

THE EFFECT OF EXPLICIT EMBEDDED REFLECTIVE INSTRUCTION ON
NATURE OF SCIENCE UNDERSTANDINGS, SCIENTIFIC LITERACY
LEVELS AND ACHIEVEMENT ON CELL UNIT

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

BY

MUSTAFA SERDAR KÖKSAL

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

JANUARY 2010

Approval of the thesis:

**THE EFFECT OF EXPLICIT EMBEDDED REFLECTIVE INSTRUCTION
ON NATURE OF SCIENCE UNDERSTANDINGS, SCIENTIFIC LITERACY
LEVELS AND ACHIEVEMENT ON CELL UNIT**

submitted by **MUSTAFA SERDAR KÖKSAL** in partial fulfillment of the requirements for the degree of **Doctor of Philosophy in Department of Secondary Science and Mathematics Education, 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**

Prof. Dr. Ömer Geban _____
Supervisor, **Secondary Science and Mathematics Education Dept., METU**

Assoc. Prof. Dr. Jale Çakıroğlu _____
Co-Supervisor, **Department of Elementary Education, METU**

Examining Committee Members:

Prof. Dr. Fitnat Köseoğlu _____
Dept. of Sec. Sci. and Math. Education., Gazi Univ.

Prof. Dr. Ömer Geban _____
Dept. of Sec. Sci. and Math. Education., METU

Assoc.Prof.Dr. Ceren Tekkaya _____
Department of Elementary Education., METU

Assist. Prof. Dr. Esen Uzuntiryaki _____
Dept. of Sec. Sci. and Math. Education., METU

Assist. Prof. Dr. Ömer Faruk Özdemir _____
Dept. of Sec. Sci. and Math. Education., METU

Date: 18. 01. 2010

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 : Mustafa Serdar Köksal

Signature :

ABSTRACT

THE EFFECT OF EXPLICIT EMBEDDED REFLECTIVE INSTRUCTION ON NATURE OF SCIENCE UNDERSTANDINGS, SCIENTIFIC LITERACY LEVELS AND ACHIEVEMENT ON CELL UNIT

Köksal, Mustafa Serdar

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

Supervisor : Prof. Dr. Ömer Geban

Co-Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Jale Çakıroğlu

January 2010, 300 pages

The purpose of this study is to investigate the effectiveness of explicit-embedded-reflective (EER) instruction on nature of science (NOS) understandings, scientific literacy levels and cell content knowledge of the ninth grade advanced science students. This study has been conducted with 71 students by using non-equivalent quasi-experimental design. In the treatment groups, the EER teaching has been conducted while NOS instruction in the comparison group for the same time interval has been done by lecture, demonstration and questioning strategies. Views on Nature of Science Questionnaire-Form C, Nature of Science Literacy Test, Cell Content Knowledge Test, and interviews have been used for data collection. Categorization of the participants' profiles on the NOS aspects, paired samples t-tests and one-way Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) have been used for data analysis. The results have shown the participants have had misunderstandings about “one method in science”, “no hierarchy between law and theory” and “difference between observation and inference” while they have had expert views on “role of creativity and imagination” at the beginning of the study. For elimination of naïve views, the EER approach has been found as effective. The approach has also been determined as effective on the increase in scientific literacy levels and learning on cell unit. In addition, the EER approach is more effective on learning cell content knowledge and gaining expert understandings of NOS than common approach in comparison group

while there has been no difference between the scores of two groups in terms of scientific literacy levels.

Keywords: Nature of Science, Explicit-embedded-reflective Teaching, Advanced Science Students, Scientific Literacy, Cell Content Knowledge.

ÖZ

DOĞRUDAN-BAĞLANTILI -YANSITICI ÖĞRETİMİN, BİLİMİN DOĞASINA İLİŞKİN ANLAYIŞLAR, BİLİMSEL OKUR-YAZARLIK DÜZEYİ VE HÜCRE ÜNİTESİNE İLİŞKİN BAŞARIYA ETKİSİ

Köksal, Mustafa Serdar

Doktora, Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü

Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Ömer Geban

Ortak Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Jale Çakıroğlu

Ocak 2010, 300 sayfa

Bu çalışmada, doğrudan-bağlantılı-yansıtıcı (DBY) bilimin doğasına ilişkin öğretimin, fende üstün başarılı öğrencilerin içerik bilgilerine, bilimin doğasına ilişkin anlayışlarına ve bilimsel okur-yazarlık düzeylerine olan etkisini araştırmak amaçlanmıştır. Bu çalışma, 71 dokuzuncu sınıf fen lisesi öğrencisi ile denkleştirilmemiş grupları içeren yarı-deneysel desen kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deney gruplarında, DBY temelli bilimin doğasına ilişkin öğretim yapılırken, diğer grupta, düz anlatım, gösteri ve soru-cevap etkinlikleri ile bilimin doğasına ilişkin öğretim yapılmıştır. Bu çalışmada, “Bilimin doğasına ilişkin görüşler anketi-C formu”, “Bilimin doğasına ilişkin okur-yazarlık testi”, “Hücre içerik bilgisi testi” ve görüşme tekniği veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Daha önceden belirlenmiş olan bilimin doğasının boyutlarıyla ilgili analiz çerçevesi kullanılarak, katılımcıların kategorilere ayrılması, ilişkili ölçümler için t-testi ve tek-yönlü çok değişkenli varyans analizi (MANOVA) teknikleri kullanılarak veriler analiz edilmiştir. Bu araştırmanın sonucunda, uygulamalardan önce, fen lisesi öğrencilerinin bilimin doğasının “bilimde tek yöntemin olmaması”, “teori ve kanun arasında herhangi bir hiyerarşinin olmaması” ve “gözlem ve çıkarım farkı” boyutlarına ilişkin yanlış anlayışlara, “yaratıcılık ve hayal gücünün rolü” açısından uzman görüşlere sahip oldukları belirlenmiştir. Bu yanlış anlayışların giderilmesinde

ise DBY yaklaşımının etkili olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda, yaklaşımın, bilimsel okur-yazarlık ve hücre ünitesi içerik bilgisinin öğrenilmesinde de etkili olduğu belirlenmiştir. Ek olarak, DBY yaklaşımının, bilimin doğasına ilişkin uzman anlayışları kazanmada ve hücre ünitesine ait içeriği öğrenmede, kontrol grubunda uygulanan geleneksel yaklaşımdan daha etkili olduğu belirlenmiştir. Fakat bilimsel okur-yazarlık düzeyleri açısından iki grup arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Anahtar Kelimeler: Bilimin Doğası, Doğrudan-Bağlantılı-Yansıtıcı Öğretim Yaklaşımı, Fende Üstün Başarılı Öğrenciler, Bilimsel okur-yazarlık, Hücre Ünitesi.

To My Parents and Teachers

ACKNOWLEDGMENTS

The author wishes to express his deepest gratitude to his supervisor Prof. Dr. Ömer Geban and co-supervisor Assoc. Prof. Dr. Jale Çakıroğlu for their guidance, advice, criticism, encouragements, support and insight throughout the research.

The author would also like to thank Assoc. Prof. Dr. Ceren Tekkaya for her suggestions and comments on the preliminary form of this study.

The author would like to thank Res. Assist. Tamer Özsoy, Res. Assist. Canan Tunc Sahin and Res.Assist. Kader Bilican for their suggestions and helps on the application of the activities and analyses.

The author would also like to indicate gratitude to his colleagues; Assist. Prof. Dr. Özlem Koray and Assist. Prof. Dr. Süleyman Yaman for their support during the applications of the study.

The help and supports of Zonguldak Science High School teachers; Nuray Kaya, Ali Ulusan and Tijen Akçin Böcek are gratefully acknowledged.

The author would also want to thank his fiancée; Burcu Kırımhan for her continuous support and helps.

The author was supported with “National Scholarship Programme for PhD Students” by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK). So, the author would also like to thank TUBITAK.

TABLE OF CONTENTS

ABSTRACT	iv
ÖZ	vi
ACKNOWLEDGMENTS	ix
TABLE OF CONTENTS	x
LIST OF TABLES	xiii
LIST OF FIGURES	xv
LIST OF ABBREVIATIONS	xvi
CHAPTERS	
1.INTRODUCTION	1
1.1.Statement of the Problem	10
1.2.Purpose of the Study	12
1.3.Definitions of Terms	12
1.4.Research Questions	13
1.5.Research Hypotheses for Quantitative Variables	14
2.REVIEW OF RELATED LITERATURE	15
2.1.Nature of Science and Its Aspects	15
2.2.Scientific Literacy and Nature of Science	18
2.3.Misunderstandings on Nature of Science Aspects	22
2.4.Explicit-embedded-reflective Approach	29
2.5.Academically Advanced High School Students and Epistemology Studies	33
2.6.Content Knowledge on the Unit of Cell and Cellular Organisation	36
3.METHOD	39
3.1.Sampling Method	40
3.2.Participants	40
3.3.Variables of the Study	42
3.4. Instruments	42
3.4.1.VNOS-C Questionnaire	42
3.4.2.Nature of Science Literacy Test	42
3.4.3.Cell Content Knowledge Test	46
3.5. Treatment	52
3.5.1.Process of Teaching Cell and Cellular Organisation Unit	57

3.5.2.Process of Teaching the Aspects of Nature of Science in the Treatment Groups.....	58
3.5.3.Process of Teaching the Aspects of Nature of Science in the Comparison Group	61
3.6.Preparation of Nature of Science Activities	61
3.7.Expert Opinions on the NOS Activities before the Application	63
3.8.Characteristics of the Teacher	64
3.9.Characteristics of the Researcher	65
3.10.Data Analysis	65
3.11.Treatment Fidelity	68
3.12.Threats to Internal Validity of the Study.....	72
3.13.Limitations of the Study	73
3.14.Delimitations of the Study.....	73
4.RESULTS	74
4.1.Results on the Treatment Groups	74
4.1.1.Results on Change in Content Knowledge and Scientific Literacy	74
4.1.2.Results on Change in NOS Understandings of the Participants in Treatment Groups.....	76
4.2.Results on the Comparison Group	82
4.2.1.Results on Change in Content Knowledge Level and Scientific Literacy.....	82
4.2.2.Results on Change in NOS Understandings of the Participants in Comparison Group	84
4.3.Results on Comparison between the Groups.....	88
4.3.1.MANOVA Results on Pre-test Scores and OKS scores	88
4.3.2.MANOVA Results on Post-test Scores for the Groups	92
4.4.Results on Comparison of NOS Understandings of the Participants in Treatment and Comparison Groups	95
5.DISCUSSIONS	98
5.1.Discussion on the Results of Change in Content Knowledge and Scientific Literacy in Treatment Groups	98
5.2.Discussion on the Results of Change in NOS Understandings of the Participants in Treatment Groups.....	100
5.3.Discussion on the Results of Change in Content Knowledge Level and Scientific Literacy in Comparison Group	102
5.4.Discussion on the Results of Change in NOS Understandings of the Participants in the Comparison Group	103

5.5.Discussion on the Results of Comparison between the Groups in terms of the Unit Content Knowledge and Scientific Literacy Levels.....	105
5.6.Discussion on the Results of Comparison of NOS Understandings of the Participants in Treatment and Comparison Groups	106
6.CONCLUSIONS	107
7.IMPLICATIONS	109
8.SUGGESTIONS	111
REFERENCES.....	112
APPENDICES	124
A.LESSON PLANS FOR TREATMENT GROUPS	124
B.GUIDE FOR APPLICATIONS ON NATURE OF SCIENCE.....	143
C.TEACHER GUIDE FOR NATURE OF SCIENCE.....	163
D.QUESTIONNAIRE FOR PERSONAL INFORMATION	172
E.QUESTIONS OF OPEN-ENDED QUESTIONNAIRE (VNOS-FORM C)	173
F.CHECKLIST FOR EXPLICIT-EMBEDDED-REFLECTIVE TEACHING..	177
G.CONTENT TEST ON CELL AND CELLULAR ORGANISATION (CELL ACHIEVEMENT TEST).....	178
H.NATURE OF SCIENCE LITERACY TEST.....	192
I. REQUIRED PERMISSIONS FOR USE AND ADAPTATION OF THE INSTRUMENTS.....	201
J. QUIZ-I	203
K. QUIZ-II	204
L.REQUIRED FORMAL PERMISSIONS REGARDING TO THE STUDY	206
M.APPLICATIONS ON NOS TEACHING.....	210
N.EXAMPLES OF APPLICATIONS MADE BY THE PARTICIPANTS	248
O.CONSENT FORM	291
P.EVALUATION FORM OF ACTIVITIES REGARDING TO EXPLICIT- EMBEDDED-REFLECTIVE TEACHING ON NATURE OF SCIENCE .	293
R.PHOTOS TAKEN WHILE THE PARTICIPANTS IN THE TREATMENT GROUPS ARE STUDYING.....	295
S.ANALYSIS FORM OF QUALITATIVE DATA	298
CURRICULUM VITA	299

LIST OF TABLES

TABLES

Table 1.Characteristics of scientifically literate person	21
Table 2.Importance of learning nature of science for five aspects of life.....	22
Table 3.Descriptive statistics for the participants	41
Table 4.Difficulty and discrimination index values for the items eliminated.....	44
Table 5.The statistical values for final form of NSLT in terms of difficulty, discrimination and descriptives	45
Table 6.Curriculum objectives on the “cell and cellular organisation” unit.....	47
Table 7.Table of specifications for the items of cell content knowledge test.....	48
Table 8.Items of the evaluation form	49
Table 9.Difficulty and discrimination index values for the items eliminated.....	50
Table 10.The statistical values for final form of the test in terms of difficulty, discrimination and descriptives.....	51
Table 11.Table of specifications for the items of final form of cell content knowledge test.	52
Table 12.Content and sequence of “explicit-embedded-reflective NOS instruction”	53
Table 13.Mean values on the ratings of each expert for each activity proposed for the treatment groups.....	64
Table 14.Categories used in the study and corresponding criteria for categorization	67
Table 15.The ratings of the independent observers on the activities conducted in the treatment groups.....	70
Table 16.The ratings of the independent observers on the activities conducted in the comparison group.....	71
Table 17.The results on normality of the data on content knowledge and scientific literacy tests in the treatment groups.....	75
Table 18.Paired t-test results on the difference between pre-tests and post-tests on content knowledge and scientific literacy in the treatment groups.....	75
Table 19.Percentages and frequencies of expert, transitional and naive views of the target NOS aspects for the explicit-embedded-reflective group participants before instruction.....	77
Table 20.Percentages and frequencies of expert, transitional and naive views of the target NOS aspects for explicit-embedded-reflective group participants after instruction.....	79

Table 21.The results on normality of the data on content knowledge test and scientific literacy test in the comparison group.....	83
Table 22.Paired t-test results on the difference between pre-tests and post-tests on content knowledge and scientific literacy in the comparison group	83
Table 23.Percentages and frequencies of expert, transitional and naive views of the target NOS aspects for the comparison group participants before instruction.....	85
Table 24.Percentages and frequencies of expert, transitional and naive views of the target NOS aspects for the comparison group participants after instruction	87
Table 25.Means and standard deviations of the scores on OKS, pre-test of content knowledge and pre-test of scientific literacy	89
Table 26.Levene’s test results of the pre-tests on the dependent variables and OKS scores.....	89
Table 27.Pearson-product moment correlation coefficient between pre-test scores and OKS scores	90
Table 28.Results on the between-subjects effects for pre-test scores on content knowledge, scientific literacy and OKS scores.....	91
Table 29.Estimated marginal means of OKS scores and pre-test scores of the participants on content knowledge and scientific literacy	92
Table 30.Means and standard deviations of post-test scores on content knowledge and scientific literacy	93
Table 31.Levene’s test results on post-tests on content knowledge and scientific literacy.....	93
Table 32.Results on the between-subjects effects for post-test scores on content knowledge and scientific literacy	94
Table 33.Estimated marginal means of post-test scores of the participants on content knowledge and scientific literacy	95
Table 34.Percentages of pre- and post-instruction expert, transitional and naive views of the target NOS aspects for the explicit-embedded-reflective group and comparison group participants.....	96

LIST OF FIGURES

FIGURES

Figure 1. Schematic illustration of the research design of the study	39
Figure 2. The design of the study and its detailed illustration	40
Figure 3. The basic illustration of the laboratory	58

LIST OF ABBREVIATIONS

BASSSQ	: Beliefs about Science and School Science Questionnaire
BL	: Biological Literacy
BSCS	: Biological Sciences Curriculum Study
CCKT	: Cell Content Knowledge Test
d	: Effect Size
df	: Degrees of Freedom
EER	: Explicit-embedded-reflective Teaching
E-NOS	: Elementary Nature of Science Questionnaire
MANOVA	: Multivariate Analysis of Variance
NOS	: Nature of Science
NSKS	: Nature of Science Knowledge Scale
NSLT	: Nature of Science Literacy Test
PSSC	: Physical Sciency Study Curriculum
SD	: Standard Deviation
SEM	: Standard Error of Measurement
SL	: Scientific Literacy
STS	: Science-Technology-Society
VNOS-C	: Views on Nature of Science Questionnaire- Form C
VNOS-D	: Views on Nature of Science Questionnaire- Form D
VOSI	: Views of Science Inquiry
VOSTS	: Views on Science-Technology-Society

CHAPTER 1

INTRODUCTION

Biology, as a way of knowing, has been providing many advances in our life for a long time. In today's world, it has become more important by studies conducted in the areas of biotechnology, biomedicine, genetics engineering, genetics, genome, proteome and etc. Reflection of many results and advances of the studies in these areas have become apparent in lives of people. As a result of these popularity, importance and expansion, people have become more dependent on getting knowledge of biology for their life. In curriculums and reform papers, knowledge about biology as a scientific discipline for daily life of all people has been explained with the title of "scientific literacy" (SL) (Project 2061, 2007; Turkish Ninth Grade Biology Curriculum, 2007). Biology lessons are the most important contexts for teaching important aspects of SL in high school level as a transition period from studentship to citizenship. By specifying the aspects of SL into biology education, the concept of "biological literacy" (BL) has been identified as an aim of biology education. The "BL" might be described as an educational aim that includes having working knowledge about biology and confidence about it, applying them into life situations, informed decision making by using biology knowledge, knowing nature of biology as "a way of knowing" , understanding how scientists use methods and processes in biology works, engaging in discussion about biological phenomena, and seeking valid information about biology (Damastes& Wandersee, 1992; Klymkowsky, Garwin-Doxas & Zeilik, 2003; Turkish Ninth Grade Biology Curriculum, 2007; Uno & Bybee, 1994). In the definition of BL, two of the most important aspects has been including teaching about *content knowledge* and *aspects of nature of biology or science in general* as an objective for education of all people for scientifically and biologically literate society (Damastes& Wandersee, 1992; Uno & Bybee, 1994). Especially, nature of science aspect of biological literacy has been

studied for a long time. The nature of science (NOS) has many aspects for science education from scientific method to science in society. As a result of epistemological and educational studies on these aspects, certain aspects of NOS have been determined to teach in schools (McComas, 1998). The aspects of NOS are described as the following sentences;

1. Scientific knowledge is tentative
2. Scientific knowledge is based on evidence and observation
3. There is no hierarchy between theory and law
4. Laws and theories have different roles in science
5. Scientific knowledge is theory-laden
6. Scientific knowledge is embedded in social and cultural context
7. There is no universally accepted one way to do science
8. Creativeness and imagination are important to produce scientific knowledge
9. Scientist is not objective when he or she begins to study, he or she has a background
10. Science is a way of knowing (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell & Schwartz, 2002; McComas, 1998).

In parallel to the importance of the NOS aspects for daily lives of people, many biology lessons, textbooks and subjects have been beginning with the NOS issues and going on with content knowledge. In spite of this priority, the literature has consistently been showing the existence of many misunderstandings about the NOS aspects in biology textbooks (Chiapetta & Fillman, 2007; Irez, 2008; McComas, 2003). Chiapetta and Fillman (2007) have examined five high school biology textbooks by using content analysis technique in terms of four aspects of NOS. These are science as a body of knowledge, science as a way of investigating, science as a way of thinking and science-technology-society (STS) interaction. The authors have analyzed chapters of the textbooks on methods of science, cells, heredity, DNA, evolution and ecology. According to the results of the study, three BSCS (Biological Sciences Curriculum Study) textbooks have been including an approach emphasizing science as investigation while others have been emphasizing science as a body of

knowledge. Science as way of thinking and STS interaction separately have been covered less than 15% of all of the nature of science aspects in the analyzed content. The authors have stated that STS in biology is at the same level with it was in 1989 while science as a way of thinking has increased. In conclusion, majority of the biology textbooks analyzed have been continuing to emphasize science as a body of knowledge. Similarly, Irez (2008) has analyzed five secondary school biology textbooks (Tenth Grade) frequently used in Turkey in terms of the NOS aspects. The author has used cognitive maps for analyzing the data. The author has shown that three of the textbooks have been defining science as a body of knowledge. Again, objectivity in science has naively been emphasized in the textbooks. As another aspect, three of the textbooks have also presented stepwise definition of scientific method. Similarly, all the textbooks have been including unaccepted ideas about definitions of theories and laws while they have also presented a hierarchy between theory and law.

