
81	Denizaltının batıp tekrar su yüzeyine nasıl çıktığını...				

APPENDIX A-2

CRITERIA LIST FOR THE EVALUATION OF CURIOSITY SURVEY

Merak Anketi Hakkında Kısa Bilgi

Bu anket, 7. sınıf öğrencilerine verilecektir. Amacı, öğrencilerin basınç ünitesindeki konularla ilgili günlük yaşamda karşılaşılan olaylara yönelik merak durumunu tespit etmektir.

Anket İncelemede Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar

1. Tüm maddeler basınç, sıvı ve gazların kaldırma kuvveti, gazların yayılması ve cisimlerin yüzme koşulları konularından biriyle ilgili midir? (Bu konularla ilgili olmayan ya da olmadığını düşündüğünüz maddelerin soru numarası üzerine “X” işareti koyunuz).
2. Günlük yaşamda yukarıda bahsedilen konularla ilgili olup da ankette yer almayan başka olaylar var mıdır? (Varsa bunları anketin arkasındaki boş sayfalara yazınız).
3. Olaylar, açık ve net bir şekilde anlatılmış mı? (Anlaşılmayan maddelerin başına “A” harfini yazınız ve alternatif ifadenizi belirtiniz).
4. Anket başında yapılan açıklama yeterli midir? Varsa düzeltmelerinizi metin üzerinde yapınız.
5. Ankette yer alan olaylar 7. sınıf öğrencilerin seviyesine uygun mu? Uygun olmadığını düşündüğünüz maddelere “U” harfi koyunuz.

APPENDIX B-1

OBJECTIVES OF PRESSURE UNIT DETERMINED BY THE MINISTRY OF EDUCATION

Bu üniteyi başarıyla tamamlayan her öğrenci;

1. Bir cismin durduğu yüzeye uyguladığı dik kuvveti ve kuvvetin uygulandığı alanı belirler.
2. Bir yüzeye uygulanan basıncı tanımlar ve SI birimini belirtir.
3. Yumuşak karda ya da kumda yürürken basıncın oynadığı rolü açıklar.
4. Suyun, bulunduğu kaba basınç uyguladığını gösterir.
5. Deniz ya da gölde su basıncının suyun derinliği ve öz kütlesiyle nasıl değiştiğini açıklar.
6. Açık hava basıncının varlığını gösterir.
7. Atmosferde, basıncın yükseklikle nasıl değiştiğini açıklar.
8. Bir balona içindeki havanın nasıl basınç uyguladığını açıklar.
9. Basıncı, cisimlere etkileyen yer çekimi kuvveti (ağırlık) ile örnekler vererek açıklar.
10. Basınç ölçme aytıtlarına örnekler verir ve nasıl çalıştıklarını açıklar.
11. Sıvıların, açık havanın ve kapalı kaplardaki gazların basıncını ölçer.
12. Basıncın sıvılar tarafından iletildiğini gösterir.
13. Şehir su şebekesinde basıncın oynadığı rolü açıklar.
14. Pascal yasasını açıklayarak bu yasaya göre çalışan düzeneklere örnekler verir.
15. Hidrolik fren sisteminin nasıl çalıştığını açıklar.
16. İnsanda kan basıncının ne anlama geldiğini açıklar.
17. Kan basıncının koldan ve yaklaşık kalp hizasından ölçülmesinin nedenini açıklar.
18. Basınçtan giderek bileşik kaplarda karışmayan sıvıların konumlarını açıklar.
19. Bileşik kaplarla yapılan uygulamalara örnekler verir.
20. Suyu batırılan bir cisme, suyun kaldırma kuvveti uyguladığını deneyle gösterir.
21. Kaldırma kuvvetini ve Arşimet prensibini açıklar.
22. Suda dibe batan, su içinde asılı kalan ve yüzen cisimlere etkileyen kuvvetleri çizerek gösterir ve açıklar.
23. Su içine bırakılan cismin yüzme koşullarını açıklar.
24. Havanın bir balona kaldırma kuvveti uyguladığını gösterir.
25. Balonların kullanım alanlarına örnekler verir.

APPENDIX B-2

REVISED (FINAL) OBJECTIVES FOR THE PRESSURE UNIT

Bu üniteyi başarıyla tamamlayan her öğrenci;

1. Bir yüzeye uygulanan basıncı tanımlar.
2. Cisimlerin batmasını engellemek için cisim üzerinde düzenleme yapar.
3. Katı basıncıyla ilgili olaylara örnekler verir.
4. Katı basıncı formülünü ilgili problemlerin çözümünde kullanır.
5. Basıncı kullanarak cisimlerin batma miktarları hakkında yargıda bulunur.
6. Pascal yasasını ifade eder.
7. Sıvı basıncının sıvı derinliği ve öz kütlesiyle nasıl değiştiğini söyler.
8. Pascal ilkesini çeşitli problem durumlarında kullanır.
9. Sıvıların yüksek basınçlı yerden alçak basınçlı yere doğru hareket ettiği durumlara örnekler verir.
10. Sıvı seviyesindeki değişime bağlı olarak sıvı basıncının zamanla değişimini irdeler.
11. Delik bir kaptaki sıvının fışkırma mesafesi, sıvı yüksekliği ve sıvı yoğunluğu arasında ilişki kurar.
12. Sıvı basıncıyla işleyen bir düzenegi amacı doğrultusunda yeniden düzenler.
13. Açık hava basıncındaki değişimin balon üzerindeki etkisini tahmin eder.
14. Uçan balonun havada yükselmesinin nedenini söyler.
15. Manometreli bir düzende kapalı kaptaki gazın basıncını bulur.
16. Açık hava basıncının sebebini söyler.
17. Açık hava basıncının değişimiyle oluşan olaylara örnek verir.
18. Açık hava basıncının varlığını gösterir.
19. Gaz basıncı ile sıcaklık arasındaki ilişkiyi sınar.
20. Bernoulli ilkesini kullanarak ilgili olayları açıklar.
21. Cisimlerin yüzebilmesinde hacmin etkisini açıklar.
22. Su içersine bırakılan cisimlerin konumunu belirlerken yüzme koşullarını kullanır.
23. Arşimet ilkesini kullanarak problemler çözer.
24. Bir cismin farklı sıvılarda farklı konumda bulunmasıyla ilgili olarak verilen ifadelerden uygun olanını ayırt eder.
25. Verilen örnek durumlara dayanarak cismin yeni bir durumda sıvı içindeki konumunu bulur.

APPENDIX C

CHECKLIST FOR OBJECTIVES AND QUESTIONS

Kazanım No	Kazanımı ölçen soru numarası	Bloom taksonomisindeki yeri	Kazanım-soru uyumlu mu? (evet/hayır)	Uyumsuzluk durumunda önerileriniz/Genel öneriler
1	1			
2	17			
3	7			
4	6			
5	24			
6	2			
7	3			
8	12			
9	8			
10	18			
11	19			
12	22			
13	9			
14	4			
15	13			
16	5			
17	10			
18	14			
19	23			
20	11			
21	15			
22	16			
23	21			
24	20			

APPENDIX D

PRESSURE UNIT ACHIEVEMENT TEST (PUAT)

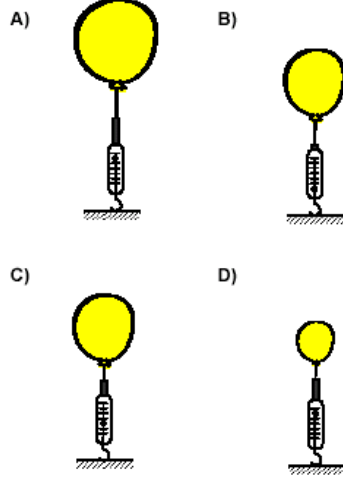
BASINÇ ÜNİTESİ BAŞARI TESTİ

- * 1. Aşağıdakilerden hangisi basıncın tanımıdır?
 A) İş yapabilme yeteneği
 B) Birim zamanda yapılan iş
 C) Bir cismi hareket ettiren kuvvet
 D) Birim yüzeye dik etkiyen kuvvet
- * 2. “Kapalı bir kaptaki sıvının herhangi bir noktasına uygulanan basınç, sıvı tarafından kabın iç yüzeyinin her noktasına aynı büyüklükte iletilir.” Bu ifade hangi yasa ile açıklanır?
 A) Pascal yasası
 B) Bernoulli yasası
 C) Arşimet yasası
 D) Toricelli yasası
- * 3. Bir bardakta bulunan sıvının tabana yaptığı basınç hangi durumda artar?
 A) Sıvının öz kütlesi azaltılırsa
 B) Sıvının yüksekliği artırılırsa
 C) Sıvı daha geniş kaba konursa
 D) Sıvının sıcaklığı azaltılırsa
- * 4. Helyum gazıyla doldurulan balonun havada yükselmesinin nedeni nedir?
 A) Helyumun öz kütlesinin havanınkinden küçük olması
 B) Helyum gazının yanıcı olması
 C) Helyum gazına yerçekiminin az etki etmesi
 D) Havanın helyum gazından daha hafif olması
5. Açık hava basıncının sebebi nedir?
 A) Gaz molekülleri arasında büyük boşluklar olması
 B) Gaz moleküllerinin sıcaklığı
 C) Gaz moleküllerine etki eden yerçekimi kuvveti
 D) Atmosferde azot gazının bulunması
- * 6. Bir cam masa en fazla 300 Pascal basınca dayanabilmektedir. Masayla temas alanı 2 m^2 olan bir cismin, cam masayı kırmaması için ağırlığı en fazla ne olmalıdır?
 A) 150 N
 B) 300 N
 C) 600 N
 D) 1200 N
7. Aşağıdakilerden hangisi katı basıncının etkisini gösteren bir olay değildir?
 A) Bir cismin yatay ve düşey konumda yere aynı kuvveti uygulaması
 B) Şişman kişinin bataklıktaki ayak izinin zayıf kişiye göre daha derin olması
 C) Sivri topuğun normal topuğa göre basılan ayağı daha çok acıtması
 D) Keskin bıçağın kör bıçağa göre ekmeği daha rahat kesmesi
- * 8. “Sıvılar, yüksek basınçlı yerden alçak basınçlı yere doğru hareket eder.” Aşağıdakilerden hangisi bu kurala örnek olarak gösterilemez?
 A) Kaynak suyunun yeryüzüne çıkışı
 B) Su depolarının yüksek yerlere kurulması
 C) Bir U borusunun kollarında suyun aynı seviyede bulunması
 D) Serum şişesinin hastadan yüksek bir yere asılması

9. Hava sıcaklığının artması sonucu, açık hava basıncı azalır.



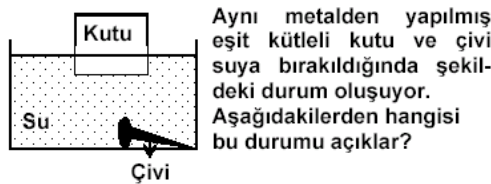
Yandaki şekilde ortamın sıcaklığı 10°C den 40°C ye çıkartıldığında, aşağıdaki durumların hangisinin gerçekleşmesi beklenir?



10. Aşağıdaki olaylardan hangisi açık hava basıncındaki değişimin etkisiyle **oluşmaz**?

- A) Yükseklerle çıkıldıkça kulakların ağrması
B) Yükseklerle çıkıldıkça suyun kaynama sıcaklığının azalması
C) Yükseklerle çıkıldıkça daha sık nefes alınması
D) Uçan balonun belli bir yüksekliğe eriştikten sonra patlaması

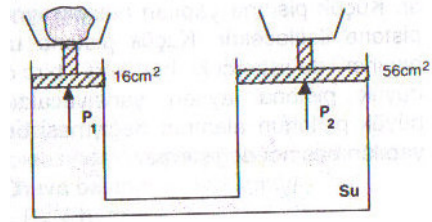
11.



Aynı metalden yapılmış eşit kütleli kutu ve çivi suya bırakıldığında şekildedeki durum oluşuyor. Aşağıdakilerden hangisi bu durumu açıklar?

- A) Cisimlerin yüzebilmesi kütlelerine bağlıdır.
B) Kütleleri ne olursa olsun düzgün geometrik biçimli cisimler suda yüzer.
C) Cisimlerin yüzebilmesi yapıldıkları maddeye bağlıdır.
D) Cisimler, kütleleri aynı kalmak üzere hacimleri artırılarak yüzdürülebilir.

* 12.

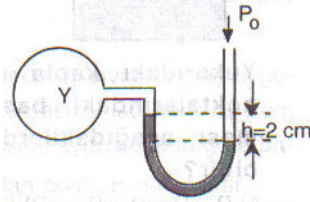


Şekildeki su cenderesi dengede iken sol kefeye 8 kg'lık bir kütle konuluyor.

Bozulan dengeyi tekrar sağlamak için sağ kefeye kaç kg'lık bir kütle konulmalıdır?

- A) 8
B) 24
C) 28
D) 48

* 13.



Yukarıdaki şekilde görülen Y gazının basıncı 50 cmHg'dir. **Buna göre açık hava basıncı P₀ kaç cmHg'dir?**

- A) 2
B) 48
C) 50
D) 52

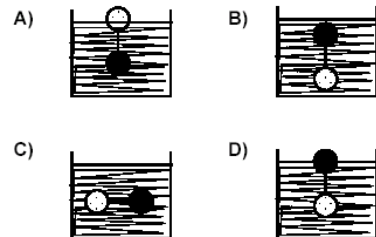
- * 14. Tamamen su dolu bardağın ağzı düzgün şekilde kâğıtla kapatılıp ters çevrildiğinde, suyun dökülmediği gözleniyor. **Bu deneyi yapan öğrenci neyi göstermeye çalışmaktadır?**

- A) Sıvı basıncının varlığını
B) Açık hava basıncının varlığını
C) Katı basıncının varlığını
D) Sıvıların kaldırma kuvvetini

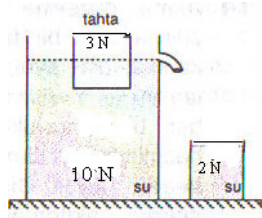
15.



İçi dolu T topu ile içi boş S topu eşit hacimlidir. Bu toplar şekildeki gibi birbirine bağlanarak suya bırakıldığında denge durumu aşağıdakilerden hangisindeki gibi olabilir? ($d_T > d_{Su} > d_S$)



16.

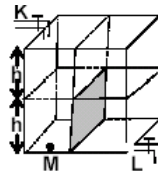


Şekilde 3 N ağırlığındaki tahta, içinde 10 N ağırlığında su olan kaba bırakıldığında 2 N su taşmaktadır. **Buna göre suyun tahtaya uyguladığı kaldırma kuvveti kaç N'dur?**

- A) 1 B) 2
C) 7 D) 8

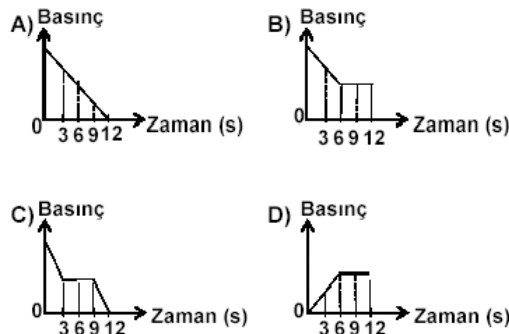
- * 17. Ahmet kumsalda iken dört ayaklı bir sandalye üzerine oturuyor ve sandalyenin bir miktar kuma battığını görüyor. **Sandalyenin kuma batmasını engellemek için aşağıdakilerden hangisi yapılabilir?**
- A) Sandalyeyi üç ayaklı yapmak
B) Sandalyenin ağırlığını artırmak
C) Sandalyenin ayakları altına geniş yüzeyli taşlar koymak
D) Sandalyenin ayak uçlarını daraltmak

* 18.

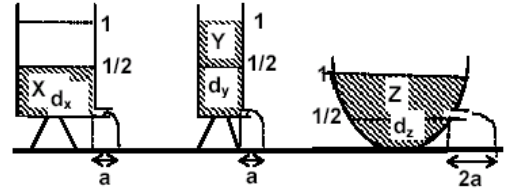


Eşit hacim bölmeli ortasında dikey konumda su geçirmeyen bir bölme bulunan şekildeki kap K musluğu açıldığında 12 saniyede doluyor.

Kap dolu hâlde iken K musluğu kapatılıp K ile özdeş olan L musluğu açıldığında M noktasına uygulanan basıncın zamanla değişim grafiği hangisindeki gibi olur?



19.

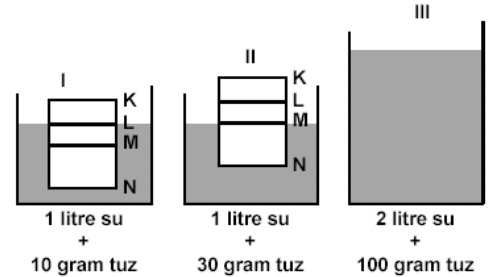


Şekildeki I. kaba 1/2'ye kadar X; II. kaba 1'e kadar Y ve III. kaba 1'e kadar Z sıvıları konuluyor. I. ve II. kaptaki sıvıların (a) mesafesine, III. kaptaki sıvının (2a) mesafesine fışkırdığı görülüyor.

Buna göre, X, Y ve Z sıvılarının d_x , d_y , d_z yoğunlukları arasındaki ilişki nasıldır?

- A) $d_y > d_z > d_x$ B) $d_z = d_y > d_x$
C) $d_y > d_x = d_z$ D) $d_z > d_x > d_y$

20.

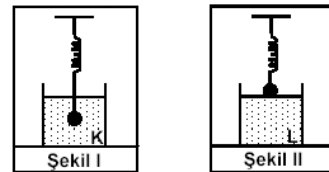


I ve II nolu kaplarda bir tahta parçasının tuzlu su çözeltileri içindeki durumu verilmiştir. Aynı tahta parçası III. kaptaki çözeltiye bırakıldığında su seviyesinin nerede olması beklenir?

- A) M ve N arasında B) M ve L arasında
C) K ve L arasında D) L hizasında

21.

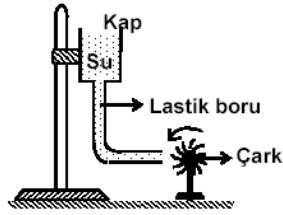
Ucuna kütle bağlı yay, K ve L sıvılarına bırakıldığında şekil I ve II'deki durumlar gözleniyor.



Bu durumlarla ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

- A) K sıvısı L'den daha yoğundur.
B) Şekil I'deki yayın uzama miktarı, şekil II'deki yayinkinden küçüktür.
C) Her iki şekilde de yayların uzama miktarları eşittir.
D) Şekil I'de cisme uygulanan kaldırma kuvveti, şekil II'dekinden küçüktür.

22.



Aşağıdaki işlemlerin hangisi şeklindeki çarkın dönmelerini hızlandırmaz?

- A) Sudan daha yoğun sıvı kullanmak
- B) Su kabını daha yukarıya kaldırmak
- C) Kapa daha çok su koymak
- D) Daha geniş kap kullanmak

- * 23. Bir öğrenci şişirdiği balonu önce sıcak bir ortamda tutarak genişlemesini izlemekte, daha sonra ise soğuk ortama taşıyarak küçüldüğünü gözlemlemektedir. **Bu öğrenci aşağıdaki hangi soruya cevap vermeye çalışmaktadır?**

- A) Gazın ağırlığı ortamın sıcaklığı ile ilişkili midir?
- B) Gazın basıncı ortamın sıcaklığı ile ilişkili midir?
- C) Gazın kütlesi ortamın basıncı ile ilişkili midir?
- D) Gazın kütlesi ortamın sıcaklığı ile ilişkili midir?

24. 90 kg'lık bir adam, yarı ağırlığındaki çocuğu ile yumuşak karda, yan yana yürümektedir. Babanın taban alanı 3 dm^2 , çocuğunki ise 1 dm^2 dir. **Bunların kara batmaları ile ilgili aşağıdaki yargılardan hangisi doğrudur?**

- A) Babanın ağırlığı daha fazla olduğundan baba daha çok batar.
- B) Çocuğun ağırlığının taban alanına oranı, babaya göre daha büyük olduğundan çocuk daha çok batar.
- C) Babanın taban alanı daha büyük olduğundan, baba daha çok batar.
- D) Babanın hem ağırlığı hem de taban alanı daha büyük olduğundan, çocuk daha çok batar.

- * 25. Aşağıda bir sürat motoru görülmektedir.



Aşağıdakilerden hangisi ön tarafın yükselmesinin nedenini Bernoulli ilkesini kullanarak en iyi şekilde açıklar?

- A) Kızak motorun altında asılı kalır, bundan dolayı ön tarafı yukarı kaldırır.
- B) Kızak motora göre suyla farklı açı yapar, bundan dolayı ön taraf yükselir.
- C) Hızlı hareket eden motorun ön tarafı daima su üzerine çıkar, bundan dolayı kızak ön tarafı destekler.
- D) Kızağın üzerindeki su basıncı altındakinden daha azdır, bundan dolayı alttaki yüksek basınç ön tarafı yukarı ittirir.

APPENDIX E

TABLE OF TEST SPECIFICATION FOR PUAT

Objective level Content	Knowledge	Comprehension	Application	Analysis	Synthesis	Evaluation	Total	Percent (%)
Katılarda basınç	1 , <u>1</u>	3 , <u>7</u>	4 , <u>6</u>		2 , <u>17</u>	5 , <u>24</u>	5 <u>5</u>	20 <u>20</u>
Sıvılarda basınç	7 , <u>3</u>	9 , <u>8</u>		10, 11 , <u>18, 19</u>	12 , <u>22</u>		5 <u>5</u>	20 <u>20</u>
Atmosfer basıncı	16 , <u>5</u>	13, 17 , <u>9, 10</u>	18 , <u>14</u>				4 <u>4</u>	16 <u>16</u>
Sıvıların basıncı iletişmesi	6 , <u>2</u>		8 , <u>12</u>				2 <u>2</u>	8 <u>8</u>
Gaz basıncı			15 , <u>13</u>		19 , <u>23</u>		2 <u>2</u>	8 <u>8</u>
Sıvıların kaldırma kuvveti			20, 21 , <u>11, 15</u>	22, 23, 24 , <u>16, 21, 20</u>			5 <u>5</u>	20 <u>20</u>
Gazların kaldırma kuvveti	14 , <u>4</u>						1 <u>1</u>	4 <u>4</u>
Bernoulli ilkesi				25 <u>25</u>			1 <u>1</u>	4 <u>4</u>
Total	5 <u>5</u>	5 <u>5</u>	6 <u>6</u>	4 <u>4</u>	3 <u>3</u>	1 <u>1</u>	25 <u>25</u>	100 <u>100</u>
Percent (%)	20 <u>20</u>	20 <u>20</u>	24 <u>24</u>	16 <u>16</u>	12 <u>12</u>	4 <u>4</u>	100 <u>100</u>	

• **Bold ones are the number of the objectives.** Underlined ones are number of question.

APPENDIX F-1

SCIENTIFIC PROCESS SKILLS TEST (SPST)-VERSION 1

BİLİMSSEL SÜREÇ BECERİLERİ TESTİ

AÇIKLAMA: Bu test içinde, bilimsel süreç becerilerini ölçebilen 25 soru bulunmaktadır. Her soruyu dikkatle okuduktan sonra size göre en uygun seçeneği işaretleyiniz. Cevaplarınız gizli tutulacak ve hiçbir kimse ile paylaşılmayacaktır. Katılımınız ve katkınız için teşekkür ederiz. Aşağıda bu testte sıkça kullanılan iki kelimenin anlamı verilmiştir.

Hipotez: Araştırmanın başlangıcında henüz doğruluğu veya yanlışlığı bilinmeyen bir öneri veya ön beklenti.

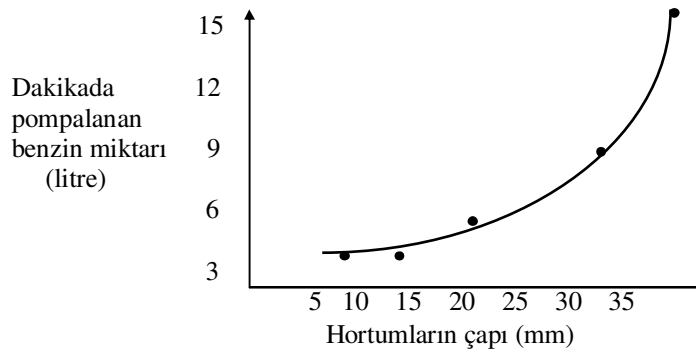
Sınamak: Gerekli niteliği taşıyıp taşımadığını bulmak için bir düşüncüyü denemek.

- 1) Arabaların verimliliğini inceleyen bir araştırma yapılmaktadır. Sınanan hipotez, benzine katılan katkı maddesinin arabaların verimliliğini arttırdığı yolundadır. Aynı tip beş arabaya aynı miktarda benzin, farklı miktarlarda katkı maddesi konur. Arabalar benzinleri bitinceye kadar aynı yol üzerinde giderler. Daha sonra her arabanın aldığı mesafe kaydedilir. Bu çalışmada arabaların verimliliği sizce nasıl ölçülür?
 - a. Arabaların benzinleri bitinceye kadar geçen süre ile.
 - b. Her arabanın gittiği mesafe ile.
 - c. Kullanılan benzin miktarı ile.
 - d. Kullanılan katkı maddesinin miktarı ile.
- 2) Bir araba üreticisi daha ekonomik arabalar yapmak istemektedir. Araştırmacılar arabanın litre başına alabileceği mesafeyi etkileyebilecek değişkenleri araştırmaktadırlar. Sizce aşağıdaki değişkenlerden hangisi arabanın litre başına alabileceği mesafeyi etkileyebilir?
 - a. Arabanın ağırlığı.
 - b. Motorun hacmi.
 - c. Arabanın rengi.
 - d. a ve b seçenekleri.
- 3) Bir polis şefi, arabaların hızının azaltılması ile uğraşmaktadır. Arabaların hızını etkileyebilecek bazı faktörler olduğunu düşünmektedir. Sürücülerin ne kadar hızlı araba kullandıklarını sizce aşağıdaki hipotezlerin hangisiyle sınayabilir?
 - a. Daha genç sürücülerin daha hızlı araba kullanma olasılığı yüksektir.
 - b. Kaza yapan arabalar ne kadar büyükse, içindeki insanların yaralanma olasılığı o kadar azdır.
 - c. Yollarda ne kadar çok polis ekibi olursa, kaza sayısı o kadar az olur.
 - d. Arabalar eskidikçe kaza yapma olasılıkları artar.
- 4) Bir fen sınıfında, tekerlek yüzeyi genişliğinin tekerleğin daha kolay yuvarlanması üzerine etkisi araştırılmaktadır. Bir oyuncak arabaya geniş yüzeyli tekerlekler takılır, önce bir rampadan (eğik düzlem) aşağı bırakılır ve daha sonra düz bir zemin üzerinde gitmesi sağlanır. Deney, aynı arabaya daha dar yüzeyli tekerlekler takılarak tekrarlanır. Hangi tip tekerleğin daha kolay yuvarlandığı sizce nasıl ölçülür?
 - a. Her deneyde arabanın gittiği toplam mesafe ölçülür.
 - b. Rampanın (eğik düzlem) eğim açısı ölçülür.
 - c. Her iki deneyde kullanılan tekerlek tiplerinin yüzey genişlikleri ölçülür.
 - d. Her iki deneyin sonunda arabanın ağırlıkları ölçülür.

5) Ahmet basketbol topunun içindeki hava arttıkça, topun daha yükseğe sıçrayacağını düşünmektedir. Bu hipotezi araştırmak için, birkaç basketbol topu alır ve içlerine farklı miktarda hava pompalar. Sizce Ahmet hipotezini nasıl sınamalıdır?

- Topları aynı yükseklikten fakat değişik hızlarla yere vurur.
- İçlerinde farklı miktarlarda hava olan topları, aynı yükseklikten yere bırakır.
- İçlerinde aynı miktarlarda hava olan topları, zeminle farklı açılardan yere vurur.
- İçlerinde aynı miktarlarda hava olan topları, farklı yüksekliklerden yere bırakır.

6) Bir tankerden benzin almak için farklı genişlikte 5 hortum kullanılmaktadır. Her hortum için aynı pompa kullanılır. Yapılan çalışma sonunda elde edilen bulgular aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



Sizce göre aşağıdakilerden hangisi değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklamaktadır?

- Hortumun çapı genişledikçe dakikada pompalanan benzin miktarı da artar.
- Dakikada pompalanan benzin miktarı arttıkça, daha fazla zaman gerekir.
- Hortumun çapı küçüldükçe dakikada pompalanan benzin miktarı da artar.
- Pompalanan benzin miktarı azaldıkça, hortumun çapı genişler.

➤ 7, 8, 9 ve 10 uncu soruları aşağıdaki paragrafı okuyarak cevaplayınız.

Ayşe, güneşin karalar ve denizleri aynı derecede ısıtıp ısıtmadığını merak etmektedir. Bir araştırma yapmaya karar verir ve aynı büyüklükte iki kova alır. Bunlardan birini toprakla, diğerini de su ile doldurur ve aynı miktarda güneş ısısı alacak şekilde bir yere koyar. 8.00-18.00 saatleri arasında, her saat başı sıcaklıklarını ölçer.

7) Sizce araştırmada aşağıdaki hipotezlerden hangisi sınanmıştır?

- Toprak ve su ne kadar çok güneş ışığı alırlarsa, o kadar ısınırlar.
- Toprak ve su güneş altında ne kadar fazla kalırlarsa, o kadar çok ısınırlar.
- Güneş farklı maddeleri farklı derecelerde ısıtır.
- Günün farklı saatlerinde güneşin ısısı da farklı olur.

8) Sizce araştırmada aşağıdaki değişkenlerden hangisi kontrol edilmiştir?

- Kovadaki suyun cinsi.
- Kovalara koyulan maddenin türü.
- Toprak ve suyun sıcaklığı.
- Her bir kovanın güneş altında kalma süresi.

9) Sizce araştırmada ölçülen değişken hangisidir?

- Kovadaki suyun cinsi.
- Kovalara koyulan maddenin türü.
- Toprak ve suyun sıcaklığı.
- Her bir kovanın güneş altında kalma süresi.

10) Sizce araştırmada değiştirilen değişken hangisidir?

- Kovadaki suyun cinsi.
- Kovalara koyulan maddenin türü.
- Toprak ve suyun sıcaklığı.
- Her bir kovanın güneş altında kalma süresi.

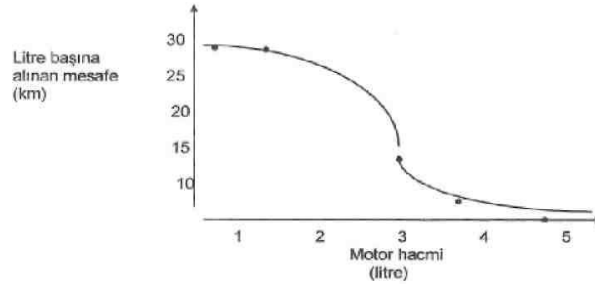
➤ 11, 12, 13 ve 14 üncü soruları aşağıda verilen paragrafı okuyarak cevaplayınız.

Murat, suyun sıcaklığının, su içinde çözünebilecek şeker miktarını etkileyip etkilemediğini araştırmak ister. Birbirinin aynı dört bardağın her birine 50 şer mililitre su koyar. Bardaklardan birisine 0 °C de,

diğerine de sırayla 50 °C, 75 °C ve 95 °C sıcaklıkta su koyar. Daha sonra her bir bardağa çözünebileceği kadar şeker koyar ve karıştırır.

- 11) Bu araştırmada sizce sınanan hipotez hangisi olabilir?
 - a. Şeker ne kadar çok suda karıştırılırsa o kadar çok çözünür.
 - b. Ne kadar çok şeker çözünürse, su o kadar tatlı olur.
 - c. Sıcaklık ne kadar yüksek olursa, çözünen şekerin miktarı o kadar fazla olur.
 - d. Kullanılan suyun miktarı arttıkça sıcaklığı da artar.
- 12) Bu araştırmada sizce kontrol edilebilen değişken hangisidir?
 - a. Her bardakta çözünen şeker miktarı.
 - b. Her bardağa konulan su miktarı.
 - c. Bardakların sayısı.
 - d. Suyun sıcaklığı.
- 13) Sizce araştırmanın ölçülen değişkeni hangisidir?
 - a. Her bardakta çözünen şeker miktarı.
 - b. Her bardağa konulan su miktarı.
 - c. Bardakların sayısı.
 - d. Suyun sıcaklığı.
- 14) Sizce araştırmadaki değiştirilen değişken hangisidir?
 - a. Her bardakta çözünen şeker miktarı.
 - b. Her bardağa konulan su miktarı.
 - c. Bardakların sayısı.
 - d. Suyun sıcaklığı.
- 15) Bir bahçıvan domates üretimini arttırmak istemektedir. Değişik birkaç alana domates tohumu eker. Hipotezi, tohumlar ne kadar çok sulanırsa, o kadar çabuk filizleneceğidir. Sizce bu hipotezi nasıl sınar?
 - a. Farklı miktarlarda sulanan tohumların kaç günde filizleneceğine bakar.
 - b. Her sulamadan bir gün sonra domates bitkisinin boyunu ölçer.
 - c. Farklı alanlardaki bitkilere verilen su miktarını ölçer.
 - d. Her alana ektiği tohum sayısına bakar.
- 16) Ahmet, buz parçacıklarının erime süresini etkileyen faktörleri merak etmektedir. Buz parçalarının büyüklüğü, odanın sıcaklığı ve buz parçalarının şekli gibi faktörlerin erime süresini etkileyebileceğini düşünür. Daha sonra şu hipotezi sınamaya karar verir. Buz parçalarının şekli erime süresini etkiler. Sizce Ahmet bu hipotezi sınamak için aşağıdaki deney tasarımlarının hangisini uygulamalıdır?
 - a. Her biri farklı şekil ve ağırlıkta beş buz parçası alınır. Bunlar aynı sıcaklıkta benzer beş kabın içine ayrı ayrı konur ve erime süreleri izlenir.
 - b. Her biri aynı şekilde fakat farklı ağırlıkta beş buz parçası alınır. Bunlar aynı sıcaklıkta benzer beş kabın içine ayrı ayrı konur ve erime süreleri izlenir.
 - c. Her biri aynı ağırlıkta fakat farklı şekillerde beş buz parçası alınır. Bunlar aynı sıcaklıkta benzer beş kabın içine ayrı ayrı konur ve erime süreleri izlenir.
 - d. Her biri aynı ağırlıkta fakat farklı şekillerde beş buz parçası alınır. Bunlar farklı sıcaklıkta benzer beş kabın içine ayrı ayrı konur ve erime süreleri izlenir.
- 17) Bir biyolog şu hipotezi test etmek ister; Farelere ne kadar çok vitamin verilirse o kadar hızlı büyürler. Biyolog farelerin büyüme hızını sizce nasıl ölçebilir?
 - a. Farelerin hızını ölçer.
 - b. Farelerin, günlük uyumadan durabildikleri süreyi ölçer.
 - c. Her gün fareleri tartar.
 - d. Her gün farelerin yiyeceği vitaminleri tartar.
- 18) Öğrenciler, şekerin suda çözünme süresini etkileyebilecek değişkenleri düşünmektedirler. Suyun sıcaklığını, şekerin ve suyun miktarlarını değişken olarak saptarlar. Öğrenciler, şekerin suda çözünme süresini sizce aşağıdaki hipotezlerden hangisiyle sınayabilir?
 - a. Daha fazla şekeri çözmek için daha fazla su gereklidir.
 - b. Su soğudukça, şekeri çözebilmek için daha fazla karıştırmak gerekir.
 - c. Su ne kadar sıcaksa, o kadar çok şeker çözünecektir.
 - d. Su ısındıkça şeker daha uzun sürede çözünür.

19) Bir araştırma grubu, değişik hacimli motorları olan arabaların randımanlarını ölçer. Elde edilen sonuçların grafiği aşağıdaki gibidir:



Sizce aşağıdakilerden hangisi değişkenler arasındaki ilişkiyi gösterir?

- Motor ne kadar büyükse, bir litre benzinle gidilen mesafe de o kadar uzun olur.
- Bir litre benzinle gidilen mesafe ne kadar az olursa, arabanın motoru o kadar küçük demektir.
- Motor küçüldükçe, arabanın bir litre benzinle gittiği mesafe artar.
- Bir litre benzinle gidilen mesafe ne kadar uzun olursa, arabanın motoru o kadar büyük demektir.

➤ 20, 21, 22 ve 23 üncü soruları aşağıda verilen paragrafı okuyarak cevaplayınız.

Toprağa karıştırılan yaprakların domates üretimine etkisi araştırılmaktadır. Araştırmada dört büyük saksıya aynı miktarda ve tipte toprak konulmuştur. Fakat birinci saksıdaki toprağa 15 kg., ikinciye 10 kg., üçüncüye ise 5 kg. çürümüş yaprak karıştırılmıştır. Dördüncü saksıdaki toprağa ise hiç çürümüş yaprak karıştırılmamıştır. Daha sonra bu saksılara domates ekilmiştir. Bütün saksılar güneşe konmuş ve aynı miktarda sulanmıştır. Her saksıdan elde edilen domates tartılmış ve kaydedilmiştir.

20) Bu araştırmada sizce sınanan hipotez hangisidir?

- Bitkiler güneşten ne kadar çok ışık alırlarsa, o kadar fazla domates verirler.
- Saksılar ne kadar büyük olursa, karıştırılan yaprak miktarı o kadar fazla olur.
- Saksılar ne kadar çok sulanırsa, içlerindeki yapraklar o kadar çabuk çürür.
- Toprağa ne kadar çok çürük yaprak karıştırılırsa, o kadar fazla domates elde edilir.

21) Sizce bu araştırmada kontrol edilen değişken hangisidir?

- Her saksıdan elde edilen domates miktarı.
- Saksılara karıştırılan yaprak miktarı.
- Saksılardaki toprak miktarı.
- Çürümüş yaprak karıştırılan saksı sayısı.

22) Sizce araştırmada ölçülen değişken hangisidir?

- Her saksıdan elde edilen domates miktarı.
- Saksılara karıştırılan yaprak miktarı.
- Saksılardaki toprak miktarı.
- Çürümüş yaprak karıştırılan saksı sayısı.

23) Sizce araştırmada değiştirilen değişken hangisidir?

- Her saksıdan elde edilen domates miktarı.
- Saksılara karıştırılan yaprak miktarı.
- Saksılardaki toprak miktarı.
- Çürümüş yaprak karıştırılan saksı sayısı.

24) Sibel, akvaryumdaki balıkların bazen çok hareketli bazen ise durgun olduklarını gözler. Balıkların hareketliliğini etkileyen faktörleri merak eder. Sizce balıkların hareketliliğini etkileyen faktörleri hangi hipotezle sınayabilir?

- a. Balıklara ne kadar çok yem verilirse, o kadar çok yeme ihtiyaçları vardır.
- b. Balıklar ne kadar hareketli olursa o kadar çok yeme ihtiyaçları vardır.
- c. Suda ne kadar çok oksijen varsa, balıklar o kadar iri olur.
- d. Akvaryum ne kadar çok ışık alırsa, balıklar o kadar hareketli olur.

25) Murat Bey'in evinde birçok elektrikli alet vardır. Fazla gelen elektrik faturaları dikkatini çeker. Kullanılan elektrik miktarını etkileyen faktörleri araştırmaya karar verir. Sizce aşağıdaki değişkenlerden hangisi kullanılan elektrik enerjisi miktarını etkileyebilir?

- a. TV nin açık kaldığı süre.
- b. Elektrik sayacının yeri.
- c. Çamaşır makinesinin kullanma sıklığı.
- d. a. ve c

APPENDIX F-2

SCIENTIFIC PROCESS SKILLS TEST (SPST)-FINAL FORM

BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİ TESTİ

AÇIKLAMA: Bu test içinde, bilimsel süreç becerilerini ölçebilen 24 soru bulunmaktadır. Her soruyu dikkatle okuduktan sonra size göre en uygun seçeneği işaretleyiniz. Cevaplarınız gizli tutulacak ve hiçbir kimse ile paylaşılmayacaktır. Aşağıda bu testte sıkça kullanılan iki kelimenin anlamı verilmiştir. Ayrıca testte kullanılan bazı terimlerin anlamlarının daha iyi anlaşılması için aşağıda örnek bir soru üzerinde açıklamalar yapılmıştır.

Hipotez: Araştırmanın başlangıcında henüz doğruluğu veya yanlışlığı bilinmeyen bir öneri veya ön beklenti.
Sınamak: Gerekli niteliği taşıyıp taşımadığını bulmak için bir düşüncüyü denemek.

Örnek soru:

Serap, sıcaklığın ekmek küfünün gelişiminde bir etkisi olup olmadığını bulmak istemektedir. Serap bu amaçla aynı miktarda ve türde gıda maddesi bulunan dokuz kap içinde küf yetiştirmiştir. Kaplardan üçü 0°C’de, üçü 90°C’de, ve kalan üçü de oda sıcaklığında (yaklaşık 27°C’de) tutulmuştur. Dört günün sonunda kapları incelemiş ve her kaptaki ekmek küfünün gelişimini kaydetmiştir. Bu araştırmada;

Sabit tutulan değişken: her kaptaki gıda miktarı

Değiştirilen değişken: kapların sıcaklığı

Ölçülen değişken: ekmek küfünün gelişimi
 olmaktadır.

***1)** Arabaların verimliliğini inceleyen bir araştırma yapılmaktadır. Sınanan hipotez, benzine katılan katkı maddesinin arabaların verimliliğini arttırdığı yolundadır. Aynı tip beş arabaya aynı miktarda benzin, farklı miktarlarda katkı maddesi konur. Arabalar benzinleri bitinceye kadar aynı yol üzerinde giderler. Daha sonra her arabanın aldığı mesafe kaydedilir. Bu çalışmada arabaların verimliliği sizce nasıl ölçülür?

- Arabaların benzinleri bitinceye kadar geçen süre ile.
- Her arabanın gittiği mesafe ile.
- Kullanılan benzin miktarı ile.
- Kullanılan katkı maddesinin miktarı ile.

***2)** Bir basketbol antrenörü, oyuncuların güçsüz olmasından dolayı maçları kaybettiklerini düşünmektedir. Güçlerini etkileyen faktörleri araştırmaya karar verir. Antrenör, oyuncuların gücünü etkileyip etkilemediğini ölçmek için aşağıdaki değişkenlerden hangisini incelemelidir?

- Her oyuncunun almış olduğu günlük vitamin miktarını.
- Günlük ağırlık kaldırma çalışmalarının miktarını.
- Günlük antrenman süresini.
- Yukarıdakilerin hepsini.

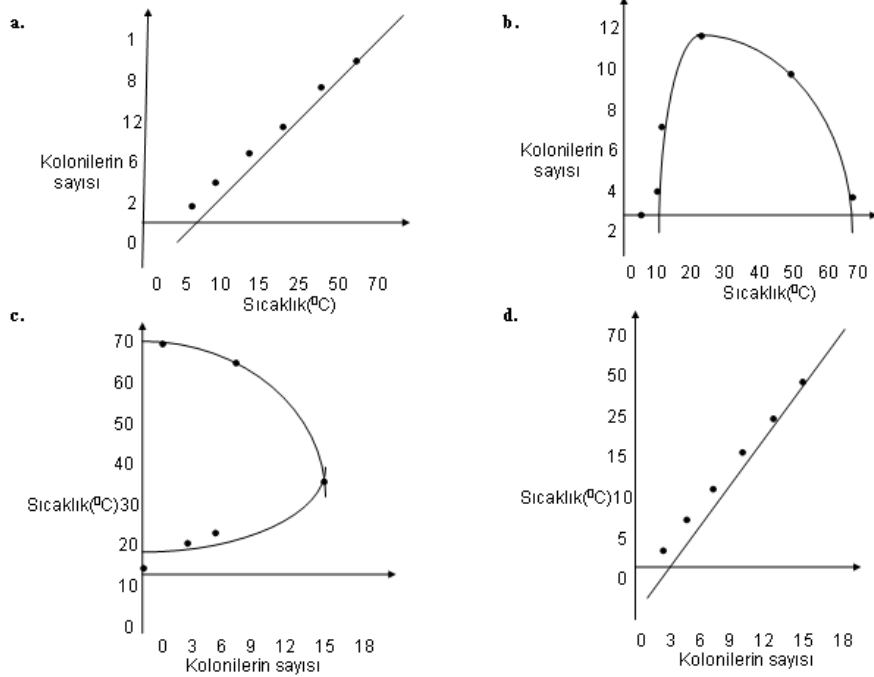
3) Öğrenciler, şekerin suda çözünme süresini etkileyebilecek değişkenleri düşünmektedirler. Suyun sıcaklığını, şekerin ve suyun miktarlarını değişken olarak saptarlar. Öğrenciler, şekerin suda çözünme süresini sizce aşağıdaki hipotezlerden hangisiyle sınayabilir?

- Daha fazla şekeri çözmek için daha fazla su gereklidir.
- Su soğudukça, şekeri çözebilmek için daha fazla karıştırmak gerekir.
- Su ne kadar sıcaksa, o kadar çok şeker çözünecektir.
- Su ısındıkça şeker daha uzun sürede çözünür.

*4) Fen sınıfından bir öğrenci sıcaklığın bakterilerin gelişmesi üzerindeki etkilerini araştırmaktadır. Yaptığı deney sonucunda, öğrenci aşağıdaki verileri elde etmiştir:

Deney odasının sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	Bakteri kolonilerinin sayısı
5	0
10	2
15	6
25	12
50	8
70	1

Aşağıdaki grafiklerden hangisi bu verileri doğru olarak göstermektedir?



5) Ali Bey, evini ısıtmak için komşularından daha çok para ödenmesinin sebeplerini merak etmektedir. Isınma giderlerini etkileyen faktörleri araştırmak için bir hipotez kurar. Aşağıdakilerden hangisi bu araştırmada sınanmaya uygun bir hipotez değildir?

- Evin çevresindeki ağaç sayısı ne kadar az ise ısınma gideri o kadar fazladır.
- Evde ne kadar çok pencere ve kapı varsa, ısınma gideri de o kadar fazla olur.
- Büyük evlerin ısınma giderleri fazladır.
- Isınma giderleri arttıkça ailenin daha ucuza ısınma yolları araması gerekir.

***6)** Bir öğrenci mıknatısların kaldırma yeteneklerini araştırmaktadır. Çeşitli boylarda ve şekillerde birkaç mıknatıs alır ve her mıknatısın çektiği demir tozlarını tartar. Bu çalışmada mıknatısın kaldırma yeteneği nasıl tanımlanır?

- a. Kullanılan mıknatısın büyüklüğü ile.
- b. Demir tozlarını çeken mıknatısın ağırlığı ile.
- c. Kullanılan mıknatısın şekli ile.
- d. Çekilen demir tozlarının ağırlığı ile.

***7)** Can, yedi ayrı bahçedeki çimenleri biçmektedir. Çim biçme makinesiyle her hafta bir bahçedeki çimenleri biçer. Çimenlerin boyu bahçelere göre farklı olup bazılarında uzun bazılarında kısadır. Çimenlerin boyları ile ilgili hipotezler kurmaya başlar. Aşağıdakilerden hangisi sınanmaya uygun bir hipotezdir?

- a. Hava sıcakken çim biçmek zordur.
- b. Bahçeye atılan gübrenin miktarı önemlidir.
- c. Daha çok sulanan bahçedeki çimenler daha uzun olur.
- d. Bahçe ne kadar engbeliyse çimenleri kesmek de o kadar zor olur.

***8)** Bir fen sınıfında, tekerlek yüzeyi genişliğinin tekerleğin daha kolay yuvarlanması üzerine etkisi araştırılmaktadır. Bir oyuncak arabaya geniş yüzeyli tekerlekler takılır, önce bir rampadan (eğik düzlem) aşağı bırakılır ve daha sonra düz bir zemin üzerinde gitmesi sağlanır. Deney, aynı arabaya daha dar yüzeyli tekerlekler takılarak tekrarlanır. Hangi tip tekerleğin daha kolay yuvarlandığı sizce nasıl ölçülür?

- a. Her deneyde arabanın gittiği toplam mesafe ölçülür.
- b. Rampanın (eğik düzlem) eğim açısı ölçülür.
- c. Her iki deneyde kullanılan tekerlek tiplerinin yüzey genişlikleri ölçülür.
- d. Her iki deneyin sonunda arabanın ağırlıkları ölçülür.

***9)** Ahmet basketbol topunun içindeki hava arttıkça, topun daha yükseğe sıçrayacağını düşünmektedir. Bu hipotezi araştırmak için, birkaç basketbol topu alır ve içlerine farklı miktarda hava pompalar. Sizce Ahmet hipotezini nasıl sınamalıdır?

- a. Topları aynı yükseklikten fakat değişik hızlarla yere vurur.
- b. İçlerinde farklı miktarlarda hava olan topları, aynı yükseklikten yere bırakır.
- c. İçlerinde aynı miktarlarda hava olan topları, zeminle farklı açılardan yere vurur.
- d. İçlerinde aynı miktarlarda hava olan topları, farklı yüksekliklerden yere bırakır.

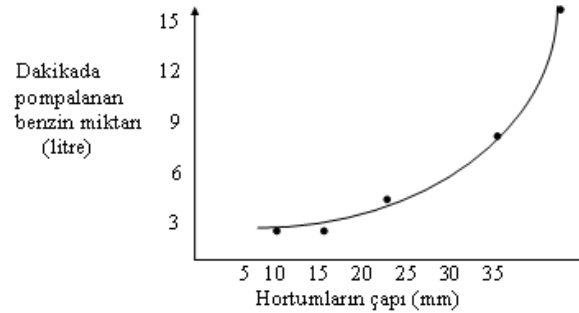
10) Bir bahçıvan domates üretimini arttırmak istemektedir. Değişik birkaç alana domates tohumu eker. Hipotezi, tohumlar ne kadar çok sulanırsa, o kadar çabuk filizleneceğidir. Sizce bu hipotezi nasıl sınar?

- a. Farklı miktarlarda sulanan tohumların kaç günde filizleneceğine bakar.
- b. Her sulamadan bir gün sonra domates bitkisinin boyunu ölçer.
- c. Farklı alanlardaki bitkilere verilen su miktarını ölçer.
- d. Her alana ektiği tohum sayısına bakar.

11) Sibel, akvaryumdaki balıkların bazen çok hareketli bazen ise durgun olduklarını gözler. Balıkların hareketliliğini etkileyen faktörleri merak eder. Sizce balıkların hareketliliğini etkileyen faktörleri hangi hipotezle sınayabilir?

- a. Balıklara ne kadar çok yem verilirse, o kadar çok yeme ihtiyaçları vardır.
- b. Balıklar ne kadar hareketli olursa o kadar çok yeme ihtiyaçları vardır.
- c. Suda ne kadar çok oksijen varsa, balıklar o kadar iri olur.
- d. Akvaryum ne kadar çok ışık alırsa, balıklar o kadar hareketli olur.

*12) Bir tankerden benzin almak için farklı genişlikte 5 hortum kullanılmaktadır. Her hortum için aynı pompa kullanılır. Yapılan çalışma sonunda elde edilen bulgular aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



Size göre aşağıdakilerden hangisi değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklamaktadır?

- Hortumun çapı genişledikçe dakikada pompalanan benzin miktarı da artar.
- Dakikada pompalanan benzin miktarı arttıkça, daha fazla zaman gerekir.
- Hortumun çapı küçüldükçe dakikada pompalanan benzin miktarı da artar.
- Pompalanan benzin miktarı azaldıkça, hortumun çapı genişler.

➤ 13, 14, 15 ve 16 ncı soruları aşağıdaki paragrafı okuyarak cevaplayınız.

Ayşe, güneşin karalar ve denizleri aynı derecede ısıtıp ısıtmadığını merak etmektedir. Bir araştırma yapmaya karar verir ve aynı büyüklükte iki kova alır. Bunlardan birini toprakla, diğerini de su ile doldurur ve aynı miktarda güneş ısıtı alacak şekilde bir yere koyar. 08.00-18.00 saatleri arasında, her saat başı sıcaklıklarını ölçer.

*13) Sizce araştırmada aşağıdaki hipotezlerden hangisi sınanmıştır?

- Toprak ve su ne kadar çok güneş ışığı alırlarsa, o kadar ısınırlar.
- Toprak ve su güneş altında ne kadar fazla kalırlarsa, o kadar çok ısınırlar.
- Güneş farklı maddeleri farklı derecelerde ısıtır.
- Günün farklı saatlerinde güneşin ısı da farklı olur.

*14) Sizce araştırmada aşağıdaki değişkenlerden hangisi sabit tutulmuştur?

- Kovadaki suyun cinsi.
- Toprak ve suyun sıcaklığı.
- Kovalara koyulan maddenin türü.
- Her bir kovanın güneş altında kalma süresi.

*15) Sizce araştırmada ölçülen değişken hangisidir?

- Kovadaki suyun cinsi.
- Toprak ve suyun sıcaklığı.
- Kovalara koyulan maddenin türü.
- Her bir kovanın güneş altında kalma süresi.

*16) Sizce araştırmada değiştirilen değişken hangisidir?

- Kovadaki suyun cinsi.
- Toprak ve suyun sıcaklığı.
- Kovalara koyulan maddenin türü.
- Her bir kovanın güneş altında kalma süresi.

17) Bir biyolog şu hipotezi test etmek ister; Farelere ne kadar çok vitamin verilirse o kadar hızlı büyürler. Biyolog farelerin büyüme hızını sizce nasıl ölçebilir?

- Farelerin hızını ölçer.
- Farelerin, günlük uyumadan durabildikleri süreyi ölçer.
- Her gün fareleri tartar.
- Her gün farelerin yiyeceği vitaminleri tartar.

***18)** Bir araştırmacı yeni bir gübreyi denemektedir. Çalışmalarını aynı büyüklükte beş tarlada yapar. Her tarlaya yeni gübresinden değişik miktarlarda karıştırır. Bir ay sonra, her tarlada yetişen çimenin ortalama boyunu ölçer. Ölçüm sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

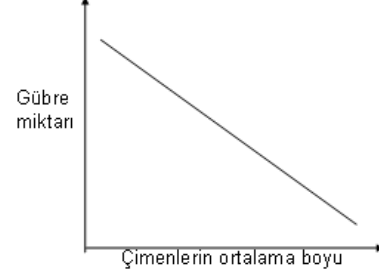
Gübre miktarı (kg)	Çimenlerin ortalama boyu (cm)
10	7
30	10
50	12
80	14
100	12

Tablodaki verilerin grafiği aşağıdakilerden hangisidir?

a.



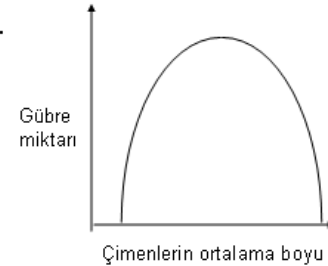
b.



c.



d.



***19)** Murat Bey'in evinde birçok elektrikli alet vardır. Fazla gelen elektrik faturaları dikkatini çeker. Kullanılan elektrik miktarını etkileyen faktörleri araştırmaya karar verir. Sizce aşağıdaki değişkenlerden hangisi kullanılan elektrik enerjisi miktarını etkileyebilir?

- TV nin açık kaldığı süre.
- Elektrik sayacının yeri.
- Çamaşır makinesini kullanma sıklığı.
- a ve c seçenekleri.

➤ **20, 21, 22 ve 23 üncü soruları aşağıda verilen paragrafı okuyarak cevaplayınız.**

Toprağa karıştırılan yaprakların domates üretimine etkisi araştırılmaktadır. Araştırmada dört büyük saksıya aynı miktarda ve tipte toprak konulmuştur. Fakat birinci saksıdaki toprağa 15 kg., ikinciye 10 kg., üçüncüye ise 5 kg. çürümüş yaprak karıştırılmıştır. Dördüncü saksıdaki toprağa ise hiç çürümüş yaprak karıştırılmamıştır. Daha sonra bu saksılara domates ekilmiştir. Bütün saksılar güneşe konmuş ve aynı miktarda sulanmıştır. Her saksıdan elde edilen domates tartılmış ve kaydedilmiştir.

*20) Bu araştırmada sizce sınanan hipotez hangisidir?

- a. Bitkiler güneşten ne kadar çok ışık alırlarsa, o kadar fazla domates verirler.
- b. Saksılar ne kadar büyük olursa, karıştırılan yaprak miktarı o kadar fazla olur.
- c. Saksılar ne kadar çok sulanırsa, içlerindeki yapraklar o kadar çabuk çürür.
- d. Toprağa ne kadar çok çürük yaprak karıştırılırsa, o kadar fazla domates elde edilir.

*21) Sizce bu araştırmada sabit tutulan değişken hangisidir?

- a. Her saksıdan elde edilen domates miktarı.
- b. Saksılara karıştırılan yaprak miktarı.
- c. Saksılardaki toprak miktarı.
- d. Çürümüş yaprak karıştırılan saksı sayısı.