Apart from the misrepresentations in the textbooks, literature has also presented existence of misunderstandings on NOS in minds of teachers, pre-service teachers, teacher educators and students (Abd-El-Khalick, Waters & Le, 2008; Akerson, Morrison & Mc Duffie, 2006; Blanco & Niaz, 1997; Irez, 2006; Ryan & Aikenhead, 1992; Tsai, 2006). Majority of the studies on the NOS aspects have been conducted with prospective teachers and teachers. Studies with high school students are less than other groups. Especially, the studies on misunderstandings of the Turkish high school students on the NOS aspects are very limited although there are certain examples of the NOS studies with high school students of other countries in the literature. This situation has also been stated in the recent article of Dogan and Abd-El-Khalick (2008). As one of the study conducted with high school students in western societies, Ryan and Aikenhead (1992) have found majority of high school students in their study are in confusion of science with technology and hold considerable misunderstandings about hypothesis, laws and theories. Again, they have shown one half of the students have thought that contextual values have been affecting ideas about science-related social issues whereas the ratio has dropped to one third for only science related issues. In addition, the results of their study have shown the existence of naïve ideas about “scientific method” as process of

“questioning, hypothesizing, collecting data, concluding”, of naïve ideas on tentativeness. In a similar vein, Sandoval and Morrison (2003) have found that high school students have defined falsely a theory as “proven hypothesis” and could not explain the role of theories in science. As another study; Khishfe and Lederman (2006) have found that more than half of the high school students in their study have presented naïve understandings on tentativeness by stating exchangeability and stability of scientific knowledge. The authors have also shown the existence of naïve beliefs about “empirical nature of science” aspect among majority of the students. Similarly, distinction between observation and inference could not be made by some of the students. In addition, majority of the students have also presented naïve understandings on creative and imaginative science and subjectivity aspects. One year later, Khishfe and Lederman (2007) in another study have seen that high school students in their study have believed that scientific knowledge would not change and they have presented naïve views on observation versus inference and creative/imaginative science aspects. As another finding of this study, majority of the students have had naïve understandings on subjectivity.

In spite of the certain number of the studies conducted in Western cultures, there is limited number of the studies conducted with Turkish high school students. These studies are generally assessment studies using survey approach rather than experimental studies. In Turkey, Kılıç, Sungur, Çakıroğlu and Tekkaya (2005) have found that high school students are not certain whether the scientific knowledge is absolute or not whereas they have had informed view about creative and imaginative science. In another study conducted with Turkish high school students, Dogan and Abd-El-Khalick (2008) have found that all of high school students in their sample have presented naïve understandings about lack of hierarchical relationship between theories and laws whereas majority of them have had informed views about tentativeness aspect. They have also shown misunderstandings about nature of theories and relationship between scientific models and reality.

Eliminating these misunderstandings is not an easy task since the roots of these understandings are coming from previous long experiences. In spite of commonness

and long standing nature of the problem, the literature has provided some approaches to eliminate misunderstandings on the NOS aspects in classrooms. The first and old approach is historical approach. In this approach, it is claimed that incorporation of historical examples into science teaching serves to enhance understandings of students on the NOS aspects (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002). The examples of historical approach to teach NOS aspects exist in the literature. Olson, Clough, Broxvoort and Vanderlinden (2005) have used short historical story to teach the aspects of NOS in the geology course at the level of undergraduate. They have found the historical approach to be effective to teach the aspects of NOS. Again, Irwin (2000) as another researcher has used historical approach, in studying with 14-age students focusing on atom and periodic pattern as subject of the study. The author has found that the historical approach is effective for the aspect of creativity in science. Lin and Chen (2002) have studied using historical approach to teach the NOS aspects to prospective teachers by quasi-experimental method. The authors have found the historical approach to be effective to teach the NOS aspects related to creativity, theory-based nature of scientific observations, and functions of theories. Despite the fact that all of these studies have shown effectiveness, some large scale studies have shown conflicting results of the historical approach to teach NOS (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; as cited in Khisfe & Abd-El-Khalick, 2002 from Welch & Walberg, 1972 and Klopfer & Cooley, 1963). The authors have stated that the studies evaluating the effectiveness of two important curriculums (*History of Science Cases for High Schools and Harvard Project Physics*) adopting historical approach to teach NOS have shown conflicting results (Khisfe & Abd-El-Khalick, 2002).

The second approach to teach NOS is implicit approach covering most of 1960 and 1970s curricula such as Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) and Physical Science Study Curriculum (PSSC) (Khisfe & Abd-El-Khalick, 2002). This approach advocates doing science; use of inquiry and science process skills instruction, will enhance students' understandings about the NOS aspects (Khisfe & Abd-El-Khalick, 2002; Palmquist & Finley, 1997; Palmquist & Finley, 1998). Abd-El-Khalick and Lederman (2000) have stated that this assumption is related to the view of science

educators that the NOS aspects are affective variables. As one researcher studying on implicit approach, Tamir (1972) has studied the effectiveness of Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) and Physical Sciences Study Curriculum (PSSC) on changing NOS views of 3500 high school students. The author has stated that no significant changes in NOS views of the students have been found in the study. As another researcher, Meichtry (1992) has studied effectiveness of BSCS curriculum on changing NOS understandings of Grade 6-8 students, the author has shown experimental group participants' appropriate ideas on some of the NOS aspects have decreased significantly compared to control group participants after the treatment. Therefore, implicit approaches have also presented conflicting results for improving NOS understandings of the students.

The third approach stated as effective approach on changing NOS understandings in the literature is the EER approach. First, it should be explained that this approach is different from lecture or didactic approach because it means treating the NOS aspects as like content knowledge. The approach has been including setting objectives, preparing activities, conducting instruction and assessing individuals on the NOS aspects (Khishfe & Lederman, 2006). To test effectiveness of the approach, some studies have been conducted (Khishfe & Lederman, 2007; Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002). As one of them, Khishfe and Lederman (2007) have conducted an experimental study using explicit-reflective teaching with 89 ninth and 40 10th/ 11th-graders. The study has lasted for 5-6 week units of environmental science, biology and chemistry. They have used the way of questionnaire plus follow-up interview for data collection. They have concluded that the explicit-reflective teaching has improved students' understandings on the NOS aspects. In another experimental study, Khishfe and Abd-El-Khalick (2002) have studied with 62 sixth grade students by using NOS questionnaire and semi-structured interview as data collection ways. The time for the study is 2.5 months. The aspects the authors have focused as cognitive outcomes are distinction between observation and inference, tentative, empirical, creative and imaginative nature of science. As a result of their study, the authors have shown that the explicit-reflective is effective on changing misunderstandings of sixth grade students. In a similar study, Khishfe and Lederman

(2006) have conducted an experimental study with 42 ninth graders. The authors have focused on following the NOS aspects; tentativeness, empirical based science, distinction between observation and inference, subjectivity, creative and imaginative science. The study has lasted for 6 weeks and the content for the applications is global warming. They have also used questionnaire and semi-structured interviews to collect data. The results of the study have shown that the EER approach is effective on improvement of ninth grade students' NOS understandings. In another study with elementary and secondary school students, Schwartz, Lederman, Khishfe, Lederman, Matthews and Liu (2002) have examined the effectiveness of the explicit-reflective intervention on the students' understandings of the NOS. The study has had two parts; three-week summer institute and follow-up monthly workshops during an academic year. The authors have used video-taped lessons, classroom observations and lesson plans as data for monitoring teacher development while they have used the Views on Nature of science Questionnaire (VNOS) and the Views of Scientific Inquiry Questionnaire (VOSI) for collecting data from students. It has been found that the students have improved their understandings on inferential, subjective, empirical and tentative nature of science by the applications of their teachers and 85% of the teachers have improved their abilities to teach the NOS aspects.

In the literature of explicit-reflective NOS teaching, majority of the experimental studies have been including the studies conducted with pre-service teachers (Akerson, Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Küçük, 2008; Schwartz, Lederman, Khishfe, Lederman, Matthews & Liu, 2002; Akerson, Buzelli & Dunnelly, 2008; Abd-El-Khalick, 2001). Therefore, lack of studies with high school students calls a need for experimental studies to be conducted with high school students (Khishfe & Abd-El-Khlick, 2002). At the same time, there has been no study in the literature on the effectiveness of the EER based NOS instruction on the understanding of a special group of high school students named "academically advanced science students". These students have generally been taking more science courses and therefore they are more experienced with science content than common students. Again, they are selected to the programs including more science content by special tests on science content. They are generally at the top of the distribution of students taking science

content test and IQ tests (Özaslan, Yıldız & Çetin, 2009). In addition, these students will probably have high status to make important decisions for other people due to their success in science content and they are also future citizens in the society, so they should be studied in terms of “informed decision making” as well as other students. Therefore, academically advanced science students are included in a very important group for studying the NOS aspects due to their importance for decision making and experience differences from common students on science content.

In the literature of NOS, there is no specific study conducted on the EER teaching by focusing on NOS understandings of academically advanced science students. On the other hand, some studies conducted with (advanced) gifted students have focused on “epistemological understandings” of these students. High school gifted and talented students have been sharing similar characteristics with advanced science students. Since advanced science students have also higher IQ scores in general and are successful on any content of study as requirements for being gifted (Özaslan, Yıldız & Çetin, 2009). Advanced science students also have more experience in science content, examinations on science subjects and science education. Epistemological understandings of the students are factors which are effective on the understandings of NOS (Viney, 2007). Therefore, studying epistemological understanding differences might be helpful to understand uniqueness of the advanced or gifted science students for investigation of the NOS aspects. For example; Shommer and Dunnell (1994) have compared the gifted and non-gifted high school students. They have found that there are no significant differences in students' epistemological beliefs at the beginning of high school whereas gifted students are less likely to believe in simple knowledge and quick learning by the end of high school. Non-gifted students' beliefs in simple knowledge and quick learning are the same across time. The result of the study has been showing that epistemological understandings of gifted and non-gifted students have been differentiating with experience in content and education. It can be speculated that epistemological understandings of advanced science students are also different from the common students so the approach to change their misunderstandings on NOS needs a special attention to study.

Another problem in the literature of the EER based NOS instruction is lack of assessing change in content knowledge and scientific literacy levels of students with the NOS aspects. Although majority of NOS articles have been beginning their frameworks by emphasizing importance of NOS aspects for scientific literacy (Dogan & Abd-El-Khalick, 2008; Akerson, Buzzelli & Dunnelly, 2008; Abd-El-Khalick, Bell & Lederman, 1998; Irez, 2006) and have been claiming that the NOS aspects are sub-components of scientific literacy, there is no study evaluating change in understandings of students on the NOS aspects and scientific literacy together after the EER instruction. In parallel, content knowledge of students is also not considered for change after the EER instruction despite the fact that there is also an intervention on content structure and the instruction time for content due to the embedding activity. In fact, time and content are the most important two components of an instruction for teachers (Suarez, Torlone, McGrath & Clark, 1991) and they are repressive factors about deciding on and conducting the EER instruction for teachers. At the same time, similar to misunderstandings about the NOS aspects across all levels, content knowledge on biology subjects have not also been completely understood and comprehended enough from primary school to university level by students although some of the studies have shown that students have been preferring more to study on biology than other sciences in high schools and are more interested in it (Aşçı & Demircioğlu, 2002; Osborne, Simon & Collins, 2003; Prokop, Prokop & Tunnicliffe, 2007). There have been many reasons reported for this situation in the literature. One of them is that students have been seeing biology subjects as the content which can be learned by rote memorization (Kaya & Gürbüz, 2002). In addition, students have been perceiving biology lesson and its content as important and difficult. Studies about difficulty and importance perception have indicated that meiosis-mitosis, genetics and hormones have been perceived as the most difficult subjects of biology, but importance perception about them are different. The subject of “cell” among the other biology subjects has been considered as one of the most easiest and important subject in biology (Finley, Stewart & Yaroch, 1982; Tekkaya, Özkan & Sungur, 2001). The “Cell” subject is the first topic taught in high school and students have been seeing it under the title of biology for the first time. So, the first impression about biology as a science might be related to the cell subject.

Embedding the NOS aspects into such a subject might be a good beginning point to introduce NOS for further activities on the NOS aspects. Embedding the NOS aspects into such an easy and important subject matter might decrease cognitive load to change NOS misunderstandings and facilitate the effectiveness of the EER based NOS instruction to overcome problems about misunderstandings on the NOS aspects. Therefore, the EER instruction should consider content knowledge, scientific literacy level and NOS understandings together for advocating use of the approach for high school classrooms by teachers without any problem for routine and formal requirements of any curriculum.

Considering all of the points aforementioned above, the aim of present study is determined as to investigate the effectiveness of the EER based NOS instruction on NOS understandings, scientific literacy levels and content knowledge of ninth grade advanced science students about “cell and cellular organisation” subject.

1.1. Statement of the Problem

Both biology content and nature of science have not been completely understood and learned from primary school to university by students. Nature of science and science content knowledge, in spite of their clear relationship for learning science, have not been treated with the same attention in education (Tunc & Koksall, 2010; Karakaş, 2009). Lederman (1999) has stated that nature of science should be internalized as an important instructional objective during development and implementation of each unit, lesson or activity beside content knowledge objectives. It means that NOS should be explicit in an instruction to improve NOS understandings and to eliminate misunderstandings. In the literature, three kinds of instruction are recommended to change misunderstandings of students on the NOS aspects. Some studies have suggested use of explicit approaches to teach nature of science (Lederman, 2007, Lederman, 1999) whereas some of the others have suggested implicit teaching way and historical approaches (Irwin, 2000; Olson, Clough, Broxvoort & Vanderlinden, 2005; Palmquist & Finley, 1997). Recent studies have been emphasizing the importance of explicit reflective instruction as an effective way to teach NOS

(Akerson, Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Bell, Lederman & Abd-El-Khalick, 1998). While explicitness and reflection together are determined as important way to teach the NOS aspects, embedding strategies begin to be studied to provide learning of both the NOS aspects and content knowledge at the same context by using examples from subject matter for explaining the NOS aspects (Khisfe & Lederman, 2006). While the studies on the approach have been going on, an important issue has emerged that the studies on explicit embedded reflective NOS instruction have assessed only change in the NOS aspects although majority of them have stated scientific literacy as a higher-order construct of NOS for informed decision making and have manipulated content structure of current instruction for the EER instruction (Abd-El-Khalick, Bell & Lederman, 1998; Akerson, Buzzelli & Dunnelly, 2008). Only assessing effectiveness of the instruction in terms of the NOS aspects is not sufficient approach to see whole picture. So, there is a need to assess and measure content knowledge improvement and scientific literacy levels of the students with their NOS understandings.

As another point, in the literature, the majority of the studies using the EER instruction have been conducted with pre-service teachers (Akerson, Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Küçük, 2008). However, there have been lack of studies conducted with high school students (Khisfe & Abd-El-Khalick, 2002). Among the high school students, there is an important unconsidered group in NOS studies in spite of their clear significance for experiences with science content. These students are academically advanced science students. They are special cases for NOS studies due to their experience differences and exposure to more science content and assessment situations. When taken all of these points into account in the EER instruction studies, investigation of the effectiveness of the EER instruction with advanced science students in terms of content knowledge on cell and cellular organisation unit, understandings on NOS aspects and scientific literacy levels has emerged as problem of present study.

1.2. Purpose of the Study

The purpose of this study is to investigate effectiveness of the EER based NOS instruction on understandings of the NOS aspects and improving scientific literacy levels and achievement of 9th grade academically advanced science students on cell and cellular organisation unit.

1.3. Definition of Terms

Nature of science: NOS refers to the epistemology and sociology of science, science as a way of knowing, or the values and beliefs inherent to scientific knowledge and its development (Lederman, 1992).

In this study, NOS is operationalized with answers on VNOS-C (Views on Nature of Science-Form C) questionnaire and follow-up interviews.

Achievement on Content Knowledge: Achievement is one of the most important goals in many educational settings. It is a cognitive behavior that is easily changeable or short-term learning (Haladyna, 1997).

For this study, achievement in the course is considered to be scores on cell content knowledge test prepared by researcher.

Academically Advanced Science Student: Students who are at the highest 2% of the all test takers (nation-wide science content test named as OKS) after graduation of middle school as the first step of education to meet science subjects and who are enrolled in science high schools have been accepted as academically advanced science students. Science high schools have more time and dense content for science courses than common high schools (6 course-times per week for ninth grades, 12 course-times per week for tenth, eleventh and twelfth grades). The schools which are supported by state and located only at provinces of the country (The number of

provinces is over 80) have been providing advanced science courses. Teachers of these schools are selected by a formal evaluation process and examination.

Scientific literacy: In PISA (OECD, 2007) framework, scientific literacy is defined as the understanding of the characteristic features of science as a form of human knowledge and inquiry; an awareness of how science and technology shape our material, intellectual, and cultural environments; and a willingness to engage in science-related issues; and an individual's scientific knowledge; and use of that knowledge to identify scientific questions, to explain scientific phenomena, and to draw evidence-based conclusions about science-related issues.

For this study, scientific literacy levels of the students is measured by Nature of Science Literacy Test (NSLT) in multiple-choice format developed by Wenning (2006).

1.4. Research Questions

1. Is there any effect of the EER based NOS instruction on understandings of academically advanced science students on the NOS aspects?
2. Is there any effect of the EER based NOS instruction on scientific literacy levels of academically advanced science students?
3. Is there any effect of the EER based NOS instruction on content knowledge (achievement) of academically advanced science students on cell and cellular organisation unit?
4. Are there any differences between academically advanced science students taught by the EER based NOS instruction and academically advanced science students taught by common teaching approach in terms of NOS understandings, content knowledge on cell and cellular organisation unit and scientific literacy levels?

1.5. Research Hypotheses for Quantitative Variables

1. There is no statistically significant difference between pre- and post-test scores of the academically advanced science students in the treatment groups on scientific literacy level.
2. There is no statistically significant difference between pre- and post-test scores of the academically advanced science students in the treatment groups on content knowledge (achievement) on cell and cellular organisation unit.
3. There is no statistically significant difference between pre- and post-test scores of the academically advanced science students in comparison group on scientific literacy level.
4. There is no statistically significant difference between pre- and post-test scores of the academically advanced science students in comparison group on content knowledge (achievement) on cell and cellular organisation unit.
5. There is no statistically significant difference between scientific literacy pre-test scores of the participants in the treatment and the comparison groups on the combined dependent variables.
6. There is no statistically significant difference between content knowledge (achievement) pre-test scores of the participants on cell and cellular organisation unit in the treatment and the comparison groups on the combined dependent variables.
7. There is no statistically significant difference between OKS scores of the participants in the treatment and the comparison groups on the combined dependent variables.
8. There is no statistically significant difference between scientific literacy post-test scores of the participants in the treatment and the comparison groups on the combined dependent variables.
9. There is no statistically significant difference between content knowledge (achievement) post-test scores of the participants on cell and cellular organisation unit in the treatment and the comparison groups on the combined dependent variables.

CHAPTER 2

REVIEW OF RELATED LITERATURE

Education for learning about science has become an important aspect of educational studies after last five decades. The studies on teaching science, as an educational issue, have been keeping on solving problems about teaching science and scientific knowledge. While knowledge on education and scientific knowledge have been continuing to change over time, education researchers have been meeting new problems to teach about scientific knowledge and its nature. Nature of science as a school subject is not understood enough by students, teachers and teacher educators. (Blanco & Niaz, 1997; Dagher & Boujaoude, 2005; Irez, 2006; McComas, 2003; Sandoval & Morrison, 2003; Thye & Kwen, 2003; Tsai, 2006). In addition, there are many misunderstandings of students, teachers and teacher educators on the NOS aspects (Akerson, Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Irez, 2006; Khishfe and Abd-El-Khlick, 2002). To overcome these misunderstandings, some types of interventions have been conducted, explicit-reflective approach has been found to be an effective way (Akerson, Buzzelli & Dunnelly, 2008; Küçük, 2008;). In spite of its effectiveness, there are some unevaluated, important variables in the approach to be considered and important groups for the approach. In this part of the dissertation, the literature on nature of science, its aspects, misunderstandings on NOS, elimination ways of misunderstandings, epistemological understandings of gifted students as a similar group to advanced science students and content knowledge (achievement) will be presented.

2.1. Nature of Science and Its Aspects

NOS refers to the epistemology and sociology of science, science as a way of knowing, or the values and beliefs inherent to scientific knowledge and its

development (Lederman, 1992, p.331). The aspects of NOS are based on sociological, epistemological, cultural, and affective perspectives which are directed towards scientific knowledge, scientists and scientific method. The most frequently indicated aspects of NOS are tentativeness, empirical based science, theory-laden NOS, no hierarchy between theory and law, no one way to do science, difference between observation and inference, creative and imaginative science and social and cultural embeddedness. As the first aspect of NOS, “*empirical nature of scientific knowledge*”, means that science is based on observations of the natural world, and validity of scientific claims is provided by referring to observations of nature. Scientists do not observe directly most of natural phenomena. In addition, observations are always filtered by perceptions and interpreted by taking a theoretical framework into account (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002).

The other aspect, “*observation and inference*” have different meanings. Observations are descriptive statements about phenomena which are directly accessible to the senses or extensions of the senses whereas inferences are statements about natural phenomena which are not directly accessible to the senses. The distinction between them is important for making sense about theoretical entities such as atoms, species, and genes (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002).

For another aspect; “*scientific theories and laws*” are different forms of scientific knowledge. Laws are descriptive statements of associations among observable phenomena whereas theories are inferred explanations for observable phenomena or regularities in those phenomena. Theories cannot be directly tested, and play major role in generating research questions and driving future investigations. Again, there is no hierarchical relationship between theories and laws (McComas, 1998, p.53-70).

The aspect of “*creative and imaginative nature of scientific knowledge*” refers that production of scientific knowledge involves activities in which imagination and creativity are included. It includes invention of models, explanations and theoretical entities (McComas, 1998, p.53-70).

The “*theory-laden nature of science*” aspect, as one of the most interesting aspects, explains that scientists do not begin to study with making observations without contributions of their theoretical beliefs, prior knowledge, experiences, training and expectations. These factors affect the problems scientists study on, how they conduct investigations, what they observe and how they interpret the results. Theories construct mindsets for the production of scientific knowledge. In production of scientific knowledge, the role of theories is guidance (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002).

The aspect of “*social and cultural embeddedness of scientific knowledge*” refers that scientific investigations are practiced in the context of a larger culture than scientific culture and producers of the scientific knowledge are partially product of that culture. The social and cultural factors might be power structures, socioeconomic factors, philosophy, religion and social fabric (McComas, Clough & Almazroa, 1998, p.3-39).

Many students have the idea of “*myth of existence of one scientific method*” as a misunderstanding. This myth means existence of only one scientific method to reach valid knowledge. In fact, scientists compare, observe, measure, test, speculate, hypothesize, and create ideas. Conducting all of them does not require an order of treatments for producing scientific knowledge. Therefore, there is no single sequence or method for production of scientific knowledge (McComas, 1998, p.53-70).

The aspect of “*tentative nature of scientific knowledge*”, points out that forms of scientific knowledge such as facts, principles, laws and theories are subject to change. Ways of change are realized by new evidences, technology, reinterpretation, advances in thinking and changes in cultural and social milieu. In addition to all of these factors, compelling logical approaches also lead to changes (McComas, Clough & Almazroa, 1998, p.3-39).

Previous studies have suggested that some of these aspects are appropriate to teach in high school level. The aspects indicated as appropriate for high school students can be ordered as the following;

1. Scientific knowledge is tentative
2. Scientific knowledge is based on evidence and observation
3. Observation and inference are different things
4. Creativeness and imagination are also important to produce scientific knowledge
5. Scientist is not objective when he or she begin to study, he or she has a background (Khisfe & Abd-El-Kahlick, 2002; Khishfe & Lederman, 2006).

But, there are also two important aspects recommended by some researchers for high school students as “no hierarchy between theory and law” and “no universally accepted one way to do science” (McComas, 1998, p.53-70, Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002).

2.2. Scientific Literacy and Nature of Science

The roots of “scientific literacy” term go back in history to the 350 years ago in spite of the fact that the arising time of the term in science education reaches back to the 20 years ago (Hurd, 1998; Roberts, 2007). Importance of the term has been based on five aspects of life. Economy aspect has been related to positive relationship between science education and wealth of a nation, more clearly increase in scientific literacy level might provide improvement of economical status of a nation. Utility aspect has been including importance of understanding science for using it in everyday contexts of scientifically and technologically advanced society. Democracy aspect has been suggesting that scientifically literate person will be able to engage in debate and informed decision making by using scientific knowledge. Social aspect of life for scientific literacy has been relating science to the wider culture of humankind. According to this aspect, scientifically literate person will feel less alienated from science. As the final aspect, culture aspect has been including that individuals should learn something about science as a great achievement of human culture as like

learning about art and music as cultural achievements of humankind (cited by Ryder, 2001 from Millar, 1996). In general, scientific literacy includes cognitive capacities for utilizing science and technology information for social and economic progress to facilitate human affairs (Hurd, 1998).

In the literature, there are more specific definitions of scientific literacy which have different components that are prominent in science learning. As the first educationally sound definition, Pella et al. (1966) (cited in Roberts, 2007) have defined the term as understanding the fundamental concepts of science, nature of science, the ethics issues, interrelationships between science and society, difference between science and technology and interrelationships between science and humanities. More comprehensively, *Science for All Americans* (AAAS, 1990) has defined the scientific literacy as knowing about the natural world and respecting its unity; being aware of the ways in which mathematics, technology, and the sciences depend upon one another; understanding certain key concepts and principles of science; being able to use scientific knowledge and ways of scientific thinking for personal and social purposes; possession of a capacity for scientific thinking; knowing that science, mathematics, and technology are all human enterprises, and knowing what that implies about their strengths and limitations. Recently, OECD/PISA (2003, p.15) have defined the term as “*the capacity to use scientific knowledge, to identify questions and to draw evidence-based conclusions in order to understand and help make decisions about the natural world and the changes made to it through human activity*”. Although there are some differences between these definitions, similarities in their purposes might be seen.

In addition to these definitions, some researchers have extended the definitions by separating the types of scientific literacy. As cited by Roberts (2007), Shen (1975) determined three types of scientific literacy; “*Practical Scientific Literacy*”, having scientific knowledge which can be used for solving practical problems, “*Civic Scientific Literacy*”, being more aware of science and science related issues to participate more completely in the democratic processes of society, and “*Cultural Scientific Literacy*”, having knowledge for science as a major human achievement.

This three-type classification has been followed by hierarchy approaches for types of scientific literacy. Shamos (1995, p.87-90) has used the prefixes of cultural, functional and true for scientific literacy types. The “*Cultural Scientific Literacy*” as the simplest form has included “a grasp of certain knowledge that communicators must assume their audiences already have” while the “*Functional Scientific Literacy*” has included “being able to read, write and converse using science terms”. Differently from these two definitions, the “*True Scientific Literacy*” are related to “knowing about scientific enterprise, major conceptual schemes, how the schemes were arrived at, why they are accepted by majority and role of experiment in science”. After these definitions, more comprehensive and complete framework about science literacy have been provided by Bybee (1997) (cited in Roberts, 2007). Bybee’s four-level framework has mentioned about nominal, functional, conceptual and procedural and multidimensional scientific literacy. As the first level, nominal literacy has been demonstrating the level of associating names with general field of science while functional literacy has been related to ability to read and write passages with simple scientific vocabulary. As the next level of the framework, conceptual and procedural literacy has been including the ability to understand the structure of scientific disciplines and their procedures for producing new knowledge and technique. The highest level scientific literacy; multidimensional literacy has been consisting of understanding fundamental conceptual structures of science and technology, history and nature of science. In line with these definitions, researchers have determined the characteristics scientifically literate person must have. Pallincsar, Anderson and David (1993) have stated by reviewing the literature that scientifically literate person should have ability to apply scientific knowledge or concepts in principled ways and to use language of science for interpretation and production of spoken and written texts. According to Norris and Phillips (2003), scientifically literate person is one who understands science texts by separating whether something is an inference, hypothesis, conclusion or assumption, by distinguishing explanation from evidence, by recognizing difference between a claim and “scientific result” and by expressing doubt or engaging in speculation. More comprehensive and longer list of characteristics has been provided by Hurd (1998, p.413-414). Table 1 has been presenting these characteristics.

Table 1. Characteristics of scientifically literate person

Characteristics of scientifically literate person
Knowing that science in <i>social contexts</i> often has dimensions in political, judicial, ethical, and sometimes moral interpretations.
Using science knowledge where appropriate in making life and social decisions, forming judgments, resolving problems, and taking action.
Distinguishing science from pseudo-science such as astrology, quackery, the occult, and superstition.
Recognizing the cumulative <i>nature of science</i> as an “endless frontier.”
Recognizing scientific researchers as <i>producers</i> of knowledge and citizens as <i>users</i> of science knowledge.
Recognizing that <i>science concepts, laws, and theories</i> are not rigid but essentially have an organic quality; they grow and develop; what is taught today may not have the same meaning tomorrow.
Knowing that science problems in personal and social contexts may have more than <i>one “right” answer</i> , especially problems that involve ethical, judicial, and political actions.
Viewing science–social and personal–civic problems as requiring a synthesis of knowledge from different fields including natural and social sciences.
Recognizing there is much not known in a science field and that the most significant discovery may be announced tomorrow.
Recognizing that science–social problems are generally resolved by collaborative rather than individual action.
Recognizing that the immediate solution of a science–social problem may create a related problem later.

When looked at both the definitions and characteristics of scientifically literate individuals, it is easily seen that NOS as an epistemological side of scientific literacy is an important component of it (cited by Roberts, 2007 from Pella et al. 1966; Bybee,1997; Hurd,1998). In addition to existence of NOS in the documents on scientific literacy, parallelism in their importance for the aspects of life has also been shown by Lederman (2007) citing to the study of Driver, Leach, Millar and Scott (1996). The author has written that understanding NOS is very important for utilitarian, democratic, cultural, moral and science learning aspects of life. These aspects and importance of NOS for them are explained in Table 2.

Table 2. Importance of learning nature of science for five aspects of life

Aspects of Life	Explanation for Importance of Nature of Science
Utilitarian	Understanding nature of science is necessary to manage the technology and processes in daily life
Democratic	Understanding nature of science is important in informed decision-making on socio-scientific issues
Cultural	Knowing about nature of science is a need to appreciate the science as a product of contemporary human culture
Moral	Understanding nature of science helps development of an understanding the norms of scientific community that includes moral commitments that are important for society
Science Learning	Knowing about nature of science facilitates the learning of science subject matter

Note: The table was structured by considering Lederman (2007).

2.3. Misunderstandings on Nature of Science Aspects

In the literature, there are some important studies which have shown misunderstandings about the NOS aspects across all educational levels. At the college level, Karakaş (2009) have investigated experiences of four instructors who have been teaching introductory science courses at the college level in terms of the NOS aspects. The study has been conducted with ethnographic research approach and data have been collected by interviews, observations and field notes. Two of the participants have had a background from physics; others have taken their backgrounds from chemistry and geology respectively. The results of the study have shown that all of the participants are comfortable with the idea that science is empirical and creative endeavor. Three of the participants have believed in subjectivity and socio-cultural effects in science whereas they have been thinking that there is a hierarchy between law and theory. Again, two of them could not distinguish observation from inference.

At the university level, Irez (2006) has conducted a study with 15 Turkish prospective science teacher educators. He has used reflection-oriented qualitative

method for the study. The results of the study have shown that majority of the prospective science teacher educators have had misunderstandings about various NOS aspects. The author has found that 27% (N=4) of the participants have had informed ideas on some of the NOS aspects. Informed participants have had inappropriate ideas about limited topics. Only one member of informed participants has had inappropriate ideas on “science as a way of knowing”, “no single scientific method”, and “relativity to social context” and “science as a culture within itself”. However, naive participants (20%, N=3) have had appropriate ideas on only the aspects related to “theories may change due to new evidence” and “science involves creativity and imagination”. When all of the results of this study are considered, it is seen that the participants are not prepared in terms of the NOS aspects to teach.

As another researcher, Tsai (2006) has tried to examine the effects of science education courses on in-service and pre-service teachers’ views toward NOS. The author has conducted the study with 36 in-service and 32 pre-service teachers. In the study, classification of epistemological ideas on NOS has been made as empiricist and constructivist. In the study, empiricist views are not accepted for science teaching and a claim has been raised that empiricist view might cause some problems in science teaching. According to an important suggestion cited by Tsai (2006) from Millar (1989), if NOS is perceived with empiricist nature, teaching of it will meet two important dangers. One is a pedagogical danger in which teaching of science is a process of rote memorization of facts, laws, theories, methods and some procedures and the other is epistemological danger in which science is considered as truth and a body of certain facts, laws or knowledge. At the beginning of the study, Tsai (2006) has found that there are misunderstandings about some aspects of NOS in pre-service and in-service teachers. These are “science is objective, neutral, and independent from human perspectives”, “science has certain rules and methods”, “science is searching for an accurate description about the world”, “science is a collection of facts, laws and principles” and “science come from a steady accumulation of correct information”. One of them; “science is objective, neutral, and independent from human perspectives”, has been found to be not changed after the courses. The author

has explained that any instructional approach different from direct teaching might be helpful for teaching the issues on the NOS aspects.

The study of Macaroglu, Tasar and Cataloglu (1998) has been conducted with 21 preservice elementary teachers enrolled in one university of Turkey. The researchers have surveyed the participants to get evidence about their beliefs about the NOS aspects. They have used “The Beliefs About Science and School Science Questionnaire” (BASSSQ) as data collection tool. As a result of the study, the participants have presented a misunderstanding about subjectivity aspect that pre-service teachers believe in objectivity of scientific knowledge while they believe scientific knowledge is subject to change.

In another study of pre-service and in-service teachers, Tairab (2001) have surveyed 95 science teachers (N=41 (pre-service science teachers) and N=54 (in-service science teachers)) to examine their views on science and technology by using nature of science and technology questionnaire (NSTQ). The author has focused on characteristics of science and technology, aim of science and scientific research, characteristics of scientific knowledge and scientific theories and relationship between science and technology. The results have shown that 23.2 % of all participants have believed that science is a body of knowledge as a naïve view and none of the participants have stated the social and cultural aspect of science. For aims of science, 14.6 % of the pre-service science teachers have seen purpose of science as to help find ways to make people’s lives better while 24.1 % of the in-service science teachers have believed this purpose of science. This view is an indication for naïve utilitarian idea for aims of science. As another important point, over half of the participants have appropriately defined a theory as the most appropriate explanation and interpretation put forward by scientists whereas 29.3% of the pre-service science teachers and 29.6 % of the in-service science teachers have confused scientific theory with scientific fact.

In addition to misunderstandings of science teacher educators, prospective teachers and teachers, undergraduates have also certain misunderstandings about NOS. In the

study of Blanco and Niaz (1997), responses of 89 freshmen and 7 teachers to four-item questionnaire have been analyzed to get information about their ideas on NOS. It has been found that students and teachers have used the same sort of reasoning and have had same sort of misunderstanding. According to the results of the study, some of freshmen have not appreciated tentative nature of scientific theories and subjectivity of scientists. One of them has presented the naïve view on absolute knowledge aspect by claiming existence of unchangeable knowledge about the atom. Again, some of freshmen have claimed that scientific law is universal and is proved. The similar misconceptions of both students and teachers about NOS have shown that traditional implicit instruction, and traditional activities with traditional epistemology are not enough to teach the NOS aspects.

Abd-El-Khalick (2006) has studied with 153 undergraduate and graduate students to map their understandings on the NOS aspects. The author has used VNOS-C plus interview approach to collect data. The author has shown that 57% of the participants have informed understanding about empirical basis of science while majority of them have presented naïve understandings on “one scientific method in science” aspect as stating “existence of only one way to do science”. As another naïve understanding, the participants have had misunderstandings about experimental approach and observation based science. In addition, the participants have held naïve understandings about laws and their relationship with theories and they have stated a hierarchical relationship between theories and laws. Similarly, they have held naïve understandings about theory-laden science. On the contrary, majority of the participants are informed about tentative nature of theories, and creativity and imagination in science. The author has stated an important point which deserves an attention that the students have had incoherent, fragmented understandings about the NOS aspects.

Focusing on a different group from science teacher educators, pre-service teachers, undergraduates and teachers, Ryan and Aikenhead (1992) have studied with 11 and 12 grade students over 2000 using “Views on Science-Technology-Society” (VOSTS) instrument in which multiple choice items have been included. They have

found majority of the students are in confusion of science with technology and have held considerable misunderstandings about hypothesis, laws and theories. Again, they have shown one half of the participants have thought that contextual values have affected ideas about science-related social issue whereas the ratio has dropped to one third for only science related issues. In addition, the results of their study have shown existence of naïve ideas about “scientific method” as process of “questioning, hypothesizing, collecting data, concluding”, and of naïve ideas on tentativeness.

In another study, Lederman (1999) has studied five biology teachers’ understandings and classroom practice related to NOS. The author has conducted a year-long study to assess classroom practice of the biology teachers by using questionnaire, interview and various documents regarding to instruction as data sources. According to the results of the study, all five biology teachers have had appropriate understandings about nature of science aspects. But secondary level students of these teachers have presented misunderstandings by asserting that only certain types of scientific knowledge are tentative, creativity and imagination has limited place in science and subjectivity has also limited place in science. In conclusion, the author has suggested using explicit teaching with discussion and reflection for teaching nature of science to secondary level students.

As another study on high school students, Sandoval and Morrison (2003) have studied with 8 ninth grade students using interview method. The authors have applied inquiry method on evolution and natural selection for 4 weeks. They have found that the students have seen science as a search for correct answers for world and have defined falsely a theory as “proven hypothesis” and could not explain role of theories in science.

As another example of studies conducted with high school students, Khishfe and Lederman (2006), in their study, have provided many misunderstanding examples of ninth grade students on the NOS aspects by using Views on Nature of Science (VNOS) questionnaire plus follow-up interview approach. They have studied with 42 students and have found that more than half of the participants have presented naïve

understandings on tentativeness by stating exchangeability and stability of scientific knowledge. The authors have also shown existence of naïve beliefs about empirical science aspect among majority of the students. Similarly, distinction between observation and inference could not be done by some of the participants. In addition, majority of the participants have also presented naïve understandings on creative and imaginative science and subjectivity aspects. One year later, the authors have conducted a similar study with 89 ninth, 40 tenth and eleventh grade students by using Views on Nature of Science (VNOS) questionnaire and follow-up interview approach. They have seen that many of the participants have believed that scientific knowledge would not change and they have held naïve views on observation versus inference and creative/imaginative science aspects. Similarly, majority of the participants have presented naïve understandings on subjectivity.

As another study with high school students, Meyling (1997), in his research, has studied with 737 German high school students at tenth, eleventh, twelfth and thirteenth grades. The author has reported that 99% of the participants have had the idea of “a verified theory becomes a law”. It has been also shown that 60% to 70% of the participants have defined a theory as “completely hypothetical, not verified yet but only explanatory”. The most frequent examples of theories have been indicated as Theory of Relativity and Quantum Theory by 60% to 85% of the students. But the author has stated that the only names of the theories are known by majority of the students. In addition, the students have believed in existence of models as spatial copies of reality. What is more, they have drawn a linear structure to represent pathway of scientific discovery and they have ignored theory-laden science and influence of contextual and constitutive values in their thinking. At the same time, they have presented “inductive-deductive way” as pathway of scientific discovery. As a result of the study, the author has recommended an epistemological teaching based on explicitness, reflection and plurality.

In addition to the studies conducted in western culture, there is limited number of the studies conducted with Turkish students. One of them conducted by Celikdemir (2006) has used survey approach which has been supported by semi-structured

interview for data collection. Sixth and eighth graders (N=1949) have been involved in the study. The instruments for the study are E-NOS Questionnaire and VNOS –D. The E-NOS has been developed by the author and she has found its reliability coefficient as .71. The instrument is a forced-choice type. In the study, the author has classified the participants answering the instrument as naïve and realistic. The author has found “realistic” term inappropriate for the aim of the study due to the emphasis on “relativistic” in the literature of NOS. In addition, she has used the terms of “traditional” and “contemporary” for classification. As a result of her study, the author found that majority of the students have held traditional view on some of the NOS aspects. One of the most important results is that the students are not aware of difference between law and theory and existence of many method for doing science. Moreover, she has found that eighth graders have held appropriate ideas on tentative, subjective nature of science whereas sixth graders have held appropriate ideas on role of observation and inference in science.

In another study conducted with Turkish high school students, Dogan and Abd-El-Khalick (2008) have studied with 2087 tenth grade students using Views on Science-Technology-Society (VOSTS) instrument. They have found that all of the participants have presented naïve understanding about lack of hierarchical relationship between theories and laws whereas majority of them have held informed views about tentativeness aspect. Again, they have shown misunderstandings about nature of theories and relationship between scientific models and reality.

In another survey study, Kılıç, Sungur, Çakıroğlu and Tekkaya (2005) have studied with 575 ninth grade students by using Nature of Scientific Knowledge Scale (NSKS) in Turkey. They have found that the participants are not certain whether scientific knowledge is absolute or not whereas they have held informed view about creative and imaginative science.

The need for appropriate instructional approach out of traditional instruction to teach the NOS aspects has been called in majority of the studies summarized here. As a

result of struggles for designing such an instruction, the studies have shown the EER based NOS instruction to be an effective approach.

2.4. Explicit-embedded-reflective (EER) Approach

As stated in the previous section, the EER based NOS instruction as innovative, effective instructional approach has emerged in the literature. Apart from the studies on description of the misunderstandings on the NOS aspects, some studies have focused on instructional approaches to eliminate these misunderstandings. The study conducted by Akerson and Hanuscin (2007) is about investigating effectiveness of an inquiry based instruction in which explicit-reflective activities and embedding strategy have been used to change NOS views. In the study, three elementary teachers and their students have been included. According to the results, teachers have held both consistent and contradicted ideas on the NOS aspects at the beginning of the study. For instance; one of the teachers has believed creativity and imagination are included in science whereas she has also believed scientific knowledge is “truth”. The other participant has stated that “theories becomes laws”, and “laws are more certain than theories”. As another example, one of the participants has explained that “scientific knowledge is accepted as facts”. Contrary to these results, the participants have also had appropriate understandings about the NOS aspects such as “scientific knowledge is based on evidence”, “science involves creativity and imagination”, “scientific knowledge is tentative” and “science is influenced by personal bias”. After the description phase, the results have showed that the instruction is effective on changing ideas on the NOS aspects. At the same time, the teachers’ explicit NOS instruction has also been found to be influential on their students’ understandings about NOS.

Similarly, Akerson and Volrich (2006) has studied with one pre-service teacher and 24 first-grade students (6-7 age students) by using explicit nature of science instruction. The methodology used in the study is observational case study. The authors have presented the effectiveness of the approach on first-graders’ understandings about “tentativeness”, “creativity and imagination in science” and

“difference between observation and inference”. In the assessment conducted at the beginning, it has been revealed that half of the students have believed that “seeing is believing”. Again, 9 of 14 students interviewed have claimed that scientists would not change their opinions and eight of 14 students have believed that scientists would not use creativity and imagination in their studies. After the instruction of the pre-service teacher, majority of the students have improved their ideas on the aspects of “tentativeness”, “creativity and imagination in science” and “difference between observation and inference”. The results of the study have provided evidence for effectiveness of explicit NOS instruction at the first-grade level.

In a separate study, Gess-Newsome (2002) has studied with 30 senior level elementary pre-service teachers (female= 28, male= 2) in the context of elementary certification program. The author has designed an elementary science methods course including explicit NOS instruction. She has focused on definition of science as product, process or blended and has collected data as written descriptions and diagrams on science during the course. At the beginning of the study, it has been found that 14 definitions on science have not been categorized due to unclear nature of them, among clear definitions, nine participants have defined science as product, four of them have perceived it as process and only two individuals have defined it with blended approach. At the end of the implications, explicit teaching method for NOS and inquiry has been shown to be effective for changing inappropriate beliefs including science as body of knowledge into more appropriate ones such as science has been including both products and processes.

With a different group, Schwartz et al. (2008) have tried to explore experiences of five science graduate students on learning NOS, pedagogy and research on NOS. Four of the participants have been studying for PhD degree while one participant has been working toward Master’s Degree in science education. The participants have been enrolled in two courses (The Research Traditions, The College Science Methods), two meetings (NOS research meetings), teaching experiences and reflection. During these phases, their experiences on NOS understandings have been investigated for the study. At the beginning of the study, four of the five participants

have believed science is objective, value-free and authoritative while three of them have had the idea that science has a single method to study all problems. The participants have completed an explicit NOS teaching after their initial courses on NOS. Then, their understandings on NOS have been assessed and dramatic changes in their misunderstandings toward appropriate ones have been detected. Similar to other groups including teachers, students and teacher educators, the graduate students as future leaders of science education are also in need of appropriate NOS teaching and NOS understandings.