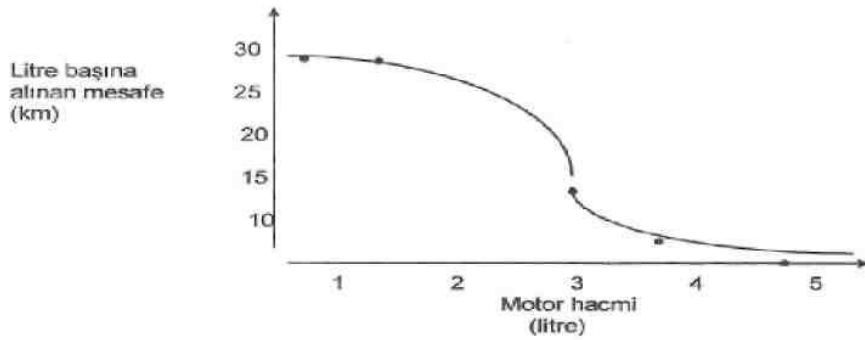
*22) Sizce araştırmada ölçülen değişken hangisidir?

- a. Her saksıdan elde edilen domates miktarı.
- b. Saksılara karıştırılan yaprak miktarı.
- c. Saksılardaki toprak miktarı.
- d. Çürümüş yaprak karıştırılan saksı sayısı.

*23) Sizce araştırmada değiştirilen değişken hangisidir?

- a. Her saksıdan elde edilen domates miktarı.
- b. Saksılara karıştırılan yaprak miktarı.
- c. Saksılardaki toprak miktarı.
- d. Çürümüş yaprak karıştırılan saksı sayısı.

*24) Bir araştırma grubu değişik hacimli motorları olan arabaların randımanlarını ölçer. Elde edilen sonuçların grafiği aşağıdaki gibidir.



Sizce aşağıdakilerden hangisi değişkenler arasındaki ilişkiyi gösterir?

- a. Motor ne kadar büyükse, bir litre benzinle gidilen mesafe de o kadar uzun olur.
- b. Bir litre benzinle gidilen mesafe ne kadar az olursa, arabanın motoru o kadar küçük demektir.
- c. Motor küçüldükçe, arabanın bir litre benzinle gittiği mesafe artar.
- d. Bir litre benzinle gidilen mesafe ne kadar uzun olursa, arabanın motoru o kadar büyük demektir.

APPENDIX G

ATTITUDE TEST (AT) FOR THE PRESSURE CONTENT

BASINÇ ÜNİTESİ TUTUM ÖLÇEĞİ

Sevgili öğrenciler,

Bu ölçekte Basınç ünitesindeki konulara ilişkin görüş veya yargı bildiren cümleler yer almaktadır. Bu cümleleri dikkatlice okuyunuz. Belirtilen ifadelerle ne ölçüde katılıp katılmadığınızı sağ taraftaki sütunda yanıt olarak verilen beş seçenektan birine (X) işareti yazarak belirtiniz. Lütfen testi içten ve samimi olarak cevaplayınız. Cevaplarınız gizli tutulacak ve hiçbir kimseyle paylaşılmayacaktır.

BASINÇ ÜNİTESİ	😊 Kesinlikle katılıyorum	😊 Katılıyorum	😊 Kararsızım	😊 Katılmıyorum	😊 Kesinlikle katılmıyorum
A. Kuvvet Uygular, Basınç Yaratırım					
B. Deniz Dibi Balık, Atmosfer Dibi İnsan					
- Sıvıların basıncı					
- Açık hava basıncı					
- Bernoulli İlkesi					
C. Sıvıya Basınç Uygula; Her Tarafa İletsin					
- Paskal İlkesi					
D. Balondaki Hava Molekülleri Her Yöne Uçuşur					
- Kapalı kaplardaki Gazın basıncı					
E. Havada Asılı Kalan Balonlar					
- Havanın kaldırma kuvveti					
1. "Basınç ünitesi" konularını severim.					
2. "Basınç ünitesi" konularına karşı olumlu hislerim vardır.					
3. "Basınç ünitesi" konularından öğrendiklerimin hayatımı kolaylaştıracağına inanıyorum.					
4. "Basınç ünitesi" konularının gelecekte önemini artacağına inanmıyorum .					
5. "Basınç ünitesi" konularının, ilerideki çalışmalarında bana yararlı olacağına inanıyorum.					
6. "Basınç ünitesi" konularında başarılı olmak için elimden geleni yaparım.					
7. "Basınç ünitesi" konularında elimden gelenin en iyisini yapmaya çalışırım.					
8. "Basınç ünitesi" konularında başarısız olduğumda daha çok çabalıyım .					
9. "Basınç ünitesi" konularını öğrenebileceğimden eminim.					
10. "Basınç ünitesi" konularında başarılı olabileceğimden eminim.					
11. "Basınç ünitesi" konularının kullanıldığı zor problemleri çözebileceğimden eminim.					
12. "Basınç ünitesi" konularının geçerli olduğu problemler ne kadar zor olursa olsun, elimden geleni yaparım.					
13. "Basınç ünitesi" konularının ilerideki meslek hayatımda önemli bir yeri olacağını düşünmüyorum .					
14. "Basınç ünitesi" konularından öğrendiklerimin, gündelik hayatta işime yarayacağını düşünüyorum.					
15. "Basınç ünitesi" konuları veya teknolojiye uygulamaları ile ilgili kitaplar okumaktan hoşlanırım.					
16. "Basınç ünitesi" konuları benim için eğlencelidir.					
17. Okulda "Basınç ünitesi" konularını çalışmaktan hoşlanmam .					
18. "Basınç ünitesi" ile ilgili daha zor problemlerle başa çıkabileceğimden eminim.					
19. Okuldan sonra arkadaşlarla "Basınç ünitesi" konuları hakkında konuşmak zevklidir.					
20. Bana hediye olarak "Basınç ünitesi" ile ilgili bir kitap veya konu ile ilgili aletler, araçlar verilmesinden hoşlanırım.					
21. Yeterince vaktim olursa en zor "Basınç ünitesi" ile ilgili problemleri bile çözebileceğimden eminim.					
22. Arkadaşlarla "Basınç ünitesi" konuları veya teknolojiye uygulamaları ile ilgili meseleleri konuşmaktan hoşlanırım.					
23. "Basınç ünitesi" konuları el becerilerimin gelişmesinde etkilidir.					
24. "Basınç ünitesi" konuları ile ilgili ders saatlerinin daha çok olmasını istemem .					

APPENDIX H-1

SELF-EVALUATION FORM (For Control Group)

ÇALIŞMANIZI DEĞERLENDİRİN

Konu: Katıların basıncı

Açıklama: “Katıların basıncı” konusunu işlerken yaptığınız çalışmaları bireysel olarak değerlendirin.

a. Bu konuları işlerken neler yaptım?

.....

.....

.....

.....

b. Bu konuları işlerken neler öğrendim? Öğrendiklerinizi yazı, grafik, çizim, tablo, resim vb. tekniklerinden size uygun olanlarıyla ifade edin.

.....

.....

.....

c. Bu konular işlenirken arkadaşlarıma nasıl yardım ettim? İleriki çalışmalarda nasıl yardım ederim?

.....

.....

.....

d. Bu konular işlenirken en iyi yaptığım şeyler:

.....

.....

.....

e. Bu konular işlenirken en çok zorlandığım şeyler:

.....

.....

.....

f. Bu konular işlenirken beklemediğim nelerle karşılaştım?

.....

.....

.....

g. Bu konular tekrar işlenseydi şu şekilde çalışırdım:

.....

.....

.....

h. Bu konular işlenirken öğrendiğiniz bilgileri kullanarak yaşıntınızdaki veya çevrenizdeki bir problemi çözün ve aşağıda açıklayın:

.....

.....

.....

APPENDIX H-2

SELF-EVALUATION FORM (For Experimental Groups)

ÇALIŞMANIZI DEĞERLENDİRİN

Senaryo adı: Kuma Takılan Bisiklet

Açıklama: “Kuma Takılan Bisiklet” senaryosunda yaptığınız çalışmaları bireysel olarak değerlendirin

a. Bu çalışmada neler yaptım?

.....

.....

.....

.....

b. Bu çalışmada neler öğrendim? Öğrendiklerinizi yazı, grafik, çizim, tablo, resim vb. tekniklerinden size uygun olanlarıyla ifade edin.

.....

.....

.....

c. Bu çalışma sırasında arkadaşlarıma nasıl yardım ettim? İleriki çalışmalarda nasıl yardım ederim?

.....

.....

.....

d. Bu çalışma sırasında en iyi yaptığım şeyler:

.....

.....

.....

e. Bu çalışmada en çok zorlandığım şeyler:

.....

.....

.....

f. Çalışmamı yaparken beklemediğim nelerle karşılaştım?

.....

.....

.....

g. Bu çalışmayı tekrar yapsaydım şu şekilde yapardım:

.....

.....

.....

h. “Kuma Takılan Bisiklet” senaryosunu incelerken öğrendiğiniz bilgileri kullanarak yaşıntınızdaki veya çevrenizdeki bir problemi çözün ve aşağıda açıklayın:

.....

.....

.....

APPENDIX I

INTERVIEW QUESTIONS

Student Interview

1. What are the differences between the old and new science teaching approaches?

Teacher Interview

1. What are the differences between the old and new science teaching approaches?
2. What are the difficulties in the application of new approach (i.e. PBL)?
3. How was students' interest toward and participation in the course?

APPENDIX J

SCENARIO EVALUATION FORM

Açıklama: Aşağıda “kuma takılan bisiklet” adlı senaryo ile ilgili bazı ifadeler bulunmaktadır. İfadeleri dikkatlice okuyarak size uygun olan seçeneğe ait kutucuğa “X” işareti koyunuz. Her soru için yalnız bir seçenek işaretleyiniz.		Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
1	Senaryo ilgimi çekti.					
2	Senaryoda bahsedilen problemin çözümünü merak ediyorum.					
3	Fen Bilgisi dersinin, bu örnekte olduğu gibi senaryolar üzerinden işlenmesini isterim.					
4	Senaryodaki problemi tek başıma çözmek isterim.					
5	Senaryodaki problemi öğretmenimin çözüp anlatmasını isterim.					
6	Senaryodaki problemi arkadaşlarımla beraber çözmek isterim.					
7	Senaryodaki problemi çözmek için uğraşmak istemem.					
8	Senaryodaki problemi çözmek için kütüphaneye gidip kitapları araştırırım.					
9	Senaryodaki problemi çözerken ailemden yardım alırım.					
10	Senaryodaki problem ilgimi çekmiyor.					
11	Senaryodaki problemi çözerken internetten faydalanırım.					
12	Senaryo sıkıcıydı.					
13	Senaryonun sunum tarzı hoşuma gitti.					

Öneriler: Senaryo ile ilgili önerilerinizi aşağıya yazınız. (Beğendiğiniz ya da beğenmediğiniz yerler, senaryoya eklemek istediğiniz şeyler, anlaşılmayan yerler, anlatım dili, vb.)

APPENDIX K-1

SCENARIOS (First Genre)

KUMA TAKILAN BİSİKLET

Bahar mevsimi, tüm canlılığı ve güzelliği ile tekrar geri gelmişti. Soğuk havalar geride kalmış, güneşli ve ılık havalar kendini iyiden iyiye hissettirmeye başlamıştı. Buna en çok çocuklar seviniyordu. Çünkü artık rahatlıkla dışarıya çıkıp oyunlar oynayabilecek, bisiklet sürebileceklerdi. Özellikle bisiklet sürmeyi çok istiyorlardı. Çünkü aileleri, kışın soğukta bisiklet sürmelerine izin vermiyordu. Çocuklar hafta sonunda hep birlikte bisiklet sürmek için anlaşmışlardı.

Ve hafta sonu gelmişti. Çocuklar bisikletleri ile mahalledeki top sahasının önünde toplandılar. Çeşit çeşit bisikletler göz kamaştırıyordu. Bazılarının yarış bisikleti, bazılarının ise dağ bisikleti vardı. Herkes gelince bisiklet turu başladı. Çok eğleniyorlardı. Ne de olsa bir yılın bisiklet sürme hasreti vardı.

Bir ara, girdikleri sokağın belli bir kısmına kum dökülmüş olduğunu gördüler. Kum tabakası çok fazla kalın ve geniş değildi. Bunun için kum tabakasının üzerinden rahatlıkla geçebileceklerini düşündüler ve yollarına devam ettiler. Ama düşündükleri gibi olmadı. Bazıları kumdan geçebildikleri halde, bazıları kuma saplanıp kalmıştı. Bu duruma hepsi birden şaşırılmıştı. İçlerinden biri “Acaba neden bazılarımız kumu geçerken, bazılarımız geçemedi?” diye sordu. Bu soru üzerinde düşünmeye başladılar. Çocuklardan biri “kumu geçen bisikletlerin dağ bisikleti, kuma saplananların ise yarış bisikleti” olduğunu söyledi. Bu ilginç bir tespiti ve tüm çocuklar bunu doğruladı. Başka bir çocuk “kuma saplananların daha ağır olduklarından dolayı kuma saplanmış olabileceklerini” söyledi. Arkadaşları bu görüşü mantıklı buldular ve kilolarını karşılaştırdılar. Fakat kiloları birbirlerine çok yakındı. Çocuklar, kuma saplanma sebebinin kendi ağırlıklarının olamayacağı fikrinde birleştiler. “Peki ya bisikletlerin ağırlıkları? Kuma saplananlar daha ağır olabilir!” diye atıldı başka bir çocuk. Herkes bisikletinin ağırlığını söyledi. Bisiklet ağırlıkları arasında küçük farklar vardı ve bu fark, bisikletlerin kuma saplanmasına neden olamaz diye düşündüler. Son olarak kumu geçenlerle geçemeyenler bisikletleri değiştirmeye ve kum üzerinden tekrar geçmeye karar verdiler. Dağ bisikleti ile kumu geçenler, yarış bisikleti ile de kumu geçebileceğini düşünüyordu. Ama sonuç hiç de böyle olmamıştı. Kumu geçenler, dağ bisikleti kullananlardı. Kuma saplananlar ise yine yarış bisikleti kullananlar oldu. İçlerinden biri “demek ki kumu geçip geçememe kişiye bağlı değilmiş” dedi. Herkes bu görüşü doğruladı ve bu problem üzerinde derin derin düşünmeye başladı. Dağ bisikleti ile kumdan geçilebilirken, yarış bisikleti ile neden geçilemiyordu?

SU KUYUSU

Mehmet hayatında ilk defa bir köye gideceği için çok mutluydu. Babasının yoğun işlerinden dolayı uzun zamandan beri köye gidemiyorlardı. Ama artık her şey ayarlanmış, köye gitmeye karar vermişlerdi. Bu kararı almada, Mehmet’in baba köyünü görme isteğinin etkisi büyüktü.

Ve işte artık köye gelmişlerdi. Arabadan inince Mehmet, tertemiz köy havasını derince içine çekti. Şehirde böyle temiz havayı bulmak zor diye düşündü. Tek katlı, geniş bahçeli, biraz da eski evler Mehmet’e çok şirin göründü. Köyde Mehmet’in amcası karşılamıştı onları. Ayaküstü karşılama merasiminden sonra hep birlikte eve girdiler.

Derin bir sohbet başlamıştı. Amcası Mehmet’in bu sohbetten sıkıldığını fark etti. Mehmet’e dönüp “İstersen bahçeye çıkıp ekmiş olduğumuz sebzeleri sulayabilirsin” dedi. Mehmet sevinerek “olur” dedi. Bahçeye çıktığında yengesi sebzeleri suluyordu. Fakat garipsediği bir durum vardı. Bahçede hortum olmasına rağmen yengesi sebzeleri, suyun süzgeçten aktığı bir tür su kabıyla suluyordu. Bunun nedenini yengesine sordu. Yengesi “oğlum sen benden daha iyi bilirsin. Sen eğitim almış birisin” diyerek karşılık verdi. Mehmet hiç bozuntuya vermeyerek “ben de sulayabilir miyim?”

diye atıldı. Yengesi “çok iyi olur. Benim de yemek yapmam gerekiyor, mutfığa gitmeliyim” dedi. Yengesi mutfığa giderken “yalnız sulama kabında su bitti. Onun için kuyudan kovayla su almalısın” dedi. Mehmet, su ile dolduğunda kaldırabileceği küçük bir plastik kovayı aldı. Bu kovayı kuyu ipine bağladı ve kovayı kuyunun içine bıraktı. Kovanın suya çarpma sesini rahatlıkla duymuştu. Bir müddet kovanın su ile dolmasını bekledi. Sonra ipi çekmeye başladı. Fakat kova hiç ağır değildi. Biraz şaşırmıştı. İpi çekmeye devam etti. Kova geldiğinde içinde su olmadığını gördü. Bir daha kovayı aşağı bıraktı. Biraz bekledikten sonra tekrar ipe asıldı ve kovayı yukarı çekti. Ama kovada yine su yoktu.

Mehmet, hiç beklemediği bir problemle karşılaşmıştı. Eve girdiğinde “kovayla su alamadım. Bunun için bahçeyi sulayamadım” demek istemiyordu. İyi eğitim almış bir öğrenci olarak böyle bir şeyi demekten utanıyordu. Onun için bu problemi kendi başına çözmeliydi. Olay üzerinde tekrar düşünmeye başladı. Kovaya su dolmuyordu. Demek ki kova suya batmıyor diye düşündü. Ve cevaplaması gereken sorular birden ortaya çıkıverdi. Peki kova neden suda batmıyordu? Kovayı batırabilmek için ne yapmalıydı? Öte yandan sebzeleler neden hortum yerine süzgeçli su kabı ile sulanıyordu?

ÜÇ DAĞCININ MACERALARI

Okullar kapanmış ve yaz tatili başlamıştı. Üç kafadar genç, dağ tırmanışına çok meraklıydı. Uzun süreden beri dağ tırmanış kursuna gidiyorlardı. Kurs da okulların kapanmasıyla bitmiş ve sertifikalarını almışlardı. Artık kendi başlarına dağ tırmanışı yapabilirlerdi. Bu yaz tatilinde bir tırmanış yapmaya karar verdiler. Bu iş için bulundukları şehire bir saatlik uzaklıkta bulunan 3000 metrelik dağı seçtiler. Bu dağ, yeni tırmanışa başlayanlar için uygun bir yapıya sahipti. Sarp ve dik kayalıklar hemen hemen yok gibiydi.

Tırmanış için gerekli tüm hazırlıklar yapılmıştı. Bu hazırlıkları yaparken eğitimde öğrendikleri kurallara göre hareket ettiler. Dağın 500 metre yüksekliğine kadar araba ile çıkılabiliyordu. Tırmanış bu yükseklikten sonra başlayacaktı. Yani toplam tırmanış yüksekliği 2500 metre olacaktı. Günde 500 metre tırmanmayı planladılar. Böylece tırmanışı 5 günde bitireceklerdi.

İlk günkü tırmanış çok neşeli geçti. Akşam olmuştu ve 1000 metre yükseklikte bulunuyorlardı. Burada konakladılar. Akşam yemeği yendi. Yemekten sonra bir yorgunluk kahvesi çok iyi gidecekti. Kahve yapmada hamarat olan Murat işe koyuldu. Üç su bardağı suyu cezveye boşaltıp portatif ocağa koydu. Kullanma klavuzuna göre; ocak, 3 su bardağı suyu, 5 dakikada kaynatıyordu. Bu süre içerisinde Murat arkadaşlarının yanına gidip sohbet ettiler. Bir yandan da saatini sürekli kontrol ediyordu. Artık 5 dakika dolmak üzereydi. Murat ocağın yanına gitti ve suyun kaynıyor olduğunu gördü. Şaşırmıştı. Çünkü suyun henüz yeni kaynamaya başlaması gerekiyordu. Bunun nedenini anlayamadan kahveleri hazırladı ve arkadaşlarına ikram etti. Kahve çok iyi gelmişti. Bir süre sohbet ettikten sonra erkenden yattılar. Çünkü tırmanışa günün ilk ışıkları ile birlikte başlamaları gerekiyordu.

İkinci gün öğleye doğru 1300 metre yüksekliğe ulaşmışlardı. Burası genişçe bir düzlüktü ve konaklamak için idealdi. Yemekten sonra burada bir balon yarışması yapıp eğlenmeyi düşündüler. Yanlarında şişirilmemiş uçan balonlar getirmişlerdi. Bu uçan balonlar, onları şişirmekte kullanılan bir düzenele birlikte satılıyordu. Herkes balonunu şişirdi. Balonlar aynı büyüklükteydi. Aynı anda balonlar serbest bırakılacaktı. En hızlı yükselen balon birinci olacaktı. Balonlar serbest bırakıldı ve üç kafadar şaşkınlık içinde birbirine baktı. Üç balon da bırakıldıkları yerde havada asılı kalmıştı. Ne yükseliyor ne de yere düşüyorlardı. Halbuki bu yarışmayı şehirde çok defa yapmışlardı ve balonlar uçmuştu. Uçan balonların orada uçmamasına bir anlam veremediler. O gün akşam olmadan önce, hedefleri olan 1500 metreye rahatça ulaşmışlardı. Akşam yemeği sonrası yapılan sohbetle öne çıkan iki ilginç konu vardı. Birincisi uçan balonların uçmamasıydı. İkincisi ise Murat'ın ocakta kahve için pişirdiği suyun tekrar 5 dakikadan önce kaynamasıydı.

Üçüncü ve dördüncü günlerdeki tırmanışlar, planlandığı gibi yolunda gitmişti. Fakat balon konusundaki şaşkınlıkları bir kat daha artmıştı. Dördüncü gün öğle yemeği için konaklandığında 2250 metre yükseklikte bulunuyorlardı. Bu konaklamada, balon uçurmayı tekrar deneme kararı aldılar. Yanlarında balonları çoktu. Yeni üç tane balon paketi aldılar. Paketteki balon şişirme düzeneği ile balonları şişirdiler. Balonları serbest bıraktıklarında ne yükseldiler ne de havada asılı kaldılar; bu sefer yere düştüler. Şaşırmamak mümkün değildi. Öte yandan Murat, üçüncü günden itibaren kahve için su pişirirken ocağın başında beklemeye başlamıştı. Suyun ne kadar sürede kaynadığını görmek istiyordu.

Su, dördüncü günde üçüncü güne nazaran birkaç saniye daha erken kaynamıştı. “Acaba su, beşinci günde daha mı erken kaynayacaktı?” diye düşündü içinden.

Tırmanışın son günü gelmişti artık. 2500 metre yükseklikte idiler. Son 500 metreyi tırmanacaklardı. Zirve karla kaplı görünüyordu. Zirveye ulaşmayı çok istiyorlardı. Çünkü zirvede küçük bir göl vardı. Bu gölde balık tutup güzel bir mangal yapmak en büyük hayalleriydi. Zirveye doğru yaklaştıkça kar tabakası kalınlaşıyordu. Kar ayakkabılarını giymek için uygun bir yerde durdular. Fakat Cemil, kar ayakkabılarını getirmeyi unutmuştu. Geri kalan tırmanış, Cemil için zor olacaktı. Diğer iki arkadaşı önde, Cemil arkada tırmanışa devam ettiler. Cemil, bu tırmanış esnasında bir şey fark etti. Kendisi, arkadaşlarından daha fazla kara batıyordu. Hemen ben daha mı ağırım diye düşündü. Ama üç kafadar hemen hemen aynı kilodaydılar. Üstelik sırt çantaları da aynı ağırlıktaydı. Cemil, bu son tırmanışta hep bu olayı düşündü ama bir sonuca ulaşamadı.

Artık dağın zirvesindeydiler. Sağ taraflarındaki küçük göl, hemen gözlerine ilişmişti. Göle doğru yöneldiler. Göl donmuştu. Bu duruma üzülmüşlerdi. Donmuş gölde nasıl balık tutacaklardı? Bunu düşünerek konaklama çadırını gölün kıyısına kurdular. Yerleştikten sonra hemen oltalarını hazırladılar. Oltaların suya erişebilmesi için buz üzerinde delikler açılıp oltaların bu deliklerden suya bırakılması gerekiyordu. Balıklar fazla kıyıya yanaşmadığından bu delikler, 4-5 metre ileride açılmalıydı. Murat delikleri ben açarım deyip buz tutmuş gölü adımlamaya başladı. Fakat ilk adımını atar atmaz bastığı yerde hafif çatlaklar oluştu. Bu şekilde ileriye gitmek tehlikeli olacağından geri döndü. Diğer arkadaşlardan Kerem, “bir kitapta buz üzerinde sürünerek ilerlenmesi gerektiğini okumuştum” dedi. Üç kafadar, bu tekniği kullanmaya karar verdiler. Murat, bu sefer yavaş yavaş sürünerek, buz tutan gölde ilerlemeye başladı. Herhangi bir çatlama olmamıştı. Yeteri kadar ilerledikten sonra elindeki delici aletle buz üzerinde üç yerden delik açtı. Kerem, üç oltayı Murat’a doğru salladı. Murat, her deliğe bir oltanın ucunu bıraktı. Ve yavaş yavaş sürünerek geri döndü. Birbirlerine rastgele dediler ve beklediler oltalarına balık takılmasını. Aradan çok vakit geçmeden üçüne de büyük birer balık vurdu. Balıklar bir kişiyi rahatlıkla doyuracak büyüklükteydi. Hemen mangalı yaktılar. Akşam da olmak üzereydi. Güzel bir akşam yemeği onları bekliyordu.

Akşam yemeği yendikten sonra her zamanki gibi Murat kahve hazırlıyordu. Yine ocağın başından ayrılmayıp suyun kaynama süresini ölçtü. Bir önceki mola yerinde ölçülen süreden daha kısa sürede kaynamıştı su. Demek ki yükseğe çıktıkça suyun kaynama süresi azalıyor diye düşündü Murat. Kahveleri yudumlarken derin bir sohbet de başlamıştı. Tırmanış macerasını değerlendiriyorlardı. Sohbet, özellikle karşılaştıkları ilginç durumlar üzerinde odaklanmıştı. Bu ilginç durumlara son olarak nefes alma güçlüğü eklenmişti. Üç kafadar her gün daha fazla nefes alma güçlüğü yaşadıklarını belirtmişti. Acaba bunun yükseğe çıkmakla bir ilgisi var mıydı? Varsa bu nasıl oluyordu? Üç kişinin de aynı şeyi yaşaması gariplerine gitti. Ama bunun mantıklı bir açıklamasını da bulamadılar. Sonra yaşadıkları diğer ilginç olayları sıraladılar. Uçan balonlar 1700 metrede serbest bırakıldıklarında uçmayıp havada asılı kalmıştı. Daha yükseklerde ise uçan balonlar yere düşmüştü. Peki uçan balonlar neden uçmamıştı? Suyun kaynama süresi, dikkatlerini çeken başka bir konuydu. Yükseğe çıktıkça aynı miktarda suyun kaynama süresi azalıyordu. Ama bu nasıl oluyordu? Diğer ilginç bir durum, kardaki ayak izlerinin derinlikleriydi. Aynı ağırlıklarda olmalarına rağmen Cemil’in kardaki ayak izi neden daha derin oluyordu? Bunda, kendisinde kar ayakkabısı olmamasının etkisi olabilir miydi? Öyleyse, kar ayakkabısı nasıl kara az batmayı sağlıyordu? Donmuş gölde karşılaştıkları durum da çok ilginçti. Murat, donmuş göl üzerinde yürümeye kalktığı anda buzda çatlama oluşmuştu. Sürünerek yol aldığı anda ise çatlama olmamıştı. Sürünme pozisyonunda iken buz çatlamazken, ayakta durunca neden çatlıyordu?

Üç kafadar karşılaştıkları bu problemleri bir kağıda not ettiler. Şehre inince, bizzat yaşadıkları bu problemlerin cevaplarını aramaya karar verdiler. Bu deneyimlerini arkadaşlarına anlatmak için sabırsızlanıyorlardı. Beş günlük tırmanışın değerlendirmesini yaptıktan sonra erkenden yattılar. Ne de olsa sabah erkenden kalkıp iniş başlayacaklardı. Tahmin ettikleri gibi iniş kolay oldu ve akşama doğru şehre vardılar. Ertesi gün tırmanış süresince karşılaştıkları tüm ilginç durumları arkadaşlarına anlattılar. Anlatılanlar, arkadaşlarının da çok ilgisini çekti. Sonra hep birlikte yaşadıkları bu ilginç durumları anlamak için kütüphanenin yolunu tuttular.

YÜZMEDE İLGİNÇ DENEYİMLER

Ayşegül, 4. sınıfı başarıyla bitirmişti. Güzel bir yaz tatilini hak etmişti. Bu başarısının karşılığı olarak, ailesi onu öğrenci kampına göndermeyi kararlaştırdı. Bu kamp, deniz kenarında çok

güzel bir yerdeydi. Okuldan birçok arkadaşı da bu kampa gidecekti. Ayşegül, ailesinin bu kararına çok sevinmişti.

Çocuklar, kamp yerini çok beğenmişlerdi. Yerleşme işlemleri tamamlandıktan sonra öğrencilere kamp yeri gezdirildi. Gezi sırasında öğrencilerin uyması gereken kurallar tek tek söylendi. Ayrıca öğrencilerden kamp boyunca yaşadıkları en ilginç olayları açıklayan bir yazı yazmaları istenmişti. Öğrenciler, özellikle denize girmeyi çok istiyorlardı. Öğretmenlerine ne zaman denize girebiliriz diye sordular. Öğretmenleri öğleden sonra denize girebileceklerini söyledi.

Ve beklenen anons yapılmıştı. Hoparlörlerden “Denize girmek isteyen öğrencilerin yemekhane önünde toplanmaları rica olunur” anonsu yükseldi. Öğrenciler, yatakhanelerinden bir yay gibi fırlayıp yemekhanenin önünde toplandılar. Öğretmenleri ile birlikte sahile doğru hareket ettiler.

Deniz, bir göl gibi çok sakindi. Havanın oldukça sıcak oluşu denizi çok cazip kılıyordu. Öğrenciler, öğretmenlerinin izin vermesiyle birlikte denize hücum ettiler. Durgun deniz öğrencilerle birlikte neşelenmişti. Hemen hemen öğrencilerin tamamı koşarak suya atladı. Denizi çok özledikleri bu hallerinden belli oluyordu.

Ayşegül, yüzmeyi çok iyi bilmiyordu. Zaten bu, ikinci kez denize girişiydi. Arkadaşlarından çok iyi yüzenler vardı. Hatta bazıları suyun dibine balıklama dalıp su altından yüzebiliyorlardı. Kendisi hiç böyle bir şey denememişti. Fakat o da arkadaşları gibi su altına dalmayı çok istiyordu. Su altına dalıp yüzmenin nasıl bir deneyim olduğunu çok merak ediyordu. Bir arkadaşından nasıl suya daldıkları hakkında bilgi aldı. Arkadaşının talimatları doğrultusunda suya balıklama dalmaya çalıştı. Fakat suyun dibine ulaşmayı bırakın, su üzerinde kalakalmıştı. Birkaç kez daha denedi ama suyun dibine dalmayı bir türlü beceremedi. Bunun üzerine arkadaşının yanına gitti ve dalarken arkadaşının kendisini izlemesini istedi. Arkadaşı, suya dalarken Ayşegülü izledi. Ve yapmış olduğu hatayı fark etti. Ayşegül’e: “sen suya vücudunu dümdüz tutarak dalmaya çalışıyorsun. Belini kırıp bir yay haline gelmelisin. Suyu, önce uzatmış olduğun kolların ve başın girmeli” dedi. Ayşegül, arkadaşının bu söylediklerine göre dalmaya çalıştı. Gerçekten etkili oluyordu. Suyu az da olsa dalabiliyordu artık. Ama o tam dibe dalmak istiyordu. Çünkü arkadaşları dibe kadar dalıyor ve zeminden güzel güzel taşlar çıkarıyorlardı. Ayşegül de arkadaşları gibi dibe dalıp bu taşlara ulaşmayı istiyordu. Ayşegül, doğru bir şekilde dalmayı öğrenene kadar bayağı süre geçmiş, deniz süresi sona ermişti. Denizdeki bu ilk gün Ayşegül için çok güzel geçti. Üstelik suyun dibine nasıl dalmacağını da öğrenmişti. Gece yatmadan önce o günkü en ilginç deneyimlerini yazmak için günlüğünü çıkardı. Tüm gününü şöyle bir gözden geçirdi. Ve kafasını kurcalayan en ilginç olayı buldu. Suyu vücudu paralel iken daldığında neden dibe batamıyordu? Bu olayı günlüğüne not ettikten sonra yattı. Batmama nedenini düşünürken çoktan uykuya dalmıştı bile.

Kampta çocukların en çok hoşuna giden denizde yüzmektir. Bunun için deniz saatinin gelmesini sabırsızlıkla bekliyorlardı. İşte kampın ikinci günü. Ve saat, deniz vaktinin geldiğini gösteriyordu. Çocuklar büyük bir coşkuyla kendilerini denize attılar. Birbirleriyle oyunlar oynayıp eğlenmeye başladılar. Birbirlerine su atıyor, voleybol oynuyor ve deve güreşi yapıyorlardı. Ayşegül’ün ise dünden kalma bir hedefi vardı. Deniz dibine tam dalıp zemindeki güzel taşları eliyle alabilmek. Bunun için birçok defa dalma girişiminde bulundu. Sonunda dibe tam dalabilmiş ve birkaç taş alabilmişti. Çok mutlu olmuştu. Artık kendisi de tam anlamıyla dalabiliyordu. Fakat tam dipte iken kulaklarında bir ağrı hissetmişti. Sonraki dalışlarında da bu ağrı sürekli oluyordu. Acaba benim kulaklarımda bir problem mi var diye düşündü. Dalış yapan diğer arkadaşlarına bu durumu anlattı. Arkadaşları, aynı ağrının kendileri daldığı zaman da olduğunu söyledi. Hatta bir arkadaşı “daha fazla derine daldığımda kulaklarımda daha fazla ağrı hissediyorum” dedi. Ayşegül, bunun nedenini sordu ama arkadaşları bilmediklerini söylediler. Günlüğe yazılacak ilginç bir deneyimdi bu Ayşegül için. Bu olayı günlüğüne şu şekilde not etti: “Suyun dibine dalınca kulaklarımızda bir ağrı oluyor. Bunun nedenini merak ediyorum”

Ayşegül, yeni şeyler öğrendikçe yüzmekten daha çok zevk alıyordu. Kampın üçüncü günü, denizde yine arkadaşlarından görmüş olduğu bir hareketi yapmak istedi. Arkadaşları su üzerinde yataкта yatar gibi hareketsiz durabiliyorlardı. Nasıl batmıyorlardı, bir türlü anlamıyordu. Bu hareketi yapan bir arkadaşının yanına gidip bu konuda bilgi aldı. Arkadaşı: “derin nefes alıp, kendini sıkmadan, su yüzeyine paralel olacak şekilde rahatça bırak. Başka bir şey yapmana gerek yok” dedi. Ayşegül “bu kadar basit mi?” dedi. Arkadaşından “evet” yanıtını aldı. Ayşegül, arkadaşının dediği şekilde denemelere başladı. Fakat hiç bir denemesinde arkadaşları gibi su üzerinde kalamıyordu. Su üzerinde kalmayı beceremeyince arkadaşlarına katılıp onlarla beraber oyun oynamayı tercih etti. Oyunlar o kadar eğlenceliydi ki Ayşegül vaktin nasıl geçtiğini anlamamıştı. Ta ki “deniz saati sona ermiştir” anonsu duyulana dek. Ayşegül günlüğüne hep denizdeki deneyimlerinden bir şeyler yazmayı

alışkanlık etmişti. Acaba bugün için en ilginç bulduğu olay ne idi? Denizde gördüğü manzaraları şöyle bir gözden geçirdi. İnsanların batmadan sırtüstü su üzerinde yatabilmesini bir türlü anlayamamıştı. “Günlüğüme bu olay girmeli” dedi içinden ve bu olayı günlüğüne kaydetti: “İnsanlar su üzerinde batmadan nasıl sırtüstü yatıp durabiliyorlar?”

Kampın son günü gelip çatmıştı. Çocuklar son deniz saatini çok iyi geçirmek istiyordu. Ayşegül de bu son günü en iyi şekilde değerlendirmek niyetindeydi. Bu kamptan yüzme adına çok şey öğrenmişti. Acaba bugün de yeni bir şeyler öğrenebilecek miyim diye düşündü. Kendi kendine yüzüyor, bazen dibe dalıyor, bazen de sırtüstü su üzerinde durmaya çalışıyordu. Ama hala sırtüstü su üzerinde durmayı başaramıyordu. Dün arkadaşı, “bu hareketi yapabilmen için derin nefes almalısın” demişti. Derin nefes almanın ne gibi etkisi olabilir diye düşündü. Bunu denemek istedi. Denizde bulunduğu yerde hareketsiz kaldı. Su, yaklaşık boyun hizasındaydı. Derin nefes aldı ve hayretler içinde kaldı. Bir miktar yükseldiğini hissetti. Nefesini tamamen verdiğinde ise bir miktar battığını rahatlıkla fark etti. İnanılır gibi değildi. Bu nasıl oluyordu? Birkaç kez tekrarladı bu işlemi. Her seferinde aynı şey gerçekleşiyordu. Müthiş bir deneyimdi bu Ayşegül için. Bu son günde de günlüğüne yazacak ilginç bir olay bulmuştu. Günlüğüne şunları yazmıştı: “bugün denizde derin nefes alıp vermenin beni nasıl suda yükseltip batırdığını fark ettim. Çok ilginç bir durumdu. Ama bunun neden böyle olduğunu anlayamadım.”

Kamptan ayrılma vakti gelmişti. Çocuklar kampın bitmesine üzülüyordu. Ama seneye tekrar gelecekleri için de mutluydular. Dönerken otobüste herkes, yaşadıkları eğlenceli olayları birbirine anlatıp gülüyordu. Dönüşte ailelerine anlatacakları çok anı vardı. Bu güzel anılarla, bir yaz kampı daha bu şekilde sona ermişti.

APPENDIX K-2

CRITERIA FOR REVIEWING SCENARIOS BY PHYSICS EDUCATORS

Çalışma Hakkında Kısa Bilgi

Bu çalışma, Fen Bilgisi öğretiminde kullanılmak üzere senaryolar geliştirilmesini içermektedir. Fen dersleri, günlük yaşamımızla ilişkilendirildiği sürece daha anlamlı fen öğretimi gerçekleşebilir. Senaryolar, günlük yaşam ile fen arasındaki ilişkiyi gösterebilen öğretim araçlarından biridir. İzleyen sayfalarda dört adet senaryo okuyacaksınız. Bu senaryoları aşağıda belirtilen kriterlere göre incelemenizi rica ediyorum. Yapacağınız inceleme, çalışmanın geçerliliği açısından oldukça önemlidir.

Göstereceğiniz emek ve hassasiyetten ötürü şimdiden çok teşekkür ederim.

İncelemede Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar

1. Metin içinde anlatılan olaylar; basınç, sıvı ve gazların kaldırma kuvveti, gazların yayılması ve cisimlerin yüzmeye koşulları konularından biriyle ilgili midir?
2. Metine yukarıdaki konularla ilgili başka olaylar eklenebilir mi?
3. Olayların sunum tarzı 7. sınıf öğrencilerin seviyesine uygun mu? (Verilen bilgi yeterli mi? Az mı, çok mu?)
4. Metinde problem durumları yer almakta mıdır?
5. Senaryolar, “senaryo-kazanım tablosu”nda belirtilen kazanımları içeriyor mu?

APPENDIX K-3

SECOND GENRE OF SCENARIOS USED IN PILOT STUDY

A) AT THE FIRST SCHOOL

DENİZLER ALTINDA 313 METRE



2003 yılındaki bir gazetede haber başlığı bu şekildeydi. Haberde şöyle deniliyordu: İngiliz dalış eğitmeni Mark Ellyatt, Tayland'ın Phuket adasında 313 metre derine dalarak, dünya tüple dalış rekorunu kırdı. İngiliz dalışçı, 12 dakikada dibine inip, rekorunun onaylanması için 60 saniyeyi denizin 313 metre dibinde bekledi. Rekoru onaylanan dalış eğitmeni Ellyatt, vurgun yememek için yüze 6 saat 40 dakikada çıktı. Yeni rekortmen Ellyatt, "Bu tek başına uzaya gitmek gibi" diyerek dalışı başarıyla tamamladığı için çok mutlu olduğunu söyledi.

HİRSIZLARIN SONU

Murat Cumartesi akşamlarını çok severdi. Çünkü ailece hep birlikte film izliyorlardı. Yine bir Cumartesi akşamı film izlemek için oturdular. Filmde Murat'ın en çok ilgisini çeken polislerin hırsızları kovalama sahnesiydi. Bir bankayı soyan iki hırsız arabayla kaçıyor, dört beş polis arabası hırsızları takip ediyordu. Hırsızlar çok süratli gittiklerinden bir arabayla çarpışarak kaza yaptılar. Hırsızlar ağır şekilde yaralanmıştı. Polisler hemen hırsızları arabadan çıkardılar. Bu arada ambulansın gelmesi için haber verdiler. Hırsızlardan birinin kolu çok kanıyordu ve baygındı. Bir polis, yerde yatan bu hırsızın kanayan kolunu havaya kaldırarak bu şekilde tutmaya başladı. Ambulans kısa sürede geldi. Yaralılar ambulansa alındı. Doktorlar ilk müdahaleyi yaptı. Yapılan ilk müdahale neticesinde hırsızlardan diğerinin nabzının düşük olduğu belirlendi. Doktor telefonla hastaneyi arayıp kalp ünitesini hazırlamalarını söyledi.



ORGANİZMANIN UZAYDAKİ BİLİNMEYEN DEĞİŞİMİ



Astronotlar, yörüngede her şeyin tam bir eğlenceye dönüştüğünü söylüyorlar. Rus uzay istasyonu MIR ve uzay gemileriyle yapılan canlı bağlantılardan, havada uçan diş fırçasını izleyen ya da ortalıkta dolaşan portakal suyu damlalarını havada yutmaya çalışan astronotların neşeli görüntüleri yansıyor yeryüzüne. Alman astronot Thomas Reiter, 1995'te MIR'e yaptığı yolculukta, uzay gitarıyla keyifli bir konser bile vermişti. Ancak, giderek şişen yüzü ve göz halkaları, madalyonun bir de arka yüzünün olduğunu gösteriyordu. Üstelik yüzde şişme gözlenirken bacakları tam tersine inceliyor ve "spider legs", yani örümcek bacakları görüntüsüne kavuşuyordu.



Uzay aracında bir yerde oturmak ya da uyumak için destek veya kemer kullanmak gerekiyor.

HANGİ TANSİYON DOĞRU?



Zeynep'in anneannesine yüksek tansiyon teşhisi konmuştu. Bu nedenle her gün anneannenin tansiyonunun ölçülmesi gerekiyordu. Zeynep'in babası tansiyon ölçümünü yapabilmek için eve bir tansiyon aleti aldı. Zeynep tansiyon ölçmeğe çok meraklıydı. Babasından tansiyonun nasıl ölçüldüğünü öğrendi. Bundan sonra anneannesinin tansiyonunu hep Zeynep ölçmeye başladı. Bir gün Zeynep ilginç bir durumla karşılaştı. Anneannesinin tansiyonunu arka arkaya iki kez ölçtü fakat farklı sonuçlar çıktı. İlk ölçümede anneannesinin kolu serbest bir şekilde sarkarken ölçmüştü. İkinci ölçümde ise anneannesinin kolunu kanepenin kolçağına koymuş ve o durumdayken ölçmüştü. Zeynep, ölçümlerdeki bu farklılığın nedenini düşünerek babasının eve gelmesini bekledi.

Zeynep çok meraklı ve dikkatli bir çocuktur. Tansiyonun hep sol koldan ölçüldüğü her zaman dikkatini çekmişti. Artık evlerinde tansiyon aleti olduğuna göre istediği yerden tansiyon ölçümü yapabilirdi. Ananesinin tansiyonunu ölçtükten sonra hem sol hem de sağ koldan kendi tansiyonunu ölçtü. Her iki ölçümde farklı değerler çıktı. Olaya karşı merakı daha da artan Zeynep bu sefer tansiyonu bacağından ölçmeye kalktı. Bacağından ölçtüğü değer kollarında ölçtüğü değerlerden yine farklıydı. Zeynep'in kafası bu farklı ölçümler karşısında iyice karışmıştı. Bu ilginç durumu da akşam babasına sormaya karar verdi.

B) AT THE SECOND SCHOOL

KUMA TAKILAN BİSİKLET

Bahar mevsimi, tüm canlılığı ve güzelliği ile tekrar geri gelmişti. Soğuk havalar geride kalmış, güneşli ve ılık havalar kendini iyiden iyiye hissettirmeye başlamıştı. Buna en çok çocuklar seviniyordu. Çünkü artık rahatlıkla dışarıya çıkıp oyunlar oynayabilecek, bisiklet sürebileceklerdi. Özellikle bisiklet sürmeyi çok istiyorlardı. Çünkü aileleri, kışın soğukta bisiklet sürmelerine izin vermiyordu. Çocuklar hafta sonunda hep birlikte bisiklet sürmek için anlaşmışlardı.



Ve hafta sonu gelmişti. Çocuklar bisikletleri ile mahalledeki top sahasının önünde toplandılar. Çeşit çeşit bisikletler göz kamaştırıyordu. Bazılarının yarış bisikleti, bazılarının ise dağ bisikleti vardı. Herkes gelince bisiklet turu başladı. Çok eğleniyorlardı. Ne de olsa bir yılın bisiklet sürme hasreti vardı.

Bir ara, girdikleri sokağın belli bir kısmına kum dökülmüş olduğunu gördüler. Kum tabakası çok fazla yüksek değildi. Bunun için kumun üzerinden rahatlıkla geçebileceklerini düşündüler ve yollarına devam ettiler. Ama düşündükleri gibi olmadı. Bazıları kumdan geçebildiği halde, bazıları kuma saplanıp kalmıştı. Kuma saplanan bisikletlerin yarış bisikleti olduğu dikkatlerini çekti. Bu duruma hepsi birden şaşırdı. Aralarında bisiklet değişimleri yaparak kum üzerinden tekrar geçmeyi denediler. Önceden yarış bisikletiyle kumu geçemeyenler dağ bisikletiyle deneyince kumu geçtiler. Fakat halen karşılaştıkları bu durumu anlayamadılar. Daha farklı geçiş denemelerinde bulunacaklardı fakat akşam olmuştu. Bu yüzden evlerine gitmeleri gerekiyordu. Çocuklar yarın yine bu sokakta buluşmaya karar verdiler ve evlerine gittiler.

TRAKTÖRLERİN BIRAKTIĞI İZLER



Tarlaların sürülüp ekilme zamanı gelmişti. Kemal'in babası "hafta sonu tarlayı biz de sürelim artık" dedi. İki büyük oğluna hafta sonu tarlayı sürmek için hazır olma talimatını verdi. Kemallerin tarlası çok büyüktü. Bu yüzden iki traktörle tarlayı sürüyorlardı.

Hafta sonu gelmiş ve tarlayı sürmek için sabah erkenden kalkmışlardı. Kemal de tarlaya gitmek için babasını ikna etmişti. Kahvaltıdan sonra Kemal ve iki abisi traktörlere gitti. Büyük abisi

Cengiz'in kullanacağı traktörün tekerleri biraz inik gibiydi. Kemal'in diğer abisi Orhan "akşam dönüşte istasyonda şişiririz, şimdi vakit kaybetmeyelim" dedi ve yola koyuldular.

Yaklaşık 20 dakikalık bir yolculuktan sonra tarlaya vardılar. Tarlanın güneye bakan ucundan iki ağabey yan yana giderek tarlayı sürmeye başladı. Kemal de onları izliyordu. Toprağın traktörle sürülmesini izlemek Kemal'in hoşuna gidiyordu. Kemal traktörleri izlerken, bir durum dikkatini çekti. Orhan abisinin kullandığı traktör, diğerine göre toprakta daha derin iz bırakıyordu. Bu durum üzerinde biraz düşündü ama bir çıkış yolu bulamadı. Abileri tarlanın diğer ucundan geri gelince durumu onlara anlattı. İki abi arkalarına lastik izlerine baktı hemen ve Kemal'in dediğinin doğru olduğunu gördüler. İki ağabey bunca yıl toprağı sürmelerine rağmen böyle bir şeyin dikkatlerini hiç çekmediğini söyledi. Dikkatinden dolayı Kemal'i tebrik ettiler. Karşılaştıkları bu ilginç durumu akşam babalarına anlatıp olayın nedenini öğrenmeye karar verdiler.

TAVUK VE ÖRDEĞİN YARIŞI

Erhan'ın ailesi her yaz tatilinde köye giderdi. Köyde dayısı yaşıyordu ve dayısının çiftliği vardı. Çiftlikte; tavuk, ördek, kaz ve hindi besliyordu dayısı. Erhan özellikle tavuk ve ördekleri çok seviyordu. Onlarla vakit geçirmekten çok hoşlanıyordu.

Bir gün Erhan ve dayısının oğlu Cihan bir tavukla ördeği yarıştırmaya karar verdiler. Erhan, yarışı tavuğun kazanacağını ileri sürüyor ama Cihan ördekte ısrar ediyordu. İkisi de yarıştırmak için kümeden birer tane tavuk ve ördek seçti. Yarış, çiftlik arazisinin sonunda ağaçların sıklaştığı yerde son bulacaktı. Zaten burada bir de çok küçük bir gölet vardı. Erhan ve Cihan yarışı başlattılar. Çocuklar, tavuk ve ördeğin arkasından gidip onları koşturuyordu. Hayvanlar bazen sağa sola kaçıyordu. Ama çocuklar hemen önlerine geçip düz gitmelerini sağlıyordu. Başa baş bir mücadele vardı yarışta. Çocuklar çok eğleniyordu. Nihayet bitiş çizgisini az farkla tavuk önde geçti. Fakat çocuklar kendilerini o kadar kaptırmıştı ki hayvanları gölete kadar yarıştırdılar. Göletin suyu biraz çekildiğinden kenarları çamur durumdaydı. Az kalsa çocuklar kendilerini bu çamurun içinde bulacaklardı yarışın heyecanı. Fakat hayvanlar için çok geçti artık. Hayvanlar çocuklar tarafından kovalandığından çamura girmekten başka care bulamamışlardı. Çamur biraz cıvık olduğundan hayvanlar çamura batmıştı. Çocuklar



hayvanları çamurdan kurtarmak için etrafta uzunca bir sopa aradılar. Az ileride kırılmış uzunca bir ağaç dalı gördüler. Bu sopanın desteğiyle hayvanları çamurdan kurtaracaklardı. Bu arada bir durum Erhan'ın dikkatini çekti. Tavuk ördeğe göre daha fazla batmıştı. Cihan'a yönelerek "Baksana tavuk daha çok batmış. Halbuki ikisi de aynı büyüklükteydi" dedi. Cihan "haklısın" dedi ve ekledi: "Fazla vakit kaybetmeden sopayı uzatalım".

Çocuklar buldukları sopanın yardımıyla hayvanları saplandıkları çamurdan kurtardılar. Hep birlikte sakin sakin kümesin yolunu tuttular. Çocuklar bir yandan önlerinde giden hayvanları gözlüyor, bir yandan da az önce tanık oldukları batma olayını düşünüyordu.

C) AT THE THIRD SCHOOL

AYŞEGÜL'ÜN KAMP MACERALARI

Ayşegül, 4. sınıfı başarıyla bitirmişti. Güzel bir yaz tatilini hak etmişti. Bu başarısının karşılığı olarak, ailesi onu öğrenci kampına göndermeyi kararlaştırdı. Bu kamp, deniz kenarında çok güzel bir yerdedi. Okuldan birçok arkadaşı da bu kampa gidecekti.

Çocuklar, kamp yerini çok beğenmişlerdi. Yerleşme işlemleri tamamlandıktan sonra öğrencilere kamp yeri gezdirildi. Gezi sırasında öğrencilerin uyması gereken kurallar tek tek söylendi. Ayrıca öğrencilerden kamp boyunca yaşadıkları en ilginç olayları açıklayan bir günlük tutmaları istenmişti.

Öğrenciler, özellikle denize girmeyi çok istiyorlardı. Nihayet denize girme saati geldi. Öğretmenleri eşliğinde sahile indiler. Öğretmenlerinin izin vermesiyle birlikte denize hücum ettiler. Ayşegül yüzmeyi geçen yıl öğrenmişti. Bu yüzden yüzmede çok iyi değildi.



Arkadaşlarından çok iyi yüzenler vardı. Hatta bazıları suyun dibine balıklama dalış su altından yüzebiliyordu. Kendisi hiç böyle bir şey denememişti. Fakat o da arkadaşları gibi su altına dalmayı çok istiyordu. Su altına dalış yüzmenin nasıl bir deneyim olduğunu çok merak ediyordu. Bir arkadaşından nasıl suya daldıkları hakkında bilgi aldı. Arkadaşının talimatları doğrultusunda suya balıklama dalmaya çalıştı. İlk denemeleri başarısız oldu.

Fakat gittikçe daha iyi dalışlar yapıyordu. Sonunda tam bir dalış yapmış ve hatta 3-4 saniye kadar da su altında kalabilmişti. Dalışı gerçekleştirebildiği için çok mutluydu. Bu arada ilginç bir durumla karşılaşmıştı. Tam dipte iken kulaklarında bir ağırlı hissetmişti. Dalış yapan diğer arkadaşlarına bu durumu anlattı. Arkadaşları, aynı ağırlının kendileri daldığı zaman da olduğunu söyledi. Hatta bir arkadaşı “daha fazla derine daldığımda kulaklarımda daha fazla ağırlı hissediyorum” dedi. Başka bir arkadaşı, yazlıklarının bulunduğu sitede hem tatlı hem de deniz suyuyla dolu iki havuz olduğunu söyledi. “Her ikisi de aynı derinlikte. Ama deniz suyu olan havuza daldığımda kulağımda daha fazla ağırlı hissediyorum” dedi. Ayşegül, bunların nedenini sordu ama arkadaşları bilmediklerini söylediler. Günlüğe yazılacak ilginç bir deneyimdi bu Ayşegül için.



Kamp alanı yeşillikler içindeydi. Özel bakımlı çim alanları vardı ve her gün düzenli olarak fiskeyellerle sulanıyordu. Kampın ikinci günü bu çimlik alan üzerinde piknik yapıyorlardı. Bir ara döner fiskeyelerden birinin fıskırttığı su, Ayşegüllerin oturduğu yere kladar gelmeye başladı. Ayşegül fiskeyenin yanına gitti. Dönmesini engelleyip kendilerinin oturmadığı tarafa doğru sabitlemek istedi. Fakat fiskeye üzerinde böyle bir sistem yoktu. Fiskeyenin nasıl kendiliğinden döndüğünü de anlayamadı. Ayşegül, çaresiz geri döndü ve fiskeyelerden uzak bir yere gitmek zorunda kaldılar. O gün piknikte çeşit çeşit yemek yediler, oyunlar oynadılar. Çok eğlendiler. Günü sonunda Ayşegül’ün günlüğüne giren ilginç olay ise fiskeyenin çalışma sistemi oldu.

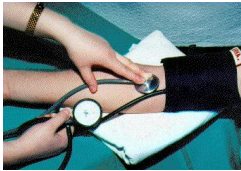


Kampın üçüncü günü ormanda geziye çıkıldı. Çevredeki tabii güzellikler gezilecekti. Gezilecek yerler arasında bir kaynak suyunun çıktığı yer de vardı. Çocuklar özellikle burayı çok merak ediyordu. Çünkü hayatlarında ilk defa bir kaynak suyunun yerden çıkışını göreceklerdi. Oraya ulaştıklarında hemen kaynağın başına üşüştüler. Suyun yerden çıkışını gözlediler. İçlerinden biri “çok ilginç bir durum bu” dedi ve ekledi: “Normalde su yere doğru düşerken ve toprağın içine girerken, nasıl oluyor da bu kaynak suyu yerden yukarı çıkıyor?” Çocuklar bu merak içerisinde diğer gezilecek yerleri görmek için hareket ettiler. Bu sırada Ayşegül, günlüğüne kaynak su ile ilgili bir şeyler yazıyordu.



Ormandaki gezinti sırasında bir film çekimine denk geldiler. Birçok kamera vardı film setinde. Bunlardan bir tanesi çok ilgilerini çekti. Diğer sabit kameraların aksine bu hareketli bir kameraydı. Çok uzun kolluydu. Her yöne rahatlıkla hareket edebiliyordu. Üstelik kameraman, bu kamerayı hareket ettirirken hiç zorlanmıyordu. Oturduğu yerden tek eliyle bile kullanabiliyordu kamerayı. Bu kameranın bu şekilde kolaylıkla kullanılabilmesi tüm çocukları çok şaşırtmıştı. Ayşegül, karşılaştığı bu ilginç durumu da günlüğüne not etti.

Çocuklar bu gezide çok yorulmuş olacaklar ki içlerinden biri fenalaşmıştı. Kafilde bulunan doktor hemen çocuğa müdahale etti. Önce tansiyonunu ölçtü ve 9-6 olduğunu gördü. Bu düşük bir değerdı. Çocuğun çok yorulmuş olabileceğini ve dinlenmesi gerektiğini söyledi. Bu arada doktor, kendisini pek iyi hissetmediğini söyleyen birkaç çocuğun tansiyonunu da ölçtü. Ayşegül bu ölçümlerin hepsini izledi ve bir şey dikkatini çekti. Doktor her seferinde ölçümü sol koldan yapıyordu. Ayrıca ölçüm yaparken kolu, belli bir hizaya getiriyordu sanki. Doktorun bu davranışı dikkatini çekti ve bunu da günlüğüne kaydetti.



Öğretmenler çocukların yorulduğunu görünce kampa geri dönmeye karar verdiler. Kampta bir günü de bu şekilde geçirdi çocuklar.

ÜÇ DAĞCININ MACERALARI

Okullar kapanmış ve yaz tatili başlamıştı. Üç kafadar genç, dağ tırmanışına çok meraklıydı. Uzun süreden beri dağ tırmanış kursuna gidiyorlardı. Kurs da okulların kapanmasıyla bitmiş ve



sertifikalarını almışlardı. Artık kendi başlarına dağ tırmanışı yapabiliyorlardı. Bu yaz tatilinde bir tırmanış yapmaya karar verdiler. Bu iş için bulundukları şehire yarım saatlik uzaklıkta bulunan 2000 metrelik dağı seçtiler. Bu dağ, yeni tırmanışa başlayanlar için uygun bir yapıya sahipti. Sarp ve dik kayalıklar hemen hemen yok gibiydi.



Tırmanış için gerekli tüm hazırlıklar yapıldı ve yola koyuldular. İlk 500 metrelik kısma araba ile çıkılabiliyordu. Onlar da araba kullandılar ve rampayı çıkmaya başladılar. Herkes çok heyecanlıydı. Bu tırmanış sırasındaki ilk sürpriz, araba yolculuğunda karşılarına çıktı. Arabayla rampa çıktıkça kulaklarında bir ağırlık hissetmeye başladılar. Bunun nedeni üzerinde tartışırken araba yolunun sonuna geldiler. Arabayı uygun bir yere bırakıp çantalarını aldılar. Tırmanışa başlamadan önce bulundukları yerden şehri izlediler. Manzara çok güzeldi. Bu arada bir göçmen kuş sürüsü gördüler. Her zaman yukarıda gördükleri kuşlar bu sefer kendilerinden aşağıda uçuyordu. Kuşların hiç kanat çırpmadan uzun mesafeler uçabilmesi ilgilerini çekti. Bir süre kuşların bu uçuşunu izledikten sonra tırmanışa geçtiler.



İlk günkü tırmanış çok neşeli geçti. Akşam olmuştu ve 1000 metre yükseklikte bulunuyorlardı. Burada konakladılar. Ateş yakıp, közde patates pişirdiler. Akşam yemekten sonra yorgunluk çayı içip sohbet ediyorlardı. Bu sırada bir patlama sesiyle herkes irkildi. Ses artık sönüp kor haline gelen ateşten gelmişti. Herkes şaşkınlık içinde birbirine bakarken Selim "korkmayın" dedi ve ekledi: "Biten parfüm kutumu ateşe atmıştım, o patlamıştır." Bu söz üzerine herkes rahatladı ve sohbetlerine çay içerek devam ettiler.



İkinci gün öğleye doğru 1300 metre yüksekliğe ulaşmışlardı. Burası genişçe bir düzlüktü ve konaklamak için idealdi. Öğle yemeğinden sonra burada bir balon yarışması yapıp eğlenmeyi düşündüler. Yanlarında şişirilmemiş uçan balonlar getirmişlerdi. Bu uçan balonlar, onları şişirmekte kullanılan bir düzeneikle birlikte satılıyordu. Bu düzeneklerde özel bir gaz vardı. Herkes balonunu şişirdi. Balonlar aynı büyüklükteydi. Aynı anda balonlar serbest bırakılacaktı. En hızlı yükselen balon birinci olacaktı. Balonlar serbest bırakıldı ve üç kafadar şaşkınlık içinde birbirine baktı. Üç balon da bırakıldıkları yerde havada

asılı kalmıştı. Ne yükseliyor ne de yere düşüyorlardı. Halbuki bu yarışmayı şehirde çok defa yapmışlardı ve balonlar uçmuştu. Uçan balonların orada uçmamasına bir anlam veremediler. O gün akşam olmadan önce, hedefleri olan 1500 metreye rahatça ulaştılar. Akşam yemeği sonrası yapılan sohbette öne çıkan en ilginç konu uçan balonların uçmamasıydı.

Tırmanışın üçüncü ve son günü gelmişti. Öğle yemeği için konaklandığında 1750 metre yükseklikte bulunuyorlardı. Bu konaklamada, balon uçurmayı tekrar deneme kararı aldılar. Yanlarında balonları çoktu. Yeni üç tane balon paketi aldılar. Paketteki balon şişirme düzeneği ile balonları şişirdiler. Balonları serbest bıraktıklarında ne yükseldiler ne de havada asılı kaldılar; bu sefer yere düştüler. Şaşırmamak mümkün değildi. Yemekten sonra geriye kalan yolu da sorunsuzca tırmandılar. Artık 2000 metrede zirvedeydiler. Amaçlarına ulaştıkları için çok mutlu oldular.

AYŞEGÜL'ÜN KAMP MACERALARI-2

Ayşegül, derslerindeki başarısından dolayı bu yıl da okul kampına katılmaya hak kazanmıştı. Geçen yıl gittikleri yere gidilecekti tekrar. Burası deniz kenarında bir yerdi ve Ayşegül geçen yıl burayı çok beğenmişti. Yine buraya gidileceği için çok mutluydu.



Kampın ilk günü öğleye kadar çocuklar kamp yerindeki havuzlarda yüzdüler. Havuzlar tatlı su ile doluydu. Çocuklar bir yılın hasretiyle havuzda çılgınca eğleniyorlardı. Ayşegül yüzmeyi geçen yıl bu kampta öğrenmişti. Geçen yılki deneyimlerini tek tek burada deniyordu. En hoşuna giden hareketlerden biri suda sırt üstü yatmaktı. Havuzda bunu denedi fakat denizdeki gibi olmuyordu. Denizde iken çok rahat sırt üstü yatabiliyorken, havuzda o kadar rahat olmuyordu. Havuzda biraz batıyordu sanki. Birçok deneme yapmasına rağmen durum değişmedi. Derken arkadaşları Ayşegül'ü su topu oyununa çağırırdı.



Öğleden sonra vapurlarla çevre gezisine çıktılar. Yakınlarda birkaç ada vardı. Onlar gezilecekti. Yanlarına bazı yiyecekler ve meyveler de aldılar. Gezi çok eğlenceli geçiyordu. Ayşegül'ün canı bir ara portakal çekti. Bir portakal aldı. Soydu ve tam yemeye başlayacaktı ki elinden kaydı portakal ve denize düştü. Arkadaşından bir portakal atmasını istedi.

Arkadaşı portakalı biraz yüksekten atınca tutamadı Ayşegül ve kabuklu portakal denize düştü. Umutsuz gözlerle denize düşen portakala bakan Ayşegül'ün dikkatini bir şey çekti. Az önce denize düşen soyulmuş portakal denizde batmıştı. Ama kabuklu portakal suda yüzüyordu. Bu durumu arkadaşlarına anlatırken gezilecek ilk adaya gelinmişti.



Bu adanın çok güzel sahilleri vardı. Deniz çok temizdi ve masmavi görünüyordu. Çocuklar burada denize girdiler. Çeşitli su oyunları oynadılar. Bu oyunların bazılarında suya batmak gerekiyordu. Ayşegül şans eseri nefesini verdiğinde suya bir miktar battığını, derin nefes aldığı anda ise bir miktar yükseldiğini fark etti. Bu tecrübesini oyunlarda kullanıyor ve hep oyunlarda başarılı oluyordu. Yüzmekten ve su oyunlarından yorulan çocuklar kumsalda oturup biraz dinlenmeye karar verdiler. Bu sırada içlerinden biri "taş fırlatma yarışı yapalım mı?" diye atıldı. Hep birlikte "tamam" dediler. Kumsalda

buldukları küçük taşları denizde en uzağa atan birinci olacaktı. Herkes sırasıyla atışını yaptı. Atışlar birbirine yakın mesafelerde oldu. Taşlar battığı için de kimin birinci olduğuna karar veremediler. Bu arada uzaklardan büyük bir geminin geçtiğini gördüler. Gemiye izlerken içlerinden meraklı biri "az önce suya attığımız küçük taşlar batarken bu koca gemi nasıl oluyor da yüzüyor acaba?" diyerek sessizliği bozdu. Gruptan bu soruya cevap veren olmadı. Gemi ufukta kaybolurken dinlenmiş olduklarını fark eden çocuklar tekrar kendilerini denize attılar.



Çevre gezisi bitmiş ve akşam olmak üzereyken kampa dönülmüştü. Akşam yemeğinden sonra çocukları bir sürpriz bekliyordu. Yemekten sonra bir film izlenecekti. Filmin konusu, bir deniz donanmasının tatbikat sırasında karşılaştığı esrarengiz olaylarla ilgiliydi. Film devam ederken Ayşegül'ün ilgisini çeken bir görüntü oldu. Savaş gemilerinin yanında denizaltılar da vardı. Denizaltılar bazen diğer gemiler gibi su

üzerinde gidiyordu. Bazen de suya batıp yok oluyordu. Fakat sonra tekrar su üzerine çıkıp bir gemi gibi yüzüyordu. Batan gemilerin kendiliğinden tekrar su yüzeyine çıkmadığını Ayşegül biliyordu. Fakat denizaltıların batıp tekrar su yüzeyine çıkabilmesini anlayamıyordu. Film bitince bu durumu arkadaşlarıyla paylaştı. Fakat arkadaşları da bu olayı aydınlatamadı.



Filmin bitmesiyle birlikte yatma vakti de gelmişti. Herkes hazırlıklarını yapıp yatakhaneğine gitti. Kampın ilk gününün tüm çocuklar için çok eğlenceli ve yorucu geçtiği belliydi. Tüm çocuklar kısa bir sürede mışıl mışıl uyumaya başlamıştı.

APPENDIX K-4

SCENARIOS USED IN THE MAIN STUDY

KUMA TAKILAN BİSİKLET

Bahar mevsimi, tüm canlılığı ve güzelliği ile tekrar geri gelmişti. Soğuk havalar geride kalmış, güneşli ve ılık havalar kendini iyiden iyiye hissettirmeye başlamıştı. Buna en çok çocuklar seviniyordu. Çünkü artık rahatlıkla dışarıya çıkıp oyunlar oynayabilecek, bisiklet sürebileceklerdi. Özellikle bisiklet sürmeyi çok istiyorlardı. Çünkü aileleri, kışın soğukta bisiklet sürmelerine izin vermiyordu. Çocuklar hafta sonunda hep birlikte bisiklet sürmek için anlaşmışlardı.



Ve hafta sonu gelmişti. Çocuklar bisikletleri ile mahalledeki top sahasının önünde toplandılar. Çeşit çeşit bisikletler göz kamaştırıyordu. Bazılarının yarış bisikleti, bazılarının ise dağ bisikleti vardı. Herkes gelince bisiklet turu başladı. Çok eğleniyorlardı. Ne de olsa bir yılın bisiklet sürme hasreti vardı.

Bir ara, girdikleri sokağın belli bir kısmına kum dökülmüş olduğunu gördüler. Kum tabakası çok fazla yüksek değildi. Bunun için kumun üzerinden rahatlıkla geçebileceklerini düşündüler ve yollarına devam ettiler. Ama düşündükleri gibi olmadı. Mehmet'in bisikleti kuma saplanıp kalmıştı. Mehmet yarış bisikleti kullanıyordu ve oldukça kiloluydu. Aynı yarış bisikletini kullanan Kemal ise kumdan geçebilmişti. Kemal, Mehmet'e göre zayıf bir çocuktur. Mehmet dağ bisikletiyle kumdan geçmeyi deneyince başarılı oldu. Çocuklar karşılaştıkları bu durumu anlayamadılar. Daha farklı geçiş denemelerinde bulunacaklardı fakat akşam olmuştu. Bu yüzden evlerine gitmeleri gerekiyordu. Çocuklar yarın yine bu sokakta buluşmaya karar verdiler ve evlerine gittiler.

Ertesi gün çocuklar aynı sokakta buluştular. Mehmet inatçı bir çocuktur. Israrla yarış bisikletiyle kumdan geçmeyi istiyordu ve bunun için kara kara düşünüyordu. Sizce Mehmet ne yapmalıdır?

AYŞEGÜL'ÜN KAMP MACERALARI

Ayşegül, 4. sınıfı başarıyla bitirmişti. Güzel bir yaz tatilini hak etmişti. Bu başarısının karşılığı olarak, ailesi onu öğrenci kampına göndermeyi kararlaştırdı. Bu kamp, deniz kenarında çok güzel bir yerdedi. Okuldan birçok arkadaşı da bu kampa gidecekti.

Çocuklar, kamp yerini çok beğenmişlerdi. Yerleşme işlemleri tamamlandıktan sonra öğrencilere kamp yeri gezdirildi. Gezi sırasında öğrencilerin uyması gereken kurallar tek tek söylendi. Ayrıca öğrencilerden kamp boyunca yaşadıkları en ilginç olayları açıklayan bir günlük tutmaları istenmişti.

Öğrenciler, özellikle denize girmeyi çok istiyorlardı. Nihayet denize girme saati geldi. Öğretmenleri eşliğinde sahile indiler. Öğretmenlerinin izin vermesiyle birlikte denize hücum ettiler. Ayşegül yüzmeyi geçen yıl öğrenmişti. Bu yüzden yüzmede çok iyi değildi.



Arkadaşlarından çok iyi yüzenler vardı. Hatta bazıları suyun dibine balıklama dalıp su altından yüzebiliyorlardı. Kendisi hiç böyle bir şey denememişti. Fakat o da arkadaşları gibi su altına dalmayı çok istiyordu. Su altına dalıp yüzmenin nasıl bir deneyim olduğunu çok merak ediyordu. Bir arkadaşından nasıl suya daldıkları hakkında bilgi aldı. Arkadaşının talimatları doğrultusunda suya balıklama dalmaya çalıştı. İlk denemeleri başarısız oldu. Fakat gittikçe daha iyi dalışlar yapıyordu. Sonunda tam bir dalış yapmış ve hatta 3-4 saniye kadar da su altında kalabilmişti. Dalışı gerçekleştirebildiği için çok mutluydu. Bu arada ilginç bir durumla karşılaşmıştı. Tam dipte iken kulaklarında bir ağrı hissetmişti. Sonraki dalışlarında da bu ağrıyı sürekli

hissetti. Dalış yapan diğer arkadaşlarına bu durumu anlattı. Arkadaşları, aynı ağrının kendileri daldığı zaman da olduğunu söyledi. Hatta bir arkadaşı “daha fazla derine daldığımda kulaklarımda daha fazla ağrı hissediyorum” dedi. Başka bir arkadaşı yazlıklarının bulunduğu sitede hem tatlı hem de deniz suyuyla dolu iki havuz olduğunu söyledi. “Her ikisi de aynı derinlikte. Ama deniz suyu olan havuza daldığımda kulağımda daha fazla ağrı hissediyorum” dedi. Ayşegül, bunların nedenini sordu ama arkadaşları bilmediklerini söylediler. Günlüğe yazılacak ilginç bir deneyimdi bu Ayşegül için.



Kamp alanı yeşillikler içindeydi. Kampın ikinci günü bu yeşillikler içinde pikniğe gidildi. Çeşitli oyunlar oynandı. Bu oyunlardan biri balonla ıslatmaca oyunu idi. Balonlar iğneyle delinmişti. Bazısında bir, bazısında 3-5, bazısında 9-10 iğne deliği vardı. Arkadaşlarını daha çok ıslatabileceğini düşünen Ayşegül çok delikli bir balon aldı. En az ıslanan oyunu kazanacaktı. Çocuklar balonlarını suyla doldurduktan sonra yarışma hemen başladı. Herkes balonunu sıkıp arkadaşını ıslatmaya çalışıyordu. Yarış sırasında

Ayşegül hayal kırıklığına uğradı. Çünkü deliklerden bazıları kendi tarafına baktığı için balonu sıkıldığında kendisi de ıslanıyordu. Ve bunu bir türlü önleyemiyordu. Balonu ileri doğru ittirip sıkıldığı halde yine de tüm deliklerden su fışkırıyordu. Sonuçta yarışmayı az delikli balonu kullanan bir çocuk kazandı. Ayşegül, su dolu delikli balondan fışkıran suyla yaşadığı bu tecrübesini de günlüğüne not etti.

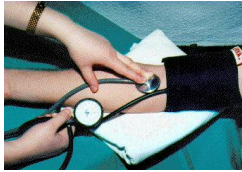


Kampın üçüncü günü ormanda geziye çıkıldı. Çevredeki tabii güzellikler gezilecekti. Gezilecek yerler arasında bir kaynak suyunun çıktığı yer de vardı. Çocuklar özellikle burayı çok merak ediyordu. Çünkü hayatlarında ilk defa bir kaynak suyunun yerden çıkışını göreceklerdi. Oraya ulaştıklarında hemen kaynağın başına üşüştüler. Suyun yerden çıkışını gözlediler. İçlerinden biri “çok ilginç bir durum bu” dedi ve ekledi: “Normalde su yere doğru düşerken ve toprağın içine girerken, nasıl oluyor da bu kaynak suyu yerden yukarı çıkıyor?” Çocuklar bu merak içerisinde diğer gezilecek yerleri görmek için hareket ettiler. Bu sırada Ayşegül, günlüğüne kaynak su ile ilgili bir şeyler yazıyordu.



Ormandaki gezinti sırasında bir film çekimine denk geldiler. Film setinde birçok kamera vardı. Bunlardan bir tanesi çok ilgilerini çekti. Diğer sabit kameraların aksine bu hareketli bir kameraydı. Çok uzun kolluydu. Her yöne rahatlıkla hareket edebiliyordu. Üstelik kameraman, bu kamerayı hareket ettirirken hiç zorlanmıyordu. Oturduğu yerden tek eliyle bile kullanabiliyordu kamerayı. Bu kameranın bu şekilde kolaylıkla

kullanılabilmesi tüm çocukları çok şaşırtmıştı. Ayşegül, karşılaştığı bu ilginç durumu da günlüğüne not etti.



Çocuklar bu gezide çok yorulmuş olacaklar ki içlerinden biri fenalaşmıştı. Kafilde bulunan doktor hemen çocuğa müdahale etti. Önce tansiyonunu ölçtü ve 9-6 olduğunu gördü. Bu düşük bir değerd. Çocuğun çok yorulmuş olabileceğini ve dinlenmesi gerektiğini söyledi. Bu arada doktor, kendisini pek iyi hissetmediğini söyleyen birkaç çocuğun tansiyonunu da ölçtü. Ayşegül bu ölçümlerin hepsini izledi ve bir şey dikkatini çekti. Doktor her seferinde ölçümü sol koldan yapıyordu.

Ölçüm yapacağı kolu, belli bir hizaya getiriyordu sanki. Ayrıca ölçüm yapmadan önce çocukları oturtuyordu. Ayşegül doktorun bu davranışlarını ilginç buldu ve günlüğüne kaydetti.

Öğretmenler çocukların yorulduğunu görünce kampa geri dönmeye karar verdiler. Kampta bir günü çocuklar bu şekilde geçirdiler.

ÜÇ DAĞCININ MACERALARI



Okullar kapanmış ve yaz tatili başlamıştı. Üç kafadar genç, dağ tırmanışına çok meraklıydı. Uzun süreden beri dağ tırmanış kursuna gidiyorlardı. Kurs da okulların kapanmasıyla bitmiş ve sertifikalarını almışlardı. Artık kendi başlarına dağ tırmanışı yapabilirlerdi. Bu yaz tatilinde bir tırmanış yapmaya karar verdiler. Bu iş için bulundukları şehire yarım saatlik uzaklıkta bulunan 2000 metrelik dağı seçtiler. Bu

dağ, yeni tırmanışa başlayanlar için uygun bir yapıya sahipti. Sarp ve dik kayalıklar hemen hemen yok gibiydi.



Tırmanış için gerekli tüm hazırlıklar yapıldı ve yola koyuldular. İlk 500 metrelik kısma araba ile çıkılabiliyordu. Onlar da araba kullandılar ve rampayı çıkmaya başladılar. Herkes çok heyecanlıydı. Bu tırmanış sırasındaki ilk sürpriz, araba yolculuğunda karşılarına çıktı. Arabayla rampa çıktıkça kulaklarında bir ağırlık hissetmeye başladılar. Bunun nedeni üzerinde tartışırken araba yolunun sonuna geldiler. Arabayı uygun bir yere bırakıp çantalarını aldılar. Tırmanışa başlamadan önce bulundukları yerden şehri izlediler. Manzara çok güzeldi. Bu arada bir göçmen kuş sürüsü gördüler. Kuşların hiç kanat çırpmadan uzun mesafeler uçabilmesi ilgilerini çekti. Bir süre kuşların bu uçuşunu izledikten sonra tırmanışa geçtiler.

İlk günkü tırmanış çok neşeli geçti. Akşam olmuştu ve 1000 metre yükseklikte bulunuyorlardı. Burada konakladılar. Ateş yakıp, közde patates pişirdiler. Akşam yemekten sonra yorgunluk çayı içip sohbet ediyorlardı. Bu sırada bir patlama sesiyle herkes irkildi. Ses artık sönüp kor haline gelen ateşten gelmişti. Herkes şaşkınlık içinde birbirine bakarken Selim “korkmayın” dedi ve ekledi: “Biten parfüm kutumu ateşe atmıştım, o patlamıştır.” Bu söz üzerine herkes rahatladı ve sohbetlerine çay içerek devam ettiler.



İkinci gün öğleye doğru 1300 metre yüksekliğe ulaşmışlardı. Burası genişçe bir düzlüktü ve konaklamak için idealdi. Öğle yemeğinden sonra burada bir balon yarışması yapıp eğlenmeyi düşündüler. Yanlarında şişirilmemiş uçan balonlar getirmişlerdi. Bu uçan balonlar, onları şişirmekte kullanılan bir düzeneikle birlikte satılıyordu. Bu düzeneplerde özel bir gaz vardı. Herkes balonunu şişirdi. Balonlar aynı büyüklükteydi. Aynı anda balonlar serbest bırakılacaktı. En hızlı yükselen balon birinci olacaktı. Balonlar serbest bırakıldı ve üç kafadar şaşkınlık içinde birbirine baktı. Üç balon da bırakıldıkları yerde havada asılı kalmıştı. Ne yükseliyor ne de yere düşüyorlardı. Halbuki bu yarışmayı şehirde çok defa yapmışlardı ve balonlar uçmuştu. Uçan balonların orada uçmamasına bir anlam veremediler. O gün akşam



olmadan önce, hedefleri olan 1500 metreye rahatça ulaştılar. Akşam yemeği sonrası yapılan sohbette öne çıkan en ilginç konu uçan balonların uçmamasıydı. Sohbetinde tartışılan diğer konu Mehmet’in sorusuydu: “Bizim balonlar bu kadar yükseklikte patlamadı. Ama şehirde normal uçan balonlar belli bir yüksekliğe gelince neden patlıyor?” Selim kendi balonlarının özel bir maddeden yapıldığını ve bu nedenle patlamamış olabileceğini söyledi. Fakat hiç biri normal uçan balonları çok yükseklerdeyken patlatan şeyin ne olduğuna dair kesin bir şey söyleyemedi. Vaktin bayağı ilerlediğini gören çocuklar sohbeti bırakıp yatmak için hazırlandılar.



Tırmanışın üçüncü ve son günü gelmişti. Tırmanışlarda genelde hep Selim önde gidiyordu. Mehmet, Selim’e seslenerek “nefesin bayağı kuvvetli herhalde” dedi. Faruk Mehmet’e itiraz ederek “benim nefesim daha güçlüdür” diye atıldı. Bunun üzerine üç arkadaş bu konu üzerinde tartışmaya başladı. Bir sonuca varamayınca “o zaman bunu test edip görelim” diyerek anlaştılar. Fakat kimin nefesinin daha güçlü olduğunu gösterecek uygun bir yöntem bulamadılar. Bu arada vakit ilerlemiş öğle yemeği için konaklama zamanı gelmişti.



Öğle yemeği için konaklandığında 1750 metre yükseklikte bulunuyorlardı. Bu konaklamada, balon uçurmayı tekrar deneme kararı aldılar. Yanlarında balonları çoktu. Yeni üç tane balon paketi aldılar. Paketteki balon şişirme düzeneği ile balonları şişirdiler. Balonları serbest bıraktıklarında ne yükseldiler ne de havada asılı kaldılar; bu sefer yere düştüler. Şaşırmamak mümkün değildi. Öte yandan Mehmet çorba için ocağa su koymuştu. Balonların bu beklenmedik hareketini düşünürlerken kaynayan su ocaktan taştı. Su kısa sürede kaynamıştı. Halbuki evde yaptığında su daha uzun sürede kaynıyordu. Burada kullandığı su miktarı her zaman evde yaptığıyla aynıydı. Ocak da aynı ocaktı üstelik. Suyun bu dağ başında daha

kısa sürede kaynamasına bir anlam veremediler.

Yemekten sonra geriye kalan yolu da sorunsuzca tırmandılar. Artık 2000 metrede zirvedeydiler. Amaçlarına ulaştıkları için çok mutlu oldular.

AYŞEGÜL'ÜN KAMP MACERALARI-2

Ayşegül, derslerindeki başarıdan dolayı bu yıl da okul kampına katılmaya hak kazanmıştı. Geçen yıl gittikleri yere gidilecekti tekrar. Burası deniz kenarında bir yerdin ve Ayşegül geçen yıl burayı çok beğenmişti. Yine buraya gidileceği için çok mutluydu.

Kampın ilk günü sabahtan çocuklar denize girdi. Bir yılın hasretiyle çocuklar denizde çalgınca yüzüyor çeşitli oyunlar oynuyordu. Bu oyunlardan biri de denize atılan taşı bulma oyunuydu. Ayşegül kumsalda bulduğu kahverengi bir taşı denize attı. Herkes taşı bulmak için denize atladı. Taşın bulunduğu yere doğru yüzdüler. Taşı alabilmek için herkes dalış yapıyordu. Sonunda taşı Ayşegül buldu ve dipten çıkardı. Taşı deniz dibinden yüzeye doğru çıkarırken Ayşegül'ün dikkatini bir şey çekti. Taş Ayşegül'e hafif gelmişti. Halbuki taşı kumsalda yerden alırken daha ağırdı.



Havuzların hazır olduğunu duyan çocuklar denizden çıkıp havuzlara hücum etti. Havuzlar tatlı su ile doluydu. Ayşegül yüzmeyi geçen yıl bu kampta öğrenmişti. Geçen yılki deneyimlerini tek tek burada deniyordu. En hoşuna giden hareketlerden biri suda sırt üstü yatmaktı. Havuzda bunu denedi fakat denizdeki gibi olmuyordu. Denizde iken çok rahat sırt üstü yatabiliyorken, havuzda o kadar rahat olmuyordu. Havuzda biraz batıyordu sanki. Birçok deneme yapmasına rağmen durum değişmedi. Derken arkadaşları Ayşegül'ü su topu oyununa çağırdı.



Öğleden sonra vapurlarla çevre gezisine çıktılar. Yakınlarda birkaç ada vardı. Onlar gezilecekti. Yanlarına bazı yiyecekler ve meyveler de aldılar. Gezi çok eğlenceli geçiyordu. Ayşegül'ün canı bir ara portakal çekti. Bir portakal aldı. Soydu ve tam yemeye başlayacaktı ki elinden kaydı portakal ve denize düştü. Arkadaşından bir portakal atmasını istedi. Arkadaşı portakalı biraz yüksekte atınca tutamadı Ayşegül ve kabuklu portakal denize düştü. Umutsuz gözlerle denize düşen portakala bakan Ayşegül'ün dikkatini bir şey çekti. Az önce denize düşen soyulmuş portakal denizde batmıştı. Ama kabuklu portakal suda yüzüyordu. Bu durumu arkadaşlarına anlatırken gezilecek ilk adaya gelinmişti.

Bu adanın çok güzel sahilleri vardı. Deniz çok temizdi ve masmavi görünüyordu. Çocuklar burada denize girdiler. Çeşitli su oyunları oynadılar. Bu oyunların bazılarında suya batmak gerekiyordu. Ayşegül şans eseri nefesini verdiğinde suya bir miktar battığını, derin nefes aldığıında ise bir miktar yükseldiğini fark etti. Bu tecrübesini oyunlarda kullanıyor ve hep başarılı oluyordu. Yüzmekten ve su oyunlarından yorulan çocuklar kumsalda oturup biraz dinlenmeye karar verdiler. Bu sırada içlerinden biri "taş fırlatma yarışı yapalım mı?" diye atıldı. Hep birlikte "tamam" dediler. Kumsalda buldukları küçük taşları denizde en uzağa atan birinci olacaktı. Herkes sırasıyla atışını yaptı.



Atışlar birbirine yakın mesafelerde oldu. Taşlar battığı için de kimin birinci olduğuna karar veremediler. Bu arada uzaklardan büyük bir geminin geçtiğini gördüler. Gemiye izlerken içlerinden meraklı biri "az önce suya attığımız küçük taşlar batarken bu koca gemi nasıl oluyor da yüzüyor acaba?" diyerek sessizliği bozdu.

Gruptan bu soruya cevap veren olmadı. Gemi ufukta kaybolurken denizin diğer tarafında çocukları hayrette bırakan bir olay daha oldu. Denizin altından su yüzeyine doğru çıkan bir şey görüyorlardı. Bu cismin ne olduğunu anlamaya çalıştılar. Cisim tamamen su yüzeyine çıkınca bunun bir denizaltı olduğunu gördüler. Hayatlarında ilk defa gördükleri bu denizaltını izlemeye başladılar. Kısa bir süre sonra denizaltı tekrar dalmaya başladı ve gözden kayboldu. Çocuklardan biri "Gemi battığında su yüzüne bir daha çıkamıyor. Bu denizaltı nasıl batıp çıkıyor?" diye atıldı ortaya. Bu soruyla birlikte çocukların yüzmeye-batma olayıyla ilgili kafaları iyice karıştı. Fiziksel olarak dinlenmiş olduklarını fark eden çocuklar, bu düşüncelerle birlikte tekrar kendilerini denize atıp eğlenmeye başladılar.



Vakit bayağı ilerlemiş, akşam olmuştu. Çevre gezisi tamamlanıp kampa dönüldü. Akşam yemeğinden sonra çocuklara bir film izletildi. Filmin bitmesiyle birlikte yatma vakti de gelmişti. Herkes hazırlıklarını yapıp yatakhane sine gitti. Kampın ilk gününün tüm çocuklar için çok eğlenceli ve yorucu geçtiği belliydi. Tüm çocuklar kısa bir sürede mışıl mışıl uyumaya başlamıştı.

APPENDIX L

CLASSROOM OBSERVATION CHECKLIST

Sınıf Gözlem Formu	Evet	Kısmen	Frekans	Hayır	NA
1. Sınıfta grup çalışması için kümeler oluşturulmuş mu?					
2. Öğrenme, problem durumlarıyla mı başlıyor?					
3. Öğrenme, öğretmenin konuyu anlatmasıyla mı başlıyor?					
4. Öğrenciler, bilgiye ulaşmaya çalışıyor mu?					
5. Öğretmen öğrencilere düşündürücü sorular soruyor mu?					
6. Ders, tartışma merkezli olarak mı yürütülüyor?					
7. Dersin işlenişi öğrenciyi öğrenmede sorumluluk almaya itiyor mu?					
8. Öğretmen öğrenciye sürekli bilgi veren konumda mıdır?					
9. Öğrenciler, bilgiyi problem çözme sürecinde mi öğreniyor?					
10. Öğrenciler, derse katılıyorlar mı?					
11. Öğrenciler, grup içi çalışma yapıyorlar mı?					
12. Öğrenciler, fikirlerini rahatlıkla açıklıyorlar mı?					
13. Öğrenciler, öğretmene soru soruyorlar mı?					
14. Öğrenciler, senaryoyu okudular mı?					
15. Senaryodaki problem durumlarını belirlediler mi?					
16. Sınıfça belirlenen ortak problemler tahtaya yazıldı mı?					
17. Öğrenme konuları sınıfta tartışıldı mı?					
18. Bilgi kaynakları araştırıldı mı?					
19. Hipotez oluşturmak için çabaladılar mı?					
20. Probleme yönelik bir hipotez üzerinde uzlaşıldı mı?					
21. Probleme yönelik deney yapıldı mı?					
22. Deneydeki değişkenler incelendi mi?					
23. Öğrenciler, yapılan deneyle ilgili sorulara cevap verdiler mi?					
24. Hipotezin desteklenip desteklenmediği tartışıldı mı?					
25. Senaryo kahramanlarına öneriler tartışıldı mı?					
26. Günlük yaşamdaki benzer olaylar tartışıldı mı?					
27. Deneylerden sonra ilgili kavramlar, formüller verildi mi?					
28. Problem çözümü yapıldı mı?					
29. Özdeğerlendirme formu dağıtıldı mı?					
30. Öğretmen öğrencilere söz hakkı veriyor mu?					
31. Ders, "senaryoyu inceliyoruz" materyali üzerinden mi işleniyor?					
32. Öğretmen grupça çalışmaları için öğrencileri cesaretlendiriyor mu?					
33. Öğretmen ders işlenebilecek rahat bir ortam sağlayabiliyor mu?					

Sınıf:

Tarih:

Ders süresi:

Değerlendiren:

APPENDIX M-1

LET'S INVESTIGATE SCENARIO FORMS USED IN THE PILOT STUDY

A) YAPTIKLARIMIZI YAZALIM (First version)

1. Okuduğunuz senaryoda belirlediğiniz problem durumlarını (soruları) aşağıya yazınız:
 - I)
 - II)
 - III)
 - IV)
2. Arkadaşınızla problem üzerinde yaptığınız görüş alışverişinde ortaya çıkan bilgileri yazınız (kim, hangi bilgiyi verdi?)
3. Görüş alışverişi sonucunda senaryoyla ilgili ortaya çıkan yeni sorular varsa aşağıya yazınız:
 - I)
 - II)
 - III)
4. Problem durumuyla ilgili aşağıdaki tabloyu doldurunuz:

Ne biliyoruz?	Neyi öğrenmeliyiz?	Nasıl ulaşırız?
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

5. Oluşturduğunuz sorulara cevap bulmak için ders kitabına, diğer gruplara, ve en son öğretmenimize müracaat ediniz. Sonra aşağıdaki tabloyu doldurunuz:

Ders kitabından öğrendiklerimiz	Diğer gruplardan öğrendiklerimiz	Öğretmenimden öğrendiklerimiz
1.		
2.		
3.		
4.		

6. Senaryonuzdaki problem durumunu gösteren bir deney tasarlayınız. Öğrenci kılavuzunda açıklanan “bilimsel yöntem basamaklarını” bu deney üzerinde uygulayınız. Yaptıklarınızı aşağıya yazınız (Deney evde yapılacak, bir sonraki derse getirilecek).

B) YAPTIKLARIMIZI YAZALIM (Second version)

1. Okuduğunuz senaryoda belirlediğiniz problem durumlarını (soruları) aşağıya yazınız:

- I)
 II)
 III)
 IV)

2. Arkadaşınızla problemler üzerinde tartışın. Görüş alışverişinde bulunun. Ortaya çıkan bilgileri aşağıya yazınız (kim, hangi bilgiyi verdi?).

3. Ortak sorularımız:

- I)
 II)
 III)
 IV)
 V)

4. “Ortak sorularımız”a cevap bulabilmek için deney tasarlayın ve yapın. Kılavuzun 6. aşamasında açıklanan “bilimsel yöntem basamakları”nı okuyun. Uygun olanlarını kullanın. Örnek:

Problem:

Gözlem:

Tahmin:

Deneyin amacı:

Deneyin tasarımı (neler kullanırsınız?):

Yaptığınız deneyi ayrıntılı anlatın (gözlem ve ölçme sonuçlarını belirtin, ölçme sonuçlarınızı tablolaştırabilirsiniz):

Sonuç:

5. Birinci bölümde yazdığınız sorular, “ortak sorularımız”dan farklı ise bunlara cevap bulmak için araştırma yapınız. Araştırmanızda ders kitabından, ansiklopedilerden, internetten, ailenizden, konuyla ilgili uzman kişilerden, vs. yardım alabilirsiniz. Anlayıp öğrendiğiniz bilgileri buraya yazın. Anlamadığınız bilgileri yazmayın. Yazdığınız bilgileri nereden elde ettiğinizi belirtin.

6. Çalışmanızı değerlendirin:

a. Bu etkinlikte neler yaptım?

b. Bu etkinlikte neler öğrendim?

c. Bu etkinlik sırasında grubumdaki arkadaşlarıma nasıl yardım ettim?

d. Bu etkinlik sırasında en iyi yaptığım şeyler:

e. Bu etkinlikte en çok zorlandığım şeyler:

f. Çalışmamı yaparken beklemediğim nelerle karşılaştım?

g. Bu çalışmayı tekrar yapsaydım şu şekilde yapardım:

C) YAPTIKLARIMIZI YAZALIM (Third version)

1. Okuduğunuz senaryoda belirlediğiniz problem durumlarını (soruları) aşağıya yazınız:

- I)
- II)
- III)
- IV)
- V)
- VI)

2. Ortak sorularımız:

- I)
- II)
- III)
- IV)
- V)
- VI)

3. Her grup üyesi “ortak soruların” cevabıyla ilgili tahminlerde bulunsun. Tahminlerinizi aşağıya yazın:

	1. öğrencinin tahmini	2. öğrencinin tahmini
1. soru		
2. soru		
3. soru		
4. soru		
5. soru		
6. soru		

4. Her bir “Ortak sorularımız” a cevap bulabilmek için bir deney tasarlayın ve yapın. Kılavuzun 6. aşamasında açıklanan “bilimsel yöntem basamakları” nı okuyun. Uygun olanlarını kullanın. Örnek:

Problem:

Gözlem:

Tahmin:

Deneyin amacı:

Deneyin tasarımı (neler kullanırsınız?):

Yaptığınız deneyi ayrıntılı anlatın (gözlem ve ölçme sonuçlarını belirtin, ölçme sonuçlarınızı tablolaştırabilirsiniz):

Sonuç:

İncelediğiniz olay ve yaptığınız deney hangi bilimsel kavramla ilgili? Bu kavramla ilgili bilgiler toplayıp aşağıya yazın:

5. Deney tasarlayamadığınız “ortak sorularımız” varsa bunlara cevap bulmak için **araştırma** yapınız. Araştırmanızda ders kitabından, ansiklopedilerden, internetten, ailenizden, konuyla ilgili uzman kişilerden, vs. yardım alabilirsiniz. Anlayıp öğrendiğiniz bilgileri buraya yazın. Anlamadığınız bilgileri yazmayın. Yazdığınız bilgileri nereden elde ettiğinizi belirtin.

6. Çalışmanızı değerlendirin:

- a.** Bu etkinlikte neler yaptım?
- b.** Bu etkinlikte neler öğrendim?
- c.** Bu etkinlik sırasında grubumdaki arkadaşlarıma nasıl yardım ettim?
- d.** Bu etkinlik sırasında en iyi yaptığım şeyler:
- e.** Bu etkinlikte en çok zorlandığım şeyler:
- f.** Çalışmamı yaparken beklemediğim nelerle karşılaştım?
- g.** Bu çalışmayı tekrar yapsaydım şu şekilde yapardım:

APPENDIX M-2

LET'S INVESTIGATE SCENARIO FORMS USED IN THE MAIN STUDY

(For Individual Work/PBL-I Group)

Senaryo adı: Kuma Takılan Bisiklet

Adı-Soyadı:.....

Tarih:

SENARYOYU İNCELİYORUZ

1. Senaryoyu okuyun. Belirlediğiniz problem durumlarını (soruları) aşağıya yazınız:

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

2. Sınıfça belirlediğiniz ortak soruları aşağıya yazın:

- 1)
- 2)

3. Sorulara cevap bulmak için “bilgi kaynaklarını” araştırın. Bilgi kaynaklarını araştırmadan önce iş planı hazırlayın. Aşağıdaki tabloyu doldurun.

	Belirlediğim öğrenme konuları	Sınıfça belirlenen öğrenme konuları	Bilgi kaynaklarım	İş planım
	Sorunun cevabına ulaşmak için neleri öğrenmeniz gerektiğini yazın.	Sorunun cevabına ulaşmak için sınıfça belirlenen öğrenme konularını yazın.	Soruyla ilgili bilgiye ulaşabileceğiniz kitap, ders kitabı, dergi, gazete, ansiklopedi, İnternet, uzman kişiler, vb. bilgi kaynaklarını yazın.	Sorunun cevabına ulaşmak için yapmanız gereken işleri yazın. (hangi işi, nasıl yapacağım?)
1. soru için				
2. soru için				

4. Araştırmada elde ettiğiniz bilgileri aşağıya yazın:

	ELDE EDİLEN BİLGİLER
1.soru için	
2.soru için	

5. Sorulara cevap bulmak için “**bilimsel araştırma yöntemini**” uygulayın. Öncelikle sorularla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemden ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

6. Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:

7. Sınıfça belirlenen hipotezleri test etmek için deney tasarlayın ve aşağıya yazın. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız.

1. hipotezi test etmek için önerdiğiniz deney:
--

2. hipotezi test etmek için önerdiğiniz deney:
--

8. Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazınız:

1. hipotezi test etmek için sınıfça belirlediğimiz deney:

2. hipotezi test etmek için sınıfça belirlediğimiz deney:

9. Deneyi öğretmeniniz yaparken izleyin. Öğretmeninizin rehberliğinde aşağıdaki tabloyu doldurun:

	Kuvvet (N)	Yüzey (m ²)	İz derinliği (m)	Kuvvet/Yüzey (N/m ²)
0,5 kg'lık yükte				
1 kg'lık yükte				
Çekiç geniş yüzey üzerindeyken				
Çekiç dar yüzey üzerindeyken				

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

	Deneyin 1. bölümü için	Deneyin 2. bölümü için
Sabit tutulan değişken		
Değiştirilen değişken		
Ölçülen değişken		

- Deney sonunda aşağıdaki soruları cevaplayınız.

Vardığınız Sonuç Nedir?

1. Yüzey alanları aynı olan 0,5 kg ve 1 kg'lık yüklerin iz derinliklerinin farklı olmasının nedenini nasıl açıklarsınız?
.....
.....
2. Çekicin dar ve geniş yüzeylerinin oluşturduğu iz derinliklerinin farklı olması sizce neden kaynaklanır?
.....
.....
3. Yüzey alanıyla kuvvet/yüzey, ağırlıkla kuvvet/yüzey arasında nasıl bir ilişki vardır?
.....
.....
4. Kuvvet/yüzey oranını adlandırmak isteseydiniz ne ad verirdiniz?
.....

10. Deney sonucu hipotezinizi destekledi mi? Arkadaşlarınızla tartışın ve aşağıya yazın:

.....
.....
.....
.....

11. Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için Mehmet'e ne önerirsiniz? Arkadaşlarınızla tartışarak aşağıya yazın:

.....
.....
.....
.....

12. Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz günlük yaşamda başka hangi olayları anlamamanızı sağlar? Arkadaşlarınızla tartışarak aşağıya yazın.

.....
.....
.....
.....

Senaryo adı: Ayşegül'ün Kamp Maceraları

Adınız-Soyadınız:

Tarih:

SENARYOYU İNCELİYORUZ

1. Senaryoyu okuyunuz. Belirlediğiniz problem durumlarını (soruları) aşağıya yazınız:

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)

2. Sınıfça belirlediğiniz ortak soruları aşağıya yazınız:

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)
- 6)
- 7)

3. Sorulara cevap bulmak için “bilgi kaynaklarını” araştırınız. Bilgi kaynaklarını araştırmadan önce iş planı hazırlayınız. Aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

	Belirlediğim öğrenme konuları	Sınıfça belirlenen öğrenme konuları	Bilgi kaynaklarım	İş planım
	Sorunun cevabına ulaşmak için neleri öğrenmeniz gerektiğini yazın.	Sorunun cevabına ulaşmak için sınıfça belirlenen öğrenme konularını yazın.	Soruyla ilgili bilgiye ulaşabileceğiniz kitap, ders kitabı, dergi, gazete, ansiklopedi, Internet, uzman kişiler, vb. bilgi kaynaklarını yazın.	Sorunun cevabına ulaşmak için yapmanız gereken işleri yazın. (hangi işi, nasıl yapacağım?)
1. soru için				
2. soru için				
3. soru için				
4. soru için				
5. soru için				
6. soru için				
7. soru için				

4. Araştırmada elde ettiğiniz bilgileri aşağıya yazınız:

	ELDE EDİLEN BİLGİLER
1. soru için	
2. soru için	
3. soru için	
4. soru için	
5. soru için	
6. soru için	
7. soru için	

5. Sorulara cevap bulmak için “bilimsel araştırma yöntemini” uygulayın.

BİRİNCİ SORU İÇİN:

A) Birinci soruyla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemden ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:

B) Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

C) Sınıfça belirlenen hipotezlerden biri üzerinde uzlaşın ve aşağıya yazın:

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ

D) Üzerinde uzlaşılan hipotezi desteklemek için deney tasarlayın ve aşağıya yazınız. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız.

HİPOTEZİ DESTEKLEMEK İÇİN ÖNERDİĞİM DENEY

E) Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazınız:

HİPOTEZİ DESTEKLEMEK İÇİN SINIFÇA BELİRLEDİĞİMİZ EN UYGUN DENEY

F) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin.

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	
Değiştirilen değişken	
Ölçülen değişken	

- Deney sonunda aşağıdaki soruyu cevaplandırınız:

<p>Vardığınız Sonuç Nedir?</p> <p>1. Suyun deliklerden akmasını sağlayan nedir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

G) Deney sonucu, üzerinde çalıştığınız hipotezi destekledi mi?

.....

.....

.....

H) Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için Ayşegül'e ne önerirsiniz?

.....

.....

.....

I) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamanızı sağlar?

.....

.....

.....

.....

İKİNCİ SORU İÇİN:

A) İkinci soruyla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:

B) Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

C) Sınıfça belirlenen hipotezlerden biri üzerinde uzlaşın ve aşağıya yazınız:

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ

D) Üzerinde uzlaşılan hipotezi desteklemek için deney tasarlayın ve aşağıya yazınız. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız.

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN ÖNERDİĞİM DENEY

E) Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazınız:

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN SINIFÇA BELİRLEDİĞİMİZ EN UYGUN DENEY

F) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin. Öğretmeninizin rehberliğinde aşağıdaki tabloyu doldurun:

	Su yüksekliği (cm)	Suyun fışkırma uzaklığı (cm)
Üstteki delik		
Altındaki delik		

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	
Değiştirilen değişken	
Ölçülen değişken	

- Deney sonunda aşağıdaki soruları cevaplandırınız:

<p>Verilerinizi Değerlendirin</p> <p>1. Deliklerden çıkan suların fışkırma mesafeleri eşit midir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

<p>Vardığınız Sonuç Nedir?</p> <p>1. Suyun delikten fışkırma uzaklığı basıncın bir ölçüsüdür. Bu bilgiyi suyun farklı derinlikteki basıncını karşılaştırmada nasıl kullanırsınız?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>2. Deliklerden çıkan suyun fışkırma uzaklığının farklı olması sizce neden kaynaklanır?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>3. Sıvı basıncı sıvının derinliğiyle nasıl değişir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
--

G) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığınız hipotezi destekledi mi?

.....

.....

.....

.....

H) Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için Ayşegül'e ne önerirsiniz?

.....

.....

.....

.....

I) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamamanızı sağlar?

.....

.....

.....

.....

ÜÇÜNCÜ SORU İÇİN:

A) Üçüncü soruyla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:

B) Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

C) Sınıfça belirlenen hipotezlerden biri üzerinde uzlaşın ve aşağıya yazın:

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ

D) Üzerinde uzlaşılan hipotezi desteklemek için deney tasarlayın ve aşağıya yazınız. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız.

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN ÖNERDİĞİM DENEY

E) Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazınız:

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN SINIFÇA BELİRLEDİĞİMİZ EN UYGUN DENEY

F) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin. Öğretmeninizin rehberliğinde aşağıdaki tabloyu doldurun:

	Sıvının özkütlesi (g/cm ³)	Sıvıların U borusundaki suyu yükseltme miktarı (cm)
Etil alkol	0,8	
Civa	13,6	

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	
Değiştirilen değişken	
Ölçülen değişken	

- Elde ettiğiniz verilere göre aşağıdaki soruları cevaplandırınız:

Verilerinizi Değerlendirin
1. Farklı sıvıların U borusundaki suyu yükseltme miktarı eşit midir?

Vardığımız Sonuç Nedir?

1. U borusundaki suyun yükselme miktarı, basıncın bir ölçüsüdür. Bu bilgiyi farklı özkütleye sahip sıvıların basıncını karşılaştırmada nasıl kullanırsınız?

.....

.....

2. Hortumun ucunu eşit miktarda farklı sıvılara daldırdığımız halde U borusundaki suyun yükselme miktarının farklı olması sizce neden kaynaklanır?

.....

.....

3. Sıvı basıncı sıvının özkütlesiyle nasıl değişir?

.....

.....

G) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığımız hipotezi destekledi mi?

.....

.....

.....

H) Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için Ayşegül'e ne önerirsiniz?

.....

.....

.....

I) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamanızı sağlar?

.....

.....

.....

DÖRDÜNCÜ SORU İÇİN:

A) Dördüncü soruyla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:

B) Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

C) Sınıfça belirlenen hipotezlerden biri üzerinde uzlaşın ve aşağıya yazın:

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ

D) Üzerinde uzlaşılan hipotezi desteklemek için deney tasarlayın ve aşağıya yazınız. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız.

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN ÖNERDİĞİM DENEY

E) Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazınız:

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN SINIFÇA BELİRLEDİĞİMİZ EN UYGUN DENEY

F) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin.

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	
Değiştirilen değişken	
Ölçülen değişken	

- Deney sonunda aşağıdaki soruları cevaplayınız:

Verilerinizi Değerlendirin
1. Balonun üzerine bastırmadan önce deliklerdeki suyun akış hızıyla, balonun üzerine bastırdığınızda deliklerdeki suyun akış hızı eşit mi?
2. Balonun üzerine bastırdığınızda tüm deliklerden akan suyun akış hızı eşit mi?
3. Balonun farklı bölgelerine bastırdığınızda deliklerden akan suyun akış hızları eşit mi?

Vardığınız Sonuç Nedir?
1. Balonun farklı bölgelerine bastırdığınız halde deliklerden akan suların akış hızlarının aynı olmasını nasıl açıklarsınız?

G) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığınız hipotezi destekledi mi?

.....
.....
.....
.....

H) Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için Ayşegül'e ne önerirsiniz?

.....

.....

.....

.....

I) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamanızı sağlar?

.....

.....

.....

.....

BEŞİNCİ SORU İÇİN:

A) Beşinci soruyla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:

B) Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

C) Sınıfça belirlenen hipotezlerden biri üzerinde uzlaşın ve aşağıya yazın:

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ

D) Üzerinde uzlaşılan hipotezi desteklemek için deney tasarlayın ve aşağıya yazınız. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız.

HİPOTEZİ DESTEKLEMEK İÇİN ÖNERDİĞİM DENEY

E) Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazınız:

HİPOTEZİ DESTEKLEMEK İÇİN SINIFÇA BELİRLEDİĞİMİZ EN UYGUN DENEY

F) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin. Önce suyun üç farklı durumdaki akışıyla ilgili varsayımlarınızı aşağıdaki tabloya kaydedin. Deney yapıldıktan sonra gözlem sonuçlarınızı tabloya kaydedin.

	Bantlı uç huniden yukarıda	Bantlı uç huniyle aynı seviyede	Bantlı uç huniden aşağıda
Varsayım			
Gözlem			

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	
Değiştirilen değişken	
Ölçülen değişken	

- Deney sonunda aşağıdaki soruları cevaplayınız:

<p>Verilerinizi Değerlendirin</p> <p>1. Varsayımlarınızla gözlem sonuçlarınız uyumlu mu?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>2. Hortumun bantlı ucunun yüksekliğinin değişmesi suyun akışını nasıl etkiledi?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>3. Huninin yükseltilmesi suyun akışını nasıl etkiledi?</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
--

<p>Vardığınız Sonuç Nedir?</p> <p>1. Yer altındaki kaynak sularının yeryüzüne çıkışını nasıl açıklarsınız?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
--

G) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığınız hipotezi destekledi mi?

.....

.....

.....

H) Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için Ayşegül'e ne önerirsiniz?

.....

.....

.....

D) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamamanızı sağlar?

.....

.....

.....

.....

ALTINCI SORU İÇİN:

A) Altıncı soruyla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemden ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:

B) Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

C) Sınıfça belirlenen hipotezlerden biri üzerinde uzlaşın ve aşağıya yazın:

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ

D) Üzerinde uzlaşılan hipotezi desteklemek için deney tasarlayın ve aşağıya yazınız. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız.

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN ÖNERDİĞİM DENEY

E) Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazınız:

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN SINIFÇA BELİRLEDİĞİMİZ EN UYGUN DENEY

F) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin.

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	
Değiştirilen değişken	
Ölçülen değişken	

- Deney sonunda aşağıdaki soruları cevaplayınız:

Verilerinizi Değerlendirin
1. Hangi iteneği hareket ettirmek daha kolay oldu?
.....
.....
2. İteneklerin kesit alanıyla iteneklere uygulanan kuvvet arasında nasıl bir ilişki vardır?
.....
.....

Vardığınız Sonuç Nedir?

1. Hidrolik makinelerde uygulanan kuvvetin büyüklüğünü Pascal yasasından yararlanarak nasıl değiştirebileceğinizi açıklayınız.

.....

.....

G) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığınız hipotezi destekledi mi?

.....

.....

.....

H) Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için Ayşegül'e ne önerirsiniz?

.....

.....

.....

I) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamamanızı sağlar?

.....

.....

.....

YEDİNCİ SORU İÇİN:

A) Yedinci soruyla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:

B) Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

C) Sınıfça belirlenen hipotezlerden biri üzerinde uzlaşın ve aşağıya yazın:

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ

D) Üzerinde uzlaşılan hipotezi desteklemek için deney tasarlayın ve aşağıya yazınız. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız.

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN ÖNERDİĞİM DENEY

E) Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazın:

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN SINIFÇA BELİRLEDİĞİMİZ EN UYGUN DENEY

F) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin. Öğretmeninizin rehberliğinde aşağıdaki tabloyu doldurun:

	Deliklerden fışkıran su uzaklıkları aynı mı?	Hangi delikten çıkan su daha ileri gitti?
Su şişesi ayakta		
Su şişesi yatarken		

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	
Değiştirilen değişken	
Ölçülen değişken	

- Deney bitiminde aşağıdaki soruları cevaplayınız:

<p>Vardığınız Sonuç Nedir?</p> <p>1. Tansiyon, ayakta ve yatarken ölçülürse sonuçlar aynı mı çıkar? Neden?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
--

G) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığınız hipotezi destekledi mi?

.....

.....

.....

H) Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için Ayşegül'e ne önerirsiniz?

.....

.....

.....

I) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamanızı sağlar?

.....

.....

.....

Senaryo adı: Üç Dağcının Maceraları
Tarih:

Adınız-Soyadınız:

SENARYOYU İNCELİYORUZ

1. Senaryoyu okuyun. Belirlediğiniz problem durumlarını (soruları) aşağıya yazınız:

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

2. Sınıfça belirlediğiniz ortak soruları aşağıya yazın:

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)
- 6)
- 7)
- 8)

3. Sorulara cevap bulmak için “bilgi kaynaklarını” araştırınız. Bilgi kaynaklarını araştırmadan önce iş planı hazırlayınız. Aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

	Belirlediğim öğrenme konuları	Sınıfça belirlenen öğrenme konuları	Bilgi kaynaklarım	İş planım
	Sorunun cevabına ulaşmak için neleri öğrenmeniz gerektiğini yazın.	Sorunun cevabına ulaşmak için sınıfça belirlenen öğrenme konularını yazın.	Soruyla ilgili bilgiye ulaşabileceğiniz kitap, ders kitabı, dergi, gazete, ansiklopedi, Internet, uzman kişiler, vb. bilgi kaynaklarını yazın.	Sorunun cevabına ulaşmak için yapmanız gereken işleri yazın. (hangi işi, nasıl yapacağım?)
1. soru için				
2. soru için				
3. soru için				
4. soru için				
5. soru için				
6. soru için				
7. soru için				
8. soru için				

4. Araştırmada elde ettiğiniz bilgileri aşağıya yazınız:

	ELDE EDİLEN BİLGİLER
1. soru için	
2. soru için	
3. soru için	
4. soru için	
5. soru için	
6. soru için	
7. soru için	
8. soru için	

5. Sorulara cevap bulmak için “bilimsel araştırma yöntemini” uygulayın.

BİRİNCİ SORU İÇİN:

A) Birinci soruyla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemden ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:

B) Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

C) Sınıfça belirlenen hipotezlerden biri üzerinde uzlaşın ve aşağıya yazın:

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ

D) Üzerinde uzlaşılan hipotezi desteklemek için deney tasarlayın ve aşağıya yazın. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız.