As an important example of explicit-reflective teaching in high schools, Khishfe and Lederman (2007) have conducted a study with 129 ninth, tenth and eleventh graders. They have investigated effectiveness of explicit integrated (embedded) and non-integrated NOS instructions on changing naive NOS ideas. The authors have used environmental issues, chemistry and biology as contexts for the study. At the beginning of their study, they have found that approximately all of the participants have had naive ideas on tentativeness, subjectivity, observation-inference difference, creativity-imagination and empirical nature of scientific knowledge. They have shown the effectiveness of explicit-reflective instruction to change these misunderstandings. By comparing integrated and non-integrated implementation, they have not found any difference in improving naive ideas to informed ones. But, they have found some contextual differences. Integrated instruction is more effective on the change than the non-integrated instruction for environmental issues and some aspects in biology although they have stated that the results have not had any practical importance.

Similarly, Khishfe and Lederman (2006) have studied on integrated (embedded) and non-integrated explicit-reflective NOS instruction with 42 ninth grade students. The context for embedding is global warming. Their treatment has lasted for 6 weeks. They have assessed NOS understandings of the students and have found that majority of the students have held naïve understandings about the aspects of subjectivity, tentativeness, creativeness, distinction between observation and inference, and empirical based NOS aspect. At the end of the study, they have shown

that both of the students in the integrated and non-integrated groups have changed their misunderstandings as expected as a result of the treatment. What is more, improvement of understandings on the NOS aspects in integrated group is slightly more than non-integrated group.

In another study, Khishfe and Abd-El-Khalick (2002) have compared relative effectiveness of implicit inquiry and explicit-reflective NOS teaching on changing sixth grade students' misunderstandings. The study has included 62 sixth grade students. The authors have found that certain number of the students (85%) in both of the groups have held misunderstandings about various aspects of NOS at the beginning of the study. They have focused on the aspects of tentativeness, creativeness, distinction between observation and inference, and empirical based NOS aspect. At the conclusion of the study they have shown that explicit-reflective NOS teaching is more effective than implicit inquiry approach to teach the NOS aspects. Only one increase in implicit group has been found in the aspect of distinction between observation and inference. But, rate of increase is more in the explicit-reflective group for this aspect. According to the result of this study, explicit-reflective teaching is quite effective on improvement of understandings in the focused four aspects.

In a similar vein, Kucuk (2006) have studied on effectiveness of explicit-reflective NOS instruction with a group of 17 seventh graders (average of age=13) and one science and technology teacher using qualitative interpretive approach. Four of the students are high achiever science students in the group. The author has used adapted version of VNOS for data collection from both the teacher and the students. The study has taken 10 weeks and the results of it have shown that majority of the students have presented crucial misunderstandings about "tentativeness", "empirical based science", "difference between observation and inference" and "creativity and imagination in science" at the beginning of the study. Similarly, the teacher has also had misunderstandings about "tentativeness", "empirical based science", "theory-leadenness", "difference between theory and law" and "social and cultural effects on science". After the implementation of explicit-reflective teaching, vast majority of

the students have changed their understandings about NOS (“tentativeness”, “empirical based science”, “difference between observation and inference” and “creativity and imagination in science”) with more “informed” ones while the teacher has also changed her understandings on “tentativeness”, “empirical based science”, “theory-leadenness”, “difference between theory and law”, “social and cultural effects on science”, “difference between observation and inference” and “creativity and imagination in science” to informed ones. As a result, this study has shown evidence for the effectiveness of explicit-reflective NOS teaching in elementary seventh grade science education.

As seen in the literature presented above, there is no study on effectiveness of the EER based NOS instruction on NOS understandings of advanced science students in any educational level. At the same time, there is no consideration on content knowledge, science literacy and NOS understandings together in spite of their clear relationship and interaction in the EER based NOS instruction.

2.5. Academically Advanced High School Students and Epistemology Studies

In the literature, there is no enough study on advanced or gifted student’s understandings on the NOS aspects. As an exception, Köksal and Sormunen (2009) have directly studied on understandings of the NOS aspects with 16 advanced science students by using qualitative case study approach. The authors have used the scores on science content of nation-wide examination, a questionnaire of the students’ attitude toward science, motivation toward science learning and a form for teacher’s ideas for selection purpose of the study. After they have determined advanced science students, they have used VNOS-C as a main data collection instrument for the study. In conclusion, the study has revealed that majority of the students have been found to be naïve in the aspects such as “observation and inference”, “social and cultural embeddedness” and “theories and laws” whereas majority of them are expert in the aspects of “tentativeness” and “subjectivity”. Similarly, Liu and Lederman (2002) have studied on 29 Taiwanese gifted students in

junior high school level by focusing on the NOS aspects. They have reported that majority of the gifted students in the study have had basic understanding of tentative, subjective and empirical NOS while they have also had misunderstandings on some aspects. In spite of lack of the directly focused studies on NOS with advanced science students, high school gifted students' epistemological beliefs as higher-order determiners of NOS understandings have been studied in the epistemology literature. The studies on epistemology of science with high school gifted and talented students as similar groups to advanced science students exist. Advanced science students are similar to the gifted and talented students since they have also higher IQ scores and are successful on any content of study (Özaslan, Yıldız & Çetin, 2009). Presentation of the epistemology studies on gifted and talented students might provide an idea about general characteristics of advanced science students in terms of epistemological understandings as higher-order factor for NOS understandings.

The epistemological studies with gifted students have been conducted by using different approaches with the aspects out of the NOS aspects. As one of them, Thomas (2008) has studied on Perry's epistemological development model with 485 gifted high school students. The author has focused on nature of knowledge and learning, and has used "Learning Context Questionnaire" as a measurement tool. The author has used a range from dualism to relativism for classification of the students. It has been indicated that sophomore gifted students are in the position of multiplicity.

Similarly, Shommer and Dunnell (1994) have compared the gifted and non-gifted high school students in terms of beliefs in fixed ability to learn, simple knowledge, quick learning, and certain knowledge. They have studied with 1165 high school students. They have classified the students as gifted based on the criteria that students must score not less than at the 97th percentile on a standardized individual test of intelligence or rank no less than the 95th percentile on two or more academic areas of a standardized achievement test in order to be classified as gifted. They have found that there are no significant differences in students' epistemological beliefs at the beginning of high school whereas gifted students are less likely to believe in

simple knowledge and quick learning by the end of high school. Non-gifted students' beliefs in simple knowledge and quick learning have remained stable across time. The study has indicated that there is not enough evidence to suggest differences between gifted and non-gifted students' beliefs in early years of high school. The most consistent result of the study has indicated that while gifted students have changed their beliefs in simple knowledge and quick learning over the time, the non-gifted students' beliefs have remained stable for this time interval. In conclusion, gifted and non-gifted students have substantial differences in their beliefs in simple knowledge and quick learning by the time they are in the upper grades of high school.

In the other study on epistemological beliefs with gifted students, epistemological intentions and epistemological beliefs have been studied from self-regulation theory perspective by Neber and Schommer-Aikins (2002). The total number of the participants of the study is 133, 69 of them are boys whereas 64 of them are girls. The participants have been determined by a screening procedure using the Stanford–Binet test and they have scored in the top 2–3% of this test. They have been enrolled in the gifted schools in New York. Context of the study is science for the elementary level and physics for secondary level. The “epistemological intention” aspect has been considered as intention to learn “facts” or “usable knowledge” while the “epistemological beliefs” aspect has been considered as beliefs on “innate ability”, “no hard work”, “quick learning”, “single answers”, “avoiding integration” and “certain knowledge” aspects. In general, there is no significant difference in epistemological beliefs between high school students and elementary level students whereas there is a difference in epistemological intentions. High school students have aimed at acquiring more applicable knowledge than the elementary students. The significantly positive correlations between epistemological intentions focusing on the acquisition of facts and usable knowledge and strategy uses have been found in the study.

In spite of lack of clear evidence on the difference between gifted and non-gifted students in terms of epistemological beliefs, Park and Oliver (2009) have presented gifted (advanced) students' characteristics which are brought to science classrooms. These are "asking challenging questions", "being impatient with the pace of other students", "having perfectionist traits", "disliking routine and busy work", "being critical of others" and "being aware of being different". All of these characteristics make them different from common students in science classrooms.

2.6. Content Knowledge on the Unit of Cell and Cellular Organisation

To study on academic achievement of students is one of the most important attempts in many educational studies. It is most frequently used variable and objective in educational applications. It is a cognitive behavior that is easily changeable or short-term learning (Haladyna, 1997). By taking into consideration this definition, biology achievement or content knowledge level can be described as a cognitive behavior which is changeable and short-term learning in biology. Achievement on "Cell and cellular organisation" unit is an important predictor of biology achievement. Since, the unit is the first one to be taught under the title of biology and knowing about it is a pre-requisite for further learning on important biology subjects such as biological organisation, biological systems, organs and classification. Importance of the unit is also shown by existence of the subjects of the unit in international examination studies including OECD/PISA (2003) and TIMSS (2007) science framework for eight graders. In spite of the significance of the unit for science education, there are studies showing existence of misunderstandings among teachers and students. Dreyfus and Jungwirth (1988) have shown that students have not understood "cell" concept appropriately (cited in Tekkaya, 2002). Lazarowitz and Penso (1992) have defined learning difficulties of Israeli high school students about cells and organelles. Similarly, Flores (2003) has studied on understandings about eight topics of cell subject with 1200 high school students. The topics are respiration, water in plants, water in animals, plant nutrition, animal nutrition, cell shapes, cell size and reproduction. The author has used questionnaire plus interview approach to collect data and has shown comprehension problems regarding the issues at different levels

of biological organisations (cell, organ and organism). Some of the students in the sample of the study have believed that “cell organelles are like organs” at the level of cell level while they have been having the idea that “structures like bone, cartilage or hair are not made of up by cells” and “nails and the pupil are made up of cells” at the level of organism. They have also believed that “cells change in size along with the growth of a multi-cellular organism” and “the cell size in an organ depends on the type and size of the organism”. In addition, some of the participants have claimed that functions of organelles are not known and they have assigned all cellular functions to nucleus. As a result, the author has emphasized to teach issues in an integrated approach and warned about anthropomorphic and isomorphic uses of biological titles. Marek (1986) has studied with 60-student sample of tenth graders and he has shown that the 36.8% (N=21) of the participants have presented specific misunderstanding about cell definition. Similar to students, teachers have also had misconceptions on the unit. Kwen (2005) has shown that primary teachers have important misconceptions including the belief that all cells have nucleus. As another misconception of teachers, they believe that cells continue to grow as organisms mature, more clearly cell size is the determinant of organism size. In addition to the misconceptions about cell and organelles, spontaneously establishing connections between the terms related to cell and organelles has been found to be problematic for junior high school biology teachers (Douvdevany, Dreyfus & Jungwirth, 1997). Misconceptions and errors are not only limited to teachers and students, biology textbooks also include different misconceptions and error about cell and its structure. Storey (1990) has investigated the problem and defined many misconceptions about cytoplasm, cytoskeleton, organelle shape, cell size, cell walls, membrane structure, extracellular matrix and cell junctions in textbooks.

For biology achievement, learning on both content knowledge of “cell and cellular organisation” unit and the NOS aspects is important part to be included in achievement measurement, but they are differently considered by teachers and students. The “Cell” unit is considered as one of the most important and easy units in biology, whereas, the “nature of science” aspects are not seen important to set objectives to teach it (Lederman, 1999; Tekkaya, Özkan & Sungur, 2001). Although

the NOS aspects have not been included in many measurement objectives in biology as a science title, Tsai (1998) has found that students' epistemological beliefs as an indicator for NOS understandings are correlated to the sub-factors of science achievement. Again, Mbajorgu and Ali (2003) have conducted a quasi-experimental study with 246 students and eight teachers in the context of biology lesson. They have investigated relationship between scientific literacy level as a higher-order concept for NOS, STS approach and achievement. They have found that STS approach and scientific literacy level together have explained 12 % of variance in biology achievement whereas there is no strong relationship between scientific literacy level and achievement. It has been found that scientific literacy level alone has explained 5% of variation in biology achievement. In the experimental group, they have experienced mediator role of STS approach on relationship between scientific literacy level and achievement in biology after the application. However, they have not found any change for the role of instruction in control group after the application. In conclusion, they have stated that STS approach might be effective on the other factors that in turn affect the achievement in biology.

Accordingly, relationship between content knowledge and understandings about the NOS aspects is clear. Recording changes in content knowledge with NOS understandings and scientific literacy might provide more complete picture for effectiveness of the EER based NOS instruction.

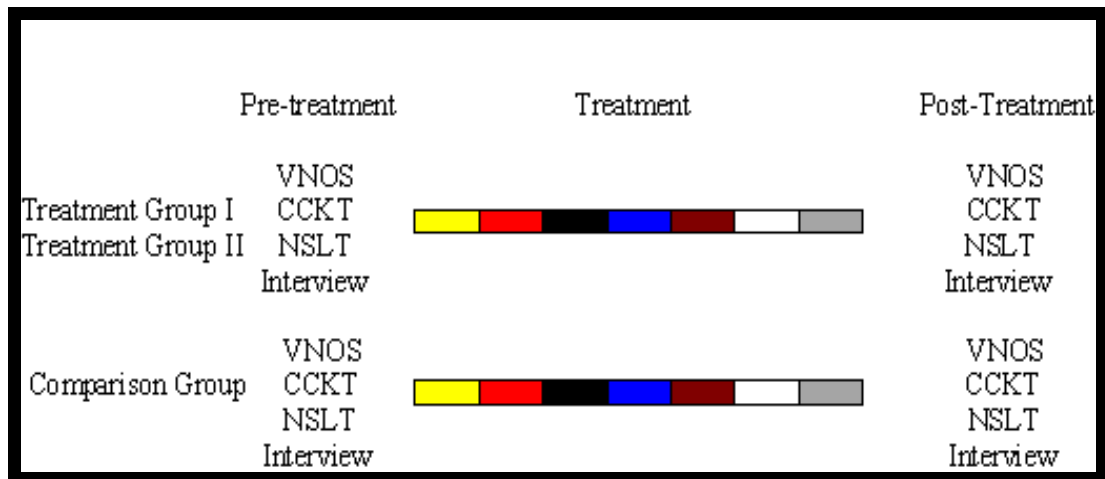
CHAPTER 3

METHOD

In this study, non-equivalent quasi-experimental design has been used. For the purpose of the study, comparison group pretest-posttest design has been used with mixing data collection tools as qualitative and quantitative (Fraenkel & Wallen, 2006; Cohen & Manion, 1994). The design has been providing advantages of use of comparison groups and pre-test over the pre-experimental designs (Shadish & Luellen, 2006). The design of the study is the most appropriate design if the true experimental conditions; eg. random assignment are not provided (Cohen & Manion, 1994). For the purpose of the study, three intact groups of a science high school have been used. In two treatment groups, 47 of the participants have been included while 24 of the participants have been enrolled in comparison group activities. Design of the study can be illustrated with the following figure.

Treatment Group I	:	O_1	X_1	O_2
Treatment Group II	:	O_1	X_1	O_2
Comparison Group	:	O_1	X_2	O_2

Figure 1. Schematic illustration of the research design of the study



Note: **CCKT**: Cell Content Knowledge Test, **VNOS**: Views on Nature of Science Questionnaire-Form C, **NSLT**: Nature of Science Literacy Test, **Boxes**: Each box refers to one week in application, **Colourful Boxes**: Each colour refers to one application on nature of science,

Figure 2. The design of the study and its detailed illustration.

3.1. Sampling Method

In this study, effectiveness of the EER based NOS instruction on changing misunderstandings about NOS and improving scientific literacy levels and content knowledge of 9th grade academically advanced science students has been investigated. For this aim, a sample of advanced science students has been selected by using convenience sampling approach. Because, this method has some advantages such as reducing time, energy and money consumption.

The accessible population of this study is composed of all ninth grade advanced science students in the high school in which the study has been conducted while the target population is composed of all ninth grade advanced science students who have been enrolled in science high schools in the country.

3.2. Participants

This study has been conducted with 71 of 9th grade academically advanced science students enrolling in three different intact classes of a Science High School in

Zonguldak. The participants are 15 years old students. The descriptive values on characteristics of the participants are illustrated in Table 3.

Table 3. Descriptive statistics for the participants

Variables	Categories	f	%
Group	Treatment	47	66
	Comparison	24	34
Gender	Female	38	53.5
	Male	33	46.5
Previous Enrollment in Any Activity or Course related to Philosophy, History of Science and Scientific Methods	Yes	2	2.8
	No	64	90.1
	Missing	5	7
Mother Education Level	No Education	1	1.4
	Primary School	17	23.9
	Middle School	9	12.7
	High School	19	26.8
	University	24	33.8
	Master or Doctorate	0	0
	Missing	1	1.4
Father Education Level	No Education	0	0
	Primary School	7	9.9
	Middle School	6	8.5
	High School	16	22.5
	University	37	52.1
	Master or Doctorate	3	4.2
	Missing	2	2.8
Mother Occupation	Working	27	38
	Unemployed	43	60.6
	Missing	1	1.4
Father Occupation	Working	64	90.1
	Unemployed	4	5.6
	Missing	3	4.2

As seen in Table 3, majority of the participants have have not been enrolled in any activity or course related to philosophy, history of science and scientific methods. The education levels of their mothers and fathers have been chiefly including “high school” and “university” levels. As another descriptive characteristic, majority of the

mothers have not been working in any job in spite of certain number of graduated mothers from university while majority of fathers have been working in any job.

3.3. Variables of the Study

In this study, there are four variables. These are method of instruction, understandings of the participants about the NOS aspects, scientific literacy and content knowledge levels on cell and cellular organisation unit.

3.4. Instruments

The three instruments have been used for data collection out of interview process and personal information questionnaire. These are “VNOS-C Questionnaire”, “Nature of Science Literacy Test”, and “Cell Content Knowledge Test”. The following three section will provide detailed knowledge about the instruments.

3.4.1. VNOS-C (Views on Nature of Science Questionnaire-Form C) Questionnaire

In order to determine understanding of the participants about the NOS aspects, “VNOS-C Questionnaire” developed by Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, and Schwartz (2002) has been used after required permission has been acquired by e-mail from the authors (see Appendix I). Then, follow-up interview has also been conducted by using answers to VNOS-C questionnaire. VNOS-C items can be seen in Appendix E.

3.4.2. Nature of Science Literacy Test

For the purpose of the study, another test; Nature of Science Literacy Test (NSLT), developed by Wenning (2006) has been adapted on the ninth grade advanced science students (see Appendix H). The permission of the author has been gathered by e-mail (see Appendix I). Before the piloting the test, whole items (N=35), including 27

multiple-choice by four choices and 8 true-false items, have been translated into Turkish by the researcher using direct translation. Then, the translated form of the items and the original form have been evaluated by two bilingual experts on both NOS and test development in the field of science education. After their recommendations, many corrections for wording and meaning have been completed by the researcher. In addition to the experts' opinions, opinion of one biology teacher on applicability and appropriateness of the test on ninth grade students has been taken. The teacher has approved appropriateness and applicability of the test for the level focused in the study. After the corrections, 35-item test has been administered to the 189 ninth grade advanced science students (73 female, 114 male and 2 missing data). Mean age of them is 15 years old. The appropriate time for the test has been found as 20 minutes. Content validity has been provided by Wenning (2006) and asking two experts' opinion on the consistency between purpose and content of the test. In addition, face validity has been established by getting the experts' opinion. The experts have approved content and face validities of the test. For the analysis of items and whole test in terms of difficulty, discrimination and other related parameters, ITEMAN program has been used. The results of the analysis have shown that there are many items having point biserial correlation coefficient below .20 as an index for discriminating power of the items. Kehoe (1995) has stated that .20 is an appropriate cut-off score for point biserial correlation coefficients. This value has been used as a criterion in this study. The scores on the test including 35 items have had a value of .75 for alpha reliability (Mean= 18.48, SD=5.19, Min. =7, Max. = 30, SEM= 2.62, Mean P=.52, Mean Item-total Correlation=.32). As found in the analysis, mean P value as an index for difficulty of initial form of the test has shown some scores coming from the test administration are not appropriate to use for purpose of this study due to not presenting an approximating value to .62,5 as the reference value for expected difficulty after eliminating chance factor (Gronlund & Linn, 1990). The items numbered as 9, 10, 12, 14, 30, 33 and 35 have been eliminated from the analysis by considering their difficulty and discrimination index values. Then, the analysis has been run again. As a result of the second item analysis, it has been found that all of the items remained have provided evidence on discrimination and difficulty for appropriate use for further aims except for items

numbered as 2, 17 and 20. Then, they have also been eliminated from the analysis. The difficulty and discrimination values of eliminated items can be seen in the Table 4.

Table 4. Difficulty and discrimination index values for the items eliminated

Item	Difficulty (proportion of correct answer)	Discrimination (Point-biserial corr.)
2	.35	.10
9	.26	.04
10	.31	.03
12	.27	.18
14	.06	.05
17	.42	.19
20	.20	.17
30	.23	-.18
33	.47	-.15
35	.38	.08

After the elimination, final run of the analysis has been conducted. The final form of the test has had 25 items with higher discrimination values over .20. The reliability coefficient of the scores on the final form test is .83. It is an indicator of very acceptable internal consistency since Gronlund and Linn (1990) have stated that interval of .60-.85 for reliability is useful for instructional decisions. The other values for the final form of the test can be seen in the Table 5.

Table 5. The statistical values for final form of NSLT in terms of difficulty, discrimination and descriptives

Order	Item	Difficulty (Proportion of correct answer)	Discrimination (Point- biserial corr.)
1	1	.90	.23
2	3	.69	.29
3	4	.61	.34
4	5	.82	.48
5	6	.74	.48
6	7	.57	.35
7	8	.27	.20
8	11	.54	.35
9	13	.61	.40
10	15	.46	.40
11	16	.76	.30
12	18	.84	.36
13	19	.36	.48
14	21	.44	.38
15	22	.37	.32
16	23	.47	.32
17	24	.37	.36
18	25	.58	.48
19	26	.74	.41
20	27	.29	.23
21	28	.74	.50
22	29	.71	.54
23	31	.47	.50
24	32	.44	.53
25	34	.24	.13
The Test Statistics	Number of Items		25
	Number of Cases		189
	Mean		15.11
	SD		5.14
	Skewness		-.47
	Kurtosis		-.76
	Minimum		4
	Maximum		24
	SEM		2.15
	Mean P		.60
	Mean Item-Total Correlation		.44

As another important issue, difficulty of the test has been found to be appropriate for level of the students due to the approximation of .60 value to .62,5 for scores of the final form of the test (Gronlund & Linn, 1990).