HİPOTEZİ DESTEKLEMEK İÇİN ÖNERDİĞİMİZ DENEY

E) Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazınız:

HİPOTEZİ DESTEKLEMEK İÇİN SINIFÇA BELİRLEDİĞİMİZ EN UYGUN DENEY

F) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin.

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	
Değiştirilen değişken	
Ölçülen değişken	

- Gözlemlerinize göre aşağıdaki soruyu sınıfça tartışarak cevaplayın.

<p>Vardığınız Sonuç Nedir?</p> <p>1. Kutunun içe doğru çökmesinin nedeni nedir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

G) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığınız hipotezi destekledi mi?

.....

.....

.....

H) Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için dağcılara ne önerirsiniz?

.....

.....

.....

I) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamanızı sağlar?

.....

.....

.....

İKİNCİ SORU İÇİN:

A) İkinci soruyla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:

B) Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

C) Sınıfça belirlenen hipotezlerden biri üzerinde uzlaşın ve aşağıya yazın:

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ

D) Üzerinde uzlaşılan hipotezi desteklemek için deney tasarlayın ve aşağıya yazın. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız.

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN ÖNERDİĞİMİZ DENEY

E) Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazınız:

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN SINIFÇA BELİRLEDİĞİMİZ EN UYGUN DENEY

F) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin.

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	
Değiştirilen değişken	
Ölçülen değişken	

- Gözlemlerinize göre aşağıdaki soruyu sınıfça tartışarak cevaplayınız.

<p>Vardığınız Sonuç Nedir?</p> <p>1. Kağıdın yukarı doğru yükselmesinin nedeni nedir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

G) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığınız hipotezi destekledi mi?

.....

.....

.....

.....

H) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamanızı sağlar?

.....

.....

.....

ÜÇÜNCÜ SORU İÇİN:

A) Üçüncü soruyla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:

B) Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

C) Sınıfça belirlenen hipotezlerden biri üzerinde uzlaşın ve aşağıya yazın:

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ

D) Üzerinde uzlaşılan hipotezi desteklemek için deney tasarlayın ve aşağıya yazın. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız.

HİPOTEZİ DESTEKLEMEK İÇİN ÖNERDİĞİMİZ DENEY

E) Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazınız:

HİPOTEZİ DESTEKLEMEK İÇİN SINIFÇA BELİRLEDİĞİMİZ EN UYGUN DENEY

F) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin.

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	
Değiştirilen değişken	
Ölçülen değişken	

- Deney sonunda aşağıdaki soruyu sınıfça tartışarak cevaplandırınız:

Verilerinizi Değerlendirin

1. Balonu içinde kaynar su bulunan kavanoza bıraktığınızda büyüklüğü değişti mi?

.....

.....

Vardığınız Sonuç Nedir?

1. Balonun sıcak ortamda genişlemesinin nedeni nedir?

.....

.....

G) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığınız hipotezi destekledi mi?

.....

.....

.....

H) Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için dağcılara ne önerirsiniz?

.....

.....

.....

I) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamamanızı sağlar?

.....

.....

.....

BEŞİNCİ SORU İÇİN:

A) Beşinci soruyla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:

B) Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

C) Sınıfça belirlenen hipotezlerden biri üzerinde uzlaşın ve aşağıya yazın:

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ

D) Üzerinde uzlaşılan hipotezi desteklemek için deney tasarlayın ve aşağıya yazın. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız.

HİPOTEZİ DESTEKLEMEK İÇİN ÖNERDİĞİMİZ DENEY

E) Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazınız:

HİPOTEZİ DESTEKLEMEK İÇİN SINIFÇA BELİRLEDİĞİMİZ EN UYGUN DENEY

F) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin.

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	
Değiştirilen değişken	
Ölçülen değişken	

- Gözlemlerinize göre aşağıdaki soruyu sınıfça tartışarak cevaplayınız.

<p>Vardığımız Sonuç Nedir?</p> <p>1. Balonun suda yükselip havada yere düşmesinin nedeni nedir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

G) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığımız hipotezi destekledi mi?

.....

.....

.....

.....

H) Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için dağcılara ne önerirsiniz?

.....

.....

.....

.....

I) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamanızı sağlar?

.....

.....

.....

.....

ALTINCI SORU İÇİN:

A) Altıncı soruyla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:

B) Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

C) Sınıfça belirlenen hipotezlerden biri üzerinde uzlaşın ve aşağıya yazın:

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ

D) Üzerinde uzlaşılan hipotezi desteklemek için deney tasarlayın ve aşağıya yazın. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız.

HİPOTEZİ DESTEKLEMEK İÇİN ÖNERDİĞİMİZ DENEY

E) Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazınız:

HİPOTEZİ DESTEKLEMEK İÇİN SINIFÇA BELİRLEDİĞİMİZ EN UYGUN DENEY

F) Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için dağcılara ne önerirsiniz?

.....

.....

.....

.....

YEDİNCİ SORU İÇİN:

A) Yedinci soruyla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:

B) Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

C) Sınıfça belirlenen hipotezlerden biri üzerinde uzlaşın ve aşağıya yazın:

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ

D) Üzerinde uzlaşılan hipotezi desteklemek için deney tasarlayın ve aşağıya yazın. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız.

HİPOTEZİ DESTEKLEMEK İÇİN ÖNERDİĞİMİZ DENEY

E) Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazınız:

HİPOTEZİ DESTEKLEMEK İÇİN SINIFÇA BELİRLEDİĞİMİZ EN UYGUN DENEY

F) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin. Öğretmeninizin rehberliğinde aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

Öğrenci adı	U borusunun kolları arasındaki sıvı seviyesi farkı (cm)

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	
Değiştirilen değişken	
Ölçülen değişken	

- Deney sonunda aşağıdaki soruları sınıfça tartışarak cevaplandırınız:

Verilerinizi Değerlendirin

- Her arkadaşınızın ölçtüğü sıvı yüksekliğiyle sizin ölçtüğünüz sıvı yüksekliği aynı mı? Hanginizin üflediği havanın basıncı daha büyüktür?

.....

.....

.....

Vardığımız Sonuç Nedir?

1. Bir gazın basıncı U borusuyla nasıl ölçülür?

.....

.....

.....

2. Her arkadaşınızın üflediği havanın basıncının farklı olmasını nasıl açıklarsınız?

.....

.....

.....

G) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığımız hipotezi destekledi mi?

.....

.....

.....

.....

SEKİZİNCİ SORU İÇİN:**A) Sekizinci soruyla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemden ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).**

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:

B) Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

C) Sınıfça belirlenen hipotezlerden biri üzerinde uzlaşın ve aşağıya yazın:

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ

D) Üzerinde uzlaşılan hipotezi desteklemek için deney tasarlayın ve aşağıya yazın. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız.

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN ÖNERDİĞİMİZ DENEY

E) Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazınız:

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN SINIFÇA BELİRLEDİĞİMİZ EN UYGUN DENEY

F) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamamanızı sağlar?

.....

.....

.....

.....

.....

Senaryo adı: Ayşegül'ün Kamp Maceraları-2

Adınız-Soyadınız:

Tarih:

SENARYOYU İNCELİYORUZ

1. Senaryoyu okuyunuz. Belirlediğiniz problem durumlarını (soruları) aşağıya yazınız:

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)

2. Sınıfça belirlediğiniz ortak soruları aşağıya yazınız:

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)
- 6)

3. Sorulara cevap bulmak için “bilgi kaynaklarını” araştırınız. Bilgi kaynaklarını araştırmadan önce iş planı hazırlayınız. Aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

	Belirlediğim öğrenme konuları	Sınıfça belirlenen öğrenme konuları	Bilgi kaynaklarım	İş planım
	Sorunun cevabına ulaşmak için neleri öğrenmeniz gerektiğini yazın.	Sorunun cevabına ulaşmak için sınıfça belirlenen öğrenme konularını yazın.	Soruyla ilgili bilgiye ulaşabileceğiniz kitap, ders kitabı, dergi, gazete, ansiklopedi, Internet, uzman kişiler, vb. bilgi kaynaklarını yazın.	Sorunun cevabına ulaşmak için yapmanız gereken işleri yazın. (hangi işi, nasıl yapacağım?)
1. soru için				
2. soru için				
3. soru için				
4. soru için				
5. soru için				
6. soru için				

4. Araştırmada elde ettiğiniz bilgileri aşağıya yazınız:

	ELDE EDİLEN BİLGİLER
1. soru için	
2. soru için	
3. soru için	
4. soru için	
5. soru için	
6. soru için	

5. Sorulara cevap bulmak için “bilimsel araştırma yöntemini” uygulayın.

BİRİNCİ SORU İÇİN:

A) Hipotez belirleme (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ

B) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin.

- Öğretmeniniz rehberliğinde aşağıdaki tabloyu doldurunuz:

TAŞ HAVADA İKEN	TAŞ SUDA İKEN	
Taşın havadaki ağırlığı	Taşın sudaki ağırlığı	Sudaki hacim artışı

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	
Değiştirilen değişken	
Ölçülen değişken	

- Deney sonunda elde ettiğiniz verilere göre aşağıdaki soruları cevaplayınız:

<p>Verilerinizi Değerlendirin</p> <p>1. Taşın su ve havadaki ağırlığını karşılaştırınız.</p> <p>2. Taşı suya batırdığınızda ne kadar hafifledi?</p> <p>3. Yer değiştiren suyun ağırlığını hesaplayınız ($d_{su} = 1 \text{ g/cm}^3$).</p>

<p>Vardığınız Sonuç Nedir?</p> <p>1. Aynı cismin hava ve su içindeki ağırlıkları neden farklıdır?</p> <p>2. Sıvıya batırılan cismin hafiflemesiyle yer değiştiren sıvının ağırlığı arasında nasıl bir ilişki vardır?</p>

C) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığınız hipotezi destekledi mi?

.....
.....
.....
.....

D) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamamanızı sağlar?

.....
.....
.....
.....

İKİNCİ SORU İÇİN:

A) Hipotez belirleme. (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ

B) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin.

- Aşağıdaki tabloyu öğretmeniniz rehberliğinde doldurun:

	Yumurtanın konumu
Tatlı suda	
Tuzlu suda	

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	
Değiştirilen değişken	
Ölçülen değişken	

- Elde ettiğiniz verilere göre aşağıdaki soruyu cevaplayınız:

<p>Vardığınız Sonuç Nedir?</p> <p>1. Yumurtanın tatlı suda ve tuzlu suda konumunun farklı olmasının nedeni nedir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
--

C) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığınız hipotezi destekledi mi?

.....

.....

.....

D) Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için çocuklara ne önerirsiniz?

.....

.....

.....

E) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamanızı sağlar?

.....

.....

.....

ÜÇÜNCÜ SORU İÇİN:

A) Hipotez belirleme. (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ

B) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin.

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	
Değiştirilen değişken	
Ölçülen değişken	

- Gözleminize dayanarak aşağıdaki soruyu cevaplayınız:

<p>Vardığınız Sonuç Nedir?</p> <p>1. Kabuklu portakalın suda batıp kabuksuzken yüzmesinin nedeni nedir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

C) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığınız hipotezi destekledi mi?

.....

.....

.....

.....

D) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamanızı sağlar?

.....

.....

.....

.....

DÖRDÜNCÜ SORU İÇİN:

A) Hipotez belirleme. (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ

B) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: 3. soruda yaptığımız deneye göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

<p>Vardığınız Sonuç Nedir?</p> <p>1. Ayşegül'ün nefes aldığı durum, kabuklu portakalın durumuna benzetilebilir mi?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>2. Ayşegül'ün derin nefes aldığı anda su üzerinde daha rahat durabilmesi, kabuklu portakalın suda yüzebilmesiyle açıklanabilir mi?</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

C) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığınız hipotezi destekledi mi?

.....

.....

.....

.....

D) Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için Ayşegül'e ne önerirsiniz?

.....

.....

.....

.....

E) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamanızı sağlar?

.....

.....

.....

.....

BEŞİNCİ SORU İÇİN:

A) Hipotez belirleme. (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ

B) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin.

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	
Değiştirilen değişken	
Ölçülen değişken	

- Gözlemlerinize göre aşağıdaki soruyu cevaplayın.

<p>Vardığınız Sonuç Nedir?</p> <p>1. Aynı maddeden yapılmasına rağmen tabak yüzerken küre neden batıyor?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
--

C) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığınız hipotezi destekledi mi?

.....

.....

.....

.....

D) Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için çocuklara ne önerirsiniz?

.....

.....

.....

.....

E) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamanızı sağlar?

.....

.....

.....

.....

ALTINCI SORU İÇİN:

A) Hipotez belirleme. (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ

B) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin.

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	
Değiştirilen değişken	
Ölçülen değişken	

- Gözlemlerinize göre aşağıdaki soruyu cevaplayınız.

<p>Vardığınız Sonuç Nedir?</p> <p>1. Oyuncak denizaltının batıp yüzmesini sağlayan nedir?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

C) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığınız hipotezi destekledi mi?

.....

.....

.....

.....

D) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamamanızı sağlar?

.....

.....

.....

.....

APPENDIX N

TEACHER GUIDE BOOK FOR LIS FORMS

(For Individual Work/PBL-I Group)

Senaryo adı: Kuma Takılan Bisiklet

Tarih:

SENARYOYU İNCELİYORUZ (Öğretmen için kılavuz)

1. Senaryoyu okuyun. Belirlediğiniz problem durumlarını (soruları) aşağıya yazınız:

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

2. Sınıfça belirlediğiniz ortak soruları aşağıya yazın:

- 1) *Şişman çocuk (Mehmet) yarış bisikletiyle kumdan geçemezken, zayıf çocuk (Kemal) nasıl geçebiliyor?*
- 2) *Mehmet yarış bisikletiyle kumdan geçemezken dağ bisikletiyle nasıl geçebiliyor?*

3. Sorulara cevap bulmak için “bilgi kaynaklarını” araştırın. Bilgi kaynaklarını araştırmadan önce iş planı hazırlayın. Aşağıdaki tabloyu doldurun.

	Belirlediğim öğrenme konuları	Sınıfça belirlenen öğrenme konuları	Bilgi kaynaklarım	İş planım
	Sorunun cevabına ulaşmak için neleri öğrenmeniz gerektiğini yazın.	Sorunun cevabına ulaşmak için sınıfça belirlenen öğrenme konularını yazın.	Soruyla ilgili bilgiye ulaşabileceğiniz kitap, ders kitabı, dergi, gazete, ansiklopedi, Internet, uzman kişiler, vb. bilgi kaynaklarını yazın.	Sorunun cevabına ulaşmak için yapmanız gereken işleri yazın. (hangi işi, nasıl yapacağım?)
1. soru için		- <i>Teker genişliğinin batmaya etkisi,</i> - <i>Basınç</i>		
2. soru için		- <i>Ağırlığın batmaya etkisi,</i> - <i>Basınç</i>		

4. Araştırmada elde ettiğiniz bilgileri aşağıya yazın:

	ELDE EDİLEN BİLGİLER
1. soru için	
2. soru için	

5. Sorulara cevap bulmak için “bilimsel araştırma yöntemini” uygulayın. Öncelikle sorularla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemden ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

6. Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez: <i>Bisikletlerin kuma batmasında bisiklet üzerindeki çocuğun ağırlığının etkisi vardır.</i>
2. hipotez: <i>Bisikletlerin kuma batmasında teker genişliğinin etkisi vardır.</i>

7. Sınıfça belirlenen hipotezleri test etmek için deney tasarlayın ve aşağıya yazın. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız.

1. hipotezi test etmek için önerdiğiniz deney:

2. hipotezi test etmek için önerdiğiniz deney:

8. Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazınız:

1. hipotezi test etmek için sınıfça belirlediğimiz deney: “Undaki İzler”
Bir kâseye un koyulur. 0,5 kg’lık iki adet özdeş kütle kullanılır. Önce kütlelerin biri un üzerine konur ve çıkardığı iz bakılır. Sonra iki kütle üst üste iken una konur ve çıkardığı iz bakılır. Tek kütle zayıf çocuk, iki kütle şişman çocuk oluyor. Bu durumda yüzey alanı değişmiyor. Yani çocuk aynı bisiklet üzerinde bulunuyor.

2. hipotezi test etmek için sınıfça belirlediğimiz deney: “Undaki İzler”
Bir çekiç, un üzerine önce geniş yüzü üzerine konur ve çıkardığı iz bakılır. Sonra çekiç dar ve sivri ucu üzerine konur ve çıkardığı iz bakılır. Çekicinin geniş yüzü dağ bisikletinin tekerini, dar yüzü yarış bisikletinin tekerini temsil etmektedir. Her iki durumda çekicinin ağırlığı aynıdır. Yani aynı çocuk her iki bisiklete de binmektedir, ağırlık değişmemektedir.

9. Deneyi öğretmeniniz yaparken izleyin. Öğretmeninizin rehberliğinde aşağıdaki tabloyu doldurun:

	Kuvvet (N)	Yüzey (m ²)	İz derinliği (m)	Kuvvet/Yüzey (N/m ²)
0,5 kg’lık yükte	<i>Küçük</i>	<i>Aynı</i>	<i>Az</i>	<i>Küçük</i>
1 kg’lık yükte	<i>Büyük</i>	<i>Aynı</i>	<i>Çok</i>	<i>Büyük</i>
Çekiç geniş yüzey üzerindeyken	<i>Aynı</i>	<i>Büyük</i>	<i>Az</i>	<i>Küçük</i>
Çekiç dar yüzey üzerindeyken	<i>Aynı</i>	<i>Küçük</i>	<i>Çok</i>	<i>Büyük</i>

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

	Deneyin 1. bölümü için	Deneyin 2. bölümü için
Sabit tutulan değişken	<i>Cismin temas alanı</i>	<i>Cismin ağırlığı (kuvvet)</i>
Değiştirilen değişken	<i>Cismin ağırlığı (kuvvet)</i>	<i>Cismin temas alanı</i>
Ölçülen değişken	<i>İz derinliği</i>	<i>İz derinliği</i>

- Deney sonunda aşağıdaki soruları cevaplayınız.

Vardığımız Sonuç Nedir?

1. Yüzey alanları aynı olan 0,5 kg ve 1 kg'lık yüklerin iz derinliklerinin farklı olmasının nedenini nasıl açıklarsınız?
İz derinliği ağırlığa bağlıdır. Ağırlık arttıkça iz derinliği de artmaktadır
2. Çekicin dar ve geniş yüzeylerinin oluşturduğu iz derinliklerinin farklı olması sizce neden kaynaklanır?
İz derinliği cismin temas alanına da bağlıdır. Temas alanı arttıkça iz derinliği azalmaktadır.
3. Yüzey alanıyla kuvvet/yüzey, ağırlıkla kuvvet/yüzey arasında nasıl bir ilişki vardır?
*Yüzey alanıyla kuvvet/yüzey ters orantılıdır
Ağırlıkla kuvvet/yüzey doğru orantılıdır.*
4. Kuvvet/yüzey oranını adlandırmak isteseydiniz ne ad verirdiniz?
Kuvvet/yüzey basınç olarak adlandırılır.

Şimdi veri tablosuna dönünüz. Kuvvet/yüzey yerine basınç terimini kullanarak iz derinliği ile basınç arasındaki ilişkiyi tekrar inceleyiniz.

- 10.** Deney sonucu hipotezinizi destekledi mi? Arkadaşlarınızla tartışın ve aşağıya yazın:

Yapılan deney sonuçları hipotezlerin desteklendiğini gösterir. Yani:

- 1) *Bisikletlerin kuma batmasında bisiklet üzerindeki çocuğun ağırlığının etkisi vardır.*
- 2) *Bisikletlerin kuma batmasında teker genişliğinin etkisi vardır.
ifadeleri doğruluk yönünde desteklenmiştir.*

- 11.** Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için Mehmet'e ne önerirsiniz? Arkadaşlarınızla tartışarak aşağıya yazın:

En ideal öneriler şu şekilde olabilir:

- 1) *Yarış bisikletiyle kumdan geçebilmek için bisiklette zayıf bir çocuk olmalıdır.*
- 2) *Yarış bisikletiyle kumdan geçebilmek için teker genişliğini arttırmak gerekir.*

- 12.** Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz günlük yaşamda başka hangi olayları anlamamızı sağlar? Arkadaşlarınızla tartışarak aşağıya yazın.

- karda batma
- jip tekerlerinin geniş olması
- traktörlerin arka tekerlerinin geniş olması
- topuklu ayakkabının toprakta daha çok batması
- çivinin sivri ucunun parmağımızı daha çok acıtması
- kör bıçağın ekmeği daha zor kesmesi

Senaryo adı: Ayşegül'ün Kamp Maceraları

Tarih:

SENARYOYU İNCELİYORUZ (Öğretmen Kılavuzu)**1. Senaryoyu okuyunuz. Belirlediğiniz problem durumlarını (soruları) aşağıya yazınız:**

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)

2. Sınıfça belirlediğiniz ortak soruları aşağıya yazınız:

- 1) *Ayşegül yüzerken dibe daldığında neden kulağında ağrı hissetti?*
- 2) *Daha fazla derine dalındığında kulaklar neden daha çok ağrıyor?*
- 3) *Deniz suyu olan havuza dalındığında tatlı sudakine göre kulaklar neden daha çok ağrıyor?*
- 4) *İçi su dolu balon farklı bölgelerden sıkılınca neden tüm deliklerden aynı miktarda su fışkırıyor?*
- 5) *Toprağın derinliklerine gitmesi gerekirken nasıl oluyor da kaynak suyu topraktan yeryüzüne çıkabiliyor?*
- 6) *Kameranın az bir kuvvetle her yöne rahatlıkla hareket edebilmesini sağlayan nedir?*
- 7) *Tansiyonun sol koldan ve kalp hizasından ölçülmesinin nedeni nedir?*

3. Sorulara cevap bulmak için “bilgi kaynaklarını” araştırınız. Bilgi kaynaklarını araştırmadan önce iş planı hazırlayınız. Aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

	Belirlediğim öğrenme konuları	Sınıfça belirlenen öğrenme konuları	Bilgi kaynaklarım	İş planım
	Sorunun cevabına ulaşmak için neleri öğrenmeniz gerektiğini yazın.	Sorunun cevabına ulaşmak için sınıfça belirlenen öğrenme konularını yazın.	Soruyla ilgili bilgiye ulaşabileceğiniz kitap, ders kitabı, dergi, gazete, ansiklopedi, Internet, uzman kişiler, vb. bilgi kaynaklarını yazın.	Sorunun cevabına ulaşmak için yapmanız gereken işleri yazın. (hangi işi, nasıl yapacağım?)
1. soru için		- Sıvı basıncının varlığı		
2. soru için		- Derinlerde suyun insana etkisi - Derinliğin sıvı basıncına etkisi		
3. soru için		- Tatlı ve tuzlu suyun derinlerde kulak ağrısına etkisi - Özkütlenin sıvı basıncına etkisi		
4. soru için		- Üzerine kuvvet uygulanan sıvıların davranışı - Pascal ilkesi		
5. soru için		- Kaynak suyunun yeryüzüne çıkışı - Sıvıların yüksek basınçlı yerden alçak basınçlı yere hareket etmesi		

6. soru için		- Kameranın az kuvvetle her yöne kolayca hareket etmesini sağlayan sistem - Pascal ilkesi		
7. soru için		- Tansiyon ölçme yöntemi - Tansiyon ve kan basıncı arasındaki ilişki		

4. Araştırmada elde ettiğiniz bilgileri aşağıya yazın:

	ELDE EDİLEN BİLGİLER
1.soru için	
2.soru için	
3.soru için	
4.soru için	
5.soru için	
6.soru için	
7.soru için	

5. Sorulara cevap bulmak için “bilimsel araştırma yöntemini” uygulayın.

BİRİNCİ SORU İÇİN:

A) Birinci soruyla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemden ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:

B) Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

C) Sınıfça belirlenen hipotezlerden biri üzerinde uzlaşın ve aşağıya yazın:

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ
Dibe dalındığında kulak ağrısının nedeni suyun kulağa basınç uygulamasıdır.

D) Üzerinde uzlaşılan hipotezi desteklemek için deney tasarlayın ve aşağıya yazın. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız.

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN ÖNERDİĞİM DENEY

E) Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazınız:

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN SINIFÇA BELİRLEDİĞİMİZ EN UYGUN DENEY
<i>Evde uğraş etkinliği (ders kitabı, sayfa 101)</i>

F) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin.

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	<i>Deliklerin yerden yüksekliği</i>
Değiştirilen değişken	<i>Yok</i>
Ölçülen değişken	<i>Deliklerden fışkıran suyun akış hızı</i>

- Deney sonunda aşağıdaki soruyu cevaplandırınız:

<p>Vardığınız Sonuç Nedir?</p> <p>1. Suyun deliklerden akmasını sağlayan nedir?</p> <p><i>Suyun deliklerden akması, su taneciklerinin kabın yüzeylerine itme uyguladığını gösterir. Bir yüzey üzerine etkiyen itme basınç oluşturur. Öyleyse kap içindeki sıvı kaba basınç uygular.</i></p>
--

G) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığınız hipotezi destekledi mi?

Desteklemiştir. Yukarıdaki açıklama bunu göstermektedir.

H) Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için Ayşegül'e ne önerirsiniz?

Ayşegül dalış yapacağı zaman su basıncından kaynaklanan kulak ağrısını önlemek için kulaklık takabilir.

I) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamanızı sağlar?

- Delinen su deposundan suyun fışkırması

İKİNCİ SORU İÇİN:

A) İkinci soruyla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:

B) Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

C) Sınıfça belirlenen hipotezlerden biri üzerinde uzlaşın ve aşağıya yazın:

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ
<i>Derine inildikçe suyun kulağa uyguladığı basınç artar ve kulak daha çok ağrır.</i>

D) Üzerinde uzlaşılan hipotezi desteklemek için deney tasarlayın ve aşağıya yazın. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız.

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN ÖNERDİĞİM DENEY

E) Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazınız:

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN SINIFÇA BELİRLEDİĞİMİZ EN UYGUN DENEY
<i>Fışkıran su (ders kitabı, sayfa 102)</i>

F) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin.

- Öğretmeninizin rehberliğinde aşağıdaki tabloyu doldurun:

	Su yüksekliği (cm)	Suyun fışkırma uzaklığı (cm)
Üstteki delik		
Altındaki delik		

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	<i>Sıvı miktarı</i>
Değiştirilen değişken	<i>Delik seviyesindeki su yüksekliği</i>
Ölçülen değişken	<i>Suyun fışkırma mesafesi</i>

- Deney sonunda aşağıdaki soruları cevaplandırınız:

Verilerinizi Değerlendirin

1. Deliklerden çıkan suların fışkırma mesafeleri eşit midir?

Eşit değildir. Altındaki delikten fışkıran su üsttekine göre daha uzağa gitmektedir.

Vardığımız Sonuç Nedir?

1. Suyun delikten fışkırma uzaklığı basıncın bir ölçüsüdür. Bu bilgiyi suyun farklı derinlikteki basıncını karşılaştırmada nasıl kullanırsınız?

Verilen tanıma göre suyun daha uzağa fışkırdığı yerde su basıncı daha çok olur. Yani alttaki deliğe etkiyen basınç üsttekine göre daha çoktur. Buradan hareketle daha derinlere inildikçe sıvı basıncının arttığını söyleyebiliriz.

2. Deliklerden çıkan suyun fışkırma uzaklığının farklı olması sizce neden kaynaklanır?

Derinlik değiştikçe sıvı basıncı da değiştiğinden, deliklerden çıkan suyun fışkırma uzaklığı farklı olmaktadır.

3. Sıvı basıncı sıvının derinliğiyle nasıl değişir?

Sıvı basıncının büyüklüğü, sıvının derinliğiyle doğru orantılıdır. Derinlik arttıkça sıvının basıncı da artar.

G) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığımız hipotezi destekledi mi?

Desteklemiştir. Yukarıdaki açıklama bunu göstermektedir.

H) Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için Ayşegül'e ne önerirsiniz?

Kulağının ağrıması için Ayşegül çok fazla derine dalmamalıdır. (Ne kadar çok derine dalarsa su o kadar fazla kulağa basınç uygulayacaktır ve kulağı ağrıyacaktır).

I) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamanızı sağlar?

- Baraj diplerinin kalın yapılması,
- Dalgıçların özel giysiler giymesi,

ÜÇÜNCÜ SORU İÇİN:

A) Üçüncü soruyla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:

B) Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

C) Sınıfça belirlenen hipotezlerden biri üzerinde uzlaşın ve aşağıya yazın.

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ
<i>Dibe dalındığında oluşan kulak ağrısının şiddeti suyun öz kütlesine bağlıdır.</i>

D) Üzerinde uzlaşılan hipotezi desteklemek için deney tasarlayın ve aşağıya yazın. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız.

HİPOTEZİ DESTEKLEMEK İÇİN ÖNERDİĞİM DENEY

E) Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazınız:

HİPOTEZİ DESTEKLEMEK İÇİN SINIFÇA BELİRLEDİĞİMİZ EN UYGUN DENEY
<i>Yükselen su (ders planı sayfa 6'da açıklanmıştır)</i>

F) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin.

- Öğretmeninizin rehberliğinde aşağıdaki tabloyu doldurun:

	Sıvının özkütlesi (g/cm ³)	Sıvıların U borusundaki suyu yükseltme miktarı (cm)
Etil alkol	0,8	<i>1,2 (boruyu daldırdığınız derinliğe göre değişir)</i>
Civa	13,6	<i>2,5 (boruyu daldırdığınız derinliğe göre değişir)</i>

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	<i>U borusundaki sıvı türü</i>
Değiştirilen değişken	<i>Hortumun daldırıldığı sıvının türü</i>
Ölçülen değişken	<i>U borusunda suyun yükselme miktarı</i>

- Elde ettiğiniz verilere göre aşağıdaki soruları cevaplandırınız:

<p>Verilerinizi Değerlendirin</p> <p>1. Farklı sıvıların U borusundaki suyu yükseltme miktarı eşit midir?</p> <p><i>Eşit değildir. Civa, U borusundaki suyu daha fazla yükseltmektedir.</i></p>
--

<p>Vardığınız Sonuç Nedir?</p> <p>1. U borusundaki suyun yükselme miktarı, basıncın bir ölçüsüdür. Bu bilgiyi farklı öz kütleye sahip sıvıların basıncını karşılaştırmada nasıl kullanırsınız?</p> <p><i>U borusundaki suyun yükselme miktarına dayanarak civa, etil alkole göre daha fazla basınç uygulamıştır. Civanın öz kütlesi, etil alkolden daha büyüktür. O halde öz kütlesi büyük olan sıvı, daha fazla basınç uygular diyebiliriz.</i></p> <p>2. Hortumun ucunu eşit miktarda farklı sıvılara daldırdığımız halde U borusundaki suyun yükselme miktarının farklı olması sizce neden kaynaklanır?</p> <p><i>U borusundaki suyun yükselme miktarının farklı olması, sıvıların farklı basınç uyguladığını gösterir. Basıncı bu farklılık, sıvıların farklı öz kütleye sahip olmasından kaynaklanmaktadır.</i></p> <p>3. Sıvı basıncı sıvının öz kütlesiyle nasıl değişir?</p> <p><i>Sıvı basıncı, sıvının öz kütlesiyle doğru orantılıdır. Öz kütlesi büyük olan sıvı daha büyük basınç uygular.</i></p>
--

G) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığınız hipotezi destekledi mi?

Desteklemiştir. Yukarıdaki açıklama bunu göstermektedir.

H) Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için Ayşegül'e ne önerirsiniz?

Deniz suyunun öz kütlesi tatlı suya göre daha büyük olduğundan su basıncı daha çok olur. Bu nedenle Ayşegül denizde çok derine dalmamalıdır. Aksi takdirde kulağı daha çok ağrır.

I) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamanızı sağlar?

.....

.....

.....

.....

DÖRDÜNCÜ SORU İÇİN:

A) Dördüncü soruyla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:

B) Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

C) Sınıfça belirlenen hipotezlerden biri üzerinde uzlaşın ve aşağıya yazın:

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ
<i>İçi su dolu balon sıkılınca tüm deliklerden su fışkırmasının nedeni suyun sıkışmama özelliğindendir.</i>

D) Üzerinde uzlaşılan hipotezi desteklemek için deney tasarlayın ve aşağıya yazın. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız:

HİPOTEZİ DESTEKLEMEK İÇİN ÖNERDİĞİM DENEY

E) Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazınız:

HİPOTEZİ DESTEKLEMEK İÇİN SINIFÇA BELİRLEDİĞİMİZ EN UYGUN DENEY
<i>Balon fiskiye (ders kitabı, sayfa 111)</i>

F) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin.

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	<i>Balonun cinsi</i>
Değiştirilen değişken	<i>Kuvvetin uygulandığı yer</i>
Ölçülen değişken	<i>Deliklerden fışkıran suyun akış hızı</i>

- Deney sonunda aşağıdaki soruları cevaplayınız:

Verilerinizi Değerlendirin

- Balonun üzerine bastırmadan önce deliklerdeki suyun akış hızıyla, balonun üzerine bastırdığınızda deliklerdeki suyun akış hızı eşit mi?
Eşit değil. Balonun üzerine bastırdığınızda su deliklerden daha hızlı çıkmaktadır.
- Balonun üzerine bastırdığınızda tüm deliklerden akan suyun akış hızı eşit mi?
Eşit.
- Balonun farklı bölgelerine bastırdığınızda deliklerden akan suyun akış hızları eşit mi?
Eşit.

Vardığınız Sonuç Nedir?

- Balonun farklı bölgelerine bastırdığınız halde deliklerden akan suların akış hızlarının aynı olmasını nasıl açıklarsınız?
Su sıkıştırılmaz. Bu nedenle kendi üzerine uygulanan kuvveti aynen iletir. Bunun sonucunda balonun neresine bastırırsak bastıralım balonun tüm yüzeyine su tarafından aynı kuvvet iletilir. İletilen kuvvet aynı olunca deliklerden çıkan suların hızları da aynı olur.

G) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığınız hipotezi destekledi mi?

Desteklemiştir. Yukarıdaki açıklama bunu göstermektedir.

H) Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için Ayşegül'e ne önerirsiniz?

Ayşegül yarışmada tek delikli ya da delikleri hep aynı tarafta olan bir balon kullanmalıdır.

I) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamanızı sağlar?

- Meyve suyu kutusu sıkıldığında meyve suyunun delikten fışkırması

BEŞİNCİ SORU İÇİN:

A) Beşinci soruyla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:

B) Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

C) Sınıfça belirlenen hipotezlerden biri üzerinde uzlaşın ve aşağıya yazın:

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ
<i>Kaynak suyu yüksek basınçlı yerden alçak basınçlı yere doğru hareket ettiğinden yeryüzüne çıkar.</i>

D) Üzerinde uzlaşılan hipotezi desteklemek için deney tasarlayın ve aşağıya yazın. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız.

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN ÖNERDİĞİM DENEY

E) Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazınız:

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN SINIFÇA BELİRLEDİĞİMİZ EN UYGUN DENEY
<i>Suyun yolculuğu (ders kitabı, sayfa 103)</i>

F) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin. Önce suyun üç farklı durumdaki akışıyla ilgili varsayımlarınızı aşağıdaki tabloya kaydedin. Deney yapıldıktan sonra gözlem sonuçlarınızı tabloya kaydedin.

	Bantlı uç huniden yukarıda	Bantlı uç huniyle aynı seviyede	Bantlı uç huniden aşağıda
Varsayım			
Gözlem	<i>Su fışkırmadı</i>	<i>Su fışkırmadı</i>	<i>Su fışkırdı</i>

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	<i>Kullanılan sıvı türü</i>
Değiştirilen değişken	<i>Hortumun kapalı ucunun yüksekliği</i>
Ölçülen değişken	<i>Suyun akış hızı</i>

- Deney sonunda aşağıdaki soruları cevaplayınız:

Verilerinizi Değerlendirin

- Varsayımlarınızla gözlem sonuçlarınız uyumlu mu?
.....
- Hortumun bantlı ucunun yüksekliğinin değişmesi suyun akışını nasıl etkiledi?
Hortumun bantlı ucu, diğer uçtan yukarıda ise su fışkırmadı. Hortumun bantlı ucu, diğer uçtan aşağıda olunca su fışkırmaya başladı.
- Hununin yükseltilmesi suyun akışını nasıl etkiledi?
Hununin olduğu uç yükseltilince su akışı durdu.

Vardığımız Sonuç Nedir?

1. Yeraltındaki kaynak sularının yeryüzüne çıkışını nasıl açıklarsınız?

Yeraltında biriken su, kendine bir kanal bularak yeryüzüne çıkmaya çalışır. Bu kanalın yeryüzüne vardığı yer, suyun biriktiği yerden aşağıda ise su yeryüzüne çıkabilir. Suyun biriktiği yer, kanalın yeryüzüne ulaştığı yerden ne kadar yüksekse su o oranda fışkırarak çıkar. (Bu durumu tahtaya şekil çizerek açıklayınız).

G) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığımız hipotezi destekledi mi?

Desteklemiştir. Yukarıdaki açıklamalar bunu göstermektedir.

H) Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için Ayşegül'e ne önerirsiniz?
Öneri yok.

I) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamanızı sağlar?

- Su depolarının yüksek yerlere kurulması
- Serum şişesinin hastadan yüksek bir yere asılması
- Kanayan organın kalp seviyesinden yukarı tutulması

ALTINCI SORU İÇİN:

A) Altıncı soruyla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemden ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:

B) Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

C) Sınıfça belirlenen hipotezlerden biri üzerinde uzlaşın ve aşağıya yazın:

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ
<i>Kameranın az bir kuvvetle her yöne rahatlıkla hareket edebilmesi, sıvıların üzerlerine uygulanan kuvveti aynen iletmesi ileldir.</i>

D) Üzerinde uzlaşılan hipotezi desteklemek için deney tasarlayın ve aşağıya yazın. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız.

HİPOTEZİ DESTEKLEMEK İÇİN ÖNERDİĞİM DENEY

E) Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazınız:

HİPOTEZİ DESTEKLEMEK İÇİN SINIFÇA BELİRLEDİĞİMİZ EN UYGUN DENEY
<i>Dokunun yukarı çıksın (ders kitabı, sayfa 113)</i>

F) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin.

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	<i>Büyük itenekteki yük</i>
Değiştirilen değişken	<i>Küçük iteneğe uygulanan kuvvet</i>
Ölçülen değişken	<i>Büyük itenekteki konum değişikliği</i>

- Deney sonunda aşağıdaki soruları cevaplayınız:

Verilerinizi Değerlendirin

- Hangi iteneği hareket ettirmek daha kolay oldu?
Kesit alanı büyük olan iteneği itirmek daha zor oldu.
- İteneklerin kesit alanıyla iteneklere uygulanan kuvvet arasında nasıl bir ilişki vardır?
İtenenin kesit alanı büyüdükçe uygulanan kuvvet artmıştır. Yani kesit alanıyla uygulanan kuvvet doğru orantılıdır.

Vardığınız Sonuç Nedir?

- Hidrolik makinelerde uygulanan kuvvetin büyüklüğünü Pascal yasasından yararlanarak nasıl değiştirebileceğinizi açıklayınız.
Küçük iteneğe az bir kuvvet uygulanarak büyük itenekteki daha büyük yükler kaldırılabilir.

G) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığınız hipotezi destekledi mi?

Desteklemiştir. Yukarıdaki açıklamalar bunu göstermektedir.

H) Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için Ayşegül'e ne önerirsiniz?

Öneri yok

I) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamamızı sağlar?

- Taşıtların, yıkama yağlama servislerinde bir silindir üzerinde yukarı kaldırılması
- İş makinelerinin kepçe kısmının hareketi
- Bitkileri ilaçlamak için purvazatörden püskürtme yapılması
- Şehir şebeke suyunun evlere ulaşması
- Oyuncak tabancadan suyun fıskırması
- Arabalardaki fren sistemi

YEDİNCİ SORU İÇİN:

A) Yedinci soruyla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:

B) Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

C) Sınıfça belirlenen hipotezlerden biri üzerinde uzlaşın ve aşağıya yazın:

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ
<i>Tansiyon ölçümünde kalp hızasından uzaklaşıldıkça ölçümdeki hata oranı artar.</i>

D) Üzerinde uzlaşılan hipotezi desteklemek için deney tasarlayın ve aşağıya yazın. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız.

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN ÖNERDİĞİM DENEY

E) Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazınız:

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN SINIFÇA BELİRLEDİĞİMİZ EN UYGUN DENEY
<i>Fıskıran su-2 (ders planı sayfa 7'de açıklanmıştır)</i>

F) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin.

- Öğretmeninizin rehberliğinde aşağıdaki tabloyu doldurun:

	Deliklerden fıskıran su uzaklıkları aynı mı?	Hangi delikten çıkan su daha ileri gitti?
Su şişesi ayaktayken	<i>Aynı değil</i>	<i>Alttaki</i>
Su şişesi yatarken	<i>Aynı</i>	<i>Hepsi aynı mesafeye gitti.</i>

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	<i>Şişedeki su miktarı</i>
Değiştirilen değişken	<i>Şişenin konumu</i>
Ölçülen değişken	<i>Deliklerden fıskıran suyun akış hızı</i>

- Deney sonunda aşağıdaki soruları cevaplayınız:

Vardığınız Sonuç Nedir?
1. Tansiyon, ayaktayken ve yatarken ölçülürse sonuçlar aynı mı çıkar? Neden? <i>Aynı çıkmaz. Çünkü deneyde görüldüğü gibi ayaktayken sıvı (kan) yüksekliği devreye girer. Bu da kan basıncını etkiler.</i>

G) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığınız hipotezi destekledi mi?

Desteklemiştir. Yukarıdaki açıklamalar bunu göstermektedir.

H) Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için Ayşegül'e ne önerirsiniz?

Sıvı yüksekliğinden kaynaklanan basıncı önlemek için tansiyon yatarken ölçülmelidir.

I) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamamızı sağlar?

.....

Senaryo adı: Üç Dağcının Maceraları

Tarih:

SENARYOYU İNCELİYORUZ (Öğretmen Kılavuzu)**1. Senaryoyu okuyun. Belirlediğiniz problem durumlarını (soruları) aşağıya yazınız:**

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)

2. Sınıfça belirlediğiniz ortak soruları aşağıya yazınız:

- 1) Arabayla dağa çıkılırken kulaklarında neden ağrı hissettiler?
- 2) Göçmen kuşlar uzun süre kanat çırpmadan nasıl uçuyorlar?
- 3) Parfüm kutusu ateşte neden patlıyor?
- 4) Uçan balonları şişirmekte kullanılan özel gaz nedir? Özellikleri nedir?
- 5) Dağın tepesinde uçan balonlar neden yükselmeyip yerinde kalıyor ve hatta yere düşüyor?
- 6) Uçan balonlar belli bir yüksekliğe ulaştınca neden patlıyor?
- 7) İnsan nefesinin ne kadar güçlü olduğu nasıl belirlenir?
- 8) Dağda su neden daha kısa sürede kayıyor?

3. Sorulara cevap bulmak için “bilgi kaynaklarını” araştırınız. Bilgi kaynaklarını araştırmadan önce iş planı hazırlayınız. Aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

	Belirlediğim öğrenme konuları	Sınıfça belirlenen öğrenme konuları	Bilgi kaynaklarım	İş planım
	Sorunun cevabına ulaşmak için neleri öğrenmeniz gerektiğini yazın.	Sorunun cevabına ulaşmak için sınıfça belirlenen öğrenme konularını yazın.	Soruyla ilgili bilgiye ulaşabileceğiniz kitap, ders kitabı, dergi, gazete, ansiklopedi, Internet, uzman kişiler, vb. bilgi kaynaklarını yazın.	Sorunun cevabına ulaşmak için yapmanız gereken işleri yazın. (hangi işi, nasıl yapacağım?)
1. soru için		- Açık hava basıncı (atmosfer basıncı)		
2. soru için		- Uçma olayı nasıl oluyor? (kuşlar, uçaklar) - Bernoulli ilkesi		
3. soru için		- Gazların genleşmesi ve basınç uygulaması		
4. soru için		- Uçan balonlar neden yükseliyor?		
5. soru için		- Havanın kaldırma kuvveti		
6. soru için		- Açık hava basıncı (atmosfer basıncı)		
7. soru için		- Akciğerlerdeki havanın basıncı		

8. soru için		- Açık hava basıncının suyun kaynama süresine etkisi		
--------------	--	--	--	--

4. Araştırmada elde ettiğiniz bilgileri aşağıya yazınız:

	ELDE EDİLEN BİLGİLER
1. soru için	
2. soru için	
3. soru için	
4. soru için	
5. soru için	
6. soru için	
7. soru için	
8. soru için	

5. Sorulara cevap bulmak için “bilimsel araştırma yöntemini” uygulayın.

BİRİNCİ SORU İÇİN:

A) Birinci soruyla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemden ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:

B) Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

C) Sınıfça belirlenen hipotezlerden biri üzerinde uzlaşın ve aşağıya yazın:

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ
Arabayla dağa çıkılırken kulaklarında ağrı hissetmelerinin nedeni hava basıncının değişmesidir.

D) Üzerinde uzlaşılan hipotezi desteklemek için deney tasarlayın ve aşağıya yazın. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız.

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN ÖNERDİĞİMİZ DENEY

E) Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazınız:

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN SINIFÇA BELİRLEDİĞİMİZ EN UYGUN DENEY
Meyve suyu kutusu deneyi (ders kitabı, sayfa 106)

F) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin.

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	Meyve suyu kutusunun cinsi
Değiştirilen değişken	Meyve suyu kutusu içindeki hava miktarı
Ölçülen değişken	Meyve suyu kutusundaki büzülme miktarı

- Gözlemlerinize göre aşağıdaki soruyu sınıfça tartışarak cevaplayın.

<p>Vardığınız Sonuç Nedir?</p> <p>1. Kutunun içe doğru çökmesinin nedeni nedir?</p> <p>Kutu içindeki havayı içimize çektiğimizde kutunun içinde çok az hava kalır. Az hava, az molekül içerdiğinden kutunun içindeki havanın itmesi dışındaki havanın itmesinden daha küçük olur. bunun sonucunda dışarıdaki havanın itmesi kutunun şeklini değiştirir.</p>
--

G) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığımız hipotezi destekledi mi?

Desteklemiştir.

Dağa çıkıldıkça hava miktarı azalır. Az hava, insan vücuduna daha küçük itme (basınç) uygular. Bu durumda vücuttaki iç basınç, hava basıncından büyük olur. Bu basınç dengesizliği, meyve suyu kutusunda olduğu gibi kulak zarını etkiler ve ağrımaya yol açar.

H) Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için dağcılara ne önerirsiniz?

Sakız çiğnemek. Kulak bu şekilde sürekli hareket eder ve kulak zarı değişen dış basınca göre kendini ayarlar.

I) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anladığınızı sağlar?

- Denizde dibe dalınca kulakların ağrması
- Gölbaşı'ndan Kızılay'a giderken yolda kulakların ağrması

İKİNCİ SORU İÇİN:

A) İkinci soruyla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:

B) Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

C) Sınıfça belirlenen hipotezlerden biri üzerinde uzlaşın ve aşağıya yazın:

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ
<i>Kanadın altında ve üstünde oluşan basınç değişimlerinden dolayı göçmen kuşlar uzun süre kanat çırpmadan uçar.</i>

D) Üzerinde uzlaşılan hipotezi desteklemek için deney tasarlayın ve aşağıya yazın. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız.

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN ÖNERDİĞİMİZ DENEY

E) Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazınız:

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN SINIFÇA BELİRLEDİĞİMİZ EN UYGUN DENEY
<i>Kağıt deneyi (ders kitabı, sayfa 107)</i>

F) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin.

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	<i>Kağıdın cinsi</i>
Değiştirilen değişken	<i>Üflenilen hava miktarı</i>
Ölçülen değişken	<i>Kağıdın yükselme miktarı</i>

- Gözlemlerinize göre aşağıdaki soruyu sınıfça tartışarak cevaplayınız.

Vardığımız Sonuç Nedir?

- Kağıdın yukarı doğru yükselmesinin nedeni nedir?

Kağıdın üzerindeki hareketli hava, alt yüzeyindeki hareketsiz havaya göre kağıda daha az basınç uygular. Bu nedenle kağıt yukarı hareket eder. Bu olay, Bernoulli ilkesine bir örnektir.

Bernoulli ilkesine göre; hızlı hareket eden havanın itmesi, yavaş hareket eden havanın itmesinden küçüktür.

G) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığımız hipotezi destekledi mi?

Desteklemiştir.

Kuşların kanatları bombeli olduğundan kanadın üzerinden geçen hava, kanadın altından geçen havaya göre daha hızlı hareket eder. Böylece kanadın altındaki havanın itmesi, üstündeki havanın itmesinden büyük olduğundan kuş yukarı doğru itilir. Bu itmeden dolayı göçmen kuşlar, uzun süre kanat çırpmadan uçabilmektedir.

H) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamanızı sağlar?

- Uçakların uçuşması
- Uçurtmanın uçuşması
- İç içe geçmiş plastik bardakların arasına üflendiğinde birbirinden kolaylıkla ayrılması
- Pingpong topunu üfleyerek havada tutmak

ÜÇÜNCÜ SORU İÇİN:

A) Üçüncü soruyla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:

B) Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

C) Sınıfça belirlenen hipotezlerden biri üzerinde uzlaşın ve aşağıya yazın:

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ
<i>Parfüm kutusunun ateşte patlamasının nedeni içindeki gazın sıcaklıkla genişlemesidir.</i>

D) Üzerinde uzlaşılan hipotezi desteklemek için deney tasarlayın ve aşağıya yazın. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız.

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN ÖNERDİĞİMİZ DENEY

E) Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazınız:

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN SINIFÇA BELİRLEDİĞİMİZ EN UYGUN DENEY
<p>Genişleyen balon: <i>Malzemeler:</i> büyük kavanoz, kaynar su, balon, 100 g ağırlık</p> <p><i>Deneyin Yapılışı:</i> Kavanoza kaynar suyu koyunuz. Balonu çok az şişirin ve iple bağlayınız. Balonun ağzına 100 gramlık ağırlığı bağlayınız. Bir öğrenci çağırıp balonu ellettirerek şişliğini kontrol ettiriniz. Daha sonra balonu yavaşça kaynar su dolu kavanozun içine bırakınız. 30 saniye kadar bekletiniz. Balonu kavanozdan çıkarın ve aynı öğrenciye balonu ellettirerek şişliğini kontrol ettiriniz.</p>

F) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin.

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	Balonun cinsi
Değiştirilen değişken	Suyun sıcaklığı
Ölçülen değişken	Balonun genişleme miktarı

- Deney sonunda aşağıdaki soruyu sınıfça tartışarak cevaplandırınız:

Verilerinizi Değerlendirin

1. Balonu içinde kaynar su bulunan kavanoza bıraktığınızda büyüklüğü değişti mi?
Evet. Balon genişledi.

Vardığınız Sonuç Nedir?

1. Balonun sıcak ortamda genişlemesinin nedeni nedir?
Balon ısınınca içindeki hava molekülleri daha hızlı hareket etmeye başlar. Hızlı hareket sonucu balonun çeperlerine daha çok çarparlar. Daha çok çarpma daha çok itme oluşturur. Artan itmenin sonucunda balon genişler.

G) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığınız hipotezi destekledi mi?

Desteklemiştir. Gazların sıcaklıkla genişlediği deneyimizde görülmüştür.

H) Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için dağcılara ne önerirsiniz?

Parfüm kutusu ağzı kapalı olarak ateşe atılmamalıdır.

D) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamanızı sağlar?

- İnik topun güneşli havada şişmesi

BEŞİNCİ SORU İÇİN:

A) Beşinci soruyla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:

B) Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

C) Sınıfça belirlenen hipotezlerden biri üzerinde uzlaşın ve aşağıya yazın:

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ
<i>Dağın tepesinde uçan balonların yükselmeyip yerinde kalması ve hatta yere düşmesinin nedeni yükseklerde havanın öz kütlesinin azalmasıdır.</i>
.

D) Üzerinde uzlaşılan hipotezi desteklemek için deney tasarlayın ve aşağıya yazın. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız.

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN ÖNERDİĞİMİZ DENEY

E) Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazınız:

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN SINIFÇA BELİRLEDİĞİMİZ EN UYGUN DENEY
<p>Suda yükselen havada düşen balon: Deneyin Yapılışı: Hipotezimizi desteklemek için balonun özkütlesi küçük ve büyük ortamlardaki hareketini gözlememiz gerekir. Balonu şişirin ve ağzını iple bağlayın. Balonu içi su dolu kabın dibine daldırın ve serbest bırakın. Balon, su yüzeyine çıkacaktır. Daha sonra aynı balonu havada serbest bırakın. Balon yere düşecektir.</p>

F) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin.

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	Balon içindeki hava miktarı
Değiştirilen değişken	Balonun bulunduğu ortamın özkütlesi
Ölçülen değişken	Balonun hareketi

- Gözlemlerinize göre aşağıdaki soruyu sınıfça tartışarak cevaplayınız.

<p>Vardığınız Sonuç Nedir?</p> <p>1. Balonun suda yükselip havada yere düşmesinin nedeni nedir?</p> <p>İlk durumda balonun bulunduğu ortam olan suyun özkütlesi, balon içindeki havanın özkütlesinden daha büyük olduğundan balon su içinde yükselmiştir. (suyun özkütlesi=1000 kg/m³, havanın özkütlesi=1,29 kg/m³). İkinci durumda balonun bulunduğu ortam olan havanın özkütlesi, balonun içindeki havanın (karbondioksit gazı) özkütlesinden daha küçüktür. Bu nedenle balon havada yükselemez, yere düşer. Dağın tepesinde uçan balon yere düştüğüne göre havanın özkütlesi yükseldikçe azalmış demektir.</p>

G) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığınız hipotezi destekledi mi?

Desteklemiştir. Deneyimizde balon, özkütlesi kendisinden küçük olan ortamda yere düşmüştür. Dağın tepesinde uçan balonun yere düşmesi, yükseklerde havanın özkütlesinin azaldığını gösterir.

H) Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için dağcılara ne önerirsiniz?

Balonu öz kütlesi daha küçük bir gazla doldurmalılar.

I) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamınızı sağlar?

- Sıcak hava balonlarının uçuşması

ALTINCI SORU İÇİN:

A) Altıncı soruyla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemden ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:

B) Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

C) Sınıfça belirlenen hipotezlerden biri üzerinde uzlaşın ve aşağıya yazın:

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ
<i>Uçan balonların belli bir yüksekliğe ulaşınca patlamasının nedeni yükseklerde hava basıncının azalmasıdır.</i>

D) Üzerinde uzlaşılan hipotezi desteklemek için deney tasarlayın ve aşağıya yazın. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız.

HİPOTEZİ DESTEKLEMEK İÇİN ÖNERDİĞİMİZ DENEY

E) Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazınız:

HİPOTEZİ DESTEKLEMEK İÇİN SINIFÇA BELİRLEDİĞİMİZ EN UYGUN DENEY
<i>Deney imkanı yok.</i> <i>Uçan balona atmosfer basıncını ölçen bir alet yerleştirilir. Patladığı andaki basınç değeri ölçülür. Bu değer, yeryüzündeki atmosfer basıncının değeriyle karşılaştırılır. Balonun patladığı yerdeki atmosfer basıncının yerdekenden küçük olduğu görülür.</i> <i>Yukarılara çıkıldıkça atmosfer basıncı azaldığından balonun iç basıncı dıştaki basınçtan büyük olur ve balon patlar.</i>

F) Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için dağcılara ne önerirsiniz?

Uçan balon daha dayanıklı ve esnek bir malzemeden yapılabilir.

YEDİNCİ SORU İÇİN:

A) Yedinci soruyla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemden ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:

B) Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

C) Sınıfça belirlenen hipotezlerden biri üzerinde uzlaşın ve aşağıya yazın:

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ
<i>Bir U borusundaki sıvıya üflendiğinde o sıvının yükselme miktarı, verilen nefesin ne kadar güçlü olduğunu gösterir.</i>

D) Üzerinde uzlaşılan hipotezi desteklemek için deney tasarlayın ve aşağıya yazın. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız.

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN ÖNERDİĞİMİZ DENEY

E) Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazınız:

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN SINIFÇA BELİRLEDİĞİMİZ EN UYGUN DENEY
<i>Akciğerlerimdeki havanın da bir basıncı var mı? (ders kitabı, sayfa 116)</i>

F) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin.

- Öğretmeninizin rehberliğinde aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

Öğrenci adı	U borusunun kolları arasındaki sıvı seviyesi farkı (cm)

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	<i>U borusundaki sıvı miktarı</i>
Değiştirilen değişken	<i>Üflenilen hava miktarı</i>
Ölçülen değişken	<i>U borusunun kolları arasındaki sıvı seviyesi farkı</i>

- Deney sonunda aşağıdaki soruları sınıfça tartışarak cevaplandırınız:

Verilerinizi Değerlendirin
1. Her arkadaşımızın ölçtüğü sıvı yüksekliğiyle sizin ölçtüğünüz sıvı yüksekliği aynı mı? Hanginizin üflediği havanın basıncı daha büyüktür? <i>Sıvı yükseklikleri farklıdır.</i> <i>Sıvıyı en yükseğe çıkaran kişinin üflediği havanın basıncı daha büyüktür.</i>

Vardığınız Sonuç Nedir?

1. Bir gazın basıncı U borusuyla nasıl ölçülür?
U borusunun bir ucuna gazın bulunduğu kap hortumla bağlanır. Gaz basıncının etkisiyle U borusundaki sıvı bir miktar yükselir. Yükselen sıvının basıncı gazın basıncını gösterir.
2. Her arkadaşınızın üflediği havanın basıncının farklı olmasını nasıl açıklarsınız?
Üflenen hava basıncının farklı olması her kişinin ciğerlerindeki hava basıncının farklı olduğunu gösterir.

G) Deneyin sonucu üzerinde çalıştığınız hipotezi destekledi mi?

Desteklemiştir. U borusundaki sıvının yükselme miktarı, verilen nefesin basıncını göstermektedir.

SEKİZİNCİ SORU İÇİN:

A) Sekizinci soruyla ilgili hipotezler oluşturun. (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

KENDİ OLUŞTURDUĞUM HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:

B) Sınıf olarak belirlediğiniz ortak hipotezleri aşağıya yazınız:

SINIFÇA BELİRLENEN HİPOTEZLER
1. hipotez:
2. hipotez:
3. hipotez:

C) Sınıfça belirlenen hipotezlerden biri üzerinde uzlaşın ve aşağıya yazın:

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ
<i>Dağda suyun daha kısa sürede kaynamasının nedeni yükseklerde açık hava basıncının az olmasıdır.</i>

D) Üzerinde uzlaşılan hipotezi desteklemek için deney tasarlayın ve aşağıya yazın. Deneyde kullanılacak malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağını açıklayınız.

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN ÖNERDİĞİMİZ DENEY

E) Önerilen deneyler arasından en uygun olanını sınıfça belirleyerek aşağıya yazınız:

HİPOTEZİ DESTEKLEMELİK İÇİN SINIFÇA BELİRLEDİĞİMİZ EN UYGUN DENEY
<i>Deney imkanı yok.</i> Bu hipotez tecrübe edilerek denenebilir. Hem şehirde hem de dağda suyun kaynama süreleri ölçülür ve karşılaştırılır. Diğer bir yöntem, basıncı azaltılmış bir ortam oluşturmak ve suyun bu ortamda kaynama süresini ölçmektir. Düdüklü tencere bu olayın tam tersine bir örnektir. Düdüklü tencere açık hava basıncının yaklaşık iki katı bir basınç oluşturur. Bu durumda suyun kaynama süresi artar. Burada bahsedilen yöntemler, okul ortamında yapılabilecek deneyler değildir.

F) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamanızı sağlar?

- *Düdüklü tencerede yemeğin daha çabuk pişmesi (senaryodaki olayın tam tersi)*

Senaryo adı: Ayşegül'ün Kamp Maceraları-2

Tarih:

SENARYOYU İNCELİYORUZ (Öğretmen Kılavuzu)

1. Senaryoyu okuyunuz. Belirlediğiniz problem durumlarını (soruları) aşağıya yazınız:

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)

2. Sınıfça belirlediğiniz ortak soruları aşağıya yazınız:

- 1) *Taş, kumsaldakine göre denizde neden daha kolay kaldırılıyor?*
- 2) *Ayşegül, denizde sırtüstü rahatlıkla yatabilirken havuzda neden biraz batıyor?*
- 3) *Portakal kabukluyken suda batmazken, kabuğu soyulunca neden batıyor?*
- 4) *Ayşegül derin nefes alınca suda biraz yükselirken, nefesini verdiğinde neden biraz batıyor?*
- 5) *Küçük taşlar suda batarken nasıl oluyor da kocaman gemiler yüzebiliyor?*
- 6) *Denizaltının suya batıp çıkması nasıl oluyor?*

3. Sorulara cevap bulmak için “**bilgi kaynaklarını**” araştırınız. Bilgi kaynaklarını araştırmadan önce iş planı hazırlayınız. Aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

	Belirlediğim öğrenme konuları	Sınıfça belirlenen öğrenme konuları	Bilgi kaynaklarım	İş planım
	Sorunun cevabına ulaşmak için neleri öğrenmeniz gerektiğini yazın.	Sorunun cevabına ulaşmak için sınıfça belirlenen öğrenme konularını yazın.	Soruyla ilgili bilgiye ulaşabileceğiniz kitap, ders kitabı, dergi, gazete, ansiklopedi, İnternet, uzman kişiler, vb. bilgi kaynaklarını yazın.	Sorunun cevabına ulaşmak için yapmanız gereken işleri yazın. (hangi işi, nasıl yapacağım?)
1. soru için		- Suyun, içindeki cisimler üzerine etkisi - Cisimlerin sudaki ve havadaki ağırlıkları değişir mi?		
2. soru için		- Özkütlenin yüzme üzerine etkisi		
3. soru için		- Cisimlerin hacimlerinin yüzme üzerine etkisi		
4. soru için		- Cisimlerin hacimlerinin yüzme üzerine etkisi		
5. soru için		- Cisimlerin hacimlerinin yüzme üzerine etkisi		
6. soru için		- denizaltının yüzüp batmasını sağlayan sistem		

4. Araştırmada elde ettiğiniz bilgileri aşağıya yazınız:

	ELDE EDİLEN BİLGİLER
1. soru için	
2. soru için	
3. soru için	
4. soru için	
5. soru için	
6. soru için	

5. Sorulara cevap bulmak için “bilimsel araştırma yöntemini” uygulayın.

BİRİNCİ SORU İÇİN:

A) Hipotez belirleme (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ
<i>Taşın, kumsaldakine göre denizde daha kolay kaldırılmasının nedeni suyun taşa uyguladığı kaldırma kuvvetidir.</i>

B) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin. Öğretmeniniz rehberliğinde aşağıdaki tabloyu doldurunuz:

TAŞ HAVADA İKEN	TAŞ SUDA İKEN	
Taşın havadaki ağırlığı	Taşın sudaki ağırlığı	Sudaki hacim artışı

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	<i>Taşın ağırlığı</i>
Değiştirilen değişken	<i>Taşın bulunduğu ortam</i>
Ölçülen değişken	<i>Sudaki hacim artışı</i>

- Deney sonunda elde ettiğiniz verilere göre aşağıdaki soruları cevaplayınız:

<p>Verilerinizi Değerlendirin</p> <p>1. Taşın su ve havadaki ağırlığını karşılaştırınız.</p> <p style="text-align: center;"><i>Taşın sudaki ağırlığı havadaki ağırlığından daha küçüktür.</i></p> <p>2. Taşı suya batırdığınızda ne kadar hafifledi?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>3. Yer değiştiren suyun ağırlığını hesaplayınız ($d_{su} = 1 \text{ g/cm}^3$).</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
--

Vardığınız Sonuç Nedir?

1. Aynı cismin hava ve su içindeki ağırlıkları neden farklıdır?
Su taşta kaldırma kuvveti uyguladığından taşın sudaki ağırlığı havadakine göre daha küçük olmaktadır.
2. Sıvıya batırılan cismin hafiflemesiyle yer değiştiren sıvının ağırlığı arasında nasıl bir ilişki vardır?
Sıvıya batırılan cismin hafifleme miktarı, yer değiştiren sıvının ağırlığına eşittir. Diğer bir ifadeyle suyun kaldırma kuvveti, yer değiştiren sıvının ağırlığına eşittir.

C) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığınız hipotezi destekledi mi?

Evet, desteklemiştir. Su, taşta kaldırma kuvveti uyguladığı için taş suda daha kolay kaldırılmaktadır.

D) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamanızı sağlar?

- Arkadaşınızı denizin içinde daha kolay kaldırmak

İKİNCİ SORU İÇİN:

A) Hipotez belirleme. (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ

Ayşegül, denizde sırtüstü rahatlıkla yatabilirken havuzda biraz batmasının nedeni deniz ve havuz suyunun öz kütlelerinin farklı olmasıdır.

B) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin.

- Aşağıdaki tabloyu öğretmeniniz rehberliğinde doldurun:

	Yumurtanın konumu
Tatlı Suda	<i>Suyun dibinde</i>
Tuzlu suda	<i>Su üzerinde</i>

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	<i>Yumurtanın hacmi</i>
Değiştirilen değişken	<i>Sıvının özkütlesi</i>
Ölçülen değişken	<i>Yumurtanın konumu</i>

- Elde ettiğiniz verilere göre aşağıdaki soruyu cevaplayınız:

Vardığınız Sonuç Nedir?

1. Yumurtanın tatlı suda ve tuzlu suda konumunun farklı olmasının nedeni nedir?
Tuzlu suyun özkütlesi tatlı suyunkinden daha büyüktür. Sıvının özkütlesi artınca sıvı daha büyük kaldırma kuvveti uygulamıştır. Kaldırma kuvveti artınca tuzlu suda yumurta sıvı yüzeyine çıkmıştır.

C) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığınız hipotezi destekledi mi?

Evet, desteklemiştir. Sıvının özkütlesi artınca cisimlere uyguladığı kaldırma kuvveti de artmaktadır. Deniz suyunun özkütlesi havuz suyununkinden daha büyüktür. Bu nedenden dolayı Ayşegül denizde sırtüstü rahatlıkla durabilmektedir.

D) Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için çocuklara ne önerirsiniz?

- Deniz suyu suyun kaldırma kuvveti daha çok olacağından yeni yüzmeye başlayanlar deniz suyu olan havuzda başlayabilir.

E) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamanızı sağlar?

- cismin suda yüzerken zeytinyağında batması

ÜÇÜNCÜ SORU İÇİN:

A) Hipotez belirleme. (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ
<i>Portakal kabukluyken, kabuksuz duruma göre hacmi daha fazla olduğundan (öz kütlesi daha küçük olduğundan) suda batmaz.</i>

B) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin.

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	<i>Sıvının türü</i>
Değiştirilen değişken	<i>Portakalın özkütlesi</i>
Ölçülen değişken	<i>Portakalın sudaki konumu</i>

- Gözleminize dayanarak aşağıdaki soruyu cevaplayınız:

<p>Vardığımız Sonuç Nedir?</p> <p>1. Kabuklu portakalın suda batıp kabuksuzken yüzmesinin nedeni nedir?</p> <p><i>Portakal kabukluyken portakal ve kabuk arasında hava bulunur. Bu havanın etkisiyle portakalın hacmi artar ve özkütlesi küçülür. Portakalın özkütlesi sıvının özkütlesinden küçük olunca yüzmeye başlar.</i></p>
--

C) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığınız hipotezi destekledi mi?

Evet, desteklemiştir. Portakalın kabuklu olması özkütlesini küçülttüğünden yüzmesini sağlamıştır.

D) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamanızı sağlar?

- topun suda yüzmesi

DÖRDÜNCÜ SORU İÇİN:

A) Hipotez belirleme. (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ
<i>Ayşegül derin nefes alınca hacmi arttığından (öz kütlesi azaldığından) dolayı suda biraz yükselir.</i>

B) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: 3. sorudaki portakal deneyi.

<p>Vardığımız Sonuç Nedir?</p> <p>1. Ayşegül'ün nefes aldığı durum, kabuklu portakalın durumuna benzetilebilir mi? <i>Benzetilebilir. Kabuk ile portakal arasında hava vardır. Nefes alınca da insan vücudu içinde hava miktarı artıyor.</i></p> <p>2. Ayşegül'ün derin nefes aldığı anda su üzerinde daha rahat durabilmesi, kabuklu portakalın suda yüzebilmesiyle açıklanabilir mi? <i>Açıklanabilir. Derin nefes alınca insan vücudunun özkütlesi vücuda giren havadan dolayı azalır. Vücudun özkütlesi azalınca su üzerinde daha rahat durulur. Kabuklu portakal da kabukla portakal arasındaki havadan dolayı yüzebiliyordu.</i></p>

C) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığınız hipotezi destekledi mi?

Evet, desteklemiştir. Ayşegül derin nefes alarak vücudunun özkütlesini azaltmıştır ve su üzerinde daha rahat durabilmiştir.

D) Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için Ayşegül'e ne önerirsiniz?

- Su üzerinde rahatlıkla durabilmek için ciğerlerimize bol miktarda hava almalıyız.

E) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamanızı sağlar?

*- şişme botun havası kaçınca batması,
- suya inebilen uçaklar*

BEŞİNCİ SORU İÇİN:

A) Hipotez belirleme. (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ
<i>Geminin öz kütlesi suyun öz kütlesinden daha küçük olduğundan yüzer, taşın öz kütlesi suyunkinden büyük olduğundan batar.</i>

B) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin.

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	<i>Cismin türü</i>
Değiştirilen değişken	<i>Cismin hacmi</i>
Ölçülen değişken	<i>Cismin sudaki konumu</i>

- Gözlemlerinize göre aşağıdaki soruyu cevaplayın.

Vardığınız Sonuç Nedir?

1. Aynı maddeden yapılmasına rağmen tabak yüzerken küre neden batıyor?
Cisim tabak haline gelince hacmi artar, dolayısıyla özkütlesi azalır. Tabakın özkütlesi sıvının özkütlesinden daha küçük olduğundan su üzerinde yüzyor. Cisim küre haline getirilince hacmi küçülüyor, özkütlesi büyüyor. Özkütlesi büyüyünce suda daha çok batıyor.

C) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığınız hipotezi destekledi mi?

Evet, desteklemiştir. Geminin içinin oyuk olması hacmini artırır, özkütlesini küçültür. Geminin özkütlesi suyun özkütlesinden küçük olunca gemi yüzer.

D) Elde ettiğiniz bilgilere göre senaryodaki problemin çözümü için çocuklara ne önerirsiniz?

Cisimlerin hacmini artırarak özkütlesini düşürebilir ve böylece yüzdürebiliriz. (cismin özkütlesi sıvının özkütlesinden küçük olunca).

E) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamamanızı sağlar?

- buz dağlarının yüzmesi

ALTINCI SORU İÇİN:

A) Hipotez belirleme. (Hipotez: Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı).

SINIF OLARAK ÜZERİNDE UZLAŞTIĞIMIZ HİPOTEZ

Denizaltının yüzüp batmasını sağlayan öz kütlesindeki değişmedir

B) Hipotezi desteklemek için deney yapıyoruz: Öğretmeniniz deneyi yaparken izleyin.

- Deneydeki değişkenleri aşağıdaki tabloya yazınız:

Sabit tutulan değişken	<i>Şişenin cinsi</i>
Değiştirilen değişken	<i>Şişenin özkütlesi</i>
Ölçülen değişken	<i>Şişenin sudaki konumu</i>

- Gözlemlerinize göre aşağıdaki soruyu cevaplayınız.

Vardığınız Sonuç Nedir?

1. Oyuncak denizaltının batıp yüzmesini sağlayan nedir?
Şişe suya daldırılıncadeliklerden içine su dolar. Su dolunca şişenin özkütlesi artar ve batar. Şişe içine üflenince içeri giren hava suyu şişeden dışarı atar. Hava ile dolan şişenin özkütlesi küçülür ve su yüzeyine çıkar.

C) Deneyin sonucu, üzerinde çalıştığınız hipotezi destekledi mi?

Evet, desteklemiştir. Şişenin özkütlesindeki değişme yüzüp batmasını etkilemektedir.

D) Senaryodaki olayı ve problemi düşünün. Bu olayı öğrenmeniz, günlük yaşamda başka hangi olayları anlamamanızı sağlar?

- batık gemilerin su yüzeyine çıkarılması

APPENDIX O

LESSON PLANS

(For Individual Work-PBL-I Group)

KUMA TAKILAN BİSİKLET

Ders Planı

Bu Senaryonun İlgili Olduğu Konular

- Katıların basıncı

Bu senaryo ile verilemek istenen öğrenci kazanımları

1. Bir yüzeye uygulanan basıncı tanımlar.
2. Cisimlerin batmasını engellemek için cisim üzerinde düzenleme yapar.
3. Katı basıncıyla ilgili olaylara örnekler verir.
4. Katı basıncı formülünü ilgili problemlerin çözümünde kullanır.
5. Basıncı kullanarak cisimlerin batma miktarları hakkında yargıda bulunur.

Önerilen süre: 3 ders saati

Sınıf İçi Uygulama

1. DERS:

1. Senaryoyu öğrencilere dağıtın ve okumalarını söyleyin. (3 DK)
2. Bir öğrenciye senaryoyu özet olarak anlatırın. (1 DK)
3. Öğrencilere sorunuz: **Senaryoda anlatılanlar sizin başınızdan da geçti mi?**
Evet cevabı için: “Bu deneyiminizi dersimizin ileriki aşamalarında kullanacaksınız.”
Hayır cevabı için: “Böyle bir durumla karşılaştığınızda ne yapmanız gerektiğini öğreneceksiniz”
deyiniz. (1 DK)
4. Öğrencilere sorunuz: **Senaryoda problem durumları var mıdır varsa nelerdir?** Bunları belirleyip “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 1 nolu yere yazın deyin. Her öğrencinin en az bir tane problem durumu tespit etmesi beklenir. (4 DK)
5. Rasgele bir öğrenci seçip bulduğu problem durumlarını sorun. Söylenen her problemten sonra sınıfa bu problemi yazanlar el kaldırırsın diye söylenir. Sınıfın üçte biri el kaldırırsa ve öğretim programının amacına uygunsa o problem tahtaya “**ortak sorularımız**” olarak yazılır. Programın amacına uymayan soruları “şu aşamada ayrıntı, onun için üzerinde durmayalım. Ama bir taraftan bu problem üzerinde çalışabilirsiniz. Takıldığınız yerde ben yardımcı olurum” denmelidir.
- Öğrencilere sizin tahtaya yazdığınız “ortak sorularımız”ı önlerindeki “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 2 nolu yere yazmalarını söyleyin.
Dikkat: Ortak sorularımız başlığı altında sadece programın amacına uygun soruların olmasına dikkat edin.
Belirlenen “Ortak Sorularımız” aşağıdaki gibi olmalıdır:
 - 1) Şişman çocuk (Mehmet) yarış bisikletiyle kumdan geçemezken, zayıf çocuk (Kemal) nasıl geçebiliyor?
 - 2) Mehmet yarış bisikletiyle kumdan geçemezken dağ bisikletiyle nasıl geçebiliyor?**Dikkat:** Öğrencilerden bu iki soru gelmezse bu soruları sınıfa siz önerin ve oylayın. (7 DK)

6. Öğrencilere sorulara cevap bulmak için “**bilgi kaynaklarını**” araştırmalarını söyleyin. Karşılaşılan problemlere iki şekilde cevap bulunabileceğini söyleyin: 1. Bilgi kaynakları araştırılarak. Kitap, ansiklopedi, dergi, gazete, Internet, uzman kişiler başlıca bilgi kaynaklarıdır. 2. Bilimsel araştırma yöntemi kullanılarak. Bilimsel araştırma yönteminde problemlere deney yapılarak çözüm aranır. Şimdi sorularımıza cevap bulmak için “bilgi kaynaklarını” araştıracağız deyin.
- Bilgi kaynaklarını araştırarak bilgiye ulaşma becerisi kazanmanın neden önemli olduğunu “balık yemeyi değil, balık tutmayı öğren” mantığı ile açıklayınız.

Sınıfa “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 3 nolu yerdeki tablonun “belirlediğim öğrenme konuları” bölümünü doldurmalarını söyleyin. Bunun için 2 dakika süre verin. Öğrenciler bu bölüme konu ile ilgisiz şeyler yazabilirler. Bu normaldir. Bu duruma müdahale etmeyiniz. “Sınıfça belirlenen öğrenme konuları” kısmında siz de devreye girip öğrencileri asıl odaklanılması gereken konulara yönlendireceksiniz. Tablonun nasıl doldurulacağı konusunda açıklama yapın. Aşağıda örnek bir tablo sunulmuştur.

Dikkat: Bu tablo size fikir vermek için sunulmuştur. Yardım olsun diye tabloyu aynen bu şekilde öğrencilere vermeyiniz.

	Belirlediğim öğrenme konuları (2 DK)	Sınıfça belirlenen öğrenme konuları (5 DK)	Bilgi kaynaklarım (2 DK)	İş planım (2 DK)
	Sorunun cevabına ulaşmak için neleri öğrenmeniz gerektiğini yazın.	Sorunun cevabına ulaşmak için sınıfça belirlenen öğrenme konularını yazın.	Soruyla ilgili bilgiye ulaşabileceğiniz kitap, ders kitabı, dergi, gazete, ansiklopedi, Internet, uzman kişiler, vb. bilgi kaynaklarını yazın.	Sorunun cevabına ulaşmak için yapmanız gereken işleri yazın.
1. soru için	- Tekerlerdeki tırtıklar - Kumun yapısı, - Batma	- Teker genişliğinin batmaya etkisi, - Basınç	- Ders kitabı, - Ansiklopedi, - Bisiklet tamircisi	Önce ders kitabımı ve ansiklopedileri inceleyeceğim. Okuldan sonra bisiklet tamircisi Kemal amcaya danışacağım. Evde internetten araştırma yapacağım.
2. soru için		- Ağırlığın batmaya etkisi, - Basınç		

Öğrenciler “belirlediğim öğrenme konuları” bölümünü doldurduktan sonra rasgele bir öğrenci seçin. Belirledikleri öğrenme konularını söylemelerini isteyin. Diğer öğrencilere bu konuları seçip seçmediğini sorun. Üçte bir çoğunluk da bu konuları seçtiyse tahtaya “sınıfça belirlenen öğrenme konuları” başlığı altında bu konuları yazın. Diğer öğrencilere de söz hakkı verin. Üçte bir çoğunluğun sağlandığı konuları “sınıfça belirlenen öğrenme konuları” başlığı altında tahtaya yazın. Öğrenme konularında “**ağırlığın batmaya etkisi, teker genişliğinin batmaya etkisi ve basınç**” mutlaka olmalıdır. Bu konular öğrenciler tarafından önerilmediyse bunları da siz önerin ve “sınıfça belirlenen öğrenme konuları” başlığı altına yazın. Tahtaya yazdığınız bu öğrenme konularını “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 3 nolu yerdeki “sınıfça belirlenen öğrenme konuları” bölümüne yazmalarını söyleyin.

Dikkat: Öğrenciler, öğrenme konularına konuyla ilgisiz şeyler yazabilir. Bu durumda, yazılanların amacımıza hizmet etmeyeceğini açıklayınız. Yukarıda bahsedilen öğrenme konularının sorumlularla ilgili olduğunu ve onların üzerinde yoğunlaşılması gerektiğini söyleyiniz.

“Sınıfça belirlenen öğrenme konuları” tabloya yazıldıktan sonra “bilgi kaynakları” ve “iş planım” bölümlerinin doldurulması için öğrencilere her biri için 2 dakika süre verin. “Bilgi kaynakları” bölümüne öğrenciler, aradıkları bilgiyi nereden bulabileceklerini tahmin edip yazmalıdır. Öğrenciler, belirledikleri kaynakları araştırırken izleyecekleri aşamaları “iş planım” bölümüne yazmalıdır.

Tablo tamamen doldurulduktan sonra öğrencilere ARAŞTIRMALARI İÇİN 13 DK süre verin. Araştırılacak konuların “sınıfça belirlenen öğrenme konuları” olması gerektiğini hatırlatın. Elde ettikleri bilgiyi “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 4 nolu yerdeki tabloya yazmalarını söyleyin.

Uyarı: Öğrenciler sorularına cevap bulamasa da 13 dakikadan fazla süre vermeyin. Araştırmalarına evde devam etmelerini söyleyin. Öğrencileri her halükarda ders dışında da araştırma yapmaya cesaretlendirin. Bu konuda kaynak desteği için sınıfa konulan yeni kitaplara vurgu yapın. İsteyen öğrencilere geri getirmek şartıyla bu kitaplardan verebileceğinizi söyleyin. Diğer adımlar işlenirken dahi öğrenciler araştırmalarına devam edebilirler. Elde ettikleri bilgileri kağıtlarına yazabilirler. Öğrencilerin bu noktayı bilmesi önemlidir.

2. DERS:

7. Sorulara cevap bulmak için şimdi diğer yöntem olan “**bilimsel araştırma yöntemini**” kullanacağız deyiniz.

8. **Hipotez oluşturma:** Hipotez, “Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı” olarak tanımlanır. Her öğrencinin sorularla ilgili hipotezler oluşturmalarını ve bunları “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 5 nolu yere yazmalarını söyleyin. Hipotez nasıl yazılır örnekler verin. Örneğin bir trafik kazası olayıyla ilgili hipotez: “Arabanın öndeki araca çarpmasına lastiklerin çok inik olması yol açmıştır.”

Uyarı: Öğrenciler senaryoyla ilgili hipotez yazmada zorlanabilirler. Bu durumda senaryoyla ilgili örnek bir hipotez söyleyiniz: “Yarış bisikletlerinin kumda batmasına kumun çok ince olması neden olmuştur.” (4 DK)

9. **Amaca uygun hipotezleri sınıfça belirleme:** Rasgele bir öğrenci seçip oluşturduğu hipotezleri söyletin. Her hipotez okunduktan sonra sınıfa “bu hipotez problemi çözmek için işimize yarar mı?” diye sorulur. Düşünceleri için 20-30 saniye süre verilir. Sınıfça kısa fakat verimli tartışmalar yapılır. Tartışmaya siz de katılın ve fikirlerinizi söyleyin. Öğrencilerin konuyla alakasız yerlere gitmesini önlemek için sizin tartışmalarda gerekli açıklamaları yapmanız önemlidir. Çoğunluk evet diyorsa bu hipotez tahtaya yazılır. Her öğrencinin hipotezini bu şekilde inceleyin. Öğrencilerden problemin çözümüne yönelik uygun hipotezler gelmezse aşağıdaki hipotezleri sınıfa siz sunun. Hipotezi sunarken gerekçelerini de açıklayıp öğrencilerin zihinsel olarak kavramalarını sağlayın. Öğrencilerin onayına sunun ve tahtaya yazın. Sizin önereceğiniz hipotezler şunlar olmalıdır:

- 1) Bisikletlerin kuma batmasında bisiklet üzerindeki çocuğun ağırlığının etkisi vardır.
- 2) Bisikletlerin kuma batmasında teker genişliğinin etkisi vardır.

Ya da bunların versiyonları olabilir:

- 1) Bisiklet üzerindeki ağırlık arttıkça bisiklet kuma daha çok batar.
- 2) Teker genişliği azaldıkça bisiklet kuma daha çok batar.

Dikkat: Tahtaya yazılan hipotezlerin ikisi mutlaka yukarıdaki iki hipotez olmalıdır. Sınıfça belirlenen hipotezleri öğrencilerin “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 6 nolu maddeye yazmalarını söyleyin. (5 DK)

10. Sınıfça Belirlenen Hipotezlerden Birini Seçme

Tahtaya sizin önerdiğinizle birlikte birden çok hipotez yazıldıysa, sizin yazdığınız hipotez üzerinde uzlaşmaya çalışın. (Vakit kısıtlı olduğundan tüm hipotezleri test etmek mümkün olamayacağı için böyle bir yola başvuruyoruz). Bunun için öğrencilere sizin hipotezinizin amaca daha iyi hizmet edeceğini gösteren açıklamalar yapın. Öğrencilere diğer hipotezleri evde test edebileceklerini bunun için kendilerine yardımcı olabileceğinizi söyleyin. Bu çalışmalarında

başarılı oldukları takdirde notla ödüllendirileceklerini söyleyin.

Her soru için seçilen hipotezi “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki C nolu maddeye yazmalarını söyleyin. (3 DK)

- 11. Hipotezleri test etmek için her öğrencinin deney tasarlaması:** Öğrencilere “hipotezleri test etmenin yolu deney yapmaktır” deyin. Deneyle ilgili her türlü bilgi, deney malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağına “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 7 nolu maddeye yazmalarını söyleyin.

Uyarı: Öğrenciler hipotezleri test etmek için deney tasarlamada zorlanabilirler. Bu normaldir. Çünkü öğrenciler senaryodaki gerçek olayı deney ortamına aktaramayabilir. Yardımcı olmak için deneyde kullanılmak üzere “yarış ve dağ bisikleti yerine basit araç gereçlerden ne kullanılabilir?” diye sorunuz. Bu yardımdan sonra da öğrenciler tasarlama yapamazlarsa daha fazla süre vermeyin ve sonraki adıma geçin. Bu geçişin nasıl olacağını ileride yapacağınız “undaki izler” deneyi ile öğrenciler görecektir. Öğrenciler bu etkinlikteki mantığı (gerçek yaşamdan deney ortamına geçişi) anladıktan sonra ileriki senaryolarda deney tasarlamada aşama kaydetmesi beklenir. (5 DK)

- 12. Hipotezleri test etmek için uygun deneylerin sınıfça belirlenmesi:** Her öğrenci deneyini belirledikten sonra, öğrencilere söz hakkı vererek deneylerini sınıfa sunmaları sağlanır. Öğretmen olarak siz de “undaki izler” deneyini önerin.

Undaki izler deneyi:

1. hipotez için: Bir kâseye un koyulur. 0,5 kg’lık iki adet özdeş kütle kullanılır. Önce kütlelerin biri un üzerine konur ve çıkardığı ize bakılır. Sonra iki kütle üst üste iken una konur ve çıkardığı ize bakılır. Tek kütle zayıf çocuk, iki kütle şişman çocuk oluyor. Bu durumda yüzey alanı değişmiyor.

2. hipotez için: Bir çekiç un üzerine önce geniş yüzü üzerine konur ve çıkardığı ize bakılır. Sonra çekiç dar ve sivri ucu üzerine konur ve çıkardığı ize bakılır. Her iki durumda çekicinin ağırlığı aynıdır. Fakat yüzey alanları değiştiğinden batma miktarları farklı olmaktadır.

Sunulan önerilerden sonra en uygun deneyi sınıfça belirleyin. Deney belirlenirken öğrencilerin şu kriterlere dikkat etmesi gerektiğini söyleyin: deneyin uygulanabilirliği, basit araç gereçlerle yapılabilmesi. Bu kriterlere göre sizin önerdiğiniz deneyin seçilmesi beklenir. Bu deneyin uygunluğu konusunda sınıfa gerekli açıklamaları yapın. Eğer öğrencilerden kriterlere uygun bir deney geldiyse bu deneyi evde yapıp sonraki derse sınıfa getirmelerini söyleyin. Evde yapılan bu çalışmanın başarılı olması durumunda notla ödüllendirileceklerini söyleyin. Sınıfça belirlenen uygun deneylerin “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 8 nolu yere yazılması gerektiğini söyleyin. (4 DK)

- 13. Hipotezi test etmek için seçilen en uygun deneyin yapılması:** “Undaki izler” deneyini yapın. Siz deneyi yaparken aynı zamanda öğrencilerin “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki deneyle ilgili veri tablosunu doldurmalarını söyleyin. Deneyi tüm sınıfın görebileceği bir yerde yapın. **1. Bölüm:** Tek kütle ve iki kütle un üzerinde çıkardığı izleri öğrencilere gösterin. **2. Bölüm:** Daha sonra çekicinin geniş ve dar yüzeylerinin unda çıkardığı izleri öğrencilere gösterin. Veri tablosu doldurulduktan sonra “vardığınız sonuç nedir?” bölümündeki soruları öğrencilere söz hakkı verip fikirlerini alarak, tartışarak işleyin. Siz rehber konumunda olun. “Vardığınız sonuç nedir?” bölümündeki soruların cevaplarını “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 9 nolu yerdeki ilgili bölüme yazmalarını söyleyin. Buradaki sorular öğrencilerle tartışıldıktan sonra basıncın tanımı, formülü, birimi senaryo ile ilişkilendirilerek verilir.
- Not:** Veri tablosu doldurulduktan sonra “kuvvet/yüzey” ile “iz derinliği” sütunlarını öğrencilerle inceleyiniz. Kuvvet/yüzey küçük iken iz derinliğinin az olduğunu, kuvvet/yüzey büyük iken iz derinliğinin çok olduğunu öğrencilere fark ettirin. “Vardığınız sonuç nedir?” bölümündeki 4. soruya gelindiğinde yukarıdaki ilişkiyi basınç terimini kullanarak tekrarlayınız ve öğrencilere yazdırınız.

Uyarı: Deney yapılırken deneydeki değişkenleri açıklayarak tanımlayınız. Öğrencilere bu değişkenleri “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 9 nolu yerdeki “değişkenler tablosuna” yazmalarını söyleyin.

Deneyin 1. Bölümü için:

Sabit tutulan değişken: Cismin temas alanı

Değiştirilen değişken: Cismin ağırlığı (kuvvet)

Ölçülen değişken: İz derinliği

Deneyin 2. Bölümü İçin:

Sabit tutulan değişken: Cismin ağırlığı (kuvvet)

Değiştirilen değişken: Cismin temas alanı

Ölçülen değişken: İz derinliği

Dikkat: Deneyi tamamladığınızda gerçek yaşamdan deney ortamına geçişle ilgili açıklamalarda bulunun. Deneyle senaryo arasında aşağıdaki eşleştirmeler doğrultusunda bağ kurun. Bu bağ öğrencilerin kavraması, ileriki senaryolarda öğrencilerin deney tasarlayabilmesi için önemlidir.

Çekicinin geniş yüzeyi = dağ bisikletinin tekeri

Çekicinin dar ve sivri yüzeyi = yarış bisikletinin tekeri

Tek kütle = yarış bisikletindeki zayıf çocuk

İki kütle = yarış bisikletindeki şişman çocuk (15 DK)

- 14. Kurulan hipotezin desteklenip desteklenmediğine karar verilir:** Yukarıda yapılan deney sonucunda hipotezin desteklenip desteklenmediği konusunda öğrenciler tartışır. Birkaç öğrenciyi fikirlerini sorun. Siz de fikirlerinizi söyleyiniz. Varılan sonucu “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 10 nolu yere yazmalarını söyleyin. Yapılan deney sonuçları hipotezlerin desteklendiğini gösterir. Yani:

- 1) Bisikletlerin kuma batmasında bisiklet üzerindeki çocuğun ağırlığının etkisi vardır.
- 2) Bisikletlerin kuma batmasında teker genişliğinin etkisi vardır.

ifadeleri doğruluk yönünde desteklenmiştir.

Dikkat: “hipotez doğrudur” veya “hipotez yanlıştır” gibi ifadeler kavram yanılgısıdır. Hipotezin doğruluğundan ve yanlışlığından bahsedilemez. Hipotezin doğruluğu veya yanlışlığı konusunda sadece deliller sunulur ve böylece hipotezler desteklenir. Yaptığımız deneyin sonuçları, hipotezlerin doğruluğu için sadece bir delildir. Bunu öğrencilerin kavraması önemlidir. (4 DK)

3. DERS:

- 15. Senaryodaki problemin çözümü için çocuklara ne önerirsiniz?** Sorusunu sınıfa sorun. Her öğrencinin yapılan deneyi dikkate alarak öneri sunmasını söyleyin. Önerileri “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 12 nolu yere yazmalarını söyleyin. En ideal öneriler şu şekilde olabilir:

- 1) Yarış bisikletiyle kumdan geçebilmek için bisiklette zayıf bir çocuk olmalıdır.
- 2) Yarış bisikletiyle kumdan geçebilmek için teker genişliğini artırmak gerekir.

Öğrencilerin bu önerileri basınç kavramını kullanarak açıklamalarını söyleyin. Daha sonra siz toparlayın. (5 DK)

- 16. Öğrencilere senaryodaki olayı ve problemi düşünmelerini söyleyin. “Bu olayı öğrenmeniz günlük yaşamda başka hangi olayları anlamamanızı sağlar?”** diye sorun. Burada amaç, edinilen bilgilerin günlük yaşamdaki diğer benzer olayların anlaşılmasında kullanılabilmesini sağlamaktır. Öğrenciler öncelikle günlük yaşamdan senaryoda inceledikleri probleme benzer olaylar bulabilmelidir. Daha sonra bu problemlerin çözümü için edindikleri bilgileri kullanabilmelidir. Buldukları benzer olayları ve açıklamalarını “senaryoyu inceliyoruz kağıdındaki 12 nolu yere yazın” deyin. Birkaç öğrenciyi söz hakkı veriniz ve söyledikleri olayları sınıfta tartışınız. Günlük yaşamdaki diğer benzer olaylara karda batma, jip tekerlerinin geniş olması, topuklu ayakkabının toprakta daha çok batması, çivinin sivri ucunun parmağımızı daha çok acıtmaması, vb. örnekler verilebilir. (5 DK)

- 17. Konuları toparlayın.** Bu senaryo ile öğrencilere kazandırılmaya çalışılan kazanımları dikkate alarak konuları toparlayın. Bu özetlemede konuların günlük yaşamla ilişkisini vurgulayın. Bu vurguları yaparken yeri geldiğinde senaryodaki olayı örnek gösterin. (5 DK)

- 18. Problem çözümü yapınız. (24 DK)**

Katı basıncı ile ilgili problemler çözün. Problemleri çözerken senaryodaki olaylarla ve yapılan deneylerle ilişkilendirin.

19. Öğrencilere “çalışmanızı değerlendirin” kağıtlarını dağıtın. (1 DK)

Öğrencilere yaptıkları **çalışmayı değerlendirmelerini** söyleyin. Bunun için sizin öğrencilere dağıtacağınız “çalışmanızı değerlendirin” kağıtlarını doldurmalarını söyleyin. Bu bölümün bireysel olarak doldurulacağını hatırlatın.

B şıkında öğrencilerin öğrendiklerini ifade ederken sadece yazıyla değil; grafik, tablo ve çizim tekniklerini de kullanabilecekleri belirtilmiştir. Bu yaklaşım, öğrenciye esneklik sağlamaktadır. Yazı ile ifade edemediği bir şeyi öğrenci çizimle ifade edebilir.

C şıkında öğrencilerin çalışmalar sırasında arkadaşlarına yaptığı katkılardan ders çıkarıp sonraki çalışmalarda bu derslerin (deneyimlerin) nasıl kullanılacağı ölçülmek istenmiştir.

Öğrencilerin bu aşamada yaptığı değerlendirmeye öz değerlendirme denir. Öz değerlendirmenin neden önemli olduğunu aşağıdaki açıklamalar doğrultusunda yapın. Öğrenciler öz değerlendirmenin önemini ve kendilerine faydasını anladığı takdirde bu bölümü daha istekli dolduracaklardır.

Öz değerlendirme:

Belli bir konuda bireyin kendi kendisini değerlendirmesine öz değerlendirme denir. Öz değerlendirme, bireyin kendi yeteneklerini kendilerinin keşfetmelerine yardımcı bir yaklaşımdır. Öz değerlendirme öğrencilerin okulda yaptıkları çalışmaları, nasıl düşündüğünü ve nasıl yaptığını değerlendirmelerini gerektirir.

- Kendini değerlendirme, öğrencilerin kendi güçlü ve zayıf yönlerini tanımlarına yardım eder.
- Performansının düzeyi hakkında karar vermek için kişisel ya da kişiler arası kriter koymada ve öğrencinin motivasyonunun yükselmesinde öğrencilere fırsat verir.
- Öğrencilerin değişik durumlarda davranışlarını kontrol altına almalarını sağlar.
- Kendini değerlendirme ile öğrenci, sürecin bir parçası olduğunu hisseder.
- Kendilerine dışardan bakma yetisi gelişir.

Uyarı: Sınıfta vakit harcamamak için bu değerlendirme formunu evde doldurmalarını ve sonraki derse mutlaka getirmelerini söyleyin. Bu formları okuyup öğrencilere dönüt vermek, hem öğrenciler hem de dersin işleniş üzerinde olumlu katkılar yapacaktır.

AYŞEGÜLÜN KAMP MACERALARI

Ders Planı

Bu Senaryonun İlgili Olduğu Konular

- Sıvı basıncının yükseklikle ve yoğunlukla ilişkisi
- Basıncın etkisiyle sıvıların hareketi
- Pascal ilkesi

Bu senaryo ile verilemek istenen öğrenci kazanımları

1. Sıvı basıncının sıvı derinliği ve öz kütlesiyle nasıl değiştiğini söyler.
2. Sıvı seviyesindeki değişime bağlı olarak sıvı basıncının zamanla değişimini analiz eder.
3. Delik bir kaptaki sıvının fışkırma mesafesi, sıvı yüksekliği ve sıvı yoğunluğu arasında ilişki kurar.
4. Sıvı basıncıyla işleyen bir düzeneği amacı doğrultusunda yeniden düzenler.
5. Sıvıların yüksek basınçlı yerden alçak basınçlı yere doğru hareket ettiği durumlara örnekler verir.
6. Pascal yasasını ifade eder.
7. Pascal ilkesini çeşitli problem durumlarında kullanır.

Önerilen süre: 5 ders saati

Sınıf İçi Uygulama

1. Senaryoyu öğrencilere dağıtın ve okumalarını söyleyin.
2. Bir öğrenciye senaryoyu özet olarak anlatırın.
3. Öğrencilere sorunuz: **Senaryoda anlatılanlar sizin başınızdan da geçti mi?**
Evet cevabı için: “Bu deneyiminizi dersimizin ileriki aşamalarında kullanacaksınız.”
Hayır cevabı için: “Böyle bir durumla karşılaştığınızda ne yapmanız gerektiğini öğreneceksiniz.”
deyiniz.
4. Öğrencilere sorunuz: **Ayşegül ve arkadaşlarının karşılaştığı problem durumları var mıdır varsa nelerdir?** Bunları belirleyip “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 1 nolu yere yazın deyin.
5. Rasgele bir öğrenci seçip bulduğu problem durumlarını sorun. Söylenen her problemten sonra sınıfa bu problemi yazanlar el kaldırsın diye söylenir. Sınıfın üçte biri el kaldırırsa ve öğretim programının amacına uygunsa o problem tahtaya “**ortak sorularımız**” olarak yazılır. Programın amacına uymayan soruları “şu aşamada ayrıntı, onun için üzerinde durmayalım. Ama bir taraftan bu problem üzerinde çalışabilirsiniz. Takıldığınız yerde ben yardımcı olurum” denmelidir.
- Öğrencilere sizin tahtaya yazdığınız “ortak sorularımız”ı önlerindeki “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 2 nolu yere yazmalarını söyleyin.
Dikkat: Ortak sorularımız başlığı altında sadece programın amacına uygun soruların olmasına dikkat edin.
Belirlenen “Ortak Sorularımız” aşağıdaki gibi olmalıdır:
 - 1) Ayşegül yüzerken dibe daldığında neden kulağında ağrı hissetti?
 - 2) Daha fazla derine dalındığında kulaklar neden daha çok ağrıyor?
 - 3) Deniz suyu olan havuza dalındığında tatlı sudakine göre kulaklar neden daha çok ağrıyor?
 - 4) İçi su dolu balon farklı bölgelerden sıkılınca neden tüm deliklerden aynı miktarda su fışkırıyor?
 - 5) Toprağın derinliklerine gitmesi gerekirken nasıl oluyor da kaynak suyu topraktan yeryüzüne çıkabiliyor?
 - 6) Kameranın az bir kuvvetle her yöne rahatlıkla hareket edebilmesini sağlayan nedir?
 - 7) Tansiyonun sol koldan ve kalp hizasından ölçülmesinin nedeni nedir?**Dikkat:** Bu sorulardan herhangi biri öğrencilerden gelmediği takdirde bu soruları sınıfa siz önerin ve oylayın.
6. Öğrencilere, sorulara cevap bulmak için “**bilgi kaynaklarını**” araştırmalarını söyleyiniz.

Karşılaşılan problemlere iki şekilde cevap bulunabileceğini söyleyin: 1. Bilgi kaynakları araştırılarak. Kitap, ansiklopedi, dergi, gazete, Internet, uzman kişiler başlıca bilgi kaynaklarıdır. 2. Bilimsel araştırma yöntemi kullanılarak. Bilimsel araştırma yönteminde problemlere deney yapılarak çözüm aranır. Şimdi sorularımıza cevap bulmak için “bilgi kaynaklarını” araştıracağız deyin.

Bilgi kaynaklarını araştırarak bilgiye ulaşma becerisi kazanmanın neden önemli olduğunu “balık yemeyi değil, balık tutmayı öğren” mantığı ile açıklayın.

Sınıf “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 3 nolu yerdeki tablonun “belirlediğim öğrenme konuları” bölümünü doldurmalarını söyleyin. Bunun için 6 dakika süre verin. Öğrenciler bu bölüme konu ile ilgisiz şeyler yazabilirler. Bu normaldir. Bu duruma müdahale etmeyiniz. “Sınıfça belirlenen öğrenme konuları” kısmında siz de devreye girip öğrencileri asıl odaklanılması gereken konulara yönlendireceksiniz. Tablonun nasıl doldurulacağı konusunda açıklama yapın. Aşağıda örnek bir tablo sunulmuştur.

Dikkat: Bu tablo size fikir vermek için sunulmuştur. Yardım olsun diye tabloyu aynen bu şekilde öğrencilere vermeyiniz.

	Belirlediğim öğrenme konuları	Sınıfça belirlenen öğrenme konuları	Bilgi kaynaklarım	İş planım
	Sorunun cevabına ulaşmak için neleri öğrenmeniz gerektiğini yazın.	Sorunun cevabına ulaşmak için sınıfça belirlenen öğrenme konularını yazın.	Soruyla ilgili bilgiye ulaşabileceğiniz kitap, ders kitabı, dergi, gazete, ansiklopedi, Internet, uzman kişiler, vb. bilgi kaynaklarını yazın.	Sorunun cevabına ulaşmak için yapmanız gereken işleri yazın. (hangi işi, nasıl yapacağım?)
1. soru için	- Ayşegül’ün kulağında rahatsızlık olup olmadığı	- Sıvı basıncının varlığı	- Ders kitabı - ansiklopedi - Internet - yüzme sporuyla uğraşan biri	- Dergilerden sıvıların basıncı konusunu araştıracağım - Yüzücü arkadaşşıma danışacağım. - Internet’ten sıvıların basıncı konusunu inceleyeceğim.
2. soru için	- Dibe nasıl dalındığı	- Derinlerde suyun insana etkisi - Derinliğin sıvı basıncına etkisi		
3. soru için		- Tatlı ve tuzlu suyun derinlerde kulak ağrısına etkisi - Özkütlenin sıvı basıncına etkisi		
4. soru için		- Üzerine kuvvet uygulanan sıvıların davranışı - Pascal ilkesi		

5. soru için		- Kaynak suyunun yeryüzüne çıkışı - Sıvıların yüksek basınçlı yerden alçak basınçlı yere hareket etmesi		
6. soru için		- Kameranın az kuvvetle her yöne kolayca hareket etmesini sağlayan sistem - Pascal ilkesi		
7. soru için		- Tansiyon ölçme yöntemi - Tansiyon ve kan basıncı arasındaki ilişki		

Öğrenciler, “belirlediğim öğrenme konuları” bölümünü doldurduktan sonra rasgele bir öğrenci seçin. Belirledikleri öğrenme konularını söylemelerini isteyin. Diğer öğrencilere bu konuları seçip seçmediğini sorun. Üçte bir çoğunluk da bu konuları seçtiyse tahtaya “sınıfça belirlenen öğrenme konuları” başlığı altında bu konuları yazın. Diğer öğrencilere de söz hakkı verin. Üçte bir çoğunluğun sağlandığı konuları “sınıfça belirlenen öğrenme konuları” başlığı altında tahtaya yazın. **Öğrenme konularında yukarıdaki tabloda belirtilen konular mutlaka olmalıdır.** Bu konular, öğrenciler tarafından önerilmediyse buları da siz önerin ve “sınıfça belirlenen öğrenme konuları” başlığı altına yazın. Tahtaya yazdığınız bu öğrenme konularını “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 3 nolu yerdeki “sınıfça belirlenen öğrenme konuları” bölümüne yazmalarını söyleyin.

Dikkat: Öğrenciler, öğrenme konularına konuyla ilgisiz şeyler yazabilir. Bu durumda, yazılanların amacımıza hizmet etmeyeceğini açıklayın. Yukarıda bahsedilen öğrenme konularının sorumuzla ilgili olduğunu ve onların üzerinde yoğunlaşılması gerektiğini söyleyin.

“Sınıfça belirlenen öğrenme konuları” tabloya yazıldıktan sonra “bilgi kaynaklarım” ve “iş planım” bölümlerinin doldurulması için öğrencilere her biri için 6 dakika süre verin.

Tablo tamamen doldurulduktan sonra öğrencilere ARAŞTIRMALARI İÇİN **20 DK** süre verin. Araştırılacak konuların “sınıfça belirlenen öğrenme konuları” olması gerektiğini hatırlatın. Elde ettikleri bilgiyi “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 4 nolu yerdeki tabloya yazmalarını söyleyin.

Uyarı: Öğrenciler sorularına cevap bulamasa da 20 dakikadan fazla süre vermeyin. Araştırmalarına evde devam etmelerini söyleyin. Öğrencileri her halükarda ders dışında da araştırma yapmaya cesaretlendirin. Bu konuda kaynak desteği için sınıfa konulan yeni kitaplara vurgu yapın. İsteyen öğrencilere geri getirmek şartıyla bu kitaplardan verebileceğinizi söyleyin. Diğer adımlar işlenirken dahi öğrenciler araştırmalarına devam edebilirler. Elde ettikleri bilgileri kağıtlarına yazabilirler. Öğrencilerin bu noktayı bilmesi önemlidir.

7. Sorulara cevap bulmak için şimdi diğer yöntem olan “**bilimsel araştırma yöntemini**” kullanacağız deyin.

8. **Hipotez oluşturma:** Hipotez, “Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı” olarak tanımlanır.

Öğrencilerin sorularla ilgili hipotezler oluşturmalarını ve bunları “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki A nolu yere yazmalarını söyleyin. Hipotez nasıl yazılır örnekler verin. Örneğin bir trafik kazası olayıyla ilgili hipotez: “Arabanın öndeki araca çarpmasına lastiklerin çok inik olması yol açmıştır.”

Uyarı: Öğrenciler senaryoyla ilgili hipotez yazmada zorlanabilirler. Bu durumda senaryoyla ilgili örnek bir hipotez söyleyiniz: “Ayşegül dibe daldığında kulağının ağrmasının nedeni suyun pis olmasıdır.” gibi.

- 9. Amaca uygun hipotezleri sınıfça belirleme:** Rasgele bir öğrenci seçip oluşturduğu hipotezleri söyletin. Her hipotez okunduktan sonra sınıfa “bu hipotez, problemi çözmek için işimize yarar mı?” diye sorulur. Düşünceleri için 10-15 saniye süre verilir. Sınıfça kısa fakat verimli tartışmalar yapılır. Tartışmaya siz de katılın ve fikirlerinizi söyleyin. Öğrencilerin konuyla alakasız yerlere gitmesini önlemek için sizin tartışmalarda gerekli açıklamaları yapmanız önemlidir. Çoğunluk evet diyorsa bu hipotez tahtaya yazılır. Her öğrencinin hipotezlerini bu şekilde inceleyin. Öğrencilerden problemin çözümüne yönelik uygun hipotezler gelmezse aşağıdaki hipotezleri sınıfa siz sunun. Hipotezi sunarken gerekçelerini de açıklayıp öğrencilerin zihinsel olarak kavramalarını sağlayın. Öğrencilerin onayına sunun ve tahtaya yazın.
- Sizin önereceğiniz hipotezler şunlar olmalıdır:

1. soru için hipotez: Dibe dalındığında kulak ağrısının nedeni suyun kulağa basınç uygulamasıdır.
2. soru için hipotez: Derine inildikçe suyun kulağa uyguladığı basınç artar ve kulak daha çok ağrır.
3. soru için hipotez: Dibe dalındığında oluşan kulak ağrısının şiddeti suyun öz kütlesine bağlıdır.
4. soru için hipotez: İç su dolu balon sıkılınca tüm deliklerden su fışkırmasının nedeni suyun sıkışmama özelliğindendir.
5. soru için hipotez: Kaynak suyu, yüksek basınçlı yerden alçak basınçlı yere doğru hareket ettiğinden yeryüzüne çıkar.
6. soru için hipotez: Kameranın az bir kuvvetle her yöne rahatlıkla hareket edebilmesi, sıvıların üzerlerine uygulanan kuvveti aynen iletmesi ileldir.
7. soru için hipotez: Tansiyon ölçümünde kalp hızından uzaklaşıldıkça ölçümdeki hata oranı artar.

Dikkat: Her soru için tahtaya yazılan hipotezlerin biri mutlaka sizin önerdiğiniz hipotez olmalıdır.

Sınıfça belirlenen hipotezleri öğrencilerin “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki B nolu maddeye yazmalarını söyleyin.

10. Sınıfça Belirlenen Hipotezlerden Birini Seçme

Tahtaya sizin önerdiğinizle birlikte birden çok hipotez yazıldıysa, sizin yazdığımız hipotez üzerinde uzlaşmaya çalışın. (Vakit kısıtlı olduğundan tüm hipotezleri test etmek mümkün olamayacağı için böyle bir yola başvuruyoruz). Bunun için öğrencilere sizin hipotezinizin amaca daha iyi hizmet edeceğini gösteren açıklamalar yapın. Öğrencilere diğer hipotezleri evde test edebileceklerini bunun için kendilerine yardımcı olabileceğinizi söyleyin. Bu çalışmalarında başarılı oldukları takdirde notla ödüllendirileceklerini söyleyin.

Her soru için seçilen hipotezi “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki C nolu maddeye yazmalarını söyleyin.

- 11. Hipotezleri test etmek için her öğrencinin deney tasarlaması:** Öğrencilere “hipotezleri test etmenin yolu deney yapmaktır” deyin. Deneyle ilgili her türlü bilgi, deney malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağının “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki D nolu maddeye yazmalarını söyleyin.

Uyarı: Öğrenciler hipotezleri test etmek için deney tasarlamada zorlanabilirler. Bu normaldir. Çünkü öğrenciler senaryodaki gerçek olayı deney ortamına aktaramayabilir. “Kuma Takılan Bisiklet” senaryosunda deney ortamına geçiş mantığını hatırlatın.

- 12. Hipotezleri test etmek için uygun deneylerin sınıfça belirlenmesi:** Her öğrenci deneyini belirledikten sonra, öğrencilere söz hakkı vererek deneylerini sınıfa sunmaları sağlanır. Öğretmen olarak siz de aşağıdaki tabloda görülen deneyleri önerin. Sunulan bu önerilerden sonra en uygun

deneyi sınıfça belirleyin. Deney belirlenirken öğrencilerin şu kriterlere dikkat etmesi gerektiğini söyleyin: deneyin uygulanabilirliği ve basit araç gereçlerle yapılabilmesi. Bu kriterlere göre sizin önerdiğiniz deneyin seçilmesi beklenir. Bu deneyin uygunluğu konusunda sınıfa gerekli açıklamaları yapın. Eğer öğrencilerden kriterlere uygun bir deney geldiyse bu deneyi evde yapıp sonraki derse sınıfa getirmelerini söyleyin. Burada yapılacak başarılı çalışmaların notla ödüllendirileceğini söyleyin. Sınıfça belirlenen uygun deneyin “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki E nolu yere yazılması gerektiğini söyleyin.

Sizin önereceğiniz deneyler aşağıdaki gibidir:

1. hipotez için deney: Evde uğraş etkinliği (ders kitabı, sayfa 101.)
2. hipotez için deney: Fışkıran su (ders kitabı, sayfa 102.)
3. hipotez için deney: Yükselen su (13. maddede açıklanmıştır)
4. hipotez için deney: Balon fiskiye (ders kitabı, sayfa 111)
5. hipotez için deney: Suyun yolculuğu (ders kitabı, sayfa 103)
6. hipotez için deney: Dokunun yukarı çıksın (ders kitabı, sayfa 113)
7. hipotez için deney: Fışkıran su-2 (13. maddede açıklanmıştır)

- 13. Hipotezleri test etmek için seçilen en uygun deneylerin yapılması:** Ders kitabında olan deneyleri kitapta anlatıldığı şekliyle yapın. 3. ve 7. deneylerin yapılışı aşağıda açıklanacaktır. Siz deneyi yaparken aynı zamanda öğrencilerin “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki deneyle ilgili veri tablolarını doldurmalarını söyleyin. Deneyleri tüm sınıfın görebileceği bir yerde yapın. “Verilerinizi değerlendirin” ve “vardığınız sonuç nedir?” bölümlerini öğrencilere söz hakkı verip fikirlerini alarak, tartışarak işleyin. Siz rehber konumunda olun. Bu bölümlerdeki soruların cevaplarını “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki F nolu yerdeki ilgili bölüme yazmalarını söyleyin. Buradaki sorular öğrencilerle tartışıldıktan sonra deneyle ve konuyla ilişkili tanımlar, bilgiler, formüller, vs. senaryo ile ilişkilendirilerek verilir.