Although overall test score analysis has provided evidence to use whole test for the purpose of this study, analyses of multiple-choice and true-false parts respectively have given a clearer picture about the test use. As the first part, the test scores on multiple-choice items have been analyzed and it has been found that the scores on the test including 19 items have had a value of .80 for alpha reliability (Mean= 10.58, N=189, Skewness= -.33, Kurtosis= -.89 SD=4.32, Min. =1, Max. = 18, SEM= 1.91, Mean P=.56, Mean Item-total Correlation=.47). As the second part, the test of true-false items has been analyzed. The scores on the test with 6 items has had .57 alpha reliability (Mean= 4.53, N=189, Skewness= -.76, Kurtosis= .38, SD=1.42, Min. =1, Max. = 6, SEM= .93, Mean P=.76, Mean Item-total Correlation=.57). When looked at the difficulty values of the sub-parts of the test, it is seen that both of them have provided approximate values to expected difficulty values as 62.5 for multiple-choice test with four-choice and .75 for true-false test (Gronlund & Linn, 1990). At the same time, .80 and .57 reliability coefficients have also been found to be appropriate for the purpose of this study in spite of slightly lower reliability of true-false part of the test than recommended value (.60) (Gronlund & Linn, 1990)

3.4.3. Cell Content Knowledge Test (CCKT)

The cell content knowledge test on the unit of “cell and cellular organisation” has been developed for the aim of the study. At the beginning of the study, item pool has been structured by considering objectives indicated in the ninth grade biology curriculum. Here, the objectives have been written again in more measurable format without changing the focus of them. They can be seen in Table 6.

Table 6. Curriculum objectives on the “cell and cellular organisation” unit

Objectives
1.Explaining common characteristics of livings
2.Indicating organic and inorganic compounds in structure of livings
3.Explaining historical development of the studies on cell subject and explaining cell theory
4.Comparing the models of cell membrane and their developmental stages
5.Explaining how particles pass through cell membrane and giving examples on the explanations
6.Explaining structure of cell and functions of different components of the structure by using cell model
7.Comparing prokaryotic and eukaryotic cells and giving examples for these categories
8.Comparing the characteristics of plant and animal cells
9.Explaining cellular organisation and specifications in unicellular, colonial and multicellular organisms by using examples

For the test development, cognitive domain of human behaviour has been taken into consideration. Then, the table of specifications and item pool have been constructed for further selection of items. At the same time, the format and number of items have been determined. As the last step of the instrument development process, a pilot study has been conducted and necessary changes have been done. The process, in detail, can be summarized as the following;

- a. To describe clearly the variable to be assessed. The achievement on cell and cellular organisation unit of ninth grade biology has been taken into consideration for limiting the content of the study. As an operational definition, the scores gathered from the test are indicators of achievement in this unit.
- b. To prepare a test plan.
- c. To prepare table of specifications to provide content validity.
- d. To write items.
- e. To prepare a control form for expert views to provide face and content validity.
- f. To get expert views for items and all test.
- g. To make a decision on format, number of items and items to be included in the test.
- h. Application of a small group (piloting the test) for revisions.
- i. To conduct statistical analysis for investigating the test and item statistics and reliability.

i. Final selection and revision on the test.

The researcher has written the items considering all of the objectives by investigating national examination test questions on the unit. As a result, 35 items for the pool including only multiple-choice items with five choices have been written. The items written for each objective can be seen in the table of specification presented in Table 7. All of the questions and their corresponding objectives have been analyzed by two experts. They have been interested in the fields of science and secondary science education. For evaluation, one evaluation form has been used. The agreement between them on the aspects of the form has been found to be very high except only for wording of some sentences. The items in evaluation form can be seen in Table 8.

Table 7. Table of specifications for the items of cell content knowledge test

Objectives	Items
1.Explaining common characteristics of livings	1, 2, 3, 4
2.Indicating organic and inorganic compounds in structure of livings	5, 6, 7, 8
3.Explaining historical development of the studies on cell subject and explaining cell theory	9, 10, 11, 12, 13
4.Comparing the models of cell membrane and their developmental stages	32, 33, 34, 35
5.Explaining how particles pass through cell membrane and giving examples on the explanations	17, 18, 19, 20
6.Explaining structure of cell and functions of different components of the structure by using cell model	14, 15, 16
7.Comparing prokaryotic and eukaryotic cells and giving examples for these categories	21, 22, 23, 24
8.Comparing the characteristics of plant and animal cells	25, 26, 27, 28
9.Explaining cellular organisation and specifications in unicellular, colonial and multicellular organisms by using examples	29, 30, 31

The evaluation form has items on “understandability”, “difficulty of words”, “number of items”, “language of items”, “appropriateness to objective” and “reading load”. In the form, additional comments have also been asked to find other points to consider.

Table 8. Items of the evaluation form.

Criteria for Evaluation	1	2	3	4	5
Understandability of the items					
Difficulty levels of words in the items					
Appropriateness of number of the items					
Appropriateness of language of the items					
Appropriateness of the items for their objectives					
Appropriateness of the items in terms of reading load					
Could you write your additional comments below?					

After the analysis of the experts, some wording problems have been corrected. Then, two students at the same grade level with the students of the present study have also been asked to evaluate the items in terms of the criteria indicated in the form. In addition, they have taken the test. The appropriate time for test has been found as 25 minutes. The students have approved readability and understandability of the items. The only concern they have had is the high number of the items in the test. But, it has been decided that the item numbers are appropriate for a pilot study. After the analyses and recommendations of two experts and two students, pilot study has been conducted with 215 advanced science students to get further evidence for reliability and required test and item statistics. Content validity has been tried to be provided by constructing table of specifications and expert opinion. Again, face validity has been established by asking the experts. The experts have approved content and face validities of the test. For the analysis of items and whole test in terms of difficulty, discrimination and other related parameters, ITEMAN program has been utilized. The results of the analysis have shown that there have been many items having point biserial correlation coefficient below .20 as an index for discrimination of the items. Kehoe (1995) has stated that .20 is an appropriate cut-off score for point biserial correlation coefficients. This value has been used as a criterion. The test including 35 items have had a value of .66 for alpha reliability (Mean= 16.73, N=215, SD=4.45, Min. =4, Max. = 25, SEM= 2.58, Mean P=.48, Mean Item-total Correlation=.28). As found in the analysis, mean P value as an index for difficulty of test has shown the test to be appropriate for many of the students by presenting a value near .60 as the reference value for expected difficulty for multiple-choice test with five-choice

(Gronlund & Linn, 1990). The items numbered as 3, 7, 11, 12, 18, 23, 29, 33, 34 and 35 have been eliminated from the analysis by considering discrimination index values. The difficulty and discrimination values for eliminated items can be seen in Table 9. Then, the analysis has been run again. As a result of the second item analysis, it has been found that all of the items remained have provided evidence to appropriate use for further aims except for one item numbered as 32. The item 32 has had a value of .150 as point biserial correlation coefficient, but it is the most appropriate item among the other items for the same objective. Therefore, use of this item in the study has been found to be appropriate to measure all of the objectives.

Table 9. Difficulty and discrimination index values for the items eliminated

Item	Difficulty (proportion of correct answer)	Discrimination (Point-biserial corr.)
3	.62	.02
7	.07	-.11
11	.20	.07
12	.45	.14
18	.33	.14
23	.19	.07
29	.28	.16
33	.21	.15
34	.21	.11
35	.16	.06

The final form of the test has included 25 items with higher discrimination values over .20 except for item 32 and nearly equal rate of the items with high and low difficulty values. The reliability coefficient of the scores on the final form test has been found as .75. It is an indicator of very acceptable internal consistency (Gronlund & Linn, 1990). The other values for final form of the test can be seen in Table 10.

Table 10. The statistical values for final form of the test in terms of difficulty, discrimination and descriptives

Order	Item	Difficulty (proportion of correct answer)	Discrimination (Point-biserial corr.)
1	1	.90	.23
2	2	.69	.29
3	4	.61	.34
4	5	.82	.48
5	6	.74	.48
6	8	.57	.35
7	9	.27	.20
8	10	.54	.35
9	13	.61	.40
10	14	.46	.40
11	15	.76	.30
12	16	.84	.36
13	17	.36	.48
14	19	.44	.38
15	20	.37	.32
16	21	.47	.32
17	22	.37	.36
18	24	.58	.48
19	25	.74	.41
20	26	.29	.23
21	27	.74	.50
22	28	.71	.54
23	30	.47	.50
24	31	.44	.53
25	32*	.24	.13
The Test Statistics	Number of Items		25
	Number of Cases		215
	Mean		14
	SD		4.31
	Skewness		.24
	Kurtosis		.72
	Minimum		3
	Maximum		23
	SEM		2.18
	Mean P		.56
	Mean Item-Total		.37

As the last point, all of the items have been investigated for their objectives and it has been concluded that the test is appropriate to use in this study. As an important issue,

difficulty of the test has been found as appropriate for the level of the students due to the approximation of .56 value to .60 as expected reference value (Gronlund & Linn, 1990). Final items and corresponding objectives can be seen in Table 11.

Table 11. Table of specifications for the items of final form of cell content knowledge test

Objectives	Items
1.Explaining common characteristics of livings	1, 2, 4
2.Indicating organic and inorganic compounds in structure of livings	5, 6, 8
3.Explaining historical development of the studies on cell subject and explaining cell theory.	9, 10, 13
4.Comparing the models of cell membrane and their developmental stages.	32
5.Explaining how particles pass through cell membrane and giving examples on the explanations	17, 19, 20
6.Explaining structure of cell and functions of different components of the structure by using cell model	14, 15, 16
7.Comparing prokaryotic and eukaryotic cells and giving examples for these categories	21, 22, 24
8.Comparing the characteristics of plant and animal cells	25, 26, 27, 28
9.Explaining cellular organisation and specifications in unicellular, colonial and multicellular organisms by using examples	30, 31

By inspecting purpose, objectives, validity parameters, reliability, difficulty and discriminating power of the test, it has been concluded that the test is useful and appropriate for the purpose of this study. The content knowledge test can be seen in Appendix G.

3.5. Treatment

In the study, three of the instruments and personal information questionnaire have been applied to the participants in all of the groups before the applications. These instruments are “VNOS-C questionnaire”, “Nature of Science Literacy Test” and “Cell Content Knowledge Test”. Then, 4 (17%) students have been selected from each group and follow-up interviews have been conducted with them to establish

face validity of the answers to VNOS-C. After the applications of the instruments and the follow-up interviews, the intervention has been begun. After the intervention, “Cell Content Knowledge Test”, “VNOS-C Questionnaire” and “Nature of Science Literacy Test” have been applied as post-tests and then “follow-up interviews” have been done with different 4 randomly selected participants of each group from previously interviewed participants. This way is chosen to provide more representative understandings for the participants and to provide evidence on face validity of answers on VNOS-C questionnaire. In this study, the following NOS aspects as recommended by the literature have been focused. They are “tentativeness”, “empirical basis of science”, “distinction between observation and inference”, “role of creativeness and imagination”, “subjectivity”, “no hierarchy between theory and law” and “no universally accepted one way to do science” (Khisfe & Abd-El-Kahlick, 2002; Khishfe & Lederman, 2006). These aspects are frequently cited problematic aspects for high school students (Khisfe & Abd-El-Kahlick, 2002; Khishfe & Lederman, 2006; Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002; McComas, 1998, p.53-70). The sequence of the intervention titled as “the EER based NOS instruction” can be seen in Table 12.

Table 12. Content and sequence of “explicit-embedded-reflective NOS instruction”

Sequence/ Time	Subject of the “Cell” Unit	Sequence	NOS Activity	Target NOS Aspects
1 /2 hr	Basic compounds in livings	1 hr for content 1 hr for NOS	*Introduction of content knowledge and NOS aspects	*All of seven aspects
2/1 hr	History of liveliness and views on it	25 min. for content 20 min. for NOS	*giving examples from content with activities *making discussion *reflection on examples on the	One way to do science

Table 12 (Continued)

			content	
			*explicitly explaining the aspects	
3/1 hr	Common characteristic s of livings	30 min. for content 15 min. for NOS	*giving examples from content with activities *making discussion *reflection on examples on the content *explicitly explaining the aspects	Observation and inference
4/2 hr	Organic and inorganic compounds in livings	60 min. for content 30 min. for NOS	*giving examples from content with activities *making discussion *reflection on examples on the content *explicitly explaining the aspects *explicitly evaluation of the learners on the aspects	Empirical basis
5/2 hr	Cell theory	60 min. for content 30 min. for NOS	*giving examples from content with activities *making discussion *reflection on examples on the content	Hypothesis, theory and law

Table 12 (Continued)

			*explicitly explaining the aspects	
6/2 hr	Cell model	60 min. for content 30 min. for NOS	*giving examples from content with activities *making discussion *reflection on examples on the content *explicitly explaining the aspects	Creativeness and imagination
7/1 hr	Cell membranes	20 min. for content 25 min. for NOS	*giving examples from content with activities *making discussion *reflection on examples on the content *explicitly explaining the aspects	Tentativeness
8/2 hr	Prokaryotic and Eukaryotic cells and Plant and Animal cells	60 min. for content 30 min. for NOS	*giving examples from content with activities *making discussion *reflection on examples on the content *explicitly explaining the aspects	Subjectivity
9/1 hr	One cell, colony,	25 min. for content	*giving examples from content with	Observation and inference

Table 12 (Continued)

multicellular organisms	20 min. for NOS	activities *making discussion *reflection on examples on the content *explicitly explaining the aspects *explicitly evaluation of the learners on the aspects
----------------------------	--------------------	---

As presented in Table 12, the EER based NOS instruction has included conducting activities in which embedding NOS aspects into content, asking discussion questions about the aspects, then, doing reflection activity on the aspects found in the embedded examples into the content, and explicitly explaining of the aspects by researcher to the students in collaborative groups have been done. The applications on NOS teaching can be seen in Appendix M. In the process of the treatment, teacher has made two assessments with open-ended questions (see Appendix J and K) for explicitly evaluating the aspects of NOS to check situation for the objectives determined at the beginning. The whole process written above is related to treatment groups. In the comparison group, the researcher has prepared power point presentations on the aspects of NOS and the aspects have been taught by using common approach including lecturing, demonstration and question-answer. During the lecturing, the researcher has asked questions including “what and which” questions and the participants have answered these questions in their collaboration groups. The time for each lecturing on the aspects of NOS in comparison group are the same for NOS activities made in the treatment groups. As differently from the experimental treatment, any assessment on the aspects has not been done in comparison group. The teacher has explained content first, and then the researcher has explained the aspects of NOS with the same approach used for the content. In the comparison group, the objectives on the aspects of NOS have not been set and any

assessment expectation as in common classrooms has not been indicated. Detailed processes of teaching in the groups will be explained in the following three titles.

3.5.1. Process of Teaching Cell and Cellular Organisation Unit

For teaching the content of cell and cellular organisation in both comparison and treatment groups, the teacher has been using common techniques including “lecture”, “question-answer” and “demonstration”. These techniques have also been indicated as common ways of teaching biology by biology teachers in Turkey (Atıcı & Bora, 2004). All of the lessons have been provided in one biology lab in which the students have been seating at their chairs and there is one table for each group. In the lab, there is a computer, projection and television to use, but the teacher has not preferred to use these means. The basic plan of the laboratory can be seen in Figure 3.

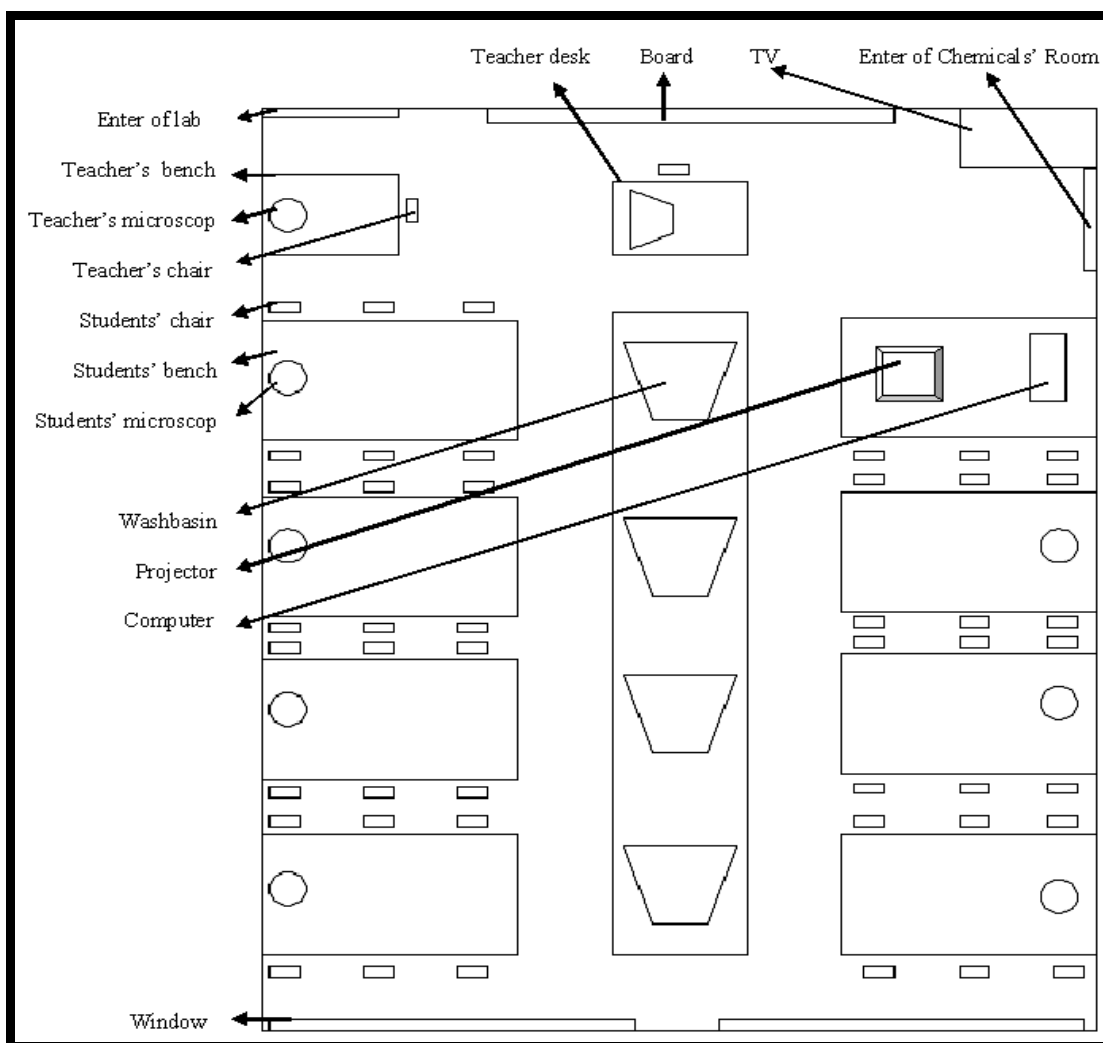


Figure 3. The basic illustration of the laboratory.

Two one-hour examples for the process of a teaching on cell and cellular organisation unit are illustrated in the following sentences.

The teacher has been teaching the subject of “basic compounds in livings”. At the beginning of the lesson, the teacher has presented the outline of subject of the lesson and she has begun to give lecture on the subject without using any presentation means such as PowerPoint or other ways providing visual support. The students’ faces have been looking to the teacher who has been in front of the class and board. The teacher has introduced the subject by emphasizing important points to learn for the students. The students have been taking notes without asking any question. Then,

the teacher has drawn a chart on the board about classification of compounds found in a living. After her drawing, she has begun to demonstrate how the compounds written on the board are classified as inorganic and organic. She has stated that there are acids including carbon in livings although acids and bases are explained under the title of inorganic compounds. The teacher has provided acetic acid, lactic acid and amino acids as examples of organic acids found in livings. Meanwhile, the teacher has warned the students to take into account this situation for their future nation-wide examinations. The teacher has not changed her position during the whole class period. Then, the students have asked some questions and the teacher has provided answers for their questions. Then, she has also asked questions to the students and gave an assignment about the subject. The teacher has stated that every student should provide a summary on the subject taught. Then, the teacher has completed the lesson by stating the subject of the following lesson.

As another example for teaching process of cell and cellular organisation unit; “common characteristics of livings” has been introduced as the topic of lesson by the teacher first. Then, the teacher has begun to give lecture about the subject by stating frequently that “this is very important part of the topic I present now”. During the lecture, some students have tried to ask questions and some of them have complained about the fast lecture. The teacher has answered the questions in short sentences without providing detailed feedback. Then, she has noticed and stated that “I will be slow after that point, I can understand you”. The teacher has listed the basic common characteristics of livings on the board when talking about them. The listed characteristics are “reproduction, digestion, respiration, possession of organisation, nutrition, giving response to stimuli, excretion, dying, and movement”. The teacher has been explaining these characteristics by linking them into the process of life and relationship between them. The teacher has been giving importance to the differences between breathing and respiration, difference between passive movement and active movement, importance of digestion, excretion and nutrition for metabolism. The teacher has drawn figures of bacteria and eukaryotic cell to show how nutrition and excretion occur in uni-cellular livings. Similarly, the teacher has presented the difference between breathing and respiration by drawing a figure showing lungs,

blood vessels and exchange between them. The teacher has used demonstration techniques by utilizing these figures. Finally, the teacher has explained the subject of other lesson and completed the teaching activity.

3.5.2. Process of Teaching the Aspects of Nature of Science in the Treatment Groups

In the treatment groups, the teacher has been teaching cell and cellular organisation unit at the first part of a lesson and the researcher has been applying nature of science activities to the students at the second part of the same lesson. For teaching the NOS aspects related to corresponding biology content, the researcher has been making activities by integrating them into the content after the basic content teaching. All of NOS activities are embedded into the content of cell and cellular organisation unit taught just a moment ago. In the treatment groups, all of the lessons have been partitioned into two parts as content teaching and NOS teaching parts. The content teaching part has been including activities described in the section of “process of teaching cell and cellular organisation unit” while NOS teaching part has been covering collaborative activities (4 or 5 members for each group) at the frame of the EER teaching approach. At the beginning of NOS teaching part, the researcher has introduced the subject (NOS aspect) as a different title to learn. In each classroom of the treatment groups, there have been 5 groups constructed by student-selection process to study on the subject. The students have been studying on NOS activities with their group’s members. The researcher has only been providing guidance and organisation of answers coming from the groups during the group studies. After completion of the activities by the students, the researcher has been asking discussion questions about related NOS aspects by citing to answers given by the students during the activities. The discussion section has been conducted in whole-class format. After the discussion, the researcher has provided a short explicit lecture on related aspect of NOS. Then, the researcher has asked the students to make reflection by using their reflection paper frame (see Appendix N). In addition to these basic activities, there are some other differences in the treatment groups from the comparison group. First of all, teaching of NOS has been explicitly included in the

lesson plans of the treatment groups (see Appendix A). As another point, the students' improvement on the learning nature of science aspects has been explicitly measured by testing after the activities (Appendix J and K).

3.5.3. Process of Teaching the Aspects of Nature of Science in the Comparison Group

In the comparison group, the partition of a lesson into two parts as content teaching and NOS teaching parts has also been provided by the researcher to balance time for the experimental design. But, there is no intentional planning for teaching NOS in the comparison group and embedding the NOS aspects into the content of cell and cellular organisation unit is not a case for the comparison group activities. In the comparison group, the content has been taught in the same way described in the section titled as "process of teaching cell and cellular organisation unit". For teaching NOS, the researcher has similarly provided lecture and question-answer activities without stating the NOS subjects as different titles to learn. In the comparison group, the students have also studied collaboratively in 5 groups, but the main purpose of the groups is to answer the questions provided by the researcher during his lecture. The types of the questions provided by the researcher in the comparison group have been including "what and which questions". These types of the questions do not have any reflective power as a different case from the treatment groups. Again, the aspects of NOS have not been measured by any intentional attempt in the comparison group. In addition to these, the NOS activities in the comparison group have not been including any discussion and reflection part.

3.6. Preparation of Nature of Science Activities

The NOS activities used in this study are prepared by the researcher following the steps presented below;

1. Deciding about which the NOS aspects should be included in the study by investigating the available literature;

The investigation of the literature has resulted in seven aspects recommended as appropriate to the K-12 education by Khishfe and Lederman (2006), Khisfe and Abd-El-Khalick (2002), Lederman, Abd-El-Khalick, Bell and Schwartz (2002).

2. Making decision about operational definition and frame of the EER based NOS teaching by investigating the available literature;

As a result of the investigation, it has been found that the following sentences have been framing the operational definition of the activities;

- a. NOS ideas should be considered as an explicit part of planned instruction.
- b. Attention of students should clearly be drawn to the NOS aspects.
- c. Students should also be active, mentally engaged and must reflect upon the NOS aspects.
- d. Choosing one of the active, student-centered pedagogical approach recommended by NOS literature.
- e. There should be effective scaffolding between de-contextual and contextual NOS experiences.
- f. Teachers should monitor students' progress (Abd-El-Khalick & Akerson, in press; Kruse, 2008).

3. Investigating the activities prepared before;

The activities presented by Abd-El-Khalick (2002) and Lederman and Abd-El-Khalick (1998) have been examined and it has been found that the activities prepared by Lederman and Abd-El-Khalick (1998) are generic while the activity of Abd-El-Khalick (2002) is related to the science content out of biology.

4. The analysis of the content on cell and cellular organisation unit in which the NOS activities will be embedded.
5. The selection of one of the seven aspects for each subject of the cell and cellular organisation unit by deciding about appropriateness of the aspect for the content;

In this phase, the concepts, content and key words related to scientific processes and investigation have been considered. For example; “no

hierarchy between theory and law” aspect has been found to be appropriate to embed into the subject of “cell theory” since the “theory” keyword and the content of the subject have provided appropriate frame for embedding.

6. Planning and preparation of the activities;

The activities have been thought by researcher except for only one activity including “cube observation” related to the subject of “common characteristics of livings”. This activity has been prepared by using the cube activity of Lederman and Abd-El-Khalick (1998) as a frame.

7. Getting opinions of two independent experts on nature of science about the activities (see Appendix P).

The process of expert opinion phase and following revisions are presented under the following title.

3.7. Expert Opinions on the NOS Activities before the Application

For evaluation of the activities before their application, two independent experts who have been studying on NOS have been asked for their opinions on usability of the activities with advanced science students. One of the experts has an experience of one-year on research about nature of science and studying on the subject as PhD dissertation subject while the expert has been working in faculty of education for three years. The main research field of the first expert is related to the NOS aspects in social studies education. The second expert has been studying on NOS as PhD dissertation subject and has national and international articles on the subject. The second expert has also experience of three-year period in faculty of education and has been studying on the subject for one and half year. The main research field for the second expert is related to NOS teaching in science classrooms. The experts have been requested to use 5-point Likert type scale (1= completely disagree, 5= completely agree) and a blank space to indicate their own opinions on the activities. The scale can be seen in the Appendix P. The results of the ratings have been gathered and categorized. Then, correlation between the ratings of two raters has been calculated. As a result of correlation analysis for their ratings, it has been found that there is a statistically significant relationship between the ratings of two

independent experts on all of the activities ($r=.17$, $p<.05$). To investigate more detailed aspects of the activities, mean values for each activity have been calculated (see Table 13).

Table 13. Mean values on the ratings of each expert for each activity proposed for the treatment groups

Activities	Experts	
	Expert 1	Expert 2
Activity 1	3.6	4.6
Activity 2	3.5	4.5
Activity 3	3.5	4.6
Activity 4	3.8	4.6
Activity 5	3.4	4.5
Activity 6	3.2	4.6
Activity 7	3.6	4.5
Activity 8	3.8	4.6
Activity 9	3.8	4.6

It has been found that there have been two lower means than the value of “agreement” (3,5). These two means have been gathered from the ratings of the first expert on activity 5 and 6. The reasons for these ratings have been asked to the expert and it has been seen that there has been a need to add more discussion and reflection part to the activities to increase their appropriateness to the proposed teaching approach. After the critics of the expert, required changes in the activities to provide more discussion and reflection have been made (see Appendix M).

3.8. Characteristics of the Teacher

The teacher who has conducted the applications on the content is a 44-year old, and female. She has graduated from biology department of science and art faculty and has not taken any course on history, epistemology and philosophy of science and participated in any seminar or activity related to them. The teacher has 18-year period of experience on teaching at the level of high school and has been working for eleven years in the school where the study has been conducted. She has been following periodicals about popular science issues and reading about history and

biology. The most interesting subjects for her are systems, heredity and social behaviors in animals. The teacher has been very willing to participate in and help for the study.

3.9. Characteristics of the Researcher

The researcher who has conducted the applications on NOS is a 28-year old male. He has graduated from biology education department of education faculty and has gained a master degree from the same department. The researcher has taken courses on history, epistemology and philosophy of science and participated in seminars or activities related to them. At the same time, he has been actively reading on NOS. The researcher has 5-year period of experience in faculty of education. He has been following periodicals about popular science issues and reading about history, philosophy and biology. The most interesting subjects for him are biotechnology, genetics and animal behavior in biology. The major study field of the researcher is epistemology and philosophy of biology for teaching.

3.10. Data Analysis

There are two different data sets in this study, so two different approaches of data analysis on the dependent variables have been utilized in this study. The qualitative data analysis is interpretive in nature and focuses on the meanings that participants gave to the aspects of NOS. Analysis approach used by Khishfe and Abd-El-Khalick (2002) has been utilized by establishing profiles of the participants on the aspects with using an analysis form structured based on the statements provided by Lederman et al. (2002), Khishfe and Lederman (2006), Khishfe and Abd-El-Khalick (2002) and McComas (1998). The analysis form can be seen in Appendix S. The qualitative data have been provided by answers to VNOS-C questionnaire and follow-up interviews.

The purpose of making interviews after VNOS-C application is to provide evidence for face validity of the answers to VNOS-C questionnaire. In addition to check face

validity of VNOS-C answers by follow-up interviews, as another strategy to increase trustworthiness of the interpretations on the VNOS-C data, the main researcher and another independent researcher out of the main researcher of this study have also analyzed random sample (40%) of the answers to VNOS-C in each group. The agreement between the two researchers has been found as 79% for pre-questionnaire answers and 85% for post-questionnaire answers. The analysis form used in this study has involved the categorization of students' responses into "Naive (N)", "Transitional (T)", "Expert (E)", or "Not Applicable (NA)" for each NOS aspect. In this way, it has to be explained that each of the seven NOS aspects has been targeted in more than one item in the questionnaire. For categorization of a participant's view on the any aspect as expert, each individual has to provide evidence of an informed view in all of the answers to the items. A view has been categorized as naive if the participant can not exhibit any informed view of the targeted aspect of NOS in response to any item in the questionnaire. If any participant has demonstrated expert views in response to some but not all items, then the view has been categorized as transitional. Apart from these, it is important to note that some participants have demonstrated expert views of the targeted aspect of NOS in response to three items, other participants might present expert views in response to two items, and another participant might show expert views in response to only one item. In addition, some answers might include data which can not be categorized, this type of data is categorized as "not applicable". The categories and corresponding criteria can be seen in Table 14. The use of the analysis form is an indication of conservative analysis approach of the study. To compare the groups, frequencies and percentages of the participants in each category have been investigated for pre-treatment and post-treatment data.

Table 14. Categories used in the study and corresponding criteria for categorization

Catergory Label	Criteria of Category
Expert	Providing informed views about an aspect in all of the answers to all fo the items
Naïve	Providing naïve views about an aspect in all of the answers to all fo the items
Transitional	Providing both naïve and expert views about an aspect in the answers to all fo the items
Not Applicable	Not providing any answer that can be categorized on any aspect

For the analysis of quantitative data in this study, four paired sample t-tests and two one-way MANOVAs have been used. To test effectiveness of the methods for both groups separately, paired samples t-tests on two dependent variables (content knowledge and scientific literacy level) have been conducted by considering each group as a unit of analysis. One-way MANOVA has been utilized to compare the groups in terms of content knowledge level and scientific literacy level. For adjusting desired alpha level (.05) for all of these six statistical analyses, Benferroni adjustment procedure (desired alpha / number of hypothesis to be tested for each unit of analysis) has been applied to .05 and (0.05/6) .008 has been concluded to be appropriate level of alpha for paired t-tests and one-way MANOVAs. One-way MANOVA has been chosen for the study due to the equality of the groups at the beginning of the study in terms of the pre-tests and OKS scores. At the same time, analysis of covariance has been criticized by Tabachnick and Fidell (2007; 200) that sources of bias in covariance analysis are many and subtle, so this situation can produce over or under-adjustment of dependent variable. They have also added that there are limitations to generalizability in covariance analysis; generalization can be made on only the populations from which a random sample is taken. Therefore, non-random experimental studies require more attention to choose statistical technique for analysis. The equality of groups on pre-measurement and critics on use of analysis of covariance in non-randomized samples have been accepted as evidence to choose MANOVA to compare post-test data on the content knowledge and scientific literacy level so it has been concluded that there is no need to control pre-

existing difference between the groups in terms of pre-measurements and OKS scores. For all of the analysis, the measurements on Treatment group I and Treatment Group II have been combined into one “treatment group score” and used in the analyses. Therefore, two groups as the treatment and the comparison have been units in all of the analyses conducted. Before the analyses, missing data and outliers have been checked and it has been seen that there is only one missing value for both post-tests on the content knowledge and scientific literacy in comparison group. In addition, 5 outliers in whole data set have been detected. The outliers have been eliminated and then all of the natural missings and the missings after eliminating the outliers have been replaced with series mean. This way has been chosen, since all numbers of the missings are under %10 of all data set. As another point, “d” values for paired samples t-tests and partial η^2 for MANOVAs as effect sizes have been utilized in this study.

3.11. Treatment Fidelity

In the study, the applications on the content of cell and cellular organisation unit have been conducted by regular classroom teacher in all groups while NOS teaching have been done by the researcher due to indication of low self-efficacy by the teacher to provide appropriate examples on the aspects during the presentations and activities. The teacher has been trained during two weeks before the treatment to provide fidelity, but after the training the teacher has stated that she could not teach on the NOS aspects in line with the plan provided since she has not trusted herself to provide appropriate examples on the aspects. Therefore, the activities on the NOS aspects have been conducted by the researcher. The researcher has prepared a handout explaining theoretical foundations of the applications (see Appendix C) and a guide to proceed in the instruction (Appendix B) to increase treatment fidelity. In addition to these applications, one observation checklist for the EER teaching has been prepared to provide evidence for treatment fidelity by using the definitions of Lederman (2007), Khishfe and Abd-El-Khalick (2002), Khishfe and Lederman (2006), Lederman (1998) and Akerson and Volrich(2006) on the EER teaching (see Appendix F). Then, the teacher and different two individuals as independent

observers have been asked to observe the teaching on the NOS aspects by the researcher. In total, six hours for the comparison group have been observed while total eight hours of experimental group studies have been observed during the study. Observation checklist items can be seen in the Table 15 and Appendix F. The results on the ratings of the teacher have shown that the researcher has provided important components of the EER teaching in both of the treatment groups. The results on observations for each group of this study can be seen in Table 15 and 16.

The ratings of the observers have been ranging from 1 to 3; 1 is for “No”, 2 is for “Not enough” and 3 is for “Yes”. For the purpose of this study, calculated means are converted into whole numbers to establish concrete categories, so the following scale has been showing the relationship between the categories and numbers.

1-1.4 \Rightarrow NO 1.5-2.4 \Rightarrow NOT ENOUGH 2.5-3 \Rightarrow YES

Table 15. The ratings of the independent observers on the activities conducted in the treatment groups

Items	Mean of All Ratings	Category
The objectives about the nature of science are explicitly included in lesson plans	3	YES
The subjects of the nature of science aspects are taught as separate titles from the unit content in lessons	2,5	YES
The development of the students on the aspects of nature of science is deliberately evaluated	2,8	YES
The aspects of nature of science are taught by incorporating them into the unit content taught in the same lesson	2,9	YES
The students have been studying on the activities on the nature of science aspects as different activities from the applications on the unit content	2,7	YES
The teacher has been explicitly informing the students that he or she has been teaching the nature of science aspects	2,8	YES
During the lesson, the students have been asking questions about the nature of science aspects	2,7	YES
During the lesson, the students have been taking notes about the nature of science aspects	1,9	NOT ENOUGH
During the lesson, the students have been making explanations about the nature of science aspects	2,9	YES
During the lesson, the students have been discussing about the nature of science aspects	3	YES
During the lesson, the teacher have been making explanations about the nature of science aspects	2,9	YES
At the end of the lesson, the students have been making “reflection” on their previous understandings and current understandings about the nature of science aspects	3	YES
Total number of observed lessons	Eight Hours (57%)	

Table 15 has shown that observation of the activities by an independent observer has yielded a more complete picture about real situations in the classrooms. According to the table, the students have not taken any notes about the NOS aspects while they actively participated in the prepared activities in the treatment groups.

Table 16. The ratings of the independent observers on the activities conducted in the comparison group

Items	Mean of All Ratings	Category
The objectives about the nature of science are explicitly included in lesson plans	1	NO
The subjects of the nature of science aspects are taught as separate titles from the unit content in lessons	2,7	YES
The development of the students on the aspects of nature of science is deliberately evaluated	1,7	NOT ENOUGH
The aspects of nature of science are taught by incorporating them into the unit content taught in the same lesson	1	NO
The students have been studying on the activities on the nature of science aspects as different activities from the applications on the unit content	1,8	NOT ENOUGH
The teacher has been explicitly informing the students that he or she has been teaching the nature of science aspects	1,5	NOT ENOUGH
During the lesson, the students have been asking questions about the nature of science aspects	2,5	YES
During the lesson, the students have been taking notes about the nature of science aspects	1,3	NO
During the lesson, the students have been making explanations about the nature of science aspects	3	YES
During the lesson, the students have been discussing about the nature of science aspects	3	YES
During the lesson, the teacher have been making explanations about the nature of science aspects	3	YES
At the end of the lesson, the students have been making “reflection” on their previous understandings and current understandings about the nature of science aspects.	1	NO
Total number of observed lessons	Six Hours (85%)	

Table 16 has indicated that the participants in the comparison group have not explicitly been evaluated on the NOS aspects in line with no planning on NOS teaching. At the same time, the researcher has not incorporated related aspects of NOS into content knowledge while he has not informed the participants about the NOS aspects as a separate topic of the lesson. As another difference seen in Table,

any reflection activity on the NOS aspects after discussion have not been done by the researcher. The two tables on observations have provided important evidence on the difference between the processes in the groups. One important point to be inferred from these observations is that the participants in the comparison group also have made explanations and discussions as similar to the participants in the treatment groups. These two activities; explanation and discussion are very hard to control, especially in the groups including advanced students. Because, asking challenging questions, making discussions and explanations are the most important characteristics which are carried into the science classrooms by them (Park & Oliver, 2009).

3.12. Threats to Internal Validity of the Study

The interpretation of the results in this study depends on effects of threats to internal validity of the study. As the first, selection bias has been checked by considering their OKS scores and pre-test results and it has been found that there is no difference between the groups in terms of these variables. At the same time, over 90% of the participants have not been enrolled in any activity related to epistemology of science or NOS. For maturation effect, it can be said that the time for and sources to improvement of the participants by their own common ways are very limited, and also the groups have been presenting differences on the dependent variables on post-tests. If maturation effect is in case, both of the groups will have been the same with or similar to each other on the post-tests after the treatments. In addition, there has been no important event related to the dependent variables of the study and application process, so no history effect has affected the study during seven weeks.

As a different type of the threats, instrumentation effect has been controlled by using the same items, application order of the instruments and same data collector in both applications. Another consideration related to instrument application, seven weeks have been accepted as enough to prevent the testing effect. Due to the formal restrictions, the instruments have not been applied to another group as only post-test to check testing effect. Again, experimenter bias has been prevented by the way in which three independent observers have observed the applications in both of the

groups. In addition, no participants in both of the groups except for only two of the comparison group members have participated in all applications and data collection processes. Therefore, mortality effect has not been experienced.

As one of the most important advantages of the design, use of comparison group has been providing a control over history, maturation, testing, instrumentation and regression effects. In this situation, it is accepted that these threats have been affecting both of the groups in a similar way.

3.13. Limitations of the Study

- (1) The interaction effect between application and instrument might be a limitation in this study.
- (2) Lack of random assignment in the study might be a limitation for generalizability.
- (3) The activities prepared by the researcher have not been piloted due to the time restriction so the expert opinions have been used as basic evidence to go further. This might be another limitation of the study.

3.14. Delimitations of the Study

- (1) The kind of the school might limit generalizability of the study.
- (2) The limited number of sub-topics interested in the study might be effective in terms of generalizing the results.
- (3) The time for the applications (7 weeks) might be a limitation for this study. Because the longer the study lasts, the clearer data are gathered.

CHAPTER 4

RESULTS

Under this title, the results of the study are presented in three sections including the results for the treatment groups, the comparison group and difference between the groups. The sections include quantitative statistical results and the results on participant profiles in terms of the NOS aspects. After the presentation of the results in each section, the results are discussed with relevant literature under the same titles.

4.1. Results on the Treatment Groups

The results regarding to the treatment groups on content knowledge, scientific literacy and NOS understandings are presented below.

4.1.1. Results on Change in Content Knowledge and Scientific Literacy

In the analysis of the data for effectiveness of the method on gaining the content knowledge on cell and cellular organisation unit and scientific literacy, paired samples t-test has been utilized (N=47). Before conducting paired samples t-test, normality and descriptives of the data have been checked. The normality of the data has been checked by investigating Kurtosis and Skewness values and the values between -1 and +1 have been accepted as having normal distribution. The results can be seen in Table 17.

Table 17. The results on normality of the data on content knowledge and scientific literacy tests in the treatment groups

Measurement	N	Mean	SD	Kurtosis	Skewness
Pre-test on content knowledge	47	10.83	2.40	.94	.06
Pre-test on scientific literacy	47	19.32	1.92	.19	.22
Post-test on content knowledge	47	14.35	2.72	.24	.77
Post-test on scientific literacy	47	20.24	2.07	.27	.07

As seen in Table 17, there are no skewness or kurtosis values above -1 and +1. This means the data on content knowledge and scientific literacy do not violate normality assumption. After the check of normality, paired samples t-tests for each dependent variables have been conducted. The results of t-tests can be seen in Table 18.

Table 18. Paired t-test results on the difference between pre-tests and post-tests on content knowledge and scientific literacy in the treatment groups (N=47).

Pair	Mean Difference	SD of Mean Difference	Mean of Standard Error	t	df	p	d
Pre-test and Post-test on content knowledge	3.52	3.07	.45	7.86	46	.000	1.15
Pre-test and Post-test on scientific literacy	.91	2.12	.31	2.97	46	.005	.43

Note: Bonferroni adjustment sets alpha as .008

The results on the content knowledge and scientific literacy have shown that the EER approach is effective to increase scientific literacy levels of ninth grade advanced science students ($p < .008$) while the approach is also not an obstacle to learn content knowledge by common ways of teaching ($p < .008$). Therefore, both hypothesis 1 and hypothesis 2 have been rejected. The effect sizes have been calculated by using the formula; “ $d = \text{Mean Difference} / \text{Standard Deviation of Mean Difference}$ ” as recommended by Green and Salkind (2002). For the interpretation of the effect sizes,

.2, .5 and .8 values have been used for small, medium and large effect sizes (Green & Salkind, 2002). As seen in Table 17, the effect size on the difference between scores of the participants on content knowledge is large while the effect size on the difference between scores of the participants on scientific literacy is small.