Uyarı: Deney yapılırken deneydeki değişkenleri açıklayarak tanımlayınız. Öğrencilere bu değişkenleri “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 9 nolu yerdeki “değişkenler tablosuna” yazmalarını söyleyin. Deneylerdeki değişkenler aşağıdaki gibidir:

	Sabit tutulan değişken	Değiştirilen değişken	Ölçülen değişken
1. hipotezin deneyi	Deliklerin yerden yüksekliği	YOK	Deliklerden fışkıran suyun akış hızı
2. hipotezin deneyi	Sıvı miktarı	Delik seviyesindeki su yüksekliği	Suyun fışkırtma mesafesi
3. hipotezin deneyi	U borusundaki sıvı türü	Hortumun daldırıldığı sıvının türü	U borusunda suyun yükselme miktarı
4. hipotezin deneyi	Balonun cinsi	Kuvvetin uygulandığı yer	Deliklerden fışkıran suyun akış hızı
5. hipotezin deneyi	Kullanılan sıvı türü	Hortumun kapalı ucunun yüksekliği	Suyun akış hızı
6. hipotezin deneyi	Büyük itenekteki yük	Küçük iteneğe uygulanan kuvvet	Büyük itenekteki konum değişikliği
7. hipotezin deneyi	Şişedeki su miktarı	Şişenin konumu	Deliklerden fışkıran suyun akış hızı

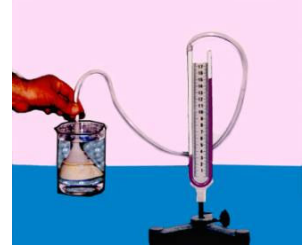
Dikkat: Deneyleri tamamladığınızda gerçek yaşamdan deney ortamına geçişle ilgili açıklamalarda bulunun. “Kuma Takılan Bisiklet” senaryosundaki yaklaşımı burada da kullanın. Örneğin senaryomuzdaki havuzu, deneyde su dolu bir pet şişesi temsil etmektedir. Şişedeki delik, kulak olarak düşünülebilir. Beşinci deneyde kaynak suyunun yeraltındaki kanallarda hareketi bir hortumla gösterilir. Yedinci deneyde dik duran pet şişe ayakta duran insanı, yatay duran şişe yatan insanı temsil etmektedir.

3. hipotez için deneyin yapılışı: Yükselen Su

Araç gereçler: U borusu, lastik hortum, kısa cam boru, ispirto, civa, su, mürekkep, beherglas (2 adet)

Deneyin Yapılışı:

- 1- U borusuna üçte bir kadar mürekkepli su koyunuz.
- 2- U borusunun bir ucuna lastik hortumu (60-70 cm) takınız.
- 3- Lastik hortumun diğer ucuna kısa cam boruyu takınız. Bu cam boruyu ispirto dolu beherglasla daldırınız.
- 4- U borusunun açık olan kolunda yükselen mürekkepli su seviyesini işaretleyiniz.
- 6- Bu defa kısa cam boruyu civa içine daldırınız. Yükselen mürekkepli su seviyesini farklı bir kalemle işaretleyiniz.
- 7- Kısa cam boruyu ispirto ve civa daldırırken aynı derinliğe daldırmaya dikkat ediniz.
- 8- Her iki durumda mürekkepli suyun yükselme miktarını karşılaştırın.



Deneyin Sonucu:

Kısa cam boru civa daldırıldığında mürekkepli su daha yükseğe çıkar. Bu durum civanın ispirotodan daha fazla basınç uyguladığını gösterir. Sıvıların farklı basınç uygulamasının nedeni yoğunluklarının farklı olmasıdır. Civanın yoğunluğu ispirotodan büyük olduğu için daha fazla basınç uygulamıştır ve mürekkepli suyu daha yükseğe çıkarmıştır.

6. hipotezin deneyi için uyarılar:

- Bu deney düzeneğinin çalışması için en az 2-3 kg'lık kütlelerle çalışmak gerekir. Daha az kütlelerde Pascal prensibinin doğruluğu görülemez. Çünkü iteneklerin sürtünmesinden dolayı hareket gerçekleşmez.
- Kütlelerle çalışma imkanı elde edilemezse bir öğrenci çağırıp her iki iteneği de itmesini söyleyiniz. Öğrenci geniş yüzeyli iteneği iterken daha çok zorlanacaktır. Bir iki öğrenci daha çağırıp bu işlemi tekrarlayın. Bu şekilde öğrencilere hissettirerek Pascal prensibini göstermiş olursunuz. Pascal prensibine göre küçük itenekteki küçük kuvvet, büyük itenekteki büyük bir kuvvetle dengelenir. Öğrencinin büyük iteneği iterken daha fazla kuvvet uygulaması bunu gösterir.

7. hipotez için deneyin yapılışı: Fışkıran Su-2

Bir su pet şişesini aynı doğrultuda olmak üzere alttan, ortadan ve üstten deliniz. Delikleri cam macunıyla, sakızla veya bantla kapatınız. Şişeyi ağzına kadar suyla doldurunuz. Delikleri aynı anda açınız ve suların deliklerden çıkışını gözleyiniz. Suların fışkırma uzaklığı büyükten küçüğe şu şekilde olacaktır: alttaki delik, ortadaki delik ve üstteki delik.



Suların fışkırma uzaklığı o noktadaki basıncın bir göstergesidir. Dolayısıyla basınç sıralaması şu şekilde olur: $P_{\text{alt delik}} > P_{\text{orta delik}} > P_{\text{üst delik}}$.

Pet şişenin boyunu bir insanın boyu olarak düşünün. O zaman vücudun farklı bölgelerinde sıvı (kan) basıncı farklı olacaktır. Ayaklardaki damarlarda (deneyimizde alt delik) gezen kanın basıncı ile beyindeki damarlarda (üst delik) gezen kanın basıncı farklı olur. Sıvı yüksekliğinden dolayı.

Tansiyon yani kan basıncı, kalbin kanı pompalarken damarlarda oluşturduğu basınçtır. Bu nedenle tansiyon ölçülürken kalp hizasında ölçülmelidir. Deneyimizde orta delik hizası kalp seviyesi olarak kabul edilebilir. Kalbin aşağısındaki veya yukarısındaki ölçümlerde yükseklik farkından dolayı ekstra bir sıvı (kan) basıncı etkiyecektir. Bu da yanlış ölçüme neden olacaktır. Örneğin kalbin oldukça aşağısındaki bir ölçümde tansiyon yüksek çıkacaktır. Deneyimizdeki alt delikteki basıncın en büyük olmasını hatırlayınız.



Yükseklikten kaynaklanan sıvı basıncını önlemenin yolu tansiyonu yatarken ölçmektir. Pet şişeyi ağzına kadar doldurup bu sefer yan olarak yere koyun ve deliklerden suyun çıkışını gözleyin. Suların fışkırma mesafesi aynı olacaktır. Yani insan yatarken kan basıncı vücudun her yerinde hemen hemen aynı olacaktır. Dolayısıyla tansiyon ölçümü yatarken yapılırsa kalp hizasından sapma olsa bile ölçüm doğru yapılır.

14. Kurulan hipotezin desteklenip desteklenmediğine karar verilir:

Yapılan deneyler sonucunda hipotezin desteklenip desteklenmediği konusunda öğrencilerin tartışmasını söyleyin. Öğrencilerin fikirlerini sorun. Daha sonra sözü siz alıp “Yapılan deney sonuçları hipotezin desteklendiğini gösterir.” deyin ve bununla ilgili açıklamalar yapın. Varılan sonucu “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki G nolu yere yazmalarını söyleyin.

Dikkat: “hipotez doğrudur” veya “hipotez yanlıştır” gibi ifadeler kavram yanılgısıdır. Hipotezin doğruluğundan veya yanlışlığından bahsedilemez. Hipotezin doğruluğu veya yanlışlığı konusunda sadece deliller sunulur ve böylece hipotezler desteklenir. Yaptığımız deneyin sonuçları hipotezlerin doğruluğu için sadece bir delildir. Bu noktayı öğrencilerin kavraması önemlidir.

15. Senaryodaki problemin çözümü için senaryo kahramanlarına ne önerirsiniz? sorusunu sınıfa sorun. Her öğrencinin yapılan deneyi dikkate alarak öneri sunmasını söyleyin. Önerileri “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki H nolu yere yazmalarını söyleyin. 2-3 dakika süre verin. Öğrencilere söz hakkı vererek önerilerini sınıfa sunma fırsatı verin. Yaptıkları önerileri, basınç kavramını kullanarak açıklamalarını isteyin. Daha sonra siz de önerilerinizi sunun. Bu önerileri de kağıtlarına yazmalarını söyleyin. Öğrencilere sunabileceğiniz öneriler:

1. soru için öneri: Ayşegül dalış yapacağı zaman su basıncından kaynaklanan kulak ağrısını önlemek için kulaklık takabilir.
2. soru için öneri: Kulağının ağrılaması için Ayşegül çok fazla derine dalmamalıdır. (Ne kadar çok derine dalarsa su o kadar fazla kulağa basınç uygulayacaktır ve kulağı ağrıyacaktır).
3. soru için öneri: Deniz suyunun öz kütlesi tatlı suya göre daha büyük olduğundan su basıncı daha çok olur. Bu nedenle Ayşegül denizde çok derine dalmamalıdır. Aksi takdirde kulağı daha çok ağrır.
4. soru için öneri: Ayşegül yarışmada tek delikli ya da delikleri hep aynı tarafta olan bir balon kullanmalıdır.
5. soru için öneri: Öneri yok.
6. soru için öneri: Öneri yok.
7. soru için öneri: Sıvı yüksekliğinden kaynaklanan basıncı önlemek için tansiyon yatarken ölçülmelidir.

16. Öğrencilere senaryodaki olayı ve problemi düşünmelerini söyleyin.

“Bu olayı öğrenmeniz günlük yaşamda başka hangi olayları anlamanızı sağlar?” diye sorun. Bu olayları ve açıklamalarını “Senaryoyu inceliyoruz kağıdındaki I nolu yere yazın” deyin. 2-3 dakika süre verin. Öğrenciler benzer olaylar bulmada zorlanıyorsa bilgi kaynaklarına yönlendirebilirsiniz.

Burada amaç, edinilen bilgilerin günlük yaşamdaki diğer benzer olayların anlaşılmasında kullanılabilmesini sağlamaktır. Öğrenciler öncelikle günlük yaşamdan senaryoda inceledikleri problemlere benzer olaylar bulabilmelidir. Daha sonra bu problemlerin çözümü için edindikleri bilgileri kullanabilmelidir.

Öğrencilere yazdıklarını sınıfla paylaşması için söz hakkı verin. Söylenenlerin uygunluğu konusunda açıklamalarda bulunun. Daha sonra siz günlük yaşamdaki diğer benzer olaylar için örnekler verin. Önce örneği söyleyin. Sonra “bu örnek senaryomuzdaki hangi problem durumuna (olaya) benziyor” diye sorun. Öğrenci fikirlerini aldıktan sonra siz doğrusunu gerekli açıklamaları yaparak söyleyin. Kullanabileceğiniz örnekler şunlar olabilir:

Senaryodaki Olaylara Benzer Diğer Olaylar
1. soruyla ilgili olaylar: delinen su deposundan suyun fışkırması
2. soruyla ilgili olaylar: baraj diplerinin kalın yapılması, dalgıçların özel giysiler giymesi,
4. soruyla ilgili olaylar: meyve suyu kutusu sıkıldığında meyve suyunun delikten fışkırması,
5. soruyla ilgili olaylar: su depolarının yüksek yerlere kurulması, serum şişesinin hastadan yüksek bir yere asılması, kanayan organın kalp seviyesinden yukarı tutulması

6. soruyla ilgili olaylar: taşıtların yıkama yağlama servislerinde bir silindir üzerinde yukarı kaldırılması, iş makinelerinin kepçe kısmının hareketi, bitkileri ilaçlamak için purvazatörden püskürtme yapılması, şehir şebeke suyunun evlere ulaşması, oyuncak tabancadan suyun fışkırması, arabalardaki fren sistemi

17. Konuları toparlayın.

Sıvı basıncı ve Pascal ilkesi konularını kısaca özetleyerek toparlayın. Bu özetlemede konunun günlük yaşamla ilişkisini vurgulayın. Bu vurguları yaparken yeri geldiğinde senaryodaki olayları örnek gösterin.

18. Problem çözümü yapınız.

Sıvı basıncı ve Pascal ilkesiyle ilgili problemler çözün. Problemleri çözerken senaryodaki olaylarla ve yapılan deneylerle ilişkilendirin.

19. Öğrencilere “çalışmanızı değerlendirin” kağıtlarını dağıtın.

Öğrencilere yaptıkları **çalışmayı değerlendirmelerini** söyleyin. Bunun için sizin öğrencilere dağıtacağınız “çalışmanızı değerlendirin” kağıtlarını doldurmalarını söyleyin. Bu bölümün bireysel olarak doldurulacağını hatırlatın.

B şıkkında öğrencilerin öğrendiklerini ifade ederken sadece yazıyla değil; grafik, tablo ve çizim tekniklerini de kullanabilecekleri belirtilmiştir. Bu yaklaşım, öğrenciye esneklik sağlamaktadır. Yazı ile ifade edemediği bir şeyi öğrenci çizimle ifade edebilir.

C şıkkında öğrencilerin arkadaşlarına yaptığı katkılardan ders çıkarıp sonraki çalışmalarda bu derslerin (deneyimlerin) nasıl kullanılacağı ölçülmek istenmiştir.

Öğrencilerin bu aşamada yaptığı değerlendirmeye öz değerlendirme denir. Öz değerlendirmenin neden önemli olduğunu aşağıdaki açıklamalar doğrultusunda yapın. Öğrenciler öz değerlendirmenin önemini ve kendilerine faydasını anladığı takdirde bu bölümü daha istekli dolduracaklardır.

Öz değerlendirme:

Belli bir konuda bireyin kendi kendisini değerlendirmesine öz değerlendirme denir. Öz değerlendirme, bireyin kendi yeteneklerini kendilerinin keşfetmelerine yardımcı bir yaklaşımdır. Öz değerlendirme öğrencilerin okulda yaptıkları çalışmaları, nasıl düşündüğünü ve nasıl yaptığını değerlendirmelerini gerektirir.

- Kendini değerlendirme, öğrencilerin kendi güçlü ve zayıf yönlerini tanımlarına yardım eder.
- Performansının düzeyi hakkında karar vermek için kişisel ya da kişiler arası kriter koymada ve öğrencinin motivasyonunun yükselmesinde öğrencilere fırsat verir.
- Öğrencilerin değişik durumlarda davranışlarını kontrol altına almalarını sağlar.
- Kendini değerlendirme ile öğrenci, sürecin bir parçası olduğunu hisseder.
- Kendilerine dışardan bakma yetisi gelişir.

Uyarı: Sınıfta vakit harcamamak için bu değerlendirme formunu evde doldurmalarını ve sonraki derse mutlaka getirmelerini söyleyin. Bu formları okuyup öğrencilere dönüt vermek, hem öğrenciler hem de dersin işleniş üzerinde olumlu katkılar yapacaktır.

ÜÇ DAĞCININ MACERALARI

Ders Planı

Bu Senaryonun İlgili Olduğu Konular

- Açık hava (atmosfer) basıncı
- Kapalı kaplardaki gazın basıncı
- Havanın kaldırma kuvveti
- Bernoulli ilkesi

Bu senaryo ile verilemek istenen öğrenci kazanımları

1. Açık hava basıncındaki değişimin balon üzerindeki etkisini tahmin eder.
2. Uçan balonun havada yükselmesinin nedenini söyler.
3. Manometreli bir düzenekte kapalı kaptaki gazın basıncını bulur.
4. Açık hava basıncının sebebini söyler.
5. Açık hava basıncının değişimiyle oluşan olaylara örnek verir.
6. Açık hava basıncının varlığını gösterir.
7. Gaz basıncı ile sıcaklık arasındaki ilişkiyi sınar.
8. Bernoulli ilkesine dayanan bir olayı ilkeyi kullanarak açıklar.

Önerilen süre: 5 ders saati

Sınıf İçi Uygulama

1. Senaryoyu öğrencilere dağıtın ve okumalarını söyleyin.
2. Bir öğrenciye senaryoyu özet olarak anlattırın. Ya da siz özetleyiniz.
3. Öğrencilere sorunuz: **Senaryoda anlatılanlar sizin başınızdan da geçti mi?**
Evet cevabı için: “Bu deneyiminizi dersimizin ileriki aşamalarında kullanacaksınız.”
Hayır cevabı için: “Böyle bir durumla karşılaştığımızda ne yapmanız gerektiğini öğreneceksiniz.” deyin.
4. Öğrencilere sorunuz: **Dağcılar karşılaştığı problem durumları var mıdır varsa nelerdir?**
Bunları belirleyip “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 1 nolu yere yazın deyin.
5. Rasgele bir öğrenci seçip bulduğu problem durumlarını sorun. Söylenen her problemten sonra sınıfa bu problemi yazanlar el kaldırsın diye söylenir. Sınıfın üçte biri el kaldırırsa ve öğretim programının amacına uygunsa o problem tahtaya “**ortak sorularımız**” olarak yazılır. Programın amacına uymayan soruları “şu aşamada ayrıntı, onun için üzerinde durmayalım. Ama bir taraftan bu problem üzerinde çalışabilirsiniz. Takıldığınız yerde ben yardımcı olurum” denmelidir.
- Öğrencilere sizin tahtaya yazdığınız “ortak sorularımız”ı önlerindeki “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 2 nolu yere yazmalarını söyleyin.
Dikkat: Ortak sorularımız başlığı altında sadece programın amacına uygun soruların olmasına dikkat edin.

Belirlenen “Ortak Sorularımız” aşağıdaki gibi olmalıdır:

1.	Arabayla dağa çıkılırken kulaklarında neden ağrı hissettiler?
2.	Göçmen kuşlar uzun süre kanat çırpmadan nasıl uçuyorlar?
3.	Parfüm kutusu ateşte neden patlıyor?
4.	Uçan balonları şişirmekte kullanılan özel gaz nedir? Özellikleri nedir?
5.	Dağın tepesinde uçan balonlar neden yükselmeyip yerinde kalıyor ve hatta yere düşüyor?
6.	Uçan balonlar belli bir yüksekliğe ulaştıktan sonra neden patlıyor?
7.	İnsan nefesinin ne kadar güçlü olduğu nasıl belirlenir?
8.	Dağda su neden daha kısa sürede kayıyor?

Dikkat: Bu sorulardan herhangi biri öğrencilerden gelmezse bu soruları sınıfa siz önerin ve oylayın.

6. Öğrencilere, sorulara cevap bulmak için “**bilgi kaynaklarını**” araştırmalarını söyleyiniz. Karşılaşılan problemlere iki şekilde cevap bulunabileceğini söyleyin: 1. Bilgi kaynakları araştırılarak. Kitap, ansiklopedi, dergi, gazete, Internet, uzman kişiler başlıca bilgi kaynaklarıdır. 2. Bilimsel araştırma yöntemi kullanılarak. Bilimsel araştırma yönteminde problemlere deney yapılarak çözüm aranır. Şimdi sorularımıza cevap bulmak için “bilgi kaynaklarını” araştıracağız deyin.

Bilgi kaynaklarını araştırarak bilgiye ulaşma becerisi kazanmanın neden önemli olduğunu “balık yemeyi değil, balık tutmayı öğren” mantığı ile açıklayın.

Sınıfa “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 3 nolu yerdeki tablonun “belirlediğim öğrenme konuları” bölümünü doldurmalarını söyleyin. Bunun için 6 dakika süre verin. Öğrenciler bu bölüme konu ile ilgisiz şeyler yazabilirler. Bu normaldir. Bu duruma müdahale etmeyiniz. “Sınıfça belirlenen öğrenme konuları” kısmında siz de devreye girip öğrencileri asıl odaklanılması gereken konulara yönlendireceksiniz. Tablonun nasıl doldurulacağı konusunda açıklama yapın. Aşağıda örnek bir tablo sunulmuştur.

Dikkat: Bu tablo size fikir vermek için sunulmuştur. Yardım olsun diye tabloyu aynen bu şekilde öğrencilere vermeyiniz.

	Belirlediğim öğrenme konuları	Sınıfça belirlenen öğrenme konuları	Bilgi kaynaklarını	İş planım
	Sorunun cevabına ulaşmak için neleri öğrenmeniz gerektiğini yazın.	Sorunun cevabına ulaşmak için sınıfça belirlenen öğrenme konularını yazın.	Soruyla ilgili bilgiye ulaşabileceğiniz kitap, ders kitabı, dergi, gazete, ansiklopedi, Internet, uzman kişiler, vb. bilgi kaynaklarını yazın.	Sorunun cevabına ulaşmak için yapmanız gereken işleri yazın. (hangi işi, nasıl yapacağım?)
1. soru için	- Dağda hava nasıldır?	- Açık hava basıncı (atmosfer basıncı)	- Ders kitabı - ansiklopedi - Internet - dağcı - şoför	- Ansiklopedilerden havanın insan üzerine etkisini araştıracağım. - Şoför Yılmaz amcadan yardım alacağım. - Internet’ten atmosferle ilgili bilgi toplayacağım.
2. soru için		- Uçma olayı nasıl oluyor? (kuşlar, uçaklar) - Bernoulli ilkesi	- Ders kitabı - Bilimsel dergiler - Pilot	
3. soru için		- Gazların genleşmesi ve basınç uygulaması		
4. soru için		- Uçan balonlar neden yükseliyor?		
5. soru için		- Havanın kaldırma kuvveti		
6. soru için		- Açık hava basıncı (atmosfer basıncı)		
7. soru için		- Akciğerlerdeki havanın basıncı		

8. soru için		- Açık hava basıncının suyun kaynama süresine etkisi		
--------------	--	--	--	--

Öğrenciler, “belirlediğim öğrenme konuları” bölümünü doldurduktan sonra rasgele bir öğrenci seçin. Belirlediği öğrenme konularını söylemesini isteyin. Diğer öğrencilere bu konuları seçip seçmediğini sorun. Üçte bir çoğunluk da bu konuları seçtiyse tahtaya “sınıfça belirlenen öğrenme konuları” başlığı altında bu konuları yazın. Diğer öğrencilere de söz hakkı verin. Üçte bir çoğunluğun sağlandığı konuları “sınıfça belirlenen öğrenme konuları” başlığı altında tahtaya yazın. **Sınıfça belirlenen öğrenme konularında yukarıdaki tabloda belirtilen konular mutlaka olmalıdır.** Bu konular, öğrenciler tarafından önerilmediyse bunları da siz önerin ve “sınıfça belirlenen öğrenme konuları” başlığı altına yazın. Tahtaya yazdığınız bu öğrenme konularını “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 3 nolu yerdeki “sınıfça belirlenen öğrenme konuları” bölümüne yazmalarını söyleyin.

Dikkat: Öğrenciler, öğrenme konularına konuyla ilgisiz şeyler yazabilir. Bu durumda, yazılanların amacımıza hizmet etmeyeceğini açıklayın. Yukarıda bahsedilen öğrenme konularının sorumuzla ilgili olduğunu ve onların üzerinde yoğunlaşılması gerektiğini söyleyin.

“Sınıfça belirlenen öğrenme konuları” tabloya yazıldıktan sonra “bilgi kaynaklarını” ve “iş planım” bölümlerinin doldurulması için öğrencilere her biri için 6 dakika süre verin.

Tablo tamamen doldurulduktan sonra öğrencilere ARAŞTIRMALARI İÇİN 20 DK süre verin. Araştırılacak konuların “sınıfça belirlenen öğrenme konuları” olması gerektiğini hatırlatın. Elde ettikleri bilgiyi “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 4 nolu yerdeki tabloya yazmalarını söyleyin.

Uyarı: Öğrenciler sorularına cevap bulamasa da 20 dakikadan fazla süre vermeyin. Araştırmalarına evde devam etmelerini söyleyin. Öğrencileri her halükarda ders dışında da araştırma yapmaya cesaretlendirin. Bu konuda kaynak desteği için sınıfa konulan yeni kitaplara vurgu yapın. İsteyen öğrencilere geri getirmek şartıyla bu kitaplardan verebileceğinizi söyleyin. Diğer adımlar işlenirken dahi öğrenciler araştırmalarına devam edebilirler. Elde ettikleri bilgileri kağıtlarına yazabilirler. Öğrencilerin bu noktayı bilmesi önemlidir.

7. Sorulara cevap bulmak için şimdi diğer yöntem olan “**bilimsel araştırma yöntemini**” kullanacağız deyin.

8. **Hipotez oluşturma:** Hipotez, “Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı” olarak tanımlanır.

Öğrencilerin sorularla ilgili hipotezler oluşturmalarını ve bunları “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki A nolu yere yazmalarını söyleyin. Hipotez nasıl yazılır örnekler verin. Örneğin bir trafik kazası olayıyla ilgili hipotez: “Arabanın öndeki araca çarpmasına lastiklerin çok inik olması yol açmıştır.”

Uyarı: Öğrenciler senaryoyla ilgili hipotez yazmada zorlanabilirler. Bu durumda senaryoyla ilgili örnek bir hipotez söyleyiniz: “Dağa çıkıldıkça kulak ağrımalarının nedeni yükseklerde rüzgarın şiddetli esmesidir.” gibi.

9. **Amaca uygun hipotezleri sınıfça belirleme:** Rasgele bir öğrenci seçip oluşturduğu hipotezleri söyletin. Her hipotez okunduktan sonra sınıfa “bu hipotez problemi çözmek için işimize yarar mı?” diye sorulur. Düşünceleri için 10-15 saniye süre verilir. Sınıfça kısa fakat verimli tartışmalar yapılır. Tartışmaya siz de katılın ve fikirlerinizi söyleyin. Öğrencilerin konuyla alakasız yerlere gitmesini önlemek için sizin tartışmalarda gerekli açıklamaları yapmanız önemlidir. Çoğunluk evet diyorsa bu hipotez tahtaya yazılır. Öğrencilerin hipotezlerini bu şekilde inceleyin. Öğrencilerden problemin çözümüne yönelik uygun hipotezler gelmezse aşağıdaki hipotezleri sınıfa siz sunun. Hipotezi sunarken gerekçelerini de açıklayıp öğrencilerin zihinsel olarak kavramalarını sağlayın. Öğrencilerin onayına sunun ve tahtaya yazın.

Sizin önereceğiniz hipotezler şunlar olmalıdır:

1. soru için hipotez: Arabayla dağa çıkılırken kulaklarında ağrı hissetmelerinin nedeni hava basıncının değişmesidir.
2. soru için hipotez: Kanadın altında ve üstünde oluşan basınç değişimlerinden dolayı göçmen kuşlar uzun süre kanat çırpmadan uçar.
3. soru için hipotez: Parfüm kutusunun ateşte patlamasının nedeni içindeki gazın sıcaklıkla genişlemesidir.
4. soru için hipotez: <i>Bilgi sorusu olduğundan hipotez yazılmayacaktır.</i>
5. soru için hipotez: Dağın tepesinde uçan balonların yükselmeyip yerinde kalması ve hatta yere düşmesinin nedeni yükseklerde havanın öz kütlesinin azalmasıdır.
6. soru için hipotez: Uçan balonların belli bir yüksekliğe ulaşınca patlamasının nedeni yükseklerde hava basıncının azalmasıdır.
7. soru için hipotez: Bir U borusundaki sıvıya üflendiğinde o sıvının yükselme miktarı, verilen nefesin ne kadar güçlü olduğunu gösterir.
8. soru için hipotez: Dağda suyun daha kısa sürede kaynamasının nedeni yükseklerde açık hava basıncının az olmasıdır.

Dikkat: Her soru için tahtaya yazılan hipotezlerin biri mutlaka sizin önerdiğiniz hipotez olmalıdır.

Sınıfça belirlenen hipotezleri öğrencilerin “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki B nolu maddeye yazmalarını söyleyin.

10. Sınıfça Belirlenen Hipotezlerden Birini Seçme

Tahtaya sizin önerdiğinizle birlikte birden çok hipotez yazıldıysa, sizin yazdığınız hipotez üzerinde uzlaşmaya çalışın. (Vakit kısıtlı olduğundan tüm hipotezleri test etmek mümkün olamayacağı için böyle bir yola başvuruyoruz). Bunun için öğrencilere sizin hipotezinizin amaca daha iyi hizmet edeceğini gösteren açıklamalar yapın. Öğrencilere diğer hipotezleri evde test edebileceklerini bunun için kendilerine yardımcı olabileceğinizi söyleyin. Bu çalışmalarında başarılı oldukları takdirde notla ödüllendirileceklerini söyleyin.

Seçilen hipotezi “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki C nolu maddeye yazmalarını söyleyin.

11. Hipotezleri test etmek için her öğrencinin deney tasarlaması: Öğrencilere “hipotezleri test etmenin yolu deney yapmaktır” deyin. Deneyle ilgili her türlü bilgi, deney malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağının “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki D nolu maddeye yazmalarını söyleyin.

Uyarı: Öğrenciler hipotezleri test etmek için deney tasarlamada zorlanabilirler. Bu normaldir. Çünkü öğrenciler senaryodaki gerçek olayı deney ortamına aktaramayabilir. “Kuma Takılan Bisiklet” senaryosunda deney ortamına geçiş mantığını hatırlatın.

12. Hipotezleri test etmek için uygun deneylerin sınıfça belirlenmesi: Her öğrenci deneyini belirledikten sonra, öğrencilere söz hakkı vererek deneylerini sınıfa sunmaları sağlanır. Öğretmen olarak siz de aşağıdaki tabloda görülen deneyleri önerin. Sunulan bu önerilerden sonra en uygun deneyi sınıfça belirleyin. Deney belirlenirken öğrencilerin şu kriterlere dikkat etmesi gerektiğini söyleyin: deneyin uygulanabilirliği ve basit araç gereçlerle yapılabilmesi. Bu kriterlere göre sizin önerdiğiniz deneyin seçilmesi beklenir. Bu deneyin uygunluğu konusunda sınıfa gerekli açıklamaları yapın. Eğer öğrencilerden kriterlere uygun bir deney geldiyse bu deneyi evde yapıp sonraki derse sınıfa getirmelerini söyleyin. Burada yapılacak başarılı çalışmaların notla ödüllendirileceğini söyleyin. Sınıfça belirlenen uygun deneyin “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki E nolu yere yazılması gerektiğini söyleyin.

Sizin önereceğiniz deneyler aşağıdaki gibidir:

1. hipotez için deney: Meyve suyu kutusu deneyi (ders kitabı, sayfa 106)
2. hipotez için deney: Kağıt deneyi (ders kitabı, sayfa 107)
3. hipotez için deney: Genişleyen balon (13. maddede açıklanmıştır)
4. hipotez için deney: <i>Hipotez yazılmadığından deney yok.</i>
5. hipotez için deney: Suda yükselen havada düşen balon (13. maddede açıklanmıştır)
6. hipotez için deney: <i>Deney imkanı yok</i>

7. hipotez için deney: Akciğerlerimdeki havanın da bir basıncı var mı? (ders kitabı, sayfa 116)

8. hipotez için deney: Deney imkanı yok.

- 13. Hipotezleri test etmek için seçilen en uygun deneylerin yapılması:** Ders kitabında olan deneyleri kitapta anlatıldığı şekliyle yapın. Ders kitabında olmayan deneyler aşağıda açıklanacaktır. Siz deneyi yaparken aynı zamanda öğrencilerin “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki deneyle ilgili veri tablolarını doldurmalarını söyleyin. Deneyleri tüm sınıfın görebileceği bir yerde yapın. “Verilerinizi değerlendirin” ve “vardığınız sonuç nedir?” bölümlerini öğrencilere söz hakkı verip fikirlerini alarak, tartışarak işleyin. Siz rehber konumunda olun. Bu bölümlerdeki soruların cevaplarını “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki F nolu yerdeki ilgili bölüme yazmalarını söyleyin. Buradaki sorular öğrencilerle tartışıldıktan sonra deneyle ilişkili tanımlar, bilgiler, formüller, vs. senaryo ile ilişkilendirilerek verilir.
- Uyarı:** Deney yapılırken deneydeki değişkenleri açıklayarak tanımlayınız. Öğrencilere bu değişkenleri “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 9 nolu yerdeki “değişkenler tablosuna” yazmalarını söyleyin. Deneylerdeki değişkenler aşağıdaki gibidir:

	Sabit tutulan değişken	Değiştirilen değişken	Ölçülen değişken
1. hipotezin deneyi	Meyve suyu kutusunun cinsi	Meyve suyu kutusu içindeki hava miktarı	Meyve suyu kutusundaki büzülme miktarı
2. hipotezin deneyi	Kağıdın cinsi	Üflenlen hava miktarı	Kağıdın yükselme miktarı
3. hipotezin deneyi	Balonun cinsi	Suyun sıcaklığı	Balonun genişleme miktarı
5. hipotezin deneyi	Balon içindeki hava miktarı	Balonun bulunduğu ortamın özkütlesi	Balonun hareketi
7. hipotezin deneyi	U borusundaki sıvı miktarı	Üflenlen hava miktarı	U borusunun kolları arasındaki sıvı seviyesi farkı

Dikkat: Deneyleri tamamladığınızda gerçek yaşamdan deney ortamına geçişle ilgili açıklamalarda bulunun. “Kuma Takılan Bisiklet” senaryosundaki yaklaşımı burada da kullanın. Birinci deneyde meyve suyu kutusundaki büzülme basıncın kulak zarına etkisi olarak düşünülür. İkinci deneyde kağıt, kuşun kanadı olarak düşünülür. Üçüncü deneyde parfüm kutusunu balon, patlamayı ise balonun genişlemesi temsil eder. Beşinci deneyde su ortamı deniz seviyesini, hava ortamı ise dağın tepesini temsil etmektedir. Altıncı deneyde su ortamı deniz seviyesini, hava ortamı ise uçan balonun yükseklerdeki konumunu temsil eder.

1.hipotez için deneyin yapılışı: Meyve Suyu Kutusu Deneyi

Malzemeler: boş meyve suyu kutusu, pipet

Deneyin Yapılışı: Pipet yardımıyla kutu içindeki havayı içinize çekin. Kutunun içe doğru çöktüğünü göreceksiniz.

Öğrencilere sorun: Kutunun içe doğru çökmesinin nedeni nedir? Cevabı “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki F nolu yerdeki ilgili bölüme yazmalarını söyleyin.

2.hipotez için deneyin yapılışı: Kağıt Deneyi

Malzemeler: A4 kağıt

Deneyin Yapılışı: A4 kağıdını 10 cm genişliğinde kesin. Kağıdın bir ucunu ağzınıza yaklaştırın ve üzerinden üfleyin. Kağıdın yukarı doğru kalktığı gözlenir.

Öğrencilere sorun: Kağıdın yukarı doğru yükselmesinin nedeni nedir? Cevabı “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki F nolu yerdeki ilgili bölüme yazmalarını söyleyin.

3.hipotez için deneyin yapılışı: Genişleyen Balon

Malzemeler: büyük kavanoz, kaynar su, balon, 100 g ağırlık

Deneyin Yapılışı: Kavanoza kaynar suyu koyunuz. Balonu çok az şişirin ve iple bağlayınız.

Balonun ağzına 100 gramlık ağırlığı bağlayınız. Bir öğrenci çağırıp balonu ellettirerek şişliğini

kontrol ettiriniz. Daha sonra balonu yavaşça kaynar su dolu kavanozun içine bırakınız. 30 saniye kadar bekletiniz. Balonu kavanozdan çıkarın ve aynı öğrenciye balonu ellettirerek şişliğini kontrol ettiriniz.

Öğrencilere sorun: Balonun sıcak suda şişmesinin nedeni nedir? Cevabı “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki F nolu yerdeki ilgili bölüme yazmalarını söyleyin.

5.hipotez için deneyin yapılışı: Suda Yükselen Havada Düşen Balon

Malzemeler: Balon, derin kap, su

Deneyin Yapılışı: Balonu şişirin ve ağzını iple bağlayın. Balonu içi su dolu kabın dibine getirin ve serbest bırakın. Balon, su yüzeyine çıkacaktır. Daha sonra aynı balonu havada serbest bırakın. Balon yere düşecektir. İlk durumda balonun bulunduğu ortam olan su, balon içindeki havadan daha yoğun (öz kütlesi daha büyük) olduğundan balon su içinde yükselmiştir. (suyun özkütlesi=1000 kg/m³, havanın özkütlesi=1,29 kg/m³). İkinci durumda balonun bulunduğu ortam olan havanın yoğunluğu, balonun içindeki havanın (karbondioksit gazı) yoğunluğundan daha küçüktür. Bu nedenle balon havada yükselmez, yere düşer. İlk durumdaki su ortamı deniz seviyesindeki hava ortamına benzetilir. İkinci durumdaki hava ortamı, yükseklerdeki havaya benzetilir. Çünkü deniz seviyesindeki havanın öz kütlesi, yükseklerdeki havanın öz kütlesinden daha büyüktür. Deneyimizde de suyun öz kütlesi, havanın öz kütlesinden daha büyüktür.

Öğrencilere sorun: Balonun suda yükselip havada yere düşmesinin nedeni nedir? Cevabı “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki F nolu yerdeki ilgili bölüme yazmalarını söyleyin.

8. hipotezin deneyi için açıklama: Bu hipotez tecrübe edilerek denenebilir. Hem şehirde hem de dağda suyun kaynama süreleri ölçülür ve karşılaştırılır. Diğer bir yöntem, basıncı azaltılmış bir ortam oluşturmak ve suyun bu ortamda kaynama süresini ölçmektir. Düdüklü tencere bu olayın tam tersine bir örnektir. Düdüklü tencere açık hava basıncının yaklaşık iki katı bir basınç oluşturur. Bu durumda suyun kaynama süresi artar. Burada bahsedilen yöntemler, okul ortamında yapılabilecek deneyler değildir.

14. Kurulan hipotezin desteklenip desteklenmediğine karar verilir:

Yapılan deneyler sonucunda hipotezin desteklenip desteklenmediği konusunda öğrencilerin tartışmasını söyleyin. Öğrencilerin fikirlerini sorun. Daha sonara sözü siz alıp “Yapılan deney sonuçları hipotezin desteklendiğini gösterir.” deyin ve bununla ilgili açıklamalar yapın. Varılan sonucu “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki G nolu yere yazmalarını söyleyin.

Dikkat: “hipotez doğrudur” veya “hipotez yanlıştır” gibi ifadeler kavram yanılgısıdır. Hipotezin doğruluğundan veya yanlışlığından bahsedilemez. Hipotezin doğruluğu veya yanlışlığı konusunda sadece deliller sunulur ve böylece hipotezler desteklenir. Yaptığımız deneyin sonuçları hipotezlerin doğruluğu için sadece bir delildir. Bu noktayı öğrencilerin kavraması önemlidir.

15. Senaryodaki problemin çözümü için senaryo kahramanlarına ne önerirsiniz? sorusunu sınıfa sorun. Öğrencilerin yapılan deneyi dikkate alarak öneri sunmasını söyleyin. Önerileri “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki H nolu yere yazmalarını söyleyin. 2-3 dakika süre verin. Öğrencilere söz hakkı vererek önerilerini sınıfa sunma fırsatı verin. Yaptıkları önerileri, basınç kavramını kullanarak açıklamalarını isteyin. Daha sonra siz de önerilerinizi sunun. Bu önerileri de kağıtlarına yazmalarını söyleyin.

Dikkat: Bu senaryoda her soru için öğrencilerden öneri istenmemektedir. Öneri istenilen sorular aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Öğrencilere sunabileceğiniz öneriler:

1. soru için öneri: Sakız çiğnemek. Kulak bu şekilde sürekli hareket eder ve kulak zarı değişen dış basınca göre kendini ayarlar.
3. soru için öneri: Parfüm kutusu ateşe atılmamalıdır.
5. soru için öneri: Balonu öz kütlesi daha küçük bir gazla doldurmalılar.
6. soru için öneri: Uçan balon daha dayanıklı ve esnek bir malzemeden yapılabilir.

16. Öğrencilere senaryodaki olayı ve problemi düşünmelerini söyleyin.

“Bu olayı öğrenmeniz günlük yaşamda başka hangi olayları anlamanızı sağlar?” diye sorun. Bu olayları ve açıklamalarını “Senaryoyu inceliyoruz kağıdındaki I nolu yere yazın” deyin. 2-3 dakika süre verin. Öğrenciler benzer olaylar bulmada zorlanıyorsa bilgi kaynaklarına

yönlendirebilirsiniz. Burada amaç, edinilen bilgilerin günlük yaşamdaki diğer benzer olayların anlaşılmasında kullanılabilmesini sağlamaktır. Öğrenciler öncelikle günlük yaşamdan senaryoda inceledikleri probleme benzer olaylar bulabilmelidir. Daha sonra bu problemlerin çözümü için edindikleri bilgileri kullanabilmelidir.

Öğrencilere yazdıklarını sınıfla paylaşması için söz hakkı verin. Söylenenlerin uygunluğu konusunda açıklamalarda bulunun. Daha sonra siz günlük yaşamdaki diğer benzer olaylar için örnekler verin. Önce örneği söyleyin. Sonra “bu örnek senaryomuzdaki hangi problem durumuna (olaya) benziyor” diye sorun. Öğrenci fikirlerini aldıktan sonra siz doğrusunu gerekli açıklamaları yaparak söyleyin. Kullanabileceğiniz örnekler şunlar olabilir:

Senaryodaki Olaylara Benzer Diğer Olaylar
1. soruyla ilgili olaylar: denizde dibe dalınca kulakların ağrması, Gölbaşı’ndan Kızılay’a giderken yolda kulakların ağrması
2. soruyla ilgili olaylar: uçakların uçuşması, uçurtmanın uçuşması
3. soruyla ilgili olaylar: inik topun güneşli havada şişmesi
5. soruyla ilgili olaylar: sıcak hava balonlarının uçuşması
8. soruyla ilgili olaylar: düdüklü tencerede yemeğin daha çabuk pişmesi (senaryodaki olayın tam tersi)

17. Konuları toparlayın.

Açık hava basıncı, kapalı kaptaki gaz basıncı, havanın kaldırma kuvveti ve Bernoulli ilkesi konularını kısaca özetleyerek toparlayın. Bu özetlemede konunun günlük yaşamla ilişkisini vurgulayın. Bu vurguları yaparken yeri geldiğinde senaryodaki olayları örnek gösterin. Açıklamalarınızda yeri geldiğinde ilgili formüllere değinin.

18. Problem çözümü yapınız.

Açık hava basıncı, kapalı kaptaki gaz basıncı, havanın kaldırma kuvveti ve Bernoulli ilkesiyle ilgili problemler çözün. Problemleri çözerken senaryodaki olaylarla ve yapılan deneylerle ilişkilendirin.

19. Öğrencilere “çalışmanızı değerlendirin” kağıtlarını dağıtın.

Öğrencilere yaptıkları **çalışmayı değerlendirmelerini** söyleyin. Bunun için sizin öğrencilere dağıtacağınız “çalışmanızı değerlendirin” kağıtlarını doldurmalarını söyleyin. Bu bölümün bireysel olarak doldurulacağını hatırlatın.

B şıkında öğrencilerin öğrendiklerini ifade ederken sadece yazıyla değil; grafik, tablo ve çizim tekniklerini de kullanabilecekleri belirtilmiştir. Bu yaklaşım, öğrenciye esneklik sağlamaktadır. Yazı ile ifade edemediği bir şeyi öğrenci çizimle ifade edebilir.

C şıkında öğrencilerin arkadaşlarına yaptığı katkılardan ders çıkarıp sonraki çalışmalarda bu derslerin (deneyimlerin) nasıl kullanılacağı ölçülmek istenmiştir.

Öğrencilerin bu aşamada yaptığı değerlendirmeye öz değerlendirme denir. Öz değerlendirmenin neden önemli olduğunu aşağıdaki açıklamalar doğrultusunda yapın. Öğrenciler öz değerlendirmenin önemini ve kendilerine faydasını anladığı takdirde bu bölümü daha istekli dolduracaklardır.

Öz değerlendirme:

Belli bir konuda bireyin kendi kendisini değerlendirmesine öz değerlendirme denir. Öz değerlendirme, bireyin kendi yeteneklerini kendilerinin keşfetmelerine yardımcı bir yaklaşımdır. Öz değerlendirme öğrencilerin okulda yaptıkları çalışmaları, nasıl düşündüğünü ve nasıl yaptığını değerlendirmelerini gerektirir.

- Kendini değerlendirme, öğrencilerin kendi güçlü ve zayıf yönlerini tanımalarına yardım eder.
- Performansının düzeyi hakkında karar vermek için kişisel ya da kişiler arası kriter koymada ve öğrencinin motivasyonunun yükselmesinde öğrencilere fırsat verir.
- Öğrencilerin değişik durumlarda davranışlarını kontrol altına almalarını sağlar.
- Kendini değerlendirme ile öğrenci, sürecin bir parçası olduğunu hisseder.

- Kendilerine dışardan bakma yetisi gelişir.

Uyarı: Sınıfta vakit harcamamak için bu değerlendirme formunu evde doldurmalarını ve sonraki derse mutlaka getirmelerini söyleyin. Bu formları okuyup öğrencilere dönüt vermek, hem öğrenciler hem de dersin işleniş üzerinde olumlu katkılar yapacaktır.

AYŞEGÜL'ÜN KAMP MACERALARI-2

Ders Planı

Bu Senaryonun İlgili Olduğu Konular

- Sıvıların kaldırma kuvveti
- Arşimet ilkesi

Bu senaryo ile verilmek istenen öğrenci kazanımları

1. Cisimlerin yüzebilmesinde hacmin etkisini açıklar.
2. Su içerisine bırakılan cisimlerin konumunu belirlerken yüzme koşullarını kullanır.
3. Arşimet ilkesini kullanarak problemler çözer.
4. Bir cismin farklı sıvılarda farklı konumda bulunmasıyla ilgili olarak verilen ifadelerden uygun olanını ayırt eder.
5. Verilen örnek durumlara dayanarak cismin yeni bir durumda sıvı içindeki konumunu bulur.

Önerilen süre: 3 ders saati

Sınıf İçi Uygulama

1. Senaryoyu öğrencilere dağıtın ve okumalarını söyleyin.
2. Bir öğrenciye senaryoyu özet olarak anlatırın.
3. Öğrencilere sorunuz: **Senaryoda anlatılanlar sizin başınızdan da geçti mi?**
Evet cevabı için: “Bu deneyiminizi dersimizin ileriki aşamalarında kullanacaksınız.”
Hayır cevabı için: “Böyle bir durumla karşılaştığınızda ne yapmanız gerektiğini öğreneceksiniz.” deyiniz.
4. Öğrencilere sorunuz: **Ayşegül ve arkadaşlarının karşılaştığı problem durumları var mıdır varsa nelerdir?** Bunları belirleyip “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 1 nolu yere yazın deyin.
5. Rasgele bir öğrenci seçip buldukları problem durumlarını sorun. Söylenen her problemten sonra sınıfa bu problemi yazanlar el kaldırsın diye söylenir. Sınıfın üçte biri el kaldırırsa ve öğretim programının amacına uygunsa o problem tahtaya “**ortak sorularımız**” olarak yazılır. Programın amacına uymayan soruları “şu aşamada ayrıntı, onun için üzerinde durmayalım. Ama bir taraftan bu problem üzerinde çalışabilirsiniz. Takıldığınız yerde ben yardımcı olurum” denmelidir.
- Öğrencilere sizin tahtaya yazdığınız “ortak sorularımız”ı önlerindeki “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 2 nolu yere yazmalarını söyleyin.
Dikkat: Ortak sorularımız başlığı altında sadece programın amacına uygun soruların olmasına dikkat edin.

Belirlenen “Ortak Sorularımız” aşağıdaki gibi olmalıdır:

1. Taş, kumsaldakine göre denizde neden daha kolay kaldırılıyor?
2. Ayşegül, denizde sırtüstü rahatlıkla yatabilirken havuzda neden biraz batıyor?
3. Portakal kabukluyken suda batmazken, kabuğu soyulunca neden batıyor?
4. Ayşegül derin nefes alınca suda biraz yükselirken, nefesini verdiğinde neden biraz batıyor?
5. Küçük taşlar suda batarken nasıl oluyor da kocaman gemiler yüzebiliyor?
6. Denizaltının suya batıp çıkması nasıl oluyor?

Dikkat: Bu sorulardan herhangi biri öğrencilerden gelmediği takdirde bu soruları sınıfa siz önerin ve oylayın.

6. Öğrencilere, sorulara cevap bulmak için “**bilgi kaynaklarını**” araştırmalarını söyleyiniz. Karşılaşılan problemlere iki şekilde cevap bulunabileceğini söyleyin: 1. Bilgi kaynakları araştırılarak. Kitap, ansiklopedi, dergi, gazete, Internet, uzman kişiler başlıca bilgi kaynaklarıdır.

2. Bilimsel araştırma yöntemi kullanılarak. Bilimsel araştırma yönteminde problemlere deney yapılarak çözüm aranır. Şimdi sorularımıza cevap bulmak için “bilgi kaynaklarını” araştıracağız deyin.

Bilgi kaynaklarını araştırarak bilgiye ulaşma becerisi kazanmanın neden önemli olduğunu “balık yemeyi değil, balık tutmayı öğren” mantığı ile açıklayın.

Sınıfa “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 3 nolu yerdeki tablonun “belirlediğim öğrenme konuları” bölümünü doldurmalarını söyleyin. Bunun için 6 dakika süre verin. Öğrenciler bu bölüme konu ile ilgisiz şeyler yazabilirler. Bu normaldir. Bu duruma müdahale etmeyiniz. “Sınıfça belirlenen öğrenme konuları” kısmında siz de devreye girip öğrencileri asıl odaklanılması gereken konulara yönlendireceksiniz. Tablonun nasıl doldurulacağı konusunda açıklama yapın. Aşağıda örnek bir tablo sunulmuştur.

Dikkat: Bu tablo size fikir vermek için sunulmuştur. Yardım olsun diye tabloyu aynen bu şekilde öğrencilere vermeyiniz.

	Belirlediğim öğrenme konuları	Sınıfça belirlenen öğrenme konuları	Bilgi kaynaklarım	İş planım
	Sorunun cevabına ulaşmak için neleri öğrenmeniz gerektiğini yazın.	Sorunun cevabına ulaşmak için sınıfça belirlenen öğrenme konularını yazın.	Soruyla ilgili bilgiye ulaşabileceğiniz kitap, ders kitabı, dergi, gazete, ansiklopedi, Internet, uzaman kişiler, vb. bilgi kaynaklarını yazın.	Sorunun cevabına ulaşmak için yapmanız gereken işleri yazın. (hangi işi, nasıl yapacağım?)
1. soru için	- Taş suda hafifler mi?	- Suyun, içindeki cisimler üzerine etkisi - Cisimlerin sudaki ve havadaki ağırlıkları değişir mi?	- Ders kitabı - Ansiklopedi - Internet - Balıkçı - Bilim dergileri	- Ansiklopedilerden suyun cisimler üzerine etkisini araştıracağım. - Balıkçılıkla uğraşan Ekrem abiden yardım alacağım. - Internet’ten suyun içindeki cisimlere etkisiyle ilgili bilgi toplayacağım.
2. soru için		- Özkütlenin yüzme üzerine etkisi	- Ders kitabı - Bilimsel dergiler - Yüzücü	
3. soru için		- Cisimlerin hacimlerinin yüzme üzerine etkisi		
4. soru için		- Cisimlerin hacimlerinin yüzme üzerine etkisi		
5. soru için		- Cisimlerin hacimlerinin yüzme üzerine etkisi		
6. soru için		- denizaltının yüzüp batmasını sağlayan sistem		

Öğrenciler “belirlediğim öğrenme konuları” bölümünü doldurduktan sonra rasgele bir öğrenci seçin. Belirledikleri öğrenme konularını söylemelerini isteyin. Diğer öğrencilere bu konuları seçip seçmediğini sorun. Üçte bir çoğunluk da bu konuları seçtiyse tahtaya “sınıfça belirlenen öğrenme konuları” başlığı altında bu konuları yazın. Diğer öğrencilere de söz hakkı verin. Üçte bir çoğunluğun sağlandığı konuları “sınıfça belirlenen öğrenme konuları” başlığı altında tahtaya yazın. **Öğrenme konularında yukarıdaki tabloda belirtilen konular mutlaka olmalıdır.** Bu konular, öğrenciler tarafından önerilmediyse bunları da siz önerin ve “sınıfça belirlenen öğrenme konuları” başlığı altına yazın. Tahtaya yazdığınız bu öğrenme konularını “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 3 nolu yerdeki “sınıfça belirlenen öğrenme konuları” bölümüne yazmalarını söyleyin.

Dikkat: Öğrenciler, öğrenme konularına konuyla ilgisiz şeyler yazabilir. Bu durumda, yazılanların amacımıza hizmet etmeyeceğini açıklayın. Yukarıda bahsedilen öğrenme konularının sorumuzla ilgili olduğunu ve onların üzerinde yoğunlaşılması gerektiğini söyleyin.

“Sınıfça belirlenen öğrenme konuları” tabloya yazıldıktan sonra “bilgi kaynaklarımız” ve “iş planımız” bölümlerinin doldurulması için öğrencilere her biri için 6 dakika süre verin.

Tablo tamamen doldurulduktan sonra öğrencilere ARAŞTIRMALARI İÇİN 20 DK süre verin. Araştırılacak konuların “sınıfça belirlenen öğrenme konuları” olması gerektiğini hatırlatın. Elde ettikleri bilgiyi “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 4 nolu yerdeki tabloya yazmalarını söyleyin.

Uyarı: Öğrenciler sorularına cevap bulamasa da 20 dakikadan fazla süre vermeyin. Araştırmalarına evde devam etmelerini söyleyin. Öğrencileri her halükarda ders dışında da araştırma yapmaya cesaretlendirin. Bu konuda kaynak desteği için sınıfa konulan yeni kitaplara vurgu yapın. İsteyen öğrencilere geri getirmek şartıyla bu kitaplardan verebileceğinizi söyleyin. Diğer adımlar işlenirken dahi öğrenciler araştırmalarına devam edebilirler. Elde ettikleri bilgileri kağıtlarına yazabilirler. Öğrencilerin bu noktayı bilmesi önemlidir.

7. Sorulara cevap bulmak için şimdi diğer yöntem olan “**bilimsel araştırma yöntemini**” kullanacağız deyin.

8. **Hipotez oluşturma:** Hipotez, “Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı” olarak tanımlanır.

Öğrencilerin sorularla ilgili hipotezler oluşturmalarını ve bunları “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki A nolu yere yazmalarını söyleyin. Hipotez nasıl yazılır örnekler verin. Örneğin bir trafik kazası olayıyla ilgili hipotez: “Arabanın öndeki araca çarpmasına lastiklerin çok inik olması yol açmıştır.”

Uyarı: Öğrenciler senaryoyla ilgili hipotez yazmada zorlanabilirler. Bu durumda senaryoyla ilgili örnek bir hipotez söyleyiniz: “Taşın kumsaldakine göre denizde daha kolay kaldırılmasının nedeni taşın suda yumuşamasıdır.” gibi.

9. **Amaca uygun hipotezleri sınıfça belirleme:** Rasgele bir öğrenci seçip oluşturdukları hipotezleri söyletin. Her hipotez okunduktan sonra sınıfa “bu hipotez problemi çözmek için işimize yarar mı?” diye sorulur. Düşünceleri için 20-30 saniye süre verilir. Sınıfça kısa fakat verimli tartışmalar yapılır. Tartışmaya siz de katılın ve fikirlerinizi söyleyin. Öğrencilerin konuyla alakasız yerlere gitmesini önlemek için sizin tartışmalarda gerekli açıklamaları yapmanız önemlidir. Çoğunluk evet diyorsa bu hipotez tahtaya yazılır. Öğrencilerin hipotezlerini bu şekilde inceleyin. Öğrencilerden problemin çözümüne yönelik uygun hipotezler gelmezse aşağıdaki hipotezleri sınıfa siz sunun. Hipotezi sunarken gerekçelerini de açıklayıp öğrencilerin zihinsel olarak kavramalarını sağlayın. Öğrencilerin onayına sunun ve tahtaya yazın.

Sizin önereceğiniz hipotezler şunlar olmalıdır:

1. soru için hipotez: Taşın, kumsaldakine göre denizde daha kolay kaldırılmasının nedeni suyun taşa uyguladığı kaldırma kuvvetidir.
--

2. soru için hipotez: Ayşegül, denizde sırtüstü rahatlıkla yatabilirken havuzda biraz batmasının nedeni deniz ve havuz suyunun öz kütlelerinin farklı olmasıdır.

3. soru için hipotez: Portakal kabukluyken, kabuksuz duruma göre hacmi daha fazla olduğundan (öz kütlesi daha küçük olduğundan) suda batmaz.
4. soru için hipotez: Ayşegül derin nefes alınca hacmi arttığından (öz kütlesi azaldığından) dolayı suda biraz yükselir.
5. soru için hipotez: Geminin öz kütlesi suyun öz kütlesinden daha küçük olduğundan yüzer, taşın öz kütlesi suyunkinden büyük olduğundan batar.
6. soru için hipotez: Denizaltının yüzüp batmasını sağlayan öz kütlesindeki değişimdir.

Dikkat: Her soru için tahtaya yazılan hipotezlerin biri mutlaka sizin önerdiğiniz hipotez olmalıdır.

Sınıfça belirlenen hipotezleri öğrencilerin “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki B nolu maddeye yazmalarını söyleyin.

10. Sınıfça Belirlenen Hipotezlerden Birini Seçme

Tahtaya sizin önerdiğinizle birlikte birden çok hipotez yazıldıysa, sizin yazdığınız hipotez üzerinde uzlaşmaya çalışın. (Vakit kısıtlı olduğundan tüm hipotezleri test etmek mümkün olamayacağı için böyle bir yola başvuruyoruz). Bunun için öğrencilere sizin hipotezinizin amaca daha iyi hizmet edeceğini gösteren açıklamalar yapın. Öğrencilere diğer hipotezleri evde test edebileceklerini bunun için kendilerine yardımcı olabileceğinizi söyleyin. Bu çalışmalarında başarılı oldukları takdirde notla ödüllendirileceklerini söyleyin.

Seçilen hipotezi “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki C nolu maddeye yazmalarını söyleyin.

11. Hipotezleri test etmek için her öğrencinin deney tasarlaması: Öğrencilere “hipotezleri test etmenin yolu deney yapmaktır” deyin. Deneyle ilgili her türlü bilgi, deney malzemeleri ve deneyin nasıl yapılacağına “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki D nolu maddeye yazmalarını söyleyin.

Uyarı: Öğrenciler hipotezleri test etmek için deney tasarlamada zorlanabilirler. Bu normaldir. Çünkü öğrenciler senaryodaki gerçek olayı deney ortamına aktaramayabilir. “Kuma Takılan Bisiklet” senaryosunda deney ortamına geçiş mantığını hatırlatın.

12. Hipotezleri test etmek için uygun deneylerin sınıfça belirlenmesi: Her öğrenci deneyini belirledikten sonra, öğrencilere söz hakkı vererek deneylerini sınıfa sunmaları sağlanır. Öğretmen olarak siz de aşağıdaki tabloda görülen deneyleri önerin. Sunulan bu önerilerden sonra en uygun deneyi sınıfça belirleyin. Deney belirlenirken öğrencilerin şu kriterlere dikkat etmesi gerektiğini söyleyin: deneyin uygulanabilirliği ve basit araç gereçlerle yapılabilmesi. Bu kriterlere göre sizin önerdiğiniz deneyin seçilmesi beklenir. Bu deneyin uygunluğu konusunda sınıfa gerekli açıklamaları yapın. Eğer öğrencilerden kriterlere uygun bir deney geldiyse bu deneyi evde yapıp sonraki derse sınıfa getirmelerini söyleyin. Burada yapılacak başarılı çalışmaların notla ödüllendirileceğini söyleyin. Sınıfça belirlenen uygun deneyin “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki E nolu yere yazılması gerektiğini söyleyin.

Sizin önereceğiniz deneyler aşağıdaki gibidir:

1. hipotez için deney: Suyun Gücü (ders kitabı, sayfa 118)- su ve hava ile yapılan kısmı.
2. hipotez için deney: Evde uğraş deneyi (ders kitabı, sayfa 120)
3. hipotez için deney: evde uğraş deneyi (ders kitabı, sayfa 118) – portakal deneyi
4. hipotez için deney: evde uğraş deneyi (ders kitabı, sayfa 118) – portakal deneyi
5. hipotez için deney: evde uğraş deneyi (ders kitabı, sayfa 118) - alüminyum folyo deneyi
6. hipotez için deney: Denizaltı deneyi

13. Hipotezleri test etmek için seçilen en uygun deneylerin yapılması: Ders kitabında olan deneyleri kitapta anlatıldığı şekliyle yapın. Siz deneyi yaparken aynı zamanda öğrencilerin “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki deneyle ilgili veri tablolarını doldurmalarını söyleyin. Deneyleri tüm sınıfın görebileceği bir yerde yapın. “Verilerinizi değerlendirin” ve “vardığınız sonuç nedir?” bölümlerini öğrencilere söz hakkı verip fikirlerini alarak, tartışarak işleyin. Siz rehber konumunda olun. Bu bölümlerdeki soruların cevaplarını “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki F nolu yerdeki ilgili bölüme yazmalarını söyleyin. Buradaki sorular öğrencilerle

tartışıldıktan sonra deneyle ilişkili tanımlar, bilgiler, formüller, vs. senaryo ile ilişkilendirilerek verilir.

Uyarı: Deney yapılırken deneydeki değişkenleri açıklayarak tanımlayınız. Öğrencilere bu değişkenleri “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki 9 nolu yerdeki “değişkenler tablosuna” yazmalarını söyleyin. Deneylerdeki değişkenler aşağıdaki gibidir:

	Sabit tutulan değişken	Değiştirilen değişken	Ölçülen değişken
1. hipotezin deneyi	Taşın ağırlığı	Taşın bulunduğu ortam	Sudaki hacim artışı
2. hipotezin deneyi	Yumurtanın hacmi	Sıvının özkütlesi	Yumurtanın konumu
3. hipotezin deneyi	Sıvının türü	Portakalın özkütlesi	Portakalın sudaki konumu
4. hipotezin deneyi	Sıvının türü	Portakalın özkütlesi	Portakalın sudaki konumu
5. hipotezin deneyi	Cismin türü	Cismin hacmi	Cismin sudaki konumu
6. hipotezin deneyi	Şişenin cinsi	Şişenin özkütlesi	Şişenin sudaki konumu

Dikkat: Deneyleri tamamladığınızda gerçek yaşamdan deney ortamına geçişle ilgili açıklamalarda bulunun. “Kuma Takılan Bisiklet” senaryosundaki yaklaşımı burada da kullanın. Örneğin senaryomuzdaki derin nefes alma durumunu kabuklu portakal temsil etmektedir.

6. hipotez için deneyin yapılışı: Denizaltı yapalım

Araç gereçler: plastik pet şişe, kamyı, beton çivisi, pense, ispirto ocağı, küvet

Deneyin Yapılışı:

1. Beton çivisini pense ile tutup ispirto ocağında ısıtınız.
2. Isınmış çiviye kullanarak pet şişe üzerinde aynı doğrultuda olmak üzere 3 delik açınız (üstte, ortada, altta).
3. Isınmış çiviye kullanarak pet şişenin kapağının ortasından bir delik açınız.
4. Kamyı kapakta açtığınız delikten geçirin. Sakız veya cam macunu kullanarak delik etrafındaki boşlukları kapatınız.
5. Pet şişeyi küvete daldırarak içinin tamamen suyla dolmasını sağlayınız.
6. Kamyı açıkta kalan ucuyla üfleyiniz. Ne gözlediniz?

Deneyin Sonucu:

Pet şişe suyla doldukça küvetin dibine doğru batır. Kamyı yoluyla pet şişenin içine hava verilince şişe su yüzeyine çıkar. Havanın özkütlesi çok küçük olduğundan şişenin özkütlesi hava girdikçe küçülmeye başlar. Şişenin özkütlesi suyun özkütlesinden küçük olunca da su yüzeyine çıkmaya başlar.

14. Kurulan hipotezin desteklenip desteklenmediğine karar verilir:

Yapılan deneyler sonucunda hipotezin desteklenip desteklenmediği konusunda öğrencilerin tartışmasını söyleyin. Öğrencilerin fikirlerini sorun. Daha sonra sözü siz alıp “Yapılan deney sonuçları hipotezin desteklendiğini gösterir.” deyin ve bununla ilgili açıklamalar yapın. Varılan sonucu “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki G nolu yere yazmalarını söyleyin.

Dikkat: “hipotez doğrudur” veya “hipotez yanlıştır” gibi ifadeler kavram yanılgısıdır. Hipotezin doğruluğundan veya yanlışlığından bahsedilemez. Hipotezin doğruluğu veya yanlışlığı konusunda sadece deliller sunulur ve böylece hipotezler desteklenir. Yaptığımız deneyin sonuçları hipotezlerin doğruluğu için sadece bir delildir. Bu noktayı öğrencilerin kavraması önemlidir.

15. Senaryodaki problemin çözümü için senaryo kahramanlarına ne önerirsiniz? sorusunu sınıfa sorun. Her öğrencinin yapılan deneyi dikkate alarak öneri sunmasını söyleyin. Önerileri “senaryoyu inceliyoruz” kağıdındaki H nolu yere yazmalarını söyleyin. 2-3 dakika süre verin. Öğrencilere söz hakkı vererek önerilerini sınıfa sunma fırsatı verin. Yaptıkları önerileri, Archimedes İlkesini kullanarak açıklamalarını isteyin. Daha sonra siz de önerilerinizi sunun. Bu önerileri de kağıtlarına yazmalarını söyleyin.

Öğrencilere sunabileceğiniz öneriler:

1. soru için öneri: Öneri yok.
2. soru için öneri: Deniz suyunda suyun kaldırma kuvveti daha çok olacağından yeni yüzmeye başlayanlar deniz suyu olan havuzda başlayabilir.
3. soru için öneri: Öneri yok.
4. soru için öneri: Su üzerinde rahatlıkla durabilmek için ciğerlerimize bol miktarda hava almalıyız.
5. soru için öneri: Cisimlerin hacmini artırarak özkütlesini düşürebilir ve böylece yüzdürebiliriz. (cismın özkütlesi sıvının özkütlesinden küçük olunca).

16. Öğrencilere senaryodaki olayı ve problemi düşüncelerini söyleyin.

“Bu olayı öğrenmeniz günlük yaşamda başka hangi olayları anlamanızı sağlar?” diye sorun. Bu olayları ve açıklamalarını “senaryoyu inceliyoruz kağıdındaki I nolu yere yazın” deyin. 2-3 dakika süre verin. Öğrenciler benzer olaylar bulmada zorlanıyorsa bilgi kaynaklarına yönlendirebilirsiniz.

Burada amaç, edinilen bilgilerin günlük yaşamdaki diğer benzer olayların anlaşılmasında kullanılabilmesini sağlamaktır. Öğrenciler öncelikle günlük yaşamdan senaryoda inceledikleri probleme benzer olaylar bulabilmelidir. Daha sonra bu problemlerin çözümü için edindikleri bilgileri kullanabilmelidir.

Öğrencilere yazdıklarını sınıfla paylaşması için söz hakkı verin. Söylenenlerin uygunluğu konusunda açıklamalarda bulunun. Daha sonra siz günlük yaşamdaki diğer benzer olaylar için örnekler verin. Önce örneği söyleyin. Sonra “bu örnek, senaryomuzdaki hangi problem durumuna (olaya) benziyor” diye sorun. Öğrenci fikirlerini aldıktan sonra siz doğrusunu gerekli açıklamaları yaparak söyleyin.

Kullanabileceğiniz örnekler şunlar olabilir:

Senaryodaki Olaylara Benzer Diğer Olaylar
1. soruyla ilgili olaylar: arkadaşınızı denizin içinde daha kolay kaldırmak
2. soruyla ilgili olaylar: cismin suda yüzerken zeytinyağında batması
3. soruyla ilgili olaylar: topun suda yüzmesi,
4. soruyla ilgili olaylar: şişme botun havası kaçınca batması, suya inebilen uçaklar
5. soruyla ilgili olaylar: buzdağlarının yüzmesi,
6. soruyla ilgili olaylar: batık gemilerin su yüzeyine çıkarılması

17. Konuları toparlayınız.

Sıvıların kaldırma kuvveti ve Archimedes ilkesi konularını kısaca özetleyerek toparlayın. Bu özetlemede konunun günlük yaşamla ilişkisini vurgulayın. Bu vurguları yaparken yeri geldiğinde senaryodaki olayları örnek gösterin. Açıklamalarınızda yeri geldiğinde suyun kaldırma kuvveti formülüne değinin.

18. Problem çözümü yapınız.

Archimedes ilkesiyle ve yüzmeye koşullarıyla ilgili problemler çözün. Problemleri çözerken senaryodaki olaylarla ve yapılan deneylerle ilişkilendirin.

19. Öğrencilere “çalışmanızı değerlendirin” kağıtlarını dağıtın.

Öğrencilere yaptıkları **çalışmayı değerlendirmelerini** söyleyin. Bunun için sizin öğrencilere dağıtacağınız “çalışmanızı değerlendirin” kağıtlarını doldurmalarını söyleyin. Bu bölümün bireysel olarak doldurulacağını hatırlatın.

B şıkında öğrencilerin öğrendiklerini ifade ederken sadece yazıyla değil; grafik, tablo ve çizim tekniklerini de kullanabilecekleri belirtilmiştir. Bu yaklaşım, öğrenciye esneklik sağlamaktadır. Yazı ile ifade edemediği bir şeyi öğrenci çizimle ifade edebilir.

C şıkında öğrencilerin arkadaşlarına yaptığı katkılardan ders çıkarıp sonraki çalışmalarda bu derslerin (deneyimlerin) nasıl kullanılacağı ölçülmek istenmiştir.

Öğrencilerin bu aşamada yaptığı değerlendirmeye öz değerlendirme denir. Öz değerlendirmenin neden önemli olduğunu aşağıdaki açıklamalar doğrultusunda yapın. Öğrenciler

öz değerlendirmenin önemini ve kendilerine faydasını anladığı takdirde bu bölümü daha istekli dolduracaklardır.

Öz değerlendirme:

Belli bir konuda bireyin kendi kendisini değerlendirmesine öz değerlendirme denir. Öz değerlendirme, bireyin kendi yeteneklerini kendilerinin keşfetmelerine yardımcı bir yaklaşımdır. Öz değerlendirme öğrencilerin okulda yaptıkları çalışmaları, nasıl düşündüğünü ve nasıl yaptığını değerlendirmelerini gerektirir.

- Kendini değerlendirme, öğrencilerin kendi güçlü ve zayıf yönlerini tanımlarına yardım eder.
- Performansının düzeyi hakkında karar vermek için kişisel ya da kişiler arası kriter koymada ve öğrencinin motivasyonunun yükselmesinde öğrencilere fırsat verir.
- Öğrencilerin değişik durumlarda davranışlarını kontrol altına almalarını sağlar.
- Kendini değerlendirme ile öğrenci, sürecin bir parçası olduğunu hisseder.
- Kendilerine dışardan bakma yetisi gelişir.

Uyarı: Sınıfta vakit harcamamak için bu değerlendirme formunu evde doldurmalarını ve sonraki derse mutlaka getirmelerini söyleyin. Bu formları okuyup öğrencilere dönüt vermek, hem öğrenciler hem de dersin işlenişinde olumlu katkılar yapacaktır.

APPENDIX P

SOURCE BOOKS

Konu	Kitap adı	Kitaptaki Bölüm Adı	Sayfa
Katıların Basıncı	Çevremizdeki Fizik (Tübitak Yayınları)	Yürüme ve Koşmanın Fiziği	113
	Kuvvet (Tudem Yayınları)	Çivili Bir Yatağa Uzanabilir Misin?	50
	Fizik (Tübitak Yayınları)	Kuvvetler	11
Sıvıların Basıncı	Keşifler (Tübitak Yayınları)	Deniz Dibi Dünyası	60
	Robotlar (Tübitak Yayınları)	Su Altında Çalışmak	30
	Mucitler (Tübitak Yayınları)	Deniz Taşımacılığı	16
	Kuvvet, Hissedebiliyor musun? (Tudem Yayınları)	Çivili Bir Yatağa Uzanabilir Misin?	50
	Fizik (Tübitak Yayınları)	Sıvılar	27
	Denizler ve Okyanuslar (Tübitak Yayınları)	Denizaltı araştırmaları	6
Yüzme Koşulları	Bilimsel Deneyler (Tübitak Yayınları)	Batma ve Yüzme	8
	Deneylerle Bilim 2 (Tübitak Yayınları)	Yüzeyde Kalmak	4-5
	Makineler (Tübitak Yayınları)	Yüzen makineler	18
	Her Yönüyle Tekneler (Tübitak Yayınları)	Giriş	2
	Kuvvet ve Hareket	Suda Yüzmek	56-61
	Denizler ve Okyanuslar (Tübitak Yayınları)	Gemiler ve Tekneler	26
Sıvıların Kaldırma Kuvveti	Havada Karada Suda (Tübitak Yayınları)	Gemiler ve Tekneler Hakkında Her şey	50-51
	Fizik (Tübitak Yayınları)	Sıvılar	27
	Mucitler ve Parlak Fikirleri (Timaş Yayınları)	Özel Dedektif Arşimet	18
	Her Yönüyle Tekneler (Tübitak Yayınları)	Giriş	2
Archimedes	Bilim Adamları (Tübitak Yayınları)	Matematikçi ve Mucit	7
	Mucitler ve Parlak Fikirleri (Timaş Yayınları)	Özel Dedektif Arşimet	18
	Dünyamızı Değiştiren Keşifler, Buluşlar ve Bilim İnsanları (Güncel Yayıncılık)	Arşimet	53
Denizaltılar	Mucitler (Tübitak Yayınları)	Deniz taşımacılığı	16
	Deneylerle Bilim 2 (Tübitak Yayınları)	Hava ve Su Oyunları	17
	Havada Karada Suda (Tübitak Yayınları)	Denizaltılar	66
	Denizler ve Okyanuslar (Tübitak Yayınları)	Denizaltı Araştırmaları	6
Yer altı Suları	Yaşadığımız Gezegen (Tübitak Yayınları)	Yer altı Suları	28
Atmosfer Basıncı	Her Yönüyle Uçaklar (Tübitak Yayınları)	Tüm bölümler	
	Hava ve İklim (Tübitak Yayınları)	Basınç ve Rüzgarlar	8
	Mucitler (Tübitak Yayınları)	Hava Taşımacılığı	18

	Deneylerle Bilim 1 (Tübitak Yayınları)	Hava İter	4
	Kuvvet (Tudem Yayınları)	Çivili Bir Yatağa Uzanabilir Misin?	50
	Yaşadığımız Gezegen (Tübitak Yayınları)	Dünyanın Atmosferi	14
	Gündelik eşyalarla Basit Hava Deneyleri (Altın Kitaplar)	Havanın Ağırlığı Vardır Hava Basıncı ve Hava Tahmini Barometreyi Okumak Şişe Barometresi Balon Barometresi	46, 60, 101, 102, 104
	Isı Deneyleri (Pan Yayıncılık)	Isı ve Atmosfer Basıncı Hava Basıncı Su Seviyesini Nasıl Etkiler?	65, 88
Bernoulli İlkesi	Keşifler (Tübitak Yayınları)	Öncü Havacılar	56
	Her Yönüyle Uçaklar (Tübitak Yayınları)	Tüm bölümler	
	Katla ve Uçur (Tübitak Yayınları)	Uçaklar Nasıl Uçar	45-53
	Bilimsel Deneyler (Tübitak Yayınları)	Hareketli Hava	36
	Çevremizdeki Fizik (Tübitak Yayınları)	Rüzgar Sörfünün Fiziği	20
	Deneylerle Bilim 1 (Tübitak Yayınları)	Uçmak	17
	Bilimsel Gaflar (Tübitak Yayınları)	Düşlere Doğru	50
	Mucitler ve Parlak Fikirleri (Timaş Yayınları)	Uçan Makineler	136
	Gündelik Eşyalarla Basit Hava Deneyleri (Altın Kitaplar)	Bernoulli Kanunu	66
Havanın Kaldırma Kuvveti	Katla ve Uçur (Tübitak Yayınları)	Uçaklar Nasıl Uçar	45
	Havada Karada Suda (Tübitak Yayınları)	Uçaklar Nasıl Uçar?	4-5
	Kuvvet (Tudem Yayınları)	Uçaklar	42
	Makineler (Tübitak Yayınları)	Uçan Makineler	20
Havanın İtmesi	Bilimsel Deneyler (Tübitak Yayınları)	Hava Nasıl İtıyor	34
	Makineler (Tübitak Yayınları)	Hava Ne Kadar Güçlü	13
Sıcak Hava Balonları	Mucitler (Tübitak Yayınları)	Hava Taşımacılığı	18
	Deneylerle Bilim 1 (Tübitak Yayınları)	Hava Yükseliyor	8
	Fizik (Tübitak Yayınları)	Gazlar	29
	Kuvvet ve Hareket	Suda Yüzmek	56-61
Gaz Basıncı	Fizik (Tübitak Yayınları)	Gazlar	29
Gazların Genleşmesi	Gündelik Eşyalarla Basit Hava Deneyleri (Altın Kitaplar)	Sıcak Hava Neden Daha Fazla Yer Kaplar?	47
	Isı Deneyleri (Pan Yayıncılık)	Isı Havayı Nasıl Genleştirir?	59

APPENDIX R-1

INTRODUCTORY MATERIALS REGARDING PBL FOR STUDENTS

A) Student Guide Book (1st Version)

Sevgili öğrencilerimiz,

Basınç ünitesini şimdiye kadar gördüklerinizden farklı bir yöntemle işleyeceksiniz. Bu yöntemle öğretim görürken herhangi bir zorlukla karşılaşmamak için yöntemle ilgili bazı bilgilere sahip olmanızda fayda vardır. Bu bilgiler aşağıda verilmiştir.

1. Basınç ünitesi grup çalışmaları ile işlenecektir. Gruplar 4-5 kişiden oluşacaktır.
2. Her gruba içinde problem durumlarının yer aldığı senaryolar verilecektir. Gruptaki öğrenciler, ortak çalışarak problemleri çözmeye çalışacaktır.
3. Grupların üzerinde çalışacağı problemler, günlük yaşamda karşılaşılan ve kendilerinin merak ettikleri olaylar olacaktır.
4. Grupta her öğrencinin bir sorumluluğu olacaktır. Grup içinde görev dağılımı yapılacaktır.
5. Öğrenciler problemlerin çözümü için gerekli gördükleri bilgiye kendileri ulaşacaktır. İstenilen bilgiyi öğretmen doğrudan vermeyecektir. Öğretmen rehber ve yol gösterici olacaktır.
6. Öğrenciler problemlerin çözümü için bireysel araştırma yapacaklardır. Kütüphane, internet, gazete, dergi, ansiklopedi, ders kitabı, konu ile ilgili uzman kişiler, aile vs. istenilen bilgiye ulaşmak için kullanılacak başlıca kaynaklardır.
7. Öğrenciler, ulaşamadıkları bilgi kaynaklarını veya ihtiyaç duydukları herhangi bir materyali öğretmenden istemelidir.
8. Gruptaki her bir öğrenci, bireysel olarak yaptığı araştırmadan elde ettiği bilgileri sınıfta grup arkadaşlarıyla paylaşacaktır. Böylece problemin çözümüne yönelik bir bilgi birikimi oluşturulacaktır.
9. Çalışmanız süresince karşılaştığınız her türlü problemi öğretmeninize söylemeli ve ondan yardım talebinde bulunmalısınız.
10. Bu yöntemde öğrenme sorumluluğu öğrenciye aittir. Öğrenci, neyi öğrenmek istediğine kendisi karar verir ve onu öğrenir. Burada öğretmenin rolü, öğrenciye rehberlik etmektir.
11. Bu yöntemde değerlendirmeye öğrenciler de katılır. Öğrenciler, bireysel ve grup olarak kendini değerlendirir.
12. Öğretmen değerlendirme yapmak için sadece klasik yazılı veya test sınavı yapmaz. Bunların yanında öğrenciler, grup ve bireysel çalışmalarındaki performanslarıyla da değerlendirilir.
13. Öğrenciler yapmış oldukları çalışmaları ve sonuçlarını sınıfta diğer arkadaşlarına sunar. Bu sunumları dinlemeye dışarıdan konu ile ilgili misafirler de davet edilebilir.

ÖĞRENCİ KLAVUZU

Öğrencilerin İzleyeceği Aşamalar

1. Senaryonun okunması ve senaryodaki problem durumlarının tespit edilmesi.

Örnek: Senaryomuzun kahramanı Murat'ın ilk defa bahçe suladığını düşünelim. Babası Murat'tan yeni dikilen küçük biber fidelerini sulamasını istemiştir. Murat fideleri hortumla ve uzaktan su sıkarak sulamıştır. Neticede biber fidelerinin dibinin oyulduğunu görmüştür. Halbuki fideleri babası suladığında hiç böyle olmamıştı....

Bu senaryoya göre şöyle bir problem durumu yazılabilir: Hortumla ve uzaktan sulandığında biber fidelerinin dibi neden oyulmaktadır?

2. Problemle ilgili mevcut bilgilerinizi grup arkadaşlarınızla paylaşın, görüş alışverişinde bulunun.

Açıklama: Bu zamana kadar elde ettiğiniz bilgi birikimini, tecrübelerinizi, deneyimlerinizi ya da duyularınızı problem durumuyla ilişkilendirmeye çalışın. Örneğin televizyonda bahçe sulama ile ilgili bir belgesel izlemiş olabilirsiniz. Oradan elde ettiğiniz bilgileri grup arkadaşlarınızla paylaşabilirsiniz. Birbirinizin görüşlerini dinleyerek ve tartışarak problemin çözüm yolları hakkında fikirler yürütün.

3. Gerekiyorsa alt problemler/sorular oluşturun.

Açıklama: Yukarıda oluşturulan problem durumuna çözüm ararken ekstra bazı sorular karşımıza çıkabilir. Örneğin;

- Biber fideleri gibi küçük bitkiler nasıl sulanır?
- Sebzeleri sulamak için özel araçlar var mıdır?
- Sebzeleri uzaktan ya da yakından sulamanın ne tür faydaları ya da zararı vardır?
- Toprağın yumuşak olmasının fide diplerinin oyulmasında etkisi var mıdır?
- Toprağa gelen suyun hızı, fide diplerinin oyulmasında etkili midir?

4. Problemle ilgili “ne biliyoruz, ne bilmiyoruz, neyi öğrenmeliyiz, nasıl ulaşıyoruz” tablosu hazırlayın.

Açıklama: Bu tablo aşağıdaki gibidir:

Ne biliyoruz?	Ne bilmiyoruz?	Neyi öğrenmeliyiz?	Nasıl ulaşıyoruz?
<i>Sebzelerin sulanmaya ihtiyacı vardır</i>	<i>Küçük bitkiler nasıl sulanır?</i>	<i>Küçük bitkileri sulamada kullanılan aletler nelerdir?</i>	<i>-Bahçıvanla görüşmek -İnternette araştırma</i>

5. Gruptaki her bireyin sorumluluğunu belirleyin.

Açıklama: Gruptaki işlerin düzenli yürümesi için bir grup başkanı seçilebilir. Grupta ayrıca bir yazıcıya ihtiyaç olacaktır. Çünkü grup çalışmaları öğretmene yazılı rapor olarak verilecektir. Diğer gruplarla ve öğretmenle iletişimi sağlamak amacıyla bir kişi sözcü olarak görevlendirilebilir. Ayrıca ileriki aşamalarda gerçekleştireceğiniz bireysel araştırmalarda hangi kaynakların inceleneceği de grup üyelerine paylaştırılabilir. Burada sunulan örnekler gibi yapılması gereken işler çıktığında bu işler grup üyelerine eşit olarak dağıtılmalıdır ve her üye almış olduğu sorumluluğu yerine getirmelidir.

6. Oluşturduğunuz alt problemlere/sorulara cevap bulmak için araştırma yapınız.

Açıklama: Bu araştırmaların çoğu okuldaki ders saati dışında yapılacaktır.

a) Çeşitli kaynakları kullanarak sorularınızla ilgili bilgilere ulaşın.

Örnek: Kullanabileceğiniz kaynaklar ders kitabı, ansiklopedi, kütüphane, gazete, dergi, tv, uzman kişiler, aile bireyleri, internet, vs. olabilir. Görev dağılımı yapılırken burada bahsedilen bilgi kaynakları grup üyelerine paylaştırılabilir. Örneğin, grup üyelerinden birinin bahçıvan bir tanıdığı varsa ona bahçıvanla görüşüp bilgi toplama görevi verilebilir.

b) Bireysel olarak ulaştığınız bilgileri grup arkadaşlarınıza sunun.

Açıklama: Bu işlem okulda ders saatinde yapılacaktır.

c) Yeni bilgiler edindikçe sorularınızı gözden geçirin, gerektiğinde değiştirin ya da yeni sorular oluşturun.

Açıklama: Bu işlem okulda ders saatinde yapılacaktır. Örneğin bahçıvanla görüşen öğrenci küçük bitkilerin “A” aleti ile sulandığını öğrensin. Öğrenci bu bilgiyi derste gruptaki arkadaşlarına iletecek. Bu bilgi üzerine gruptan şöyle bir soru çıkabilir: Küçük bitkiler neden “A” aleti ile sulanır? Grup üyeleri bu sorunun cevabının ana problem durumunun çözümünde faydası olacağını düşünüyorsa bu soru üzerinde araştırma yapılmalıdır.

7. Problemin olası çözüm yollarını belirleyin ve öneriler sunun.

Açıklama: Grup içinde gerçekleştirdiğiniz görüş alışverişine dayanarak ortak çözüm yolları belirlemeye çalışın. Problemi çözmeye yönelik önerilerinizi belirleyin. Örneğin gruptaki bir üye, “A” aleti hakkında ayrıntılı bilgi edinmeleri halinde problemi çözebileceklerini düşünebilir. Başka bir üye, elde ettiği bilgilere dayanarak toprağın sertliğinin bu problemde önemli rol oynadığını söyler ve bu konuda odaklanılması gerektiğini savunabilir. Gruptaki diğer üyeler de olası çözüm yollarını bu şekilde delilleriyle sunmalıdır.

8. Problemin çözüm yolu konusunda uzlaşmaya çalışın.

Açıklama: Grupta sunulan çözüm yollarından biri üzerinde uzlaşmaya çalışın. Örneğimizde grup üyelerinin “A” aleti hakkında ayrıntılı bilgi edinme fikrinde uzlaştığını düşünelim. Çünkü küçük bitkilerin doğru bir şekilde sulamanın bu aletle yapıldığını bahçıvandan öğrenmişlerdir. O zaman “A” aleti ve hortumla sulamayı karşılaştırarak probleme çözüm bulabilirler. Ve grup bundan sonra bu işe odaklanır ve araştırmasını bu yönde yapar.

9. Önerdiğiniz çözüm yolunu test edin. Gerekiyorsa 6. aşamaya tekrar dönün.

Açıklama: Bu işlem okuldaki ders saati yetmediği durumda okul dışında yapılacaktır. Önerdiğiniz çözüm yolunun doğruluğunu çeşitli bilgi kaynaklarını kullanarak test edin. Gerekiyorsa deney düzenekleri kurup çözüm önerilerinizi test edebilirsiniz. Bu konuda öğretmeninizden yardım isteyebilirsiniz.

Örnek: Grubumuz “A” aletinin küçük bir örneğini basit araç gereçlerle yapabilir. Daha sonra küçük bir bitkiyi, geliştirdikleri bu aletle ve hortumla ayrı ayrı sularlar. Bu sulama türlerinin bitki dibindeki toprağa etkisini görebilirler.

10. Sonuçlarınızı sunarak sınıfla paylaşın.

Açıklama: Problem durumunu çözerken yapmış olduğunuz çalışmalar ve elde ettiğiniz sonuçları sınıfa sunmanız beklenmektedir. Sunumunuzda sınıf tahtasını, büyük renkli kartonlara yazdığınız yazıları, resimleri veya şekilleri, yaptığınız deneyleri, bilgisayarda yazdığınız dosyaları, vs. kullanabilirsiniz. Sunumlara okuldaki diğer öğretmenler ve öğrenciler, veliler, konu ile ilgili uzman kişiler de davet edilebilir. Sunumlarınız bittiğinde dinleyicilerden size çalışmanızla ilgili sorular gelebilir. Bu nedenle sunumlarınıza iyi hazırlanmanız gerekmektedir.

Örnek: Grubumuz, geliştirmiş olduğu küçük sulama aletini sınıfa getirmelidir. Grup çalışmasında yapmış oldukları deneyi, sunumlarında da yapıp dinleyicilere göstermelidir. Bununla birlikte herkesin görev dağılımı, yaptığı araştırmalar, elde ettiği bilgiler ve gruptaki tartışmalar özetle anlatılmalıdır.

11. Bireysel ve grup olarak çalışmanızı değerlendirin.

- Bu etkinlikte neler yaptım?
- Bu etkinlikte neler öğrendim?
- Bu etkinlik sırasında grubumdaki arkadaşlarıma nasıl yardım ettim?
- Bu etkinlik sırasında en iyi yaptığım şeyler:
- Bu etkinlikte en çok zorlandığım şeyler:
- Çalışmamı yaparken beklemediğim nelerle karşılaştım?
- Bu çalışmayı tekrar yapsaydım şu şekilde yapardım:

Açıklama: Sunumunuzu yaptıktan sonra yukarıdaki soruları, bireysel ve grup olarak cevaplayıp bir sonraki ders öğretmeninize teslim etmelisiniz.

Örnek:

a) Bu etkinlikte grup çalışması yaptım. Kütüphaneye gidip bazı sorulara cevap aradım. Ayrıca interneti kullanarak daha fazla bilgi toplamaya çalıştım. Elde ettiğim bilgileri sınıfta grubumdaki

arkadaşlarla paylaştım. Zorlandığım yerlerde sınıfta öğretmenime, evde ise aileme danıştım. Grubumuzdaki deneyi yaparken bazı araç gereçleri ben temin ettim. Sunumumuzu hazırlarken bilgisayarda yazılması gereken yazıları ben yazdım.

b) Bu etkinlikte küçük bitkilerin nasıl sulanacağını öğrendim. Bu bitkileri hortumla ve uzaktan sulamanın zararlı olduğunu öğrendim. Suyun akış hızının toprağı oymada etkili olduğunu öğrendim. "A" aleti ile sulama yapıldığında neden toprağı oymadığını öğrendim.

B) Student Guide Book (2nd Version)

Sevgili öğrencilerimiz,

Basınç ünitesini şimdiye kadar gördüklerinizden farklı bir yöntemle işleyeceksiniz. Bu yöntemi sizlere tanıtmak için aşağıda bazı açıklamalar yapılmıştır.

1. Basınç ünitesi grup çalışmaları ile işlenecektir.
2. Ders başlamadan önce tenefüste sessiz ve düzenli bir şekilde sınıfınızı grup çalışmasına uygun hale getirmelisiniz.
3. Her gruba bir senaryo verilecektir. Senaryolar, günlük yaşamdan bazı olayları içermektedir. Öncelikle yapmanız gereken senaryodaki problem durumlarını tespit etmektir. Daha sonra grup çalışması yaparak senaryodaki problemleri çözmeye çalışacaksınız.
4. Grupta her öğrencinin bir sorumluluğı olacaktır. İşlerin zamanında ve verimli yapılabilmesi için grup içinde görev dağılımı yapmalısınız.
5. Problemlerin çözümü için iki yol kullanacaksınız. Birincisi bilgi kaynaklarını araştırma, ikincisi bilimsel araştırma yöntemi.
6. Bilgi kaynaklarını araştırırken kütüphane, internet, gazete, dergi, ansiklopedi, ders kitabı, konu ile ilgili uzman kişiler, aile vs. kaynakları kullanabilirsiniz. Araştırmalarınızda kullanmak üzere sınıf kitaplığına birçok yeni kaynak konulacaktır.
7. Gruptaki her bir öğrenci, bireysel olarak yaptığı araştırmadan elde ettiği bilgileri sınıfta grup arkadaşlarıyla paylaşacaktır. Böylece problemin çözümüne yönelik bir bilgi birikimi oluşturulacaktır.
8. Bilimsel araştırma yöntemini kullanırken, hipotez oluşturma, hipotezi test etme, deney tasarlama ve deney yapma gibi işlemler yapacaksınız.
9. Ulaşamadığınız bilgi kaynaklarını veya ihtiyaç duyduğunuz herhangi bir araç-gereci öğretmeninizden istemelisiniz.
10. Bu yöntemde öğrenme sorumluluğı başlıca sizlere aittir. Senaryodaki problemlerin çözümü için ihtiyaç duyduğunuz bilgileri siz belirleyecek ve bu bilgilere siz ulaşacaksınız. Burada öğretmenin rolü, sizlere rehberlik etmektir.
11. Bu yöntemde dersteki başarı ve performansı değerlendirmeye sizler de katılacaksınız. Bu amaçla size bir değerlendirme formu verilecektir. Böylece yaptığınız çalışmalarda kendinizi değerlendirmiş olacaksınız.
12. Grup çalışması, grup üyelerinizle beraber bir teknede seyahate benzer. Birinizin görevi ihmal etmesi teknenin batmasına neden olabilir. Aynı şekilde birinizin üzerine düşen görevi aksatması, grubun tüm işini başarısız yapabilir. Bu nedenle grup çalışmasında birlikte ve el ele çalışmalı, işleri vaktinde ve hakkını vererek yapmalısınız.

ÖĞRENCİ KLAVUZU

Öğrencilerin İzleyeceği Aşamalar

1. Senaryonun okunması ve senaryodaki problem durumlarının tespit edilmesi.

Örnek: Senaryomuzun kahramanı Murat'ın ilk defa bahçe suladığını düşünelim. Babası Murat'tan yeni dikilen küçük biber fidelerini sulamasını istemiştir. Murat fideleri hortumla ve uzaktan su sıkarak sulamıştır. Neticede biber fidelerinin dibinin oyulduğunu görmüştür. Halbuki fideleri babası suladığında hiç böyle olmamıştı....

Bu senaryoya göre şöyle bir problem durumu yazılabilir: Hortumla ve uzaktan sulandığında biber fidelerinin dibi neden oyulmaktadır?

2. Problemle ilgili sahip olduğunuz bilgilerinizi grup arkadaşlarınıza sunun, görüş alışverişinde bulunun.

Açıklama: Bu zamana kadar elde ettiğiniz bilgi birikimini, tecrübelerinizi, deneyimlerinizi ya da duyularınızı problem durumuyla ilişkilendirmeye çalışın. Örneğin televizyonda bahçe sulama ile ilgili bir belgesel izlemiş olabilirsiniz. Oradan elde ettiğiniz bilgileri grup arkadaşlarınızla paylaşabilirsiniz. Birbirinizin görüşlerini dinleyerek ve tartışarak problemin çözüm yolları hakkında fikirler yürütün.

3. Gerekiyorsa ana problemle ilgili alt problemler/sorular oluşturun.

Açıklama: Yukarıda oluşturulan problem durumuna çözüm ararken ekstra bazı sorular karşımıza çıkabilir. Örneğin;

- Biber fideleri gibi küçük bitkiler nasıl sulanır?
- Sebzeleri sulamak için özel araçlar var mıdır?
- Sebzeleri uzaktan ya da yakından sulamanın ne tür faydaları ya da zararı vardır?
- Toprağın yumuşak olmasının fide diplerinin oyulmasında etkisi var mıdır?
- Toprağa gelen suyun hızı, fide diplerinin oyulmasında etkili midir?
- Toprağın bu şekilde sulanarak oyulmasının altında yatan bilimsel kanun nedir? Bu kanun nasıl ifade edilir? Formülü nedir?

4. Senaryodaki problem durumuyla ilgili aşağıdaki soruların cevaplarını yazın.

- Problem durumuyla ilgili ne biliyoruz?
- Neyi öğrenmeye ihtiyacımız var?
- Önceki şıkta belirlediğimiz ihtiyaçlarımıza nasıl ulaşırız?

5. Gruptaki her bireyin sorumluluğunu belirleyin.

Açıklama: Grupta yapılması gereken işler herkese eşit olarak dağıtılmalıdır. Her üye almış olduğu sorumluluğu yerine getirmelidir. Ayrıca ileriki aşamalarda gerçekleştireceğiniz bireysel araştırmalarda hangi kaynakların inceleneceği de grup üyelerine paylaştırılabilir.

6. Oluşturduğunuz problemlere/sorulara cevap bulmak için aşağıda açıklanan “bilimsel yöntem basamakları”nı uygulayın.

Açıklama: Bu aşama ders saati dışında yapılacaktır.

a) Gözlem:

Örnek: Gruptan bir üye, Murat'ın sulama yöntemini kullanarak sebzelerin bir kısmını hortumla sular. Daha sonra sebzelerin diğer kısmını yakın mesafeden hortumla sular. Son olarak bir kısım sebze de süzgeçli su kabıyla sulanır. Gruptaki diğer üye bu sulama olaylarını gözler. Sulama boyunca dikkatlerini çeken olayları not ederler.

b) Ölçme:

Örnek: Bir sebze fidesi uzaktan ve yakından hortumla sulandığında dipte açılan oyulmanın derinliği ölçülür. Ayrıca süzgeçli su kabıyla sulandığında sebze dibinde oluşan çukurluk da ölçülür. Her üç sulama türünde de suyun toprağa düştüğü yerdeki yüzey alanları ölçülür.

c) Sınıflandırma:

Örnek: Farklı toprak türlerinde öğrenciler aynı sulamaları yapar ve topraktaki oyulma miktarlarını ölçer. Böylece toprakları sertlikleri açısından gruplandırılır.

d) Yorumlama:

Örnek: Gözlem ve ölçmeler sonucunda elde edilen sonuçlar, gruptaki bireyler tarafından yorumlanır. Bu senaryoda “suyun toprağa düşerkenki yüzey alanının topraktaki oyulmayla ilişkisi olduğu” yorumu yapılabilir.

e) Tahminde bulunma:

Açıklama: Grup içinde yapılan yorumlar birleştirilerek, problemin çözümü ile ilgili bir tahminde bulunulur.

f) Bağlantı kurma:

Açıklama: Grup üyeleri, gözlem, ölçme, sınıflandırma, yorumlama ve tahminde bulundukları bilgileri ilişkilendirirler.

g) Hipotez kurma:

Açıklama: Sonuca etki eden değişkenler (suyun yüzey alanı, toprağa düşen suyun ağırlığı ve miktarı, vb...) kullanılarak denenebilir bir varsayımda bulunulur.

h) Deney tasarlama:

Açıklama: Sonuca neden olan değişkenler (suyun yüzey alanı, toprağa düşen suyun ağırlığı ve miktarı, vb...) kullanılarak bir deney tasarlanır.

7. Problemle ilgili ihtiyacınız olan bilgilere ulaşmak için araştırma yapınız.

Açıklama: Bu araştırmalar okuldaki ders saati dışında yapılacaktır.

a) Çeşitli kaynakları kullanarak sorularınızla ilgili bilgilere ulaşın.

Örnek: Kullanabileceğiniz kaynaklar ders kitabı, ansiklopedi, kütüphane, gazete, dergi, TV, uzman kişiler, aile bireyleri, internet, vs. olabilir. Görev dağılımı yapılırken burada bahsedilen bilgi kaynakları grup üyelerine paylaştırılabilir. Örneğin, grup üyelerinden birinin bahçıvan bir tanıdığı varsa ona bahçıvanla görüşüp bilgi toplama görevi verilebilir.

b) Bireysel olarak ulaştığınız bilgileri grup arkadaşlarınızla paylaşın.

Açıklama: Bu işlem okulda ders saatinde ya da okul dışında yapılabilir.

c) Yeni bilgiler edindikçe sorularınızı gözden geçirin, gerektiğinde değiştirin ya da yeni sorular oluşturun.

Açıklama: Bu işlem okulda ders saatinde yapılacaktır. Örneğin bahçıvanla görüşen öğrenci küçük bitkilerin “A” aleti ile sulandığını öğrensin. Öğrenci bu bilgiyi derste gruptaki arkadaşlarına iletmelidir. Bu bilgi üzerine gruptan şöyle bir soru çıkabilir: Küçük bitkiler neden “A” aleti ile sulanır? Grup üyeleri bu sorunun cevabının ana problem durumunun çözümünde faydası olacağını düşünüyorsa bu soru üzerinde araştırma yapılmalıdır.

8. Altıncı aşamada yaptığınız deneyin sonucunu bir formülle ifade etmeye çalışın.

Açıklama: Sözlü olarak ifade ettiğiniz deney sonuçlarını formülle ifade edin.

Örnek: Toprakta açılan oyuguğun toprağa düşen su miktarı ile doğru orantılı, suyun yüzeyi ile ise ters orantılı olduğu bulunsun. Bu sonuçlar şu şekilde formülle ifade edilebilir:

$\text{Çukur derinliği} = \text{su miktarı} / \text{yüzey alanı}$

9. Sonuçlarınızı sunarak sınıfla paylaşın.

Açıklama: Problem durumunu çözerken yapmış olduğunuz çalışmaları ve elde ettiğiniz sonuçları sınıfa sunmanız beklenmektedir. Sunumunuzda sınıf tahtasını, büyük renkli kartonlara yazdığınız yazıları, resimleri veya şekilleri, yaptığınız deneyleri, bilgisayarda yazdığınız dosyaları, vs. kullanabilirsiniz. Sunumlara okuldaki diğer öğretmenler ve öğrenciler, veliler, konu ile ilgili uzman kişiler de davet edilebilir. Sunumlarınız bittiğinde dinleyicilerden size çalışmanızla ilgili sorular gelebilir. Bu nedenle sunumlarınıza iyi hazırlanmanız gerekmektedir.

Örnek: Grubumuz, yaptıkları deneyin sonucuna dayanarak kendilerinin geliştirdiği küçük sulama aletini sınıfa getirmelidir. Grup çalışmasında yapmış oldukları deneyi, sunumlarında da yapıp dinleyicilere göstermelidir. Bununla birlikte herkesin görev dağılımı, yaptığı araştırmalar, elde ettiği bilgiler ve gruptaki tartışmalar özetle anlatılmalıdır.

10. Bireysel ve grup olarak çalışmanızı değerlendirin.

- Bu etkinlikte neler yaptım?
- Bu etkinlikte neler öğrendim?
- Bu etkinlik sırasında grubumdaki arkadaşlarıma nasıl yardım ettim?
- Bu etkinlik sırasında en iyi yaptığım şeyler:

- e. Bu etkinlikte en çok zorlandığım şeyler:
- f. Çalışmamı yaparken beklemediğim nelerle karşılaştım?
- g. Bu çalışmayı tekrar yapsaydım şu şekilde yapardım:

Açıklama: Sunumunuzu yaptıktan sonra yukarıdaki soruları, bireysel ve grup olarak cevaplayın. Bu değerlendirmenizi ve bu çalışma sırasında yaptığınız tüm işleri bir dosyada toplayarak sonraki ders öğretmeninize teslim edin.

Örnek:

- a) Bu etkinlikte grup çalışması yaptım. Kütüphaneye gidip bazı sorulara cevap aradım. Ayrıca interneti kullanarak daha fazla bilgi toplamaya çalıştım. Elde ettiğim bilgileri sınıfta grubumdaki arkadaşlarla paylaştım. Zorlandığım yerlerde sınıfta öğretmenime, evde ise aileme danıştım. Grubumuzdaki deneyi yaparken bazı araç gereçleri ben temin ettim. Sunumumuzu hazırlarken bilgisayarda yazılması gereken yazıları ben yazdım.
- b) Bu etkinlikte küçük bitkilerin nasıl sulanacağını öğrendim. Bu bitkileri hortumla ve uzaktan sulamanın zararlı olduğunu öğrendim. Suyun akış hızının toprağı oymada etkili olduğunu öğrendim. "A" aleti ile sulama yapıldığında neden toprağın oyulmadığını öğrendim.

Değerlendirme Kriterleri

Kriter	Puan
Sınıf içinde sessiz çalışma, başkalarını rahatsız etmeme	10
Grupta verilen görevleri yerine getirme	10
Yeterli araştırma yapma	10
Problemle ilgili bilimsel bir ilkeye, kanuna veya formüle ulaşma	10
Kılavuzun 6. aşamasında açıklanan bilimsel yöntem basamaklarını uygulama	30
Çalışmanın sunumu <ul style="list-style-type: none"> Sunumda herkes aktif mi, görev aldı mı? Sunum etkili bir şekilde yapıldı mı? 	10
Hazırladığınız dosyanın yeterliliği <ul style="list-style-type: none"> Çalışmanızın baştan sona düzenli ve ayrıntılı bir şekilde anlatımı. Senaryodan çıkarılan problemler yazılmış mı? Bu problemlere cevaplar bulunup yazılmış mı? Kılavuzun 4. aşamasında açıklanan problem durumuyla ilgili ne biliyoruz, neyi öğrenmeliyiz sorularına verdiğiniz cevaplar yazılmış mı? Görev dağılımı yazılmış mı? Bilgi edinmede kullanılan kaynaklar yazılmış mı? Klavuzda açıklanan 10. aşamadaki bireysel ve grup değerlendirmeleri ayrıntılı yazılmış mı? (Özellikle "neler öğrendim?" kısmı). 	20
Toplam	100

APPENDIX R-2

INTRODUCTORY MATERIALS REGARDING PBL FOR TEACHERS

A) FOR TEACHERS WHOSE STUDENTS WORK INDIVIDUALLY

7. Sınıf Basınç Ünitesinin Probleme Dayalı Öğretim Yöntemiyle İşlenmesi

Basınç ünitesinde kullanılacak öğretim materyalleri 1,5 yıllık çalışmanın bir ürünüdür. Bu materyaller fen eğitimi alanında uzman akademisyenlerin, fen öğretmenlerinin ve öğrencilerin görüşleri doğrultusunda geliştirilmiş ve revize edilmiştir. Probleme Dayalı Öğretimin (PDÖ) yurtdışındaki uygulamaları sistematik olarak incelenmiş ve yöntemin Türkiye’deki uygulanabilirliği açısından ciddi ve yoğun çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar neticesinde öğretim materyalleri son halini almıştır.

2005-2006 ve 2006-2007 öğretim yıllarında öğrencilere, araştırmacı tarafından hazırlanan bir merak anketi uygulanmıştır. Bu merak anketi, basınç ünitesindeki konularla ilgili günlük yaşamdan olaylar içermektedir. Anketin amacı, öğrencilerin bu olayları ne ölçüde merak ettiğinin belirlenmesidir.

Merak anketi ile öğrencilerin merak ettiği olaylar belirlendikten sonra bu olaylar birer senaryo haline getirilmiştir. Merak edilen olaylar, senaryolarda problem durumu şeklinde ifade edilmiştir. Senaryolar, PDÖ’nün temelini oluşturmaktadır. Öğrencilerin merak ettiği olaylar senaryolara yedirilerek, öğrencinin derse karşı ilgisi çekilmeye çalışılmıştır.

Basınç ünitesinin dört senaryoda işlenmesi hedeflenmiştir. Basınç ünitesine ait kazanımlar bu dört senaryoya yedirilmiştir. Genel olarak belirtmek gerekirse ilk senaryo katıların basıncı, ikinci senaryo sıvıların basıncı, üçüncü senaryo atmosfer basıncı ve gaz basıncı, dördüncü senaryo yüzmeye durumları konularıyla ilgilidir. Senaryoların hangi kazanımları içerdiği ders planında belirtilmiştir. Birinci senaryo için üç, diğerleri için beş ders saati öngörülmüştür. Yani basınç ünitesinin PDÖ’ye göre 18 ders saatinde işlenmesi planlanmıştır. Araştırma sonuçlarının tutarlı olması ve herhangi bir sınıfa avantaj ya da dezavantaj oluşturmamak açısından geleneksel sınıfta da basınç ünitesinin 18 ders saatinde işlenmesi gerekmektedir.

PDÖ, grup çalışması gerektirdiğinden öğrenciler 4-5 kişilik gruplara ayrılmalıdır. Grup oluşturulurken grubun başarı yönünden heterojen bir yapıda olması faydalı olur. Yani her grup; zayıf, orta ve iyi öğrencinin bulunacağı bir yapıda olmalıdır. Bu yapının en büyük faydası iyi öğrencilerin zayıf öğrencilerin elinden tutması ve onlara yardımcı olmasıdır. Böylece zayıf öğrencileri derse bağlama olasılığı artmaktadır. Bu konuda grup üyelerine birlikte hareket etmeleri gerektiği bilinci verilmelidir. Yapılması gereken işleri, grup üyeleri kendi aralarında eşit bir şekilde dağıtmalıdır. Grup üyelerinin birbirini sahiplenmeleri gerektiğini açıklayınız.

Gruplar, üniteye başlanmadan önce öğretmen tarafından belirlenmelidir ve öğrencilere ilan edilmelidir. Bazı öğrenciler gruplarını beğenmeyebilir. Gerekli açıklamaları yaparak öğrencileri ikna etmeye çalışınız. Bu grubun kendileri için daha faydalı olacağını söyleyiniz. Yukarıda bahsedilen yapıyı bozmayacak şekilde grup değişiklikleri yapılabilir. Grup oluşumunda tüm öğrencileri memnun edebilecek bir yapı oluşturmak öğrencinin motivasyonunu pozitif yönde etkilemek açısından önemlidir. Gruplara ders başlamadan önce teneffüste sınıfı grup çalışması formatına getirmelerini söyleyiniz. Bunu sessiz ve düzenli bir şekilde yapmalarını söyleyiniz.

Basınç ünitesi işlenmeye başlamadan yaklaşık bir hafta önce öğrencilere basınç ünitesinin değişik bir yöntemle işleneceği söylenmeli ve bu yöntemi tanıtıcı dokümanlar öğrencilere dağıtılmalıdır. Öğrenciler, bu dokümanlar aracılığıyla yeni yöntem hakkında bilgilendirilmelidir.

Basınç ünitesine başlanmadan önce öğrencilere üç farklı test uygulanacaktır. Bu testler “ön test” adını almaktadır ve öğrencilerin ön bilgilerini ölçmek amacıyla yapılmaktadır. Bu testler; başarı testi, tutum testi ve bilimsel süreç becerileri testidir. Başarı testi öğrencilerin basınç ünitesindeki başarılarını ölçmek için hazırlanan 25 soruluk çoktan seçmeli bir testtir. Tutum testi, öğrencilerin Fen Bilgisi dersine yönelik tutumlarını ölçen 24 soruluk anket türü bir testtir. Bilimsel süreç becerileri testi, bilimsel araştırma yönteminin ana unsurlarından olan, hipotez oluşturma, hipotezi sınama,

değişkenleri tanımlama gibi becerileri ölçen 24 soruluk çoktan seçmeli bir testtir. Başarı testi için 40 dakika, bilimsel süreç becerileri testi için 40 dakika ve tutum testi için 20 dakika gereklidir. Bu testler, basınç ünitesi işlendikten sonra yine öğrencilere uygulanacaktır. Bu durumda testler “son test” adını almaktadır. Testler hem PDÖ ile öğretim gören sınıfa hem de geleneksel öğretim alan bir sınıfa uygulanmalıdır. Ön test ve son test sonuçları öğrenci başarısındaki artışı gösterecektir. Test sonuçlarına dayanarak öğrenci başarısındaki artışın PDÖ grubunda mı yoksa geleneksel grupta mı daha fazla olduğu görülebilecektir. Test sonuçlarının analizleri SPSS adlı bir istatistik programı kullanılarak yapılacaktır.

Gruplar çalışmalarını sürdürürken öğretmen grupları gözlemlemelidir. Grupların verimli ve etkili çalışması için gerekiyorsa telkinlerde bulunup öğrencileri cesaretlendirmelidir. Öğrenciler zorlandıkları durumlarda öğretmenlerden yardım talebinde bulunmalıdır. Bu tür durumlarda öğretmen sadece yol gösterici ve rehber olmalı, konu bilgisini doğrudan kesinlikle vermemelidir. Bilgiye öğrencilerin ulaşmasını sağlamalıdır. Buradaki en önemli amaçlardan biri, öğrencilere bilgiye ulaşma becerisini kazandırabilmektir. Öğretmen gerektiğinde öğrencilerin önceden öğrenmiş oldukları bilgileri hatırlamalarını tavsiye edebilir. Fakat öğretmen kesinlikle “bu problemin cevabı şudur...” şeklinde müdahalelerde bulunmamalıdır.

Ünite, PDÖ’ye göre işlenirken öğrenciler, kendilerine dağıtılacak “senaryoyu inceliyoruz” materyalini kullanacaklar ve ona göre hareket edeceklerdir. Öğretmenler, kendilerine verilen ders planına göre dersi işleyeceklerdir. Ders planında her şey ayrıntılı olarak açıklanmıştır. PDÖ’de öğrenciler oldukça aktif konumdadırlar. “Senaryoyu inceliyoruz” materyalindeki her adımda öğrencilerin düşünmesi, sorgulaması, analiz etmesi, fikir alış verişinde bulunması sağlanmıştır. Her adımda öğrencilerden sonra öğretmen devreye girip o da fikirlerini ve önerilerini söyler. Öğrenciler, zaman zaman ilgili konudan ve hedef kazanımlardan uzaklaşabilirler. Bu durumlarda öğretmen devreye girdiğinde gerekli açıklamaları ve rehberliği yaparak öğrencileri konuya odaklar. Bu durumlarla ilgili ayrıntılı açıklamalar, ders planında ilgili yerlerde açıklanmıştır.

Ders planında sayısal problem çözümü için belli bir süre ayrılmıştır. Herhangi bir sınıfa avantaj ya da dezavantaj sağlamamak için, çözülecek problemler PDÖ sınıfında ve geleneksel sınıfta aynı olmalıdır.