4.1.2. Results on Change in NOS Understandings of the Participants in Treatment Groups

Under this title, understandings of the participants in the treatment groups about the NOS aspects before and after the implication are presented.

Table 19. Percentages and frequencies of expert, transitional and naive views of the target NOS aspects for the explicit-embedded-reflective group participants before instruction

Explicit-embedded-reflective Group (N= 47)	Targeted NOS Aspects													
	One Method in Science		No Hierarchy Between Theory And Law		Difference between Observation and Inference		Subjectivity in Science		Creativity and Imagination in Science		Tentative NOS		Emprical Basis of Science	
	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f
Expert	0	0	0	0	0	0	15	7	42	20	30	14	26	12
Transitional	11	5	2	1	38	18	66	31	33	15	68	32	42	20
Naïve	83	39	96	45	58	27	19	9	21	10	2	1	26	12
Not Applicable	6	3	2	1	4	2	0	0	4	2	0	0	6	3

As seen in Table 19, majority of the participants in the treatment groups are naive in terms of “existence of one method in science”, “no hierarchy between law and theory” and “difference between observation and inference” while majority of them have expert views on “role of creativity and imagination in science”. The participants are in transitional phase in terms of “subjective NOS”, “tentative NOS” and “empirical basis of science” aspects.

Table 20. Percentages and frequencies of expert, transitional and naive views of the target NOS aspects for explicit-embedded-reflective group participants after instruction

Explicit-embedded-reflective Group (N= 44)	Targeted NOS Aspects													
	One Method in Science		No Hierarchy Between Theory And Law		Difference between Observation and Inference		Subjectivity in Science		Creativity and Imagination in Science		Tentative NOS		Emprical Basis of Science	
	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f
Expert	7	3	23	10	14	6	64	28	89	39	84	37	59	25
Transitional	14	6	16	7	50	22	36	16	11	5	14	6	23	10
Naïve	75	33	43	19	34	15	0	0	0	0	2	1	16	7
Not Applicable	4	2	18	8	2	1	0	0	0	0	0	0	2	1

The results presented in Table 20 have shown that the EER teaching is effective to increase understandings of academically advanced science students on certain NOS aspects. In spite of the existence of naïve understandings in majority of the participants on “existence of one method in science” and “no hierarchy between law and theory” aspects, the majority of the participants have gained expert views on “role of creativity and imagination in science”, “tentative NOS”, “subjective NOS” and “empirical basis of science”. At the same time, majority of the participants’ understandings on “difference between observation and inference” have changed from naïve to transitional. Moreover, number of the participants categorized as naïve on “existence of one method in science” and “no hierarchy between law and theory” aspects has decreased.

The following excerpts have been illustrating the naïve understandings of the participants in the treatment groups on the different aspects of NOS at the beginning of the study. At the end of the sentences, parantheses have been showing location of the excerpts. The first indicator in the parantheses refers to the focused aspect of NOS; second one is for participant number; third indicator refers to measurement from which the excerpts are drawn while fourth indicator shows question number in VNOS-C.

“An experiment is required [for development of scientific knowledge]. Because absoluteness of knowledge can only be provided by experiments” (One method myth in science, St 16, Pre- VNOS-C, Q3).

“A scientific theory is form of unproven event while a law is about an unchanging event (everybody accepts it)” (Hierarchy between law and theory, St 23, Pre- VNOS-C, Q5).

“Scientists use microscop to prove these [structure of atom]. By using this way, everybody can see it [atom]” (Difference between observation and inference, St 11, Pre- VNOS-C, Q6).

“Laws are universal and they are not tentative anywhere, but theory can be changed and can not be believed in different places” (Tentativeness, St 2, Pre- interview).

“[Religion and philosophy] do not use evidence. But, observation is included in them. For example; there are religions and philosophies which can make transfer by observing other religions” (Empirical basis of science, St 2, Pre- interview).

“ [Creativity and imagination] are not used. In experiments and researches, creativity does not occur. In research and experiments, there is a result and this result is fixed and objective whatever you make [something] by creativity and imagination” (Creativity and imagination in science, St 15, Pre- VNOS-C, Q10).

“One of the researchers who used the same data, but reached to different results failed. One of them will be eliminated over time” (Subjectivity, St 11, Pre- VNOS-C, Q8).

The following excerpts have been illustrating the expert understandings of the participants in the treatment groups on the different aspects of NOS at the end of the study. Similar to previous sentences, parentheses have been showing location of the excerpts. The first indicator in the parentheses refers to the focused aspect of NOS; second one is for participant number; third indicator refers to measurement from which the excerpts are drawn while fourth indicator shows question number in VNOS-C.

“Science is a way of knowing. It is based on experiments and evidence. Difference of it from religion and philosophy is that it includes evidence-based nature. Religion and philosophy are based on personal beliefs” (Empirical basis of science, St2, Post- VNOS-C, Q1).

“Scientists use their creativity and imagination. If they do not use their creativity and imagination, they will have reached the same results. But, atom models were established and designed as different models” (Creativity and imagination in science, St24, Post- VNOS-C, Q10).

“Development of scientific knowledge requires being proven by different methods. Experiment is only one method among them” (One method myth in science, St19, Post- VNOS-C, Q10).

“[To make definition of species], making observations are not enough. Both observation and inference are required to

do such a definition” (Difference between inference and observation, St12, Post- interview).

“Scientists have different personalities. They have different educational backgrounds. Therefore, they comment differently on the same data” (Subjectivity, St6, Post- VNOS-C, Q8).

“All of the accepted theories did not remain same over time. Because we are changing knowledge learned before by adding something to it. So, theories are tentative. Laws are also tentative” (Tentativeness, St12, Post- interview).

“In fact, there is no hierarchy between theories and laws in terms of priority. They have different meanings” (Hierarchy between theories and laws, St1, Post- VNOS-C, Q5).

4.2. Results on the Comparison Group

The results regarding to the comparison groups on content knowledge, scientific literacy and NOS understandings will be presented below.

4.2.1. Results on Change in Content Knowledge Level and Scientific Literacy

In the analysis of the data for effectiveness of the method on gaining content knowledge on cell and cellular organisation unit and scientific literacy, paired samples t-test has also been utilized in the comparison group (N=24). Before conducting paired samples t-test, normality and descriptives of the data have been checked for the group. The normality of the data has been checked by investigating Kurtosis and Skewness values and the values between -1 and +1 have been accepted as having normal distribution. The results can be seen in Table 21.

Table 21. The results on normality of the data on content knowledge test and scientific literacy test in the comparison group (N=24)

Measurement	Mean	SD	Kurtosis	Skewness
Pre-test on content knowledge	10.39	2.34	.03	.20
Pre-test on scientific literacy	17.83	3.47	.65	.60
Post-test on content knowledge	12.04	3.08	.27	.14
Post-test on scientific literacy	19.57	1.79	.95	.12

As seen in the table, there are no skewness or kurtosis values above -1 and +1. This means the data on content knowledge and scientific literacy do not violate normality assumption. After the check of normality, paired samples t-tests for each dependent variables have been conducted for the data of the comparison group participants. The results of t-tests on the scores of the comparison group students can be seen in Table 22.

Table 22. Paired t-test results on the difference between pre-tests and post-tests on content knowledge and scientific literacy in the comparison group (N=24)

Pair	Mean Difference	SD of Mean Difference	Mean of Standard Error	t	df	p	d
Pre-test and Post-test on content knowledge	1.65	3.71	.76	2.18	23	.04	.44
Pre-test and Post-test on scientific	1.73	3.92	.80	2.16	23	.04	.44

Note: Bonferroni adjustment sets alpha as .008

The results on the content knowledge and scientific literacy have shown that the EER approach on NOS is not effective to increase scientific literacy levels of ninth grade advanced science students ($p > .008$) while the approach is also an obstacle to learn content knowledge by common ways of teaching ($p > .008$). Therefore, both hypothesis 3 and hypothesis 4 have not been rejected. As seen in the Table 22, the effect size on the difference between scores of the participants on content knowledge is small while the effect size on the difference between scores of the participants on scientific literacy is also small. For the interpretation of the effect sizes, .2, .5 and .8

values have been used for small, medium and large effect sizes (Green & Salkind, 2002).

4.2.2. Results on Change in NOS Understandings of the Participants in the Comparison Group

Under this title, understandings of the participants in the comparison group before and after the implication are presented. There is point to note that two participants did not complete their questionnaires at the end of the study. Therefore, the data of them have been eliminated from the analysis.

Table 23. Percentages and frequencies of expert, transitional and naive views of the target NOS aspects for the comparison group participants before instruction

Comparison Group (N= 22)	Targeted NOS Aspects													
	One Method in Science		No Hierarchy Between Theory And Law		Difference between Observation and Inference		Subjectivity in Science		Creativity and Imagination in Science		Tentative NOS		Emprical Basis of Science	
	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f
Expert	0	0	0	0	0	0	18	4	50	11	23	5	0	0
Transitional	9	2	9	2	36	8	73	16	46	10	63	14	68	15
Naïve	77	17	91	20	50	11	9	2	4	1	14	3	18	4
Not Applicable	14	3	0	0	14	3	0	0	0	0	0	0	14	3

Similar to the profiles of the participants in the treatment groups, Table 23 has been showing that majority of the participants in the comparison group are naive in terms of “existence of one method in science”, “no hierarchy between law and theory” and “difference between observation and inference” while majority of them have expert views on “role of creativity and imagination in science”. The participants are in transitional phase in terms of “subjective NOS”, “tentative NOS” and “emprical basis of science” aspects.

Table 24. Percentages and frequencies of expert, transitional and naive views of the target NOS aspects for the comparison group participants after instruction

Comparison Group (N= 22)	Targeted NOS Aspects													
	One Method in Science		No Hierarchy Between Theory And Law		Difference between Observation and Inference		Subjectivity in Science		Creativity and Imagination in Science		Tentative NOS		Emprical Basis of Science	
	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f
Expert	0	0	9	2	0	0	60	13	73	16	45	10	41	9
Transitional	82	18	18	4	41	9	27	6	27	6	50	11	50	11
Naïve	18	4	73	16	45	10	9	2	0	0	4	1	9	2
Not Applicable	0	0	0	0	14	3	4	1	0	0	0	0	0	0

The results presented in Table 24 have shown that common way of teaching on NOS is slightly effective to increase understandings of academically advanced science students on certain NOS aspects. In spite of the instruction on the NOS aspects by common approach, majority of the participants have had still naive understandings on “difference between observation and inference” and “no hierarchy between law and theory” aspects, the majority of the participants have gained expert views on only “subjective NOS”. At the same time, although majority of the participants’ understandings on “existence of only one method in science” have changed from naive to transitional, but there is no expert view on this aspect. For the aspect of “emprical basis of science”, majority of the participants still are at the category of “transitional”.

4.3. Results on Comparison between the Groups

For the comparison purpose of the study, two different one-way MANOVAs; one for the scores on pre-tests and OKS and one for post-test scores have been conducted by assigning .008 as alpha level to hold .05 constant for whole analysis. In addition to pre-test scores, OKS scores have been used to check equality of the groups at the beginning of the study. OKS is a nation-wide examination and advanced science student in this study are at the top 2% of all test takers. Therefore, OKS has also been added into the analysis.

4.3.1. MANOVA Results on Pre-test Scores and OKS scores

Before running MANOVA on pre-tests and OKS scores of the participants, the basic assumptions of the analysis have been checked. According to Pallant (2005), Green and Salkind (2002), MANOVA assumptions have included sample size, normality, homogeneity of error variances, multicollinearity and singularity and homogeneity of variance-covariance matrices. For the assumption of sample size, sample size of each cell should be higher than the number of dependent variables (Pallant, 2005). In this study, sample sizes of the cells are higher than the number of dependent variables as seen in descriptive presented in Table 25.

Table 25. Means and standard deviations of the scores on OKS, pre-test of content knowledge and pre-test of scientific literacy

Dependent Variables	Group	N	Mean	SD
OKS Scores	Treatment Group	47	474.16	5.45
	Comparison group	24	472.38	5.75
Pre-test Scores on Content Knowledge	Treatment Group	47	10.83	2.40
	Comparison group	24	10.39	2.34
Pre-test Scores on Scientific Literacy	Treatment Group	47	19.33	1.92
	Comparison group	24	17.83	3.47

For the other assumption; normality, the scores on the dependent variables for each group have been checked by using Kurtosis and Skewness values for each group in the previous sections and it has found that there is no violation on the normality assumption. The assumption on homogeneity of error variances have been checked by investigating Levene's Test of Equality of Error Variances, the results can be seen in Table 26.

Table 26. Levene's test results of the pre-tests on the dependent variables and OKS scores

Measurement	F	df1	df2	p
OKS	.05	1	69	.821
Pre-test on content knowledge	.11	1	69	.738
Pre-test on scientific literacy	20.93	1	69	.000

According to Table 26, the pre-test scores on content knowledge and OKS scores have provided the assumption on equality of error variances whereas the scores on scientific literacy have not provided the assumption of equality of error variances ($p < .008$). This has been ignored in the analyses after checking all of assumptions since other assumptions have been provided for the scores on scientific literacy.

For the other assumption; multicollinearity and singularity, Pearson-product moment correlation coefficients have been calculated on OKS scores, pre-tests of content knowledge and scientific literacy and it has been seen that there is no higher correlation coefficient than .80 as a cut-off score as recommended by Pallant (2005). The results on the correlation analysis can be seen in Table 27.

Table 27. Pearson-product moment correlation coefficient between pre-test scores and OKS scores

	Variables					
	OKS Scores		Pre-test Scores on Content Knowledge		Pre-test Scores on Scientific Literacy	
	r	p	r	p	r	p
OKS Scores	-	-	.28*	.02	.31*	.01
Pre-test Scores on Content Knowledge	.28*	.02	-	-	.27	.02
Pre-test Scores on Scientific Literacy	.31*	.01	.27*	.02	-	-

*Statistically significant correlation coefficients at the level of .05

As seen in Table 27, the assumption on multicollinearity has not been violated since the correlation coefficients between the variables are less than .80. As the final assumption, homogeneity of variance-covariance matrices has been checked by investigating Box's M test. The results of the test have shown that the assumption on homogeneity of variance-covariance matrices has also been provided (Box's M=13, 44, F= 2.12, df1=6, df2=14072, 28, $p > .008$).

After checking on the assumptions, one-way MANOVA has been conducted with one independent with two levels (Group) and three dependent variables (OKS scores, Pre-test scores on content knowledge, Pre-test scores on scientific literacy). There is no statistically significant difference between the scores of participants at different groups on the combined dependent variables ($p > .008$) (F (1, 69)=1.90, $p = .14$; Wilks Lambda= .92, Partial eta squared=.08). Therefore, both hypothesis 5, 6 and 7 have not been rejected. The partial eta squared value has shown that 8% of multivariate

variance of the scores on these three variables is associated with the group factor. The results on the between-subjects effects can be seen in Table 28.

Table 28. Results on the between-subjects effects for pre-test scores on content knowledge, scientific literacy and OKS scores

Dependent Variables	Sum of Squares	df	Mean Square	F	<i>p</i>	Partial Eta Squared
OKS	50.533	1	50.533	1.63	.21	.02
Pre-test Scores on Content Knowledge	3.06	1	3.06	.54	.47	.01
Pre-test Scores on Scientific Literacy	35.40	1	35.40	5.46	.02	.07

Note: Bonferroni adjustment sets alpha as .008

The results of MANOVA on pre-test scores and OKS scores have shown that the groups are equal to each other in terms of these dependent variables. Therefore, it has been concluded that post-test scores on content knowledge test and scientific literacy can be compared by the groups with MANOVA. Table 29 presents estimated mariginal means of OKS scores and the pre-test scores of the participants on content knowledge and scientific literacy.

Table 29. Estimated marginal means of OKS scores and pre-test scores of the participants on content knowledge and scientific literacy

Dependent Variables	Group	N	Mean	SE
OKS Scores	Treatment Group	47	474.16	.81
	Comparison group	24	472.38	1.13
Post-test Scores on Content Knowledge	Treatment Group	47	10.83	.35
	Comparison group	24	10.39	.49
Post-test Scores on Scientific Literacy	Treatment Group	47	19.33	.37
	Comparison group	24	17.83	.52

After the main MANOVA analysis on pre-tests and OKS scores, multiple comparisons between the groups in terms of dependent variables have also been performed to check effect of unequal error variance and sizes of the groups. For this purpose, Games and Howell (1976) approach has been used. The results on the comparisons have shown that no significant differences between the groups on the dependent variables have been found ($t_{\text{pre-content knowledge}}=1.07$, $t_{\text{OKS}}=1.78$ and $t_{\text{pre-scientific literacy}}=2.78$, $p>.008$). All of the t values have been found as less than critical table values based on calculated degrees of freedom for each dependent variable.

4.3.2. MANOVA Results on Post-test Scores for the Groups

Similar to the previous MANOVA analysis, the assumptions have been tested again. According to Pallant (2005), Green and Salkind (2002), the MANOVA assumptions have included sample size, normality, homogeneity of error variances, multicollinearity and singularity and homogeneity of variance-covariance matrices. For the assumption of sample size, the sample size of each cell should be higher than the number of dependent variables (Pallant, 2005). In this study, sample sizes of the cells are higher than the number of dependent variables as seen in descriptives presented in Table 30.

Table 30. Means and standard deviations of post-test scores on content knowledge and scientific literacy

Dependent Variables	Group	N	Mean	SD
Post-test Scores on Content Knowledge	Treatment Group	47	14.35	2.72
	Comparison Group	24	12.04	3.09
Post-test Scores on Scientific Literacy	Treatment Group	47	20.24	2.07
	Comparison group	24	19.57	1.79

For the other assumption; normality, the scores on the dependent variables for each group have been checked by investigating Kurtosis and Skewness values for each group in the previous sections and it has been found that there is no violation on the normality assumption. The assumption on homogeneity of error variances have been checked by investigating Levene's Test of Equality of Error Variances, the results can be seen in Table 31.

Table 31. Levene's test results on the post-tests on content knowledge and scientific literacy

Measurement	F	df1	df2	p
Post-test on content knowledge	.17	1	69	.69
Post-test on scientific literacy	.47	1	69	.50

According to Table 31, the post-test scores on content knowledge and scientific literacy have provided the assumption on equality of error variances ($p > .008$). For the other assumption; multicollinearity and singularity, Pearson-product moment correlation coefficients have been calculated and it has been seen that there is no higher correlation coefficient than .80 as a cut-off score recommended by Pallant (2005) ($r = .25, p = .04$).

As the final assumption, homogeneity of variance-covariance matrices has been checked by investigating Box's M test. The results of the test have shown that the assumption on homogeneity of variance-covariance matrices has also been provided (Box's M= 1.79, F= .58, df1=3, df2=53654.4, $p > .008$).

After the results on the assumptions, one-way MANOVA has been conducted with one independent variable with two levels (Group) and two dependent variables (Post-test scores on content knowledge, Post-test scores on scientific literacy). There is statistically significant difference between the participants' scores at different groups on the combined dependent variables ($F(1, 69)=5.39, p=.007$; Wilks Lambda= .86, Partial eta squared=.14). The partial eta squared value has shown that 14% of multivariate variance of the scores on these two variables is associated with the group factor. The results on the between-subjects effects can be seen in Table 32.

Table 32. Results on the between-subjects effects for post-test scores on content knowledge and scientific literacy

Dependent Variables	Sum of Squares	df	Mean Square	F	<i>p</i>	Partial Eta Squared
Post-test Scores on Content Knowledge	84.36	1	84.36	10.41	.002	.13
Post-test Scores on Scientific Literacy	7.33	1	7.33	1.87	.176	.03

The results of MANOVA on the post-test scores of content knowledge and scientific literacy have shown that there is a statistically significant difference between the scores of the participants on content knowledge at different groups on the combined dependent variables ($p<.008$) while there is no statistically significant difference between the scores of the participants on scientific literacy at different groups on the combined dependent variables ($p>.008$). Therefore, hypothesis 8 has not been rejected whereas hypothesis 9 has been rejected. Estimated mariginal means can be seen in Table 33.

Table 33. Estimated marginal means of post-test scores of the participants on content knowledge and scientific literacy

Dependent Variables	Group	N	Mean	SE
Post-test Scores on Content Knowledge	Treatment Group	47	14.35	.42
	Comparison group	24	12.04	.58
Post-test Scores on Scientific Literacy	Treatment Group	47	20.24	.29
	Comparison group	24	19.57	.40

After the main MANOVA analysis on pos-tests scores, multiple comparisons between the groups in terms of dependent variables have also been performed to check effect of unequal error variance and sizes of the groups. For this purpose, Games and Howell (1976) approach has been utilized. But, t-distribution values based on Games and Howell formula has been used in this study due to the interpretation easiness. In line with the results of MANOVA, the results on the comparisons have also shown that there is no significant difference between the groups on the scientific literacy levels while there is a statistically significant difference between the groups on the content knowledge in favor of treatment group ($t_{\text{post-content knowledge}}=4.36$; $p<.008$, $t_{\text{post-scientific literacy}}=2.03$; $p>.008$).

4.4. Results on Comparison of NOS Understandings of the Participants in Treatment and Comparison Groups

Under this title, change in understandings of the participants on the NOS aspects in the treatment and the comparison groups is compared and discussed.

Table 34. Percentages of pre- and post-instruction expert, transitional and naive views of the target NOS aspects for the explicit-embedded-reflective group and comparison group participants

Group	Targeted NOS Aspects													
	One Method in Science		No Hierarchy Between Theory And Law		Difference Between Observation and Inference		Subjectivity in Science		Creativity and Imagination in Science		Tentative NOS		Emprical Basis of Science	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Explicit-embedded-reflective Group (N=47)														
Expert	0	7	0	23	0	14	15	64	42	89	30	84	26	59
Transitional	11	14	2	16	38	50	66	36	33	11	68	14	42	23
Naïve	83	75	96	43	58	34	19	0	21	0	2	2	26	16
Not Applied	6	4	2	18	4	2	0	0	4	0	0	0	6	2
Comparison Group (N=22)														
Expert	0	0	0	9	0	0	18	60	50	73	23	45	0	41
Transitional	9	82	9	18	36	41	73	27	46	27	63	50	68	50
Naïve	77	18	91	73	50	45	9	9	4	0	14	4	18	9
Not Applied	14	0	0	0	14	14	0	4	0	0	0	0	14	0

Table 34 has shown that the understandings of the participants in the treatment groups on the NOS aspects have been more categorized at the “expert” category in all post-questionnaire results. At the same time, all increases in expert views from pre-questionnaire application to post-questionnaire application are higher in the treatment group than the comparison group except for the aspect of “empirical basis of science”.