PDÖ’de öğrenciler konu bilgisi verilmeden önce problemlerle karşılaşır. Problemler, günlük yaşamdan seçilir ve bir senaryo içinde sunulur. PDÖ problemleri, tek cevabı olan sayısal problemler değildir. Birden fazla cevabı olabilen ve açık uçlu problemlerdir. Öğrenciler, problemi çözerken o probleme yönelik konu bilgisini de öğrenmiş olurlar. Böylece öğrenilen bilgiler öğrenciye daha anlamlı gelmektedir. Çünkü öğrenci, bilgiyi neden öğrendiğinin ya da öğrenmek zorunda olduğunun farkındadır. Hedefte bir problemi çözmek vardır ve bunun için de bilgiye ihtiyaç duyulur. İstenilen bilgiye ulaşmak için öğrenciler araştırma yaparlar. Böylece öğrencilerin araştırma becerileri gelişir. Bu çalışmada öğrenciler, bilimsel araştırmaya da yönlendirilmiştir. Yani öğrencilerin karşılaştıkları problemleri çözmeye yönelik hipotezler oluşturmaları, hipotezleri test etmesi, deneyler tasarlaması ve yapması hedeflenmiştir. PDÖ’ye yönelik ders planları, öğrencilere bu etkinlikleri yapma fırsatı sunacak şekilde tasarlanmıştır. Görüldüğü üzere PDÖ, öğrencilere konu bilgisini kazandırmanın yanında araştırma ve bilimsel yöntemi kullanma becerilerini de kazandırma potansiyeline sahiptir.

PDÖ’de öğrencilerin karşılaştıkları problemleri çözmek için yapacakları araştırma sınıf içinde olacaktır. Bunun için sınıfa araştırmacı tarafından problemlerle ilgili konuların yer aldığı çok sayıda kaynak kitap konulacaktır. Bu kitaplar, ağırlıklı olarak Tübitak yayınları ve benzeri türleri ile okula yardımcı kaynak kitaplar olacaktır. Ayrıca bilimsel araştırma yöntemi uygulanırken yapılması gereken deneyler, araştırmacı tarafından öğretmenlere temin edilecektir.

B) FOR TEACHERS WHOSE STUDENTS MAKE GROUP WORK

7. Sınıf Basınç Ünitesinin Probleme Dayalı Öğretim Yöntemiyle İşlenmesi

Basınç ünitesinde kullanılacak öğretim materyalleri 1,5 yıllık çalışmanın bir ürünüdür. Bu materyaller fen eğitimi alanında uzman akademisyenlerin, fen öğretmenlerinin ve öğrencilerin görüşleri doğrultusunda geliştirilmiş ve revize edilmiştir. Probleme Dayalı Öğretimin (PDÖ) yurtdışındaki uygulamaları sistematik olarak incelenmiş ve yöntemin Türkiye’deki uygulanabilirliği

açısından ciddi ve yoğun çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar neticesinde öğretim materyalleri son halini almıştır.

2005-2006 öğretim yılında öğrencilere, araştırmacı tarafından hazırlanan bir merak anketi uygulanmıştır. Bu merak anketi, basınç ünitesindeki konularla ilgili günlük yaşamdan olaylar içermektedir. Anketin amacı, öğrencilerin bu olayları ne ölçüde merak ettiğinin belirlenmesidir.

Merak anketi ile öğrencilerin merak ettiği olaylar belirlendikten sonra bu olaylar birer senaryo haline getirilmiştir. Merak edilen olaylar, senaryolarda problem durumu şeklinde ifade edilmiştir. Senaryolar, PDÖ'nün temelini oluşturmaktadır. Öğrencilerin merak ettiği olaylar senaryolara yedirilerek, öğrencinin derse karşı ilgisi çekilmeye çalışılmıştır.

Basınç ünitesinin dört senaryoda işlenmesi hedeflenmiştir. Basınç ünitesine ait kazanımlar bu dört senaryoya yedirilmiştir. Genel olarak belirtmek gerekirse ilk senaryo katıların basıncı, ikinci senaryo sıvıların basıncı, üçüncü senaryo atmosfer basıncı ve gaz basıncı, dördüncü senaryo yüzme durumları konularıyla ilgilidir. Senaryoların hangi kazanımları içerdiği ders planında belirtilmiştir. Birinci senaryo için üç, diğerleri için beş ders saati öngörülmüştür. Yani basınç ünitesinin PDÖ'ye göre 18 ders saatinde işlenmesi planlanmıştır. Araştırma sonuçlarının tutarlı olması ve herhangi bir sınıfa avantaj ya da dezavantaj oluşturmamak açısından geleneksel sınıfta da basınç ünitesinin 18 ders saatinde işlenmesi gerekmektedir.

PDÖ, grup çalışması gerektirdiğinden öğrenciler 4-5 kişilik gruplara ayrılmalıdır. Grup oluşturulurken grubun başarı yönünden heterojen bir yapıda olması faydalı olur. Yani her grup; zayıf, orta ve iyi öğrencinin bulunacağı bir yapıda olmalıdır. Bu yapının en büyük faydası iyi öğrencilerin zayıf öğrencilerin elinden tutması ve onlara yardımcı olmasıdır. Böylece zayıf öğrencileri derse bağlama olasılığı artmaktadır. Bu konuda grup üyelerine birlikte hareket etmeleri gerektiği bilinci verilmelidir. Yapılması gereken işleri, grup üyeleri kendi aralarında eşit bir şekilde dağıtmalıdır. Grup üyelerinin birbirini sahiplenmeleri gerektiğini açıklayınız.

Gruplar, üniteye başlanmadan önce öğretmen tarafından belirlenmelidir ve öğrencilere ilan edilmelidir. Bazı öğrenciler gruplarını beğenmeyebilir. Gerekli açıklamaları yaparak öğrencileri ikna etmeye çalışınız. Bu grubun kendileri için daha faydalı olacağını söyleyiniz. Yukarıda bahsedilen yapıyı bozmayacak şekilde grup değişiklikleri yapılabilir. Grup oluşumunda tüm öğrencileri memnun edebilecek bir yapı oluşturmak öğrencinin motivasyonunu pozitif yönde etkilemek açısından önemlidir. Gruplara ders başlamadan önce teneffüste sınıfı grup çalışması formatına getirmelerini söyleyiniz. Bunu sessiz ve düzenli bir şekilde yapmalarını söyleyiniz.

Basınç ünitesi işlenmeye başlamadan yaklaşık bir hafta önce öğrencilere basınç ünitesinin değişik bir yöntemle işleneceği söylenmeli ve bu yöntemi tanıtıcı dokümanlar öğrencilere dağıtılmalıdır. Öğrenciler, bu dokümanlar aracılığıyla yeni yöntem hakkında bilgilendirilmelidir.

Basınç ünitesine başlanmadan önce öğrencilere üç farklı test uygulanacaktır. Bu testler “ön test” adını almaktadır ve öğrencilerin ön bilgilerini ölçmek amacıyla yapılmaktadır. Bu testler; başarı testi, tutum testi ve bilimsel süreç becerileri testidir. Başarı testi öğrencilerin basınç ünitesindeki başarılarını ölçmek için hazırlanan 25 soruluk çoktan seçmeli bir testtir. Tutum testi, öğrencilerin Fen Bilgisi dersine yönelik tutumlarını ölçen 24 soruluk anket türü bir testtir. Bilimsel süreç becerileri testi, bilimsel araştırma yönteminin ana unsurlarından olan, hipotez oluşturma, hipotezi sınama, değişkenleri tanımlama gibi becerileri ölçen 24 soruluk çoktan seçmeli bir testtir. Başarı testi için 40 dakika, bilimsel süreç becerileri testi için 40 dakika ve tutum testi için 20 dakika gereklidir. Bu testler, basınç ünitesi işlendikten sonra yine öğrencilere uygulanacaktır. Bu durumda testler “son test” adını almaktadır. Testler hem PDÖ ile öğretim gören sınıfa hem de geleneksel öğretim alan bir sınıfa uygulanmalıdır. Ön test ve son test sonuçları öğrenci başarısındaki artışı gösterecektir. Test sonuçlarına dayanarak öğrenci başarısındaki artışın PDÖ grubunda mı yoksa geleneksel grupta mı daha fazla olduğu görülebilecektir. Test sonuçlarının analizleri SPSS adlı bir istatistik programı kullanılarak yapılacaktır.

Gruplar çalışmalarını sürdürürken öğretmen grupları gözlemlemelidir. Grupların verimli ve etkili çalışması için gerekiyorsa telkinlerde bulunup öğrencileri cesaretlendirmelidir. Öğrenciler zorlandıkları durumlarda öğretmenden yardım talebinde bulunmalıdır. Bu tür durumlarda öğretmen sadece yol gösterici ve rehber olmalı, konu bilgisini doğrudan kesinlikle vermemelidir. Bilgiye öğrencilerin ulaşmasını sağlamalıdır. Buradaki en önemli amaçlardan biri, öğrencilere bilgiye ulaşma becerisini kazandırabilmektir. Öğretmen gerektiğinde öğrencilerin önceden öğrenmiş oldukları bilgileri hatırlamalarını tavsiye edebilir. Fakat öğretmen kesinlikle “bu problemin cevabı şudur...” şeklinde müdahalelerde bulunmamalıdır.

Ünite, PDÖ'ye göre işlenirken öğrenciler, kendilerine dağıtılacak “senaryoyu inceliyoruz” materyalini kullanacaklar ve ona göre hareket edeceklerdir. Öğretmenler, kendilerine verilen ders planına göre dersi işleyeceklerdir. Ders planında her şey ayrıntılı olarak açıklanmıştır. PDÖ'de öğrenciler oldukça aktif konumdadırlar. “Senaryoyu inceliyoruz” materyalindeki her adımda öğrencilerin düşünmesi, sorgulaması, analiz etmesi, fikir alış verişinde bulunması sağlanmıştır. Her adımda öğrencilerden sonra öğretmen devreye girip o da fikirlerini ve önerilerini söyler. Öğrenciler, zaman zaman ilgili konudan ve hedef kazanımlardan uzaklaşabilirler. Bu durumlarda öğretmen devreye girdiğinde gerekli açıklamaları ve rehberliği yaparak öğrencileri konuya odaklar. Bu durumlarla ilgili ayrıntılı açıklamalar, ders planında ilgili yerlerde açıklanmıştır.

Ders planında sayısal problem çözümü için belli bir süre ayrılmıştır. Herhangi bir sınıfa avantaj ya da dezavantaj sağlamamak için, çözülecek problemler PDÖ sınıfında ve geleneksel sınıfta aynı olmalıdır.

PDÖ'de öğrenciler konu bilgisi verilmeden önce problemlerle karşılaşılır. Problemler, günlük yaşamdan seçilir ve bir senaryo içinde sunulur. PDÖ problemleri, tek cevabı olan sayısal problemler değildir. Birden fazla cevabı olabilen ve açık uçlu problemlerdir. Öğrenciler, problemi çözerken o probleme yönelik konu bilgisini de öğrenmiş olurlar. Böylece öğrenilen bilgiler öğrenciye daha anlamlı gelmektedir. Çünkü öğrenci, bilgiyi neden öğrendiğinin ya da öğrenmek zorunda olduğunun farkındadır. Hedefte bir problemi çözmek vardır ve bunun için de bilgiye ihtiyaç duyulur. İstenilen bilgiye ulaşmak için öğrenciler araştırma yaparlar. Böylece öğrencilerin araştırma becerileri gelişir. Bu çalışmada öğrenciler, bilimsel araştırmaya da yönlendirilmiştir. Yani öğrencilerin karşılaştıkları problemleri çözmeye yönelik hipotezler oluşturmaları, hipotezleri test etmesi, deneyler tasarlaması ve yapması hedeflenmiştir. PDÖ'ye yönelik ders planları, öğrencilere bu etkinlikleri yapma fırsatı sunacak şekilde tasarlanmıştır. Görüldüğü üzere PDÖ, öğrencilere konu bilgisini kazandırmanın yanında araştırma ve bilimsel yöntemi kullanma becerilerini de kazandırma potansiyeline sahiptir.

PDÖ'de öğrencilerin karşılaştıkları problemleri çözmek için yapacakları araştırma sınıf içinde olacaktır. Bunun için sınıfa araştırmacı tarafından problemlerle ilgili konuların yer aldığı çok sayıda kaynak kitap konulacaktır. Bu kitaplar, ağırlıklı olarak Tübitak yayınları ve benzeri türleri ile okula yardımcı kaynak kitaplar olacaktır. Ayrıca bilimsel araştırma yöntemi uygulanırken yapılması gereken deneyler, araştırmacı tarafından öğretmenlere temin edilecektir.

C) BASIC KNOWLEDGE ABOUT PBL FOR TEACHERS

PROBLEME DAYALI ÖĞRENME

Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ), öğrencilerin kendi kendine öğrenmelerini sağlamada aktif katılımı gerektiren bir öğretim formatıdır. Bu süreçte öğrenciler, günlük yaşamdan problemler üzerinde çalışırlar ve en iyi çözüme ulaşmak için araştırma yaparlar. Öğrencilerin araştırmaları, problemi çözmek için ihtiyaç duyacakları bilgi temelini yapılandırmada yardımcı olur. PDÖ'nün en temel hali aşağıdaki özellikleri içermektedir:

- Öğrenim süreci bir problem durumuyla başlar. Problem çözme süreci içerisinde öğrenciler, problemle ilgili konuları öğrenirler.
- Problemler günlük yaşamla ilgilidir.
- Açık, anlaşılır ve tek çözümü olan problemler yerine, yarı yapılandırılmış problemler kullanılır. Bu problemlerin tek çözüm yolu yoktur. Birden fazla çözüm yolu olabilir. Problem çözümü için gerekli olan veriler problemde verilmez. Bu açıdan bakıldığında PDÖ problemleri, ders kitaplarındaki ünite sonu problemlerinden oldukça farklıdır.
- PDÖ, grup çalışması gerektirir. Gruplar 4-5 kişiden oluşur. Problemler grupta tartışılarak görüş alışverişinde bulunularak çözülür.
- Öğrenciler bu problemler üzerinde çalışırken kendi öğrenme isteklerine göre izledikleri yolu değiştirebilirler.
- Problemler üzerinde yarım ya da bir ders saati değil, daha uzun sürelerde çalışılır. Süre, problemin yapısına ve içerdiği hedef kazanımlara göre değişir.
- Tüm müfredat problemler etrafında hazırlanır. Problemler, önceden öğrenilmiş bilgilerin bir uygulamasından ziyade, konu bilgisini öğrenmek için bir araçtır.

- Öğretmen, konu bilgisini öğrencilere doğrudan vermez. Bunun yerine, öğrencilerin kendi açıklamalarını yapabilmesinde yardımcı olan, sorgulayıcı strateji izleyen, zihinsel olarak rehberlik eden bir role sahiptir.
- Öğrenme sorumluluğu başlıca öğrenciye aittir. Öğrenci, ihtiyacı olan bilgiyi tespit eder ve ona ulaşmak için araştırma yapar.
- PDÖ, öğrencilerin konu bilgisini gerçek yaşam durumlarına uyarlayabilmesini sağlar.

Probleme Dayalı Öğrenme Süreci

PDÖ süreci özetle şu şekilde gerçekleşmektedir:

Aşama I:

1. Problem sunumu
2. Problem durumundaki sorunları tanımlama (beyin fırtınası)
 - açık olmayan terimleri ve konuları belirleme
 - açıklığa kavuşturulmasına ihtiyaç duyulan durum üzerinde anlaşma
 - üzerinde çalışılacak hipotezleri belirleme
 - * bu hipotezi desteklemek için ne biliyoruz?
 - * bu hipotezi desteklemek için neyi bilmeye ihtiyacımız var?
3. Problemlerden ortaya çıkan öğrenme hedefleri/soruları oluşturma.
4. Öncelikleri belirleme (hedefler/sorular)
5. Çalışma programını belirleme

Aşama II:

6. Öğrenciler problemler üzerinde çalışır
 - bireysel ve grup olarak okuma, araştırma, hipotezleri test etme, deney tasarlama ve yapma

Aşama III:

7. Öğrenci sunumları ve problemler üzerinde tartışma
8. Nelerin öğrenildiği konusunda özet
9. Öğrenci performanslarının değerlendirilmesi

Fen Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenme

Peki fen eğitiminde neden PDÖ? Bilimsel ve teknolojik gelişmelerin günlük yaşantımıza yansımaları birçok alanda ve sık sık olmaktadır. Yaşam standardını geliştiren bu yansılardan istifade edebilmek, öncelikle onları bilmek, tanımak ve anlamakla diğer bir ifadeyle, bilim okur yazarı olmakla olur. Bireylerin bilim okur yazarlığı sağlandığı ölçüde toplum, bilim ve teknolojiye gelişmelere ayak uydurabilir ve adapte olabilir. Şüphesiz ki büyük bir hızla gelişen bilim ve teknoloji karşısında formal fen eğitiminin bireylere kazandıracakları bilim okur yazarlığı yetersiz kalacaktır. Bireylerin formal eğitimlerinden sonra kendilerini bu alanda geliştirmesi kaçınılmazdır. Bu nedenle bireylere formal eğitimden sonra kendilerini geliştirmeleri gerektiği felsefesi verilmeli ve sonraki yaşamlarında kendilerini geliştirmede faydalı olacak temel beceriler formal eğitim sürecinde kazandırılmalıdır. PDÖ, gerek felsefesi gerekse sunduğu kazanımlar itibarıyla bu bakış açısına uygun fen eğitiminde kullanılabilecek bir öğretim yöntemidir.

PDÖ'nun Eğitim-Öğretim Sürecinde Sağladığı Katkıları

- Yüzeysel öğrenmeyi değil, derinlemesine öğrenmeyi geliştirir.
- Öğrencilere, kendi öğrenmelerini kontrol etme sorumluluğunu verir.
- Bağımsız öğrenmeyi destekler.
- Öğrenciler, fen bilimlerinin toplumla ve günlük yaşamla olan ilişkisini kavrar.
- Kendi kendine yönlendirilen becerilerin gelişmesini ve sürekliliğini sağlar.
- Öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirir.
- Disiplinler arası işbirliğini geliştirir.
- Bilginin kalıcılığını artırır.
- Öğrencilerin fen derslerine yönelik motivasyonunu artırır.
- Yüksek seviyede düşünme becerilerini geliştirir.
- Öğrencilerin neyi niçin öğrendiğinin farkında olmasını sağlar.
- Grup çalışması yaptırarak öğrencilerin fikirler üzerinde tartışmalarını sağlar.

Ülkemizin gelişmekte olan bir ülke olması ve bilim ve teknolojiye açık yapısı, fen eğitimindeki ezberci ve geleneksel anlayışın değişmesini zorunlu kılmaktadır. Bilim ve teknolojiye ayak uydurabilen ve aynı zamanda bilim ve teknolojiyi geliştirebilecek bireylerin yetişmesi için bu değişiklik kaçınılmazdır. Bu nedenle alternatif öğretim yöntemlerinin ülkemizde fen eğitimine uyarlanması, uygulanması ve sonuçlarının araştırılması gerekmektedir. Burada bahsedilen gerekçelerden yola çıkarak bu araştırmada, alternatif öğretim yöntemlerinden PDÖ'nün ülkemizde fen eğitimine katkıları incelenecektir.

D) INFORMATION ABOUT THE USE OF RESOURCES FOR TEACHERS

PROBLEME DAYALI ÖĞRENME (PDÖ) YÖNTEMİNDE BİLGİ KAYNAKLARINI ARAŞTIRMANIN YERİ VE ÖNEMİ

Günümüzde bilim ve teknoloji büyük bir hızla gelişmektedir. Bu gelişmeye paralel olarak bu alandaki bilgi birikimi ivmeli bir şekilde artmaktadır. Tüm bu bilgilerin okulda verilmesi imkansızdır. Bu nedenle okul sonrası da bireylerin en temel ve ihtiyacı olan bilgileri öğrenmesi gerekir. Bu ise yaşam boyu öğrenme becerilerinin kazanılması ile mümkündür. Bu becerilerin en temeli, araştırma yaparak istenen bilgiye ulaşma becerisidir. Ancak bu beceriyi okulda kazanan bireyler çağa ayak uydurabilir, bilim ve teknolojiyi takip edebilir.

Bilgi kaynaklarını araştırarak bilgiye ulaşma becerisi kazanmanın neden önemli olduğunu “balık yemeyi değil, balık tutmayı öğren” mantığı çok güzel açıklamaktadır.

PDÖ’de bilgi kaynaklarını araştırma yöntemini kullanabilmek için sınıf ortamında yapılması gerekenler aşağıda açıklanmıştır.

Öğrencilerin bilgi kaynaklarından araştırma yapabilmelerini kolaylaştırmak için sınıfa araştırmacı tarafından yaklaşık 30 farklı kaynak kitap getirilecektir. Bu kaynakları sınıfta uygun bir yere yerleştiriniz. Kaynaklar, uygulama boyunca sınıfta kalmalıdır. Öğrenciler, ihtiyacı olan kaynakları eve götürüp daha ayrıntılı incelemek isterlerse bir sonraki derse getirmek şartıyla buna izin veriniz.

Sınıfa internet bağlantısı için gerekli altyapı sağlanmışsa öğrencilere araştırmalarında internet kullanma imkanı sağlayınız. Diz üstü bilgisayar temini için araştırmacıdan yardım talep edebilirsiniz.

PDÖ uygulamasına geçilmeden bir hafta önce öğrencilere basınç ve yüzme-batma konularıyla ilgili bilgi kaynakları bulup sınıfa getirmelerini söyleyiniz. Bilgi kaynaklarına ulaşmada öğrencileri okul, il halk ve üniversite kütüphanelerine yönlendirebilirsiniz. Ayrıca evdeki ve komşulardaki bilgi kaynaklarını da kullanabileceklerini hatırlatın. Bilgi kaynakları olarak öğrencilerin yardımcı kitap, ansiklopedi (ana britanica, temel britanica, büyük larrouse, meydan larrouse, gelişim hachette) dergi, Tübitak bilim teknik dergisi, gazete, CD vb. kaynaklar getirebileceğini söyleyin. Öğrencilerin ders kitabından da faydalanabileceğini hatırlatın. Ayrıca üzerinde çalıştıkları konuyla ilgili uzman kişilerle görüşebileceklerini ve onlardan bilgi alabileceklerini hatırlatın.

Öğrencilere evlerinde hangi kaynakların olduğunu sorunuz. Bunu sınıfa hep aynı kaynakların gelmemesi için soruyoruz. Örneğin 5 öğrenci ana britanica var diyorsa iki-üç öğrencinin bunu getirmesi yeterli olur. Diğerlerine eğer varsa başka kaynak getirmelerini söyleyiniz. Kaynak çeşitliliği sağlamak için bu önemlidir. Öğrenciler kaynakları sınıfa getirirken sadece ilgili kısımları getirmelidir. Örneğin bir öğrencinin evinde ana britanica ansiklopedisi varsa basınç ve yüzme-batmayla ilgili ciltleri getirmesi yeterlidir. Öğrencide Tübitak bilim teknik serisi varsa, sadece basınç ve yüzme-batmayla ilgili ciltleri getirmesinin yeterli olduğunu söyleyiniz.

PDÖ uygulaması başlamadan araştırmacının ve öğrencilerin sınıfa getirdiği kaynaklara göz atmanızda yarar vardır. Hangi bilginin hangi kaynaktan ne derinlikte verildiğini bilmeniz araştırma sürecinde öğrencilere rehberlik etmede faydalı olacaktır. Bu konuda size kolaylık sağlamak için araştırmacı tarafından sınıfa getirilecek kaynaklarda hangi bilgilerin hangi sayfada olduğunu gösteren bir tablo verilecektir.








APPENDIX S

KEY WORDS USED IN LITERATURE REVIEW

- Problem based learning
- PBL
- Problem based teaching
- Problem based instruction
- Problem based curriculum
- Pressure
- Physics
- Science
- Physics education
- Science education
- Elementary school
- Middle school
- High school
- Different (double and triple) combinations of these key words

APPENDIX T

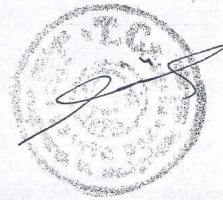
PERMISSION

<p>T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI Eğitimi Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı</p> <p>Sayı : B.08.0.EGD.0.33.05.311- 66 / 206 Konu : Araştırma İzni</p> <p style="text-align: right;">16/01/2007</p> <p style="text-align: center;">ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE</p> <p>İlgi : 13.11.2006 tarih ve B.30.2.ODT.0.70.72.00-400-9901/17259 sayılı yazı.</p> <p>Üniversiteniz Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Ana Bilim Dalı Doktora öğrencisi Gökhan SERİN'in "Probleme Dayalı Öğretim Yönteminin 7. Sınıf Öğrencilerin Fen Başarısına, Fen Dersine Yönelik Tutumuna ve Yüksek Düşünme Becerilerine Etkisi" konulu araştırmada veri toplama aracı olarak kullanılacak anketlerin Ankara İli Gölbaşı İlçesi ilköğretim okullarında uygulama izin talebi incelenmiştir.</p> <p>Üniversiteniz tarafından kabul edilen onaylı bir örneği Bakanlığımızda muhafaza edilen (3 sayfa – 35 sorudan oluşan) anketin belirtilen ilköğretim okullarında uygulanmasında bir sakınca görülmemektedir.</p> <p>Araştırmanın bitiminde sonuç raporunun iki örneğinin Bakanlığımıza gönderilmesi gerekmektedir.</p> <p>Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.</p>	<p>ÖĞRENCİ İŞLERİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI Ev. Arş. Md. Saat :</p> <p style="text-align: right;"></p> <p>Cevdet CENGİZ Bakan a. Müsteşar Yardımcısı</p>				
<p>EK :</p> <p>1- Anket Örneği (1 Adet-3 Sayfa)</p> <p>2- Okul Listesi (1 Adet-1 Sayfa)</p>					
<p>22.01.07 000994</p>					
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">  </td> <td style="width: 33%; text-align: center;">  </td> <td style="width: 33%; text-align: center;"> <p>G.M.K. Bulvarı No: 109 06570 Maltepe / ANKARA</p> </td> <td style="width: 33%; text-align: center;"> <p>Tel : (0312) 230 36 44 Faks : (0312) 231 62 05 e-posta: earged@meb.gov.tr</p> </td> </tr> </table>				<p>G.M.K. Bulvarı No: 109 06570 Maltepe / ANKARA</p>	<p>Tel : (0312) 230 36 44 Faks : (0312) 231 62 05 e-posta: earged@meb.gov.tr</p>
		<p>G.M.K. Bulvarı No: 109 06570 Maltepe / ANKARA</p>	<p>Tel : (0312) 230 36 44 Faks : (0312) 231 62 05 e-posta: earged@meb.gov.tr</p>		

EK

Uygulamanın Yapılacağı Okullar

1. Atatürk İlköğretim Okulu (Gölbaşı)
2. Baldudak İlköğretim Okulu (Gölbaşı)
3. Gündüzalp İlköğretim Okulu (Gölbaşı)
4. İnönü İlköğretim Okulu (Gölbaşı)
5. Şahin Sevin İlköğretim Okulu (Gölbaşı)
6. Tek İlköğretim Okulu (Gölbaşı)
7. Bezirhane İlköğretim Okulu (Gölbaşı)
8. Bayrak İlköğretim Okulu (Gölbaşı)
9. Dr.Ahmet-Filiz Göğüş İlköğretim Okulu (Gölbaşı)
10. Enver Bektaş İlköğretim Okulu (Gölbaşı)
11. Gökçe Höyük İlköğretim Okulu (Gölbaşı)
12. İncek İlköğretim Okulu (Gölbaşı)
13. İncek T.E.K. İlköğretim Okulu (Gölbaşı)
14. Karagedik Ercan İlköğretim Okulu (Gölbaşı)
15. Selametli Köyü İlköğretim Okulu (Gölbaşı)
16. Taşpınar İlköğretim Okulu (Gölbaşı)



APPENDIX U

SUMMARY SHEET

ÇIKARDIĞIMIZ SORULAR (Ayşegül'ün Kamp Maceraları)

1. Ayşegül yüzerken dibe daldığında neden kulağında ağrı hissetti?

.....

.....

.....

.....

2. Ayşegül'ün arkadaşı “daha fazla derine daldığımda kulaklarımda daha çok ağrı hissediyorum” demişti. Bunun nedeni nedir?

.....

.....

.....

.....

3. Ayşegül'ün arkadaşı, deniz suyu olan havuzda daldığında tatlı sudakine göre kulağının daha çok ağrıdığını söylüyor. Bunun nedeni nedir?

.....

.....

.....

.....

4. Fıskiye kendiliğinden nasıl dönebiliyor?

.....

.....

.....

5. Toprağın derinliklerine gitmesi gerekirken nasıl oluyor da kaynak suyu topraktan yeryüzüne çıkabiliyor?

.....

.....

.....

6. Kameranın rahatlıkla her yöne hareket edebilmesini sağlayan nedir?

.....

.....

.....

7. Tansiyon nedir?

.....

.....

.....

8. Tansiyonun sol koldan ve kalp hizasından ölçülmesinin nedeni nedir?

.....

.....

.....

ÇIKARDIĞIMIZ SORULAR (Üç Dağcının Maceraları)

1. Arabayla dağa çıkılırken kulaklarında neden ağrı hissettiler?

.....

.....

.....

.....

2. Göçmen kuşlar uzun süre kanat çırpmadan nasıl uçuyorlar?

.....

.....

.....

.....

3. Parfüm kutusu ateşte neden patlıyor?

.....

.....

.....

.....

4. Balonları şişirmekte kullanılan özel gaz nedir? Özellikleri nelerdir?

.....

.....

.....

.....

5. Dağın tepesinde uçan balonlar neden yükselmeyip yerinde kalıyor ve hatta yere düşüyor?

.....

.....

.....

.....

6. Uçan balonlar belli bir yüksekliğe ulaştınca neden patlıyor?

.....

.....

.....

.....

7. İnsan nefesinin ne kadar güçlü olduğu nasıl belirlenir?

.....

.....

.....

.....

8. Dağda su neden daha kısa sürede kayıyor?

.....

.....

.....

.....

APPENDIX V

RAW DATA

School	Group	Gender	Science Course Grade	Pre-SPST	Post-SPST	Pre-AT	Post-AT
1	2	2	3	4,0	9,0	99,0	93,0
1	2	1	5	12,0	10,0	112,0	108,0
1	2	1	5	15,0	16,0	86,2	92,0
1	2	2	1	9,0	4,0	84,0	77,0
1	2	1	1	5,0	2,0	52,0	75,0
1	2	2	3	7,0	9,0	74,0	73,0
1	2	2	4	7,0	15,0	59,0	89,0
1	2	1	1	7,0	7,0	83,0	71,0
1	2	1	1	2,0	5,0	87,0	83,0
1	2	1	2	7,0	10,0	86,2	79,0
1	2	2	2	10,0	13,0	60,0	75,0
1	2	2	1	6,0	2,0	100,0	120,0
1	2	1	3	11,0	5,0	90,0	80,0
2	1	1	1	5,0	5,0	78,0	77,0
2	1	2	3	10,0	13,0	80,0	76,0
2	1	2	3	10,0	6,0	110,0	107,0
2	1	2	1	8,0	5,0	66,0	73,0
2	1	2	3	10,0	12,0	115,0	112,0
2	1	1	1	10,0	5,0	77,0	87,0
2	1	1	1	8,3	5,0	86,2	91,0
2	1	1	2	15,0	8,0	99,0	105,0
2	1	2	1	5,0	7,0	98,0	111,0
2	1	2	1	6,0	8,0	82,0	90,0
2	1	1	1	12,0	3,0	108,0	111,0
2	1	1	1	5,0	8,0	76,0	72,0
2	1	1	1	8,0	9,0	86,2	67,0
2	1	2	2	9,0	5,0	77,0	87,0
2	1	1	2	8,3	6,0	86,2	88,0
2	1	2	1	7,0	5,0	88,0	84,0
2	1	2	3	8,0	6,0	102,0	107,0
2	1	2	3	4,0	11,0	51,0	92,0
2	1	1	1	4,0	7,0	86,2	79,0
2	1	1	1	8,0	6,0	91,0	99,0
2	1	1	2	6,0	5,0	94,0	86,0
2	1	1	1	9,0	3,0	85,0	75,0
2	1	2	2	6,0	5,0	88,0	91,0

2	1	1	3	10,0	6,0	86,0	101,0
2	1	2	2	8,0	3,0	81,0	84,0
2	1	2	3	9,0	4,0	94,0	96,0
2	1	2	2	8,3	7,0	86,2	74,0
2	1	2	2	11,0	13,0	96,0	100,0
2	1	1	1	8,3	8,0	86,2	76,0
2	2	1	5	6,0	16,0	97,0	113,0
2	2	2	3	14,0	5,0	101,0	89,0
2	2	2	2	13,0	9,0	103,0	106,0
2	2	1	3	5,0	11,0	95,0	108,0
2	2	1	3	12,0	10,0	85,0	55,0
2	2	1	3	11,0	11,0	95,0	101,0
2	2	1	5	11,0	10,0	46,0	101,0
2	2	2	3	8,0	2,0	94,0	95,0
2	2	2	1	6,0	4,0	79,0	87,0
2	2	2	1	5,0	5,0	95,0	103,0
2	2	1	1	7,0	5,0	70,0	78,0
2	2	2	1	5,0	3,0	75,0	73,0
2	2	2	1	6,0	4,0	102,0	111,0
2	2	2	2	9,0	6,0	93,0	96,0
2	2	1	1	8,0	7,0	78,0	60,0
2	2	2	3	8,0	4,0	100,0	108,0
2	2	2	2	6,0	7,0	85,0	95,0
2	2	2	1	5,0	3,0	87,0	98,0
2	2	1	1	3,0	3,0	89,0	73,0
2	2	1	1	8,0	7,0	81,0	85,0
2	2	2	1	6,0	6,0	82,0	73,0
2	2	1	3	2,0	7,0	88,0	104,0
2	2	1	1	5,0	7,0	94,0	89,0
2	2	2	1	7,0	9,0	88,0	86,0
2	2	1	1	5,0	4,0	90,0	105,0
3	3	2	4	6,0	13,0	95,0	94,0
3	3	2	4	9,0	8,0	88,0	87,0
3	3	2	5	12,0	14,0	113,0	110,0
3	3	2	2	8,0	10,0	106,0	103,0
3	3	1	4	10,0	9,0	95,0	104,0
3	3	2	2	5,0	7,0	86,2	114,0
3	3	2	2	3,0	8,0	88,0	79,0
3	3	2	1	7,0	5,0	106,0	98,0
3	3	2	1	9,0	7,0	83,0	99,0
3	3	2	3	9,0	13,0	100,0	88,0
3	3	1	1	7,0	1,0	69,0	89,0
3	3	1	1	5,0	5,0	60,0	69,0
3	3	1	2	5,0	10,0	112,0	117,0
3	3	1	1	7,0	4,0	111,0	113,0
3	3	2	1	6,0	5,0	88,0	83,0
3	3	1	1	6,0	9,0	82,0	71,0
3	3	1	2	5,0	7,0	85,0	81,0
3	3	1	1	4,0	7,0	82,0	76,0
3	3	2	1	8,3	9,0	86,2	78,0

3	3	2	1	8,3	8,0	80,0	53,0
3	3	1	1	3,0	3,0	86,2	78,0
3	3	1	1	8,3	9,0	64,0	81,0
3	3	1	1	6,0	6,0	91,0	86,0
3	1	2	4	10,0	12,0	101,0	107,0
3	1	1	3	7,0	4,0	86,2	93,0
3	1	1	1	4,0	10,0	82,0	74,0
3	1	2	5	13,0	11,0	90,0	96,0
3	1	2	3	6,0	7,0	99,0	95,0
3	1	1	4	9,0	12,0	80,0	94,0
3	1	1	3	9,0	9,0	78,0	87,0
3	1	2	1	7,0	7,0	90,0	81,0
3	1	2	1	6,0	4,0	73,0	87,0
3	1	1	1	4,0	11,0	69,0	72,0
3	1	1	1	5,0	8,0	86,2	79,0
3	1	1	1	10,0	6,0	86,2	53,0
3	1	1	1	8,0	7,0	91,0	93,0
3	1	1	2	8,0	10,0	101,0	104,0
3	1	1	1	6,0	7,0	78,0	82,0
3	1	1	1	5,0	4,0	86,2	63,0
3	1	1	1	7,0	2,0	71,0	42,0
3	1	2	3	2,0	10,0	75,0	80,0
3	1	2	1	3,0	9,0	75,0	72,0
3	1	1	1	5,0	5,0	74,0	82,0
3	1	1	1	8,3	7,0	83,0	77,0
3	1	1	1	7,0	6,0	92,0	91,0
4	3	2	5	14,0	10,0	86,2	93,0
4	3	1	3	11,0	10,0	86,2	82,0
4	3	2	1	6,0	3,0	86,2	86,0
4	3	1	1	7,0	5,0	86,2	92,0
4	3	2	2	11,0	8,0	86,2	118,0
4	3	2	1	8,0	5,0	86,2	100,0
4	3	2	1	6,0	5,0	86,2	96,0
4	3	2	2	9,0	6,0	86,2	100,0
4	3	1	1	9,0	12,0	86,2	100,0
4	3	2	2	6,0	6,0	86,2	112,0
4	3	1	5	16,0	11,0	86,2	108,0
4	3	1	1	4,0	5,0	86,2	77,0
4	3	1	1	4,0	4,0	86,2	61,0
4	3	2	1	5,0	3,0	86,2	61,0
4	1	2	3	8,0	10,0	86,2	91,0
4	1	1	1	5,0	2,0	86,2	79,0
4	1	1	2	13,0	11,0	86,2	102,0
4	1	2	1	9,0	6,0	86,2	71,0
4	1	2	3	12,0	8,0	86,2	111,0
4	1	2	1	8,0	5,0	86,2	98,0
4	1	1	1	3,0	7,0	86,2	29,0
4	1	2	1	5,0	4,0	86,2	86,0
4	1	2	1	7,0	4,0	86,2	80,0
4	1	1	1	8,0	6,0	86,2	85,0

4	1	2	3	8,0	5,0	86,2	94,0
4	1	2	3	7,0	6,0	86,2	105,0
4	1	2	1	11,0	9,0	86,2	74,0
4	1	2	1	8,3	11,0	86,2	84,0
4	1	2	3	8,3	9,0	86,2	105,0

APPENDIX Y-1

DESCRIPTION OF CATEGORIES OBSERVED AT LEAST IN ONE GROUP WITH 20 PERCENT VALUE

Category	Description
What Did I Do?	
Listening to teacher	Teacher's explanation of topics, listening to teacher/lecture, trying to follow the teacher
Writing from teacher	Taking note, writing formulas, drawing figures/graphs, etc.
Problem solving	Solving test/questions/problems/problems in scenarios, trying to understand solution, making examples,
Research	Finding/examining/bringing resources, researching topics/problems, getting information
Scientific process steps	Finding problem, variables, hypothesis, experiment; observation; proposing solution
Helping one another	Exchange of ideas, sharing something
What Did I Learn?	
Relationship between variables	Specifying the direction of relationship, stating factors affecting a variable
I learned	Mentioned in general not in detail: Concept, formula, figure, understanding, gaining knowledge, importance of topics,
Daily life examples	Explaining phenomenon, understanding real-life events, answers to the questions in my life, sinking of thin bicycle wheel, etc.
Physics principles	Buoyancy force, atmospheric pressure, Bernoulli principle, Pascal principle, Torricelli's experiment, etc.
Definition	Explanations, descriptions
Drawing	Graphs, figures
Helping One Another	
Explaining the subject	Giving/making examples, in cases of they do not understand, presenting information, telling what I know, at their lack of knowledge, when they were late in following the lecture
Problem solving	Telling the answer of questions, explaining problems, making examples
Research	Looking for/obtaining/examining/bringing resources, get knowledge from resources
Discussion/Presenting idea	Suggestion, explaining idea, prediction, how can we rescue bicycle from sand, etc.
No help	Students express this statement explicitly
The Best Things I Did	
Listening	Listening to teachers/students

Problem solving	Students' and teacher's questions, proposing solutions to problems, solving test, solving by using formulas or conceptual approach, solving examples, trying to solve
Experiments	Making/finding/watching/listening/ understanding experiment, answering experiment questions,
Research	Finding/bringing resources, finding/getting information
Hypothesis	Finding/writing/testing hypothesis
The Most Difficult Things	
Problem solving	Answering questions, solving examples, calculations, solving problems in the scenario, finding why thin bike wheel sinks more, etc.
No difficulty	No "much difficulty" also included
Experiment	Making/finding experiment, experiment equipments, analysis of data obtained from experiments, making activity,
Unexpected Things I Encountered	
Experiments	Being positive, results of experiments,
I Would Study Like That	
Repetition	Repetition of subjects/problems/questions/ notes
In the same way	Studying in the same/similar way
Better study	Studying much/well/systematic/in detail, making an effort, up to understanding,
Research	Finding resources, use of different resources, bringing them to class, getting information,
Solving a Problem Around	
Daily life examples	Chewing gum or opening mouth during plane travel, etc.

APPENDIX Y-2

ALL CATEGORIES EMERGED FROM THE ANALYSIS OF SELF-EVALUATION FORMS AND THEIR OBSERVED FREQUENCIES WITH PERCENTAGE VALUES

	Subjects										Total		
	Pressure in solids			Pressure in liquids			Pressure in gases and atmospheric pressure		Buoyant force in liquids				
	Control (n=27)	PBL-I (n=12)	PBL-G (n=36)	Control (n=30)	PBL-I (n=6)	PBL-G (n=27)	Control (n=25)	PBL-G (n=16)	Control (n=25)	PBL-G (n=27)	Control (n=107)	PBL-I (n=18)	PBL-G (n=106)
CATEGORIES	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)
What Did I Do?													
Listening to teacher	9 (33)	0 (0)	1 (3)	12 (40)	0 (0)	0 (0)	12 (48)	0 (0)	7 (28)	2 (7)	40 (37)	0 (0)	3 (3)
Writing from teacher	3 (11)	0 (0)	0 (0)	9 (30)	0 (0)	1 (4)	10 (40)	0 (0)	6 (24)	0 (0)	28 (26)	0 (0)	1 (1)
Problem solving	16 (59)	2 (17)	9 (25)	18 (60)	2 (33)	8 (30)	3 (12)	5 (31)	4 (16)	8 (30)	41 (38)	4 (22)	30 (28)
Research	6 (22)	5 (42)	27 (75)	3 (10)	3 (50)	12 (44)	2 (8)	5 (31)	1 (4)	10 (37)	12 (11)	8 (44)	54 (51)
Scientific process steps	9 (33)	7 (58)	5 (14)	6 (20)	13 (217)	16 (59)	4 (16)	11 (69)	5 (20)	10 (37)	24 (22)	20 (111)	42 (40)
Helping one another	0 (0)	2 (17)	8 (22)	3 (10)	0 (0)	4 (15)	0 (0)	4 (25)	0 (0)	6 (22)	3 (3)	2 (11)	22 (21)
Learning	2 (7)	3 (25)	0 (0)	2 (7)	0 (0)	0 (0)	6 (24)	1 (6)	3 (12)	1 (4)	13 (12)	3 (17)	2 (2)
Thinking	0 (0)	0 (0)	1 (3)	0 (0)	0 (0)	3 (11)	1 (4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	4 (4)
Using instructional materials	2 (7)	1 (8)	2 (6)	0 (0)	1 (17)	6 (22)	0 (0)	3 (19)	0 (0)	5 (19)	2 (2)	2 (11)	16 (15)
Group work	0 (0)	0 (0)	6 (17)	0 (0)	0 (0)	3 (11)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (7)	0 (0)	0 (0)	11 (10)
Incongruence among group members	0 (0)	0 (0)	1 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)
Making evaluation	0 (0)	1 (8)	1 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (6)	1 (1)
Preparing file	0 (0)	0 (0)	4 (11)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4 (4)
Discussion	1 (4)	1 (8)	2 (6)	0 (0)	0 (0)	1 (4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (4)	1 (1)	1 (6)	4 (4)
Attending lecture	0 (0)	0 (0)	1 (3)	1 (3)	0 (0)	0 (0)	1 (4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (2)	0 (0)	1 (1)
Trying to understand topics	7 (26)	0 (0)	1 (3)	1 (3)	0 (0)	1 (4)	2 (8)	0 (0)	2 (8)	0 (0)	12 (11)	0 (0)	2 (2)

Historical experiments	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	0 (0)
Repetition of topics	5 (19)	0 (0)	0 (0)	2 (7)	0 (0)	1 (4)	1 (4)	0 (0)	0 (0)	3 (11)	8 (7)	0 (0)	4 (4)
Making connection with daily life	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (3)	3 (50)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	3 (17)	0 (0)
Out of school activity	1 (4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (6)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	1 (1)
Studying topics before lecture	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (4)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	0 (0)
Question-answer	5 (19)	0 (0)	0 (0)	3 (10)	0 (0)	0 (0)	3 (12)	0 (0)	1 (4)	0 (0)	12 (11)	0 (0)	0 (0)
Doing homework	2 (7)	0 (0)	0 (0)	1 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (3)	0 (0)	0 (0)
Warning students who disturb class	3 (11)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (3)	0 (0)	0 (0)
<i>Not coded</i>	1 (4)	1 (8)	1 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (8)	0 (0)	3 (12)	2 (7)	6 (6)	1 (6)	3 (3)
<i>Not filled</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (3)	0 (0)	1 (4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	1 (1)
What Did I Learn?													
Physics principles	0 (0)	0 (0)	1 (3)	17 (57)	0 (0)	0 (0)	18 (72)	8 (50)	1 (4)	0 (0)	36 (34)	0 (0)	9 (8)
Drawing	3 (11)	0 (0)	0 (0)	15 (50)	0 (0)	1 (4)	3 (12)	5 (31)	8 (32)	1 (4)	29 (27)	0 (0)	7 (7)
I learned (in general)	5 (19)	5 (42)	14 (39)	7 (23)	3 (50)	17 (63)	1 (4)	2 (13)	5 (20)	9 (33)	18 (17)	8 (44)	42 (40)
Experiments	1 (4)	1 (8)	7 (19)	0 (0)	0 (0)	4 (15)	2 (8)	5 (31)	0 (0)	1 (4)	3 (3)	1 (6)	17 (16)
Daily life examples	0 (0)	3 (25)	5 (14)	1 (3)	2 (33)	7 (26)	3 (12)	5 (31)	0 (0)	6 (22)	4 (4)	5 (28)	23 (22)
Formulas	2 (7)	1 (8)	1 (3)	5 (17)	0 (0)	2 (7)	0 (0)	2 (13)	5 (20)	6 (22)	12 (11)	1 (6)	11 (10)
Units	2 (7)	1 (8)	2 (6)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (2)	1 (6)	2 (2)
Relationship between variables	7 (26)	5 (42)	5 (14)	5 (17)	3 (50)	2 (7)	1 (4)	0 (0)	3 (12)	0 (0)	16 (15)	8 (44)	7 (7)
Definition	4 (15)	2 (17)	0 (0)	14 (47)	3 (50)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	18 (17)	5 (28)	0 (0)
Types of variables	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)
Problem solving	2 (7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (7)	1 (4)	1 (6)	1 (4)	0 (0)	4 (4)	0 (0)	3 (3)
Scientists	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (3)	0 (0)	0 (0)	2 (8)	0 (0)	2 (8)	0 (0)	5 (5)	0 (0)	0 (0)
Tools	2 (14)	0 (0)	0 (0)	1 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (6)	0 (0)	0 (0)	3 (3)	0 (0)	1 (1)
Symbols	2 (7)	1 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (12)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (5)	1 (6)	0 (0)
I could not learn	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (8)	0 (0)	1 (4)	0 (0)	3 (3)	0 (0)	0 (0)
Wrong information	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (4)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	0 (0)
<i>Not coded</i>	5 (19)	1 (8)	8 (22)	2 (7)	1 (17)	5 (19)	4 (16)	1 (6)	7 (28)	3 (11)	18 (17)	2 (11)	17 (16)
<i>Not filled</i>	7 (26)	1 (8)	0 (0)	3 (10)	0 (0)	0 (0)	1 (4)	0 (0)	1 (4)	3 (11)	12 (11)	1 (6)	3 (3)
How Did I Help my Friends?													
Explaining the subject	5 (19)	3 (25)	7 (19)	10 (33)	0 (0)	3 (11)	6 (24)	4 (25)	1 (4)	8 (30)	22 (21)	3 (17)	22 (21)
Problem solving	12 (44)	1 (8)	10 (28)	8 (27)	1 (17)	6 (22)	3 (12)	5 (31)	2 (8)	4 (15)	25 (23)	2 (11)	25 (24)

Comments	0 (0)	0 (0)	1 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)
Proposing ideas	0 (0)	0 (0)	2 (6)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (2)
Forming group	0 (0)	0 (0)	1 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)
Activities	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (2)
Getting assistance from friends	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (11)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (3)
Physics principles	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (19)	1 (4)	1 (4)	1 (1)	0 (0)	4 (4)
Sources of information	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (6)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)
Meeting with researched topics	0 (0)	1 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (6)	0 (0)
<i>Not coded</i>	4 (15)	3 (25)	9 (25)	11 (37)	0 (0)	7 (26)	9 (36)	3 (19)	10 (40)	13 (48)	34 (32)	3 (17)	32 (30)
<i>Not filled</i>	0 (0)	0 (0)	1 (3)	2 (7)	0 (0)	1 (4)	1 (4)	0 (0)	2 (8)	0 (0)	5 (5)	0 (0)	2 (2)
I Would Study Like That													
Repetition	7 (26)	0 (0)	2 (6)	7 (23)	0 (0)	1 (4)	7 (28)	1 (6)	2 (8)	0 (0)	23 (21)	0 (0)	4 (4)
Research	4 (15)	2 (17)	7 (19)	2 (7)	0 (0)	5 (19)	0 (0)	6 (38)	1 (4)	4 (15)	7 (7)	2 (11)	22 (21)
Experiments	0 (0)	2 (17)	9 (25)	0 (0)	0 (0)	5 (19)	0 (0)	2 (13)	0 (0)	3 (11)	0 (0)	2 (11)	19 (18)
Better study	8 (30)	2 (17)	9 (25)	6 (20)	1 (17)	11 (41)	3 (12)	1 (6)	6 (24)	8 (30)	23 (21)	3 (17)	29 (27)
In the same way	0 (0)	3 (25)	2 (6)	0 (0)	3 (50)	4 (15)	3 (12)	3 (19)	4 (16)	7 (26)	7 (7)	6 (33)	16 (15)
Studying topics before lecture	1 (4)	0 (0)	1 (3)	1 (3)	1 (17)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (2)	1 (6)	1 (1)
Trying to understand	1 (4)	1 (8)	2 (6)	0 (0)	0 (0)	2 (7)	2 (8)	1 (6)	2 (8)	0 (0)	5 (5)	1 (6)	5 (5)
Having strict discipline	1 (4)	1 (8)	3 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (8)	1 (6)	4 (16)	1 (4)	7 (7)	1 (6)	5 (5)
Listening well	8 (30)	0 (0)	3 (8)	3 (10)	0 (0)	0 (0)	1 (4)	1 (6)	5 (20)	1 (4)	17 (16)	0 (0)	5 (5)
Studying on formulas	0 (0)	0 (0)	1 (3)	1 (3)	0 (0)	0 (0)	2 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (3)	0 (0)	1 (1)
Observation	0 (0)	0 (0)	1 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)
Helping one another	1 (4)	0 (0)	3 (8)	1 (3)	0 (0)	1 (4)	0 (0)	1 (6)	0 (0)	0 (0)	2 (2)	0 (0)	5 (5)
Trying to solve problems	2 (7)	1 (8)	7 (19)	6 (20)	0 (0)	3 (11)	0 (0)	2 (13)	0 (0)	2 (7)	7 (7)	1 (6)	14 (13)
Giving attention to definitions	0 (0)	0 (0)	1 (3)	1 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	1 (1)
Understanding via reading	0 (0)	0 (0)	1 (3)	2 (7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (4)	2 (2)	0 (0)	2 (2)
Writing well	1 (4)	0 (0)	1 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (4)	1 (4)	2 (2)	0 (0)	2 (2)
Group working	0 (0)	0 (0)	2 (6)	0 (0)	1 (17)	1 (4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (6)	3 (3)
Choosing hardworking group member	0 (0)	0 (0)	3 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (3)
Specifying place for group working	0 (0)	0 (0)	3 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (3)
Being careful	0 (0)	0 (0)	1 (3)	2 (7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (2)	0 (0)	1 (1)
Asking questions	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (7)	0 (0)	0 (0)	2 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4 (4)	0 (0)	0 (0)

Replying questions	5 (19)	0 (0)	0 (0)	1 (3)	0 (0)	0 (0)	1 (4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	7 (7)	0 (0)	0 (0)
Drawing well	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (4)	0 (0)	2 (2)	0 (0)	0 (0)
Thinking	0 (0)	1 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (6)	2 (2)
Sitting front desks	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	0 (0)
Writing problems	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (6)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)
Explaining	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (4)	0 (0)	0 (0)	1 (1)
With a broad scope	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (4)	0 (0)	0 (0)	1 (1)
Converting units	1 (4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	0 (0)
Examining topics	2 (7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (2)	0 (0)	0 (0)
Applying what I learned	0 (0)	1 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (6)	0 (0)
Doing homework well	1 (4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	0 (0)
Being active	1 (4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	0 (0)
<i>Not coded</i>	3 (11)	1 (8)	3 (8)	3 (10)	0 (0)	1 (4)	4 (16)	2 (13)	1 (4)	2 (7)	11 (10)	1 (6)	8 (8)
<i>Not filled</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (10)	0 (0)	1 (4)	1 (4)	0 (0)	3 (12)	1 (4)	7 (7)	0 (0)	2 (2)
Solving a Problem in Your Environment													
Daily life examples	3 (11)	4 (33)	3 (8)	6 (20)	11 (183)	4 (15)	14 (56)	8 (50)	5 (20)	10 (37)	28 (26)	15 (83)	25 (24)
Stating problem	3 (11)	2 (17)	5 (14)	2 (7)	0 (0)	1 (4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (4)	5 (5)	2 (11)	7 (7)
Wrong information/suggestion	2 (7)	0 (0)	2 (6)	1 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4 (16)	0 (0)	7 (7)	0 (0)	2 (2)
<i>Not coded</i>	11 (41)	2 (17)	13 (36)	10 (33)	1 (17)	7 (26)	5 (20)	2 (13)	6 (24)	9 (33)	32 (30)	3 (17)	31 (29)
<i>Not filled</i>	12 (44)	6 (50)	15 (42)	13 (43)	2 (33)	15 (56)	10 (40)	7 (44)	12 (48)	7 (26)	47 (44)	8 (44)	44 (42)

APPENDIX Z

INSTRUCTIONS FOR TEST ADMINISTRATION PROCESS

TEST UYGULAMA YÖNERGESİ

Sayın test uygulayıcısı,

Testi dağıtmadan önce öğrencilere Fen Bilgisi dersiyle ilgili bir test uygulaması yapılacağını söyleyiniz. Aşağıdaki maddeleri öğrencilere yüksek sesle okuyunuz.

1. Bu test uygulaması, Fen Bilgisi dersini sizlere daha iyi öğretebilmek amacıyla yapılmaktadır.
2. Test sonuçları değerlendirilip sizlerin isteği doğrultusunda bir Fen bilgisi dersi tasarlanacaktır.
3. Yukarıdaki nedenlerden dolayı testi cevaplarken içten, samimi ve bilinçli olunuz. Rasgele cevap vermeyiniz.
4. Testi kendiniz cevaplandırmaya çalışınız. Kopya, yardım, vs. olaylara başvurmayınız. Sonuçların doğru değerlendirilebilmesi için bu çok önemlidir.
5. Test süresince lütfen sessiz olunuz. Teste devam eden arkadaşlarınızı rahatsız etmeyiniz.
6. İlk sayfanın sol üstünde yer alan istenen bilgileri doldurmayı unutmayınız.

Testi öğrencilere dağıtınız.

Sessizlik sağlandıktan sonra testi başlatınız.

Uygulayıcıya Notlar:

1. Testin yukarıdaki kurallar çerçevesinde uygulanmasına dikkat ediniz.
2. Özellikle öğrencilerin birbirlerine bakmalarına, kopya çekmelerine izin vermeyiniz. Bu durumdaki öğrencileri uygun bir dille uyarınız.
3. Öğrencilerin istenen bilgileri yazıp yazmadıklarını kontrol ediniz.
4. Test sırasında yaşanan herhangi bir olumsuz durumu arka sayfada açıklayınız.

CURRICULUM VITAE

PERSONAL INFORMATION

Surname, Name: Serin, Gökhan
 Nationality: Turkish (TC)
 Date and Place of Birth: 11 April 1977, Sakarya
 Marital Status: Married
 e-mail: gokser54@hotmail.com

EDUCATION

Degree	Institution	Year of Graduation
Ph.D.	METU, Physics Education	2009
MS	Anadolu University, Physics	2002
BS	METU, Physics Education	1999
High School	Science High School, Malatya & Mithatpaşa High School, Adapazarı	1994

WORK EXPERIENCE

Year	Place	Enrollment
2003-Present	METU, Department of Secondary Science and Mathematics Education	Research assistant
2000-2003	Anadolu University, Department of Elementary Education	Research assistant

FOREIGN LANGUAGES

English