CHAPTER 5

DISCUSSION

Under this title, discussion on the results of this study is presented as separate titles.

5.1. Discussion on the Results of Change in Content Knowledge and Scientific Literacy in Treatment Groups

In this study, the main means used for measuring the content knowledge level has included cell content knowledge test covering questions on basic knowledge about the unit. To answer majority of the questions, remembering or recalling something taught in the lessons is enough. At the same time, instruction on only the content has been conducted by common teaching ways. This teaching has not been focusing on higher-order learning on the content. The results have shown that both the content knowledge and scientific literacy levels have increased in treatment groups. When the common teaching way is considered, it will be seen that the EER teaching on NOS is not an obstacle to learn content in common biology learning contexts. What is more, it has been providing additional elaboration opportunity at the time of the instruction on the embedded NOS aspects.

According to the results, increase in content knowledge levels of the advanced science students in treatment groups is an expected result because it is natural outcome of exposure to the teaching on only the content and then on the NOS aspects embedded in the content. This result has been indicating that the EER teaching on NOS is not an obstacle to learn the unit content. Moreover, the approach has a potential to contribute learning the unit content due to the fact that the students might gain elaboration opportunity on the content knowledge during the teaching on related NOS aspects. Since embedding strategy has been providing a way to elaborate on not

only NOS aspects but also the unit content related NOS aspects by the way that the students might see use of the concepts, facts or other contents in NOS context. This way might provide an opportunity to see association between the content including facts and concepts and use of them with their epistemological meanings. Elaboration has also been including establishing associations between two unconnected titles in a meaningful context. There are some studies showing effectiveness of elaboration. Sahari (1997), in his meta-analysis study has indicated that elaboration enhanced higher-order learning and its effectiveness is related to explicit teaching. Similarly, the increase in content knowledge level in this study might be related to increase in recall rate due to basic exposure to the content and following elaboration on both the content and relationship between the content and NOS aspects. By focusing on recall of facts, Wood (1989) has studied with fourth and eighth grade students on effectiveness of elaboration on acquisition of facts such as facts about animals. The author has indicated that elaborative interrogation has facilitated acquisition of facts by the children. Recall of the facts is also facilitated by elaboration. Similarly, Gallimore *et al.* (1977) have stated that elaboration is an important process in increasing retention and recall of the names of objects. The authors have studied with 24 kindergarten children on recall of shape names and have found that elaboration is very effective on long-term recall of the participants.

The increase in content knowledge levels might also be related to the effective components of the EER approach. The observation results have shown that making explanations, reflections and discussions, asking questions, studying in cooperative groups are key activities provided in the treatment groups. Especially, making reflection and discussions have been very frequently made by the students. These two factors might have contributed to increase in content knowledge levels of the participants.

The results on scientific literacy level have been indicating the link between scientific literacy and nature of science. The EER teaching on NOS activities has been found to be effective on increasing scientific literacy levels of academically advanced science students. The increase in scientific literacy levels might be related

to some components of the EER approach. The observation results have shown that making explanations, reflections and discussions, asking questions, studying in collaborative groups are key activities provided in the treatment groups. In the literature, there are some studies showing effectiveness of discussion and reflection on promoting scientific literacy. For example; Gibson, Bernhard, Kropf, Ramirez and Van Strat (2001) have studied with fourteen pre-service teachers to test effectiveness of reflective journal application accompanied with cooperative group work in an introductory college science course. The reflection journals, at the same time, have included discussion questions on the subject. The authors have shown that the participants have increased their scientific literacy levels by making reflections. They have also added that making reflection has provided the participants to see relevance and application of science concepts to daily life. As another research, Lee (2007) has studied on decision-making skills as a component of scientific literacy by using “banning on smoking in restaurants” as an issue. The study has included 160 fifteen and sixteen years old students. The author has used discussion activities on the data of smoking and cancer. The author has indicated that the approach has provided benefits in decision-making skill. So, the approach is also effective to increase the students’ scientific literacy levels. As seen in the studies, discussion and reflection are two important components of the approaches to increase scientific literacy. In addition to these studies, Millar (2006) has studied with 15 and 16-year-old student and their teachers in 78 schools to implement a scientific literacy approach developed by the author. According to the results of his pilot study, interviewed teachers indicated that students reacted positively to the approach. Similar to the previous two studies, the author has also used discussion and debate as components of his scientific literacy approach.

5.2. Discussion on the Results of Change in NOS Understandings of the Participants in Treatment Groups

At the beginning of the study, the results have shown that the participants have certain misunderstandings including “existence of one method in science”, “no hierarchy between law and theory” and “difference between observation and

inference” while majority of them have expert views on “role of creativity and imagination in science”. Literature has also been showing the similar results. For example; working with 29 Taiwanese gifted students in junior high school level, Liu and Lederman (2002) have reported that majority of the gifted students have had basic understanding of tentative, subjective and empirical NOS while 24 of them naively understood that law is correct and exists forever. Similarly, Koksall and Sormunen (2009) have studied with 16 academically advanced science students at the age of 15. The authors have also showed that the majority of the students have been found to be naïve in some aspects such as “observation and inference” and “theories and laws” whereas the majority of them are experts in the aspects of “tentativeness” and “subjectivity”.

After the treatment, the participants have improved their understandings on the NOS aspects. Majority of the participants have gained expert views on “role of creativity and imagination in science”, “tentative NOS”, “subjective NOS” and “empirical basis of science” while they have naïve understandings on “existence of one method in science” and “no hierarchy between law and theory” aspects.

Similar results on the effectiveness of the EER on NOS understandings of student have also been reported by different researchers. For example; Khishfe and Lederman (2007) have conducted a study with 129 ninth, tenth and eleventh graders. They have investigated effectiveness of explicit integrated (embedded) and non-integrated NOS instructions on changing naïve NOS ideas. The authors have used environmental issues, chemistry and biology as contexts for the study. They have shown effectiveness of explicit-reflective instruction. At the same time, they have also shown that integrated instruction is more effective on change than the other for environmental issues and some aspects in biology although they have stated that the result does not have any practical importance. In another study, Khishfe and Abd-El-Khalick (2002) have compared relative effectiveness of implicit inquiry and explicit-reflective NOS teaching on changing sixth grade students’ misunderstandings. The study has included 62 sixth grade students. The authors have found that the students (85%) in both of the groups have held misunderstandings about the aspects of NOS

at the beginning of the study. They have focused on the aspects of tentativeness, creativeness, distinction between observation and inference, and empirical based NOS aspect. At the conclusion of the study they have shown that explicit-reflective NOS teaching is more effective than implicit inquiry approach to teach NOS aspects. According to the result of this study, explicit-reflective teaching is quite effective on improvement of the focused four aspects. In another study conducted with ninth graders, Khishfe and Lederman (2006) have studied on integrated (embedded) and non-integrated explicit-reflective NOS instruction. The sample of the study is composed of 42 ninth grade students. The context for embedding is global warming. Their treatment has lasted for 6 weeks. They have assessed NOS understandings of the students and have found that majority of the students have held naïve understandings about the aspects of subjectivity, tentativeness, creativeness, distinction between observation and inference, and empirical based NOS before the treatment. At the end of the study, they have shown that both of the students in the integrated and non-integrated groups have changed their misunderstandings.

5.3. Discussion on the Results of Change in Content Knowledge Level and Scientific Literacy in Comparison Group

The results on content knowledge levels of the participants in the comparison group have indicated that common way of teaching on the content of cell and cellular organisation unit and separate un-integrated NOS teaching have increased content knowledge levels of the participants, but the difference is not statistically significant. This result has shown that common way of teaching on the content of cell and cellular organisation unit is not an effective approach to teach the unit content. When it is combined with NOS teaching by the common approach, this way does not provide a learning environment in which the students are active. As seen in the lesson examples presented before, the environment is teacher-centered and students are not active. In some studies, the significant difference in pre-and post-test scores of the students taught by common teaching way has been shown (Kılınç, 2008). But, the students in this study have different characteristics from common students. Park and Oliver (2009) have presented gifted (advanced) students' the characteristics

which are brought to science classrooms. These are “being impatient with the pace of other students”, “having perfectionist traits”, “disliking routine and busy work” and “being critical of others”. All of these characteristics make them different from common students in science classrooms. The non-significant result on the improvement in content knowledge level might be related to negative reaction to the approach used in the lessons. At the same time, time constraint on teaching the content of the unit due to NOS teaching activities might also be another reason to non-significant difference between pre-and post-tests in the comparison group.

For the non-significant result on scientific literacy in the comparison group, the observation results have been providing important evidences. The observations have shown that the comparison group applications have included discussions, asking questions, and making explanations on the NOS aspects. In spite of these activities, there are some points that are lack in the applications of the comparison group. For example; reflection as an important higher-order activity has been shown to be effective in increasing scientific literacy levels (Gibson, Bernhard, Kropf, Ramirez & Van Strat, 2001; Lee, 2007). Reflection activity and embedding activity to establish link between concepts, facts or other content parts and use of them in the NOS context have not been included in the comparison group. No difference between pre and post-test applications in terms of scientific literacy level might be related to lack of reflection and embedding components.

5.4. Discussion on the Results of Change in NOS Understandings of the Participants in the Comparison Group

Similar to the profiles of the participants in the treatment groups, majority of the participants in the comparison group are naive in terms of “existence of one method in science”, “no hierarchy between law and theory” and “difference between observation and inference” while majority of them have expert views on “role of creativity and imagination in science”. There are some studies showing the similar results in the literature. Liu and Lederman (2002) studied on 29 Taiwanese gifted students in junior high school level. They have reported that majority of the gifted

students in their study have had basic understanding of tentative, subjective and empirical NOS while 24 of them have naively understood that law is correct and exists forever. In another study, Koksai and Sormunen (2009) have directly studied with 16 academically advanced science students at the age of 15. The authors have also shown that the majority of the students have been found to be naïve in the aspects such as “observation and inference” and “theories and laws” whereas the majority of them were expert in the aspects of “tentativeness” and “subjectivity”.

After the applications in the comparison group, the results have shown that common way of teaching on NOS is slightly effective to increase understandings of academically advanced science students on certain NOS aspects. In spite of the instruction on the NOS aspects by common approach, majority of the participants have had still naive understandings on “difference between observation and inference” and “no hierarchy between law and theory” aspects, the majority of the participants have gained expert views on only “subjective NOS”. At the same time, although majority of the participants’ understandings on “existence of only one method in science” have changed from naive to transitional, but there is no expert view on this aspect. For the aspect of “empirical basis of science”, majority of the participants still are at the category of “transitional”. The increases in understandings of some NOS aspects might be related to direct teaching, but it is seen that it is not enough to establish effective increase in the understandings of advanced science students. Since, the common teaching way on NOS does not include any intentional planning phase. In addition, reflection and embedding activities have not been included in common teaching way. Literature has shown that explicitness, reflection and embedding are three important activities in changing NOS understandings (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe & Lederman, 2006; Khishfe & Lederman, 2007).

5.5. Discussion on the Results of Comparison between the Groups in terms of the Unit Content Knowledge and Scientific Literacy Levels

The result on comparison of the scores of the participants in the treatment and the comparison groups in terms of content knowledge level has shown that there is a statistically significant difference in favor of the members of the treatment groups. The difference might be related to difference in nature of applications in two groups. In the treatment groups, the participants have had additional time to elaborate on content knowledge due to embedding the NOS aspects into content knowledge. The activities on the NOS aspects naturally have become a context for elaboration on content knowledge. There are some studies showing effectiveness of elaboration on recall and retention (Wood, 1989; Gallimore *et al.*, 1977). As another explanation for the difference, the students in the treatment groups have experienced some hands-on applications such as using microscope and studying on pictures of different organisms including “*Pandorina*”, “*Euglena*”, “epithel cell” and “plant cell”. These activities might have contributed to the participants in the treatment groups to learn more content knowledge than the students in the comparison group. Since the students in comparison group have experienced question-answer activities, demonstration and lecturing in a teacher-centered environment.

As another comparison result, scientific literacy levels have not differed significantly for the scores of the participants in the treatment and the comparison groups. This result can be best explained by considering observation results made by independent observers. The observation results have shown that the treatment group applications have included discussions, reflection, asking questions, and making explanations on the NOS aspects. Discussion and reflection among these activities have been shown to be effective in increasing scientific literacy levels (Gibson, Bernhard, Kropf, Ramirez & Van Strat, 2001; Lee, 2007). No difference between the groups in terms of scientific literacy level might be related to higher rates of discussion in comparison group as similar to the treatment group activities with one exception. Lack of reflection activity in the comparison group is in case. Occurrence of discussion and the other higher-order activities including asking questions and

making explanations in comparison group might be cause of this non-significant difference. Prevention of these activities in comparison group during the study is very hard to do; the challenge is related to the characteristics of the participants in the study. Park and Oliver (2009) have presented gifted (advanced) students' characteristics which are brought to science classrooms. These are "being impatient with the pace of other students", "having perfectionist traits", "disliking routine and busy work" and "being critical of others". All of these characteristics make them different from common students in science classrooms.

5.6. Discussion on the Results of Comparison of NOS Understandings of the Participants in Treatment and Comparison Groups

The results have shown that the understandings of the participants in the treatment groups on the NOS aspects have been more categorized at the "expert" category in all post-questionnaire results. At the same time, all increases in expert views from pre-questionnaire application to post-questionnaire application are higher in the treatment group than the comparison group except for the aspect of "empirical basis of science". The result on the "empirical basis of science" aspect might be related to "no categorization" for 14 participants of the comparison group in pre-application of questionnaire. These participants might be "expert" at the beginning of the study, since 26 % of the students in the treatment groups are experts while there is no "expert" in the comparison group at the beginning of the study. Therefore, the effectiveness of the approach on the aspect of "empirical basis of science" has not been evaluated effectively due to higher rate of "Not Applicable" category for the pre-application results on VNOS-C. The results have shown that the EER approach is more effective on changing misunderstandings of academically advanced science students than common teaching way. There are some studies supporting the results of the present study (Khishfe & Lederman, 2007; Khishfe & Lederman, 2006; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002). The results have also indicated that making reflection, embedding the NOS aspects into content and explicitly planning and teaching the NOS aspects in the content of cell and cellular organisation unit are effective components of the approach.

CHAPTER 6

CONCLUSIONS

The results of the study have indicated that common approach used in biology education and educational experiences provided in Turkey have not been enough to gain expert understandings on the NOS aspects for academically advanced science students. In spite of the sophisticated science content knowledge of advanced science students, their NOS understandings are not sophisticated enough to use this knowledge in their future decision-making for daily lives. To overcome this problem, the results of this study have showed the the EER based NOS teaching is an effective approach for teaching NOS aspects to advanced science students. In fact, the approach has been focusing on teaching the NOS aspects, but NOS teaching can not be separated from scientific literacy and science content in which the NOS aspects are embeded due to their theoretical and operational relationships. Operational relationship refers to the relationship between content knowledge and the NOS aspects because they should be considered together in the EER teaching due to embedding activity and establishing context for learning the NOS aspects. Apart from the positive effect of the approach on changing NOS understandings of academically advanced science students, the approach is also effective on increasing scientific literacy and content knowledge levels of the academically advanced science students. These evidences on NOS understandings, scientific literacy and content knowledge levels have supported theoretical relationship or continuum among these variables for academically advanced science students. Experimental nature of the study has also been providing the opportunity of inferring cause-effect relationship between the treatment and developments in dependent variables. It might be claimed that the components of the approach such as explicit planing, teaching, embedding and reflection together are effective cause for changing NOS understandings and to increase scientific literacy levels of advanced science students.

For the increase in content knowledge levels of the participants, it might also be said that embedding component of the approach is an effective cause.

As the other conclusion inferred from the results, the common teaching approach used for biology lessons by teachers is not effective for both increasing scientific literacy and content knowledge levels while the approach is partially effective to change NOS understandings of the academically advanced science students. The common approach does not have any component including explicit planning, embedding and reflection. These components can be considered as main factors to change NOS understandings when effectiveness of the treatment group applications including these components is taken into account. Especially, reflection and explicit planning are very effective components to increase scientific literacy and to change NOS understandings. Embedding component is also very effective for preventing time constraint on content knowledge and providing a context for use of content elements such as concepts, principles, facts etc. Therefore, embedding is an effective component on increasing knowledge levels of the participants.

Comparison results have been showing inefficiency of common teaching to increase content knowledge level while teaching on the NOS aspects with the same approach at the same time. In spite of change in some understandings on the NOS aspects in the comparison group, the common teaching way is not as effective as the EER teaching. The advantages of the EER teaching on common teaching way have been supported by this study despite the non-significant difference in scientific literacy level. In conclusion, it might be said that the EER teaching is effective to teach the NOS aspects, to increase scientific literacy and content knowledge levels while the approach is considered alone. At the same time, the approach is more effective than use of common teaching way in terms of increasing scientific literacy levels and changing NOS understandings of academically advanced science students.

CHAPTER 7

IMPLICATIONS

The findings of this study are important due to their contribution to educate academically advanced science student to establish scientifically literate society. The results of this study on scientific literacy and NOS understandings have been providing evidence of efficiency of the EER approach and so the applications provided in the study might be used for further purposes to increase scientific literacy in society. Therefore, the applications of this study might be used for the programs on informed decision-making ability about biology issues in advanced classrooms.

The new Turkish biology curriculum has also been in need of NOS activities, since there is no clear example of the activity of the NOS aspects in spite of certain call for NOS teaching in the curriculum. The activities presented in this study provide examples for using in-class biology activities on cell and cellular organisation unit. In line with objectives of the new biology curriculum on the NOS aspects, the activities and results of this study might also provide a frame for book writers.

As another implication, the academically advanced science students with their higher achievement on content knowledge might get opportunity to establish more coordinated and sophisticated science understandings by the approach recommended in this study. These students are in more need of having sophisticated science understandings since they will have higher probability to make more science-related decisions than common students. These sophisticated understandings might be helpful on their decisions about science-related issues.

This study has also been showing more integrated approach on NOS teaching to use in biology lessons of advanced science students. The studies conducted on the EER

teaching have been only focusing on the NOS aspects. But, the applications of this study have been focusing on the NOS aspects, content knowledge and scientific literacy, so this study might be used for balanced teaching on the NOS aspects by considering scientific literacy and content knowledge together.

This study has also been providing experimentally comparable results. Therefore, the results of this study will contribute to the existent literature with its experimental nature and importance of the group studied for science education. The applications provided in the study will also extend existent activity pool of the literature.

CHAPTER 8

SUGGESTIONS

Based on the results and process of this study, following recommendations can be made.

1. For increasing generalizability of the study, this study should be replicated with more participants who are academically advanced science students.
2. In this study, discussion activities were conducted in the form of whole class discussion. Future studies should extend the approach by using more effective ways of discussion such as small group discussion or expert-novice discussion.
3. In this study, non-equivalent groups experimental design has been utilized. There is a need to conduct this study by using true experimental approaches to control more threats.
4. In this study, effectiveness of the approach has not been tested for different genders, therefore future studies should be focused on gender variable.
5. In this study, NOS teaching activities have been taught by the researcher, this is a limitation, so inferences to be made on the results should take into consideration with this limitation.
6. In this study, all of the NOS aspects have been taught as separate subjects, but advanced science students should establish connections among the aspects to see their interrelationships. Therefore, future studies should try to develop activities including more aspects in the same activity.

REFERENCES

- AAAS, American Association for The Advancement of Science (1990), *Science for all Americans*. Retrived from <http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/sfaatoc.htm> in 30.07.2009.
- Abd-El-Khalick, F. (2002). Rutherford's enlarged: a content-embedded activity to teach about nature of science, *Physics Education*, 37(1), 64-68.
- Abd-El-Khalick, F. (2001). Embedding nature of science instruction in preservice elementary science courses: Abandoning scientism, but.... *Journal of Science Teacher Education*, 12(3), 215-233.
- Abd-El-Khalick, F. (2006). Over and over again: college students' views of nature of science. In L.B. Flick & N.G. Lederman (Ed.), *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning and Teacher Education* (pp. 389-425). Netherlands: Springer.
- Abd-El-Kahlick, F. & Akerson, V. (in press). The influence of metacognitive training on preservice elementary teachers' conceptions of nature of science. *International Journal of Science Education*.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R.L., & Lederman, N.G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), 417-436.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). The influence of history of science courses on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10), 1057-1095.
- Abd-El-Khalick, F, Waters, M. & Le, A. (2008). Representations of nature of science in high school chemistry textbooks over the past four decades. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(7), 835-855.
- Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F. S., & Lederman, N. G. (2000). The influence of a reflective activity-based approach on elementary teachers' conceptions of

the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 295-317.

Akerson, V., Buzzelli, C.A., & Donnelly, L.A. (2008). Early childhood teachers' views of nature of science: The influence of intellectual levels, cultural values, and explicit reflective teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(6), 748-770.

Akerson, V.L., Morrison, J. A., & Roth McDuffie, A. (2006). One course is not enough: preservice elementary teachers' retention of improved views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 43 (2), 194-213.

Akerson, V. & Hanuscin, D.L. (2007). Teaching nature of science through inquiry: results of a 3-year professional development program. *Journal of Research in Science Teaching*, 44 (5), 653-680.

Akerson, V.L. & Volrich, M.L. (2006). Teaching nature of science explicitly in a first-grade internship setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 43 (4), 377-394.

Aşçı, Z. & Demircioğlu, H. (2002). *The effect of multiple intelligences based ecology lesson on 9th graders' successes on ecology ad attitudes*. Paper presented at V. National Science and Math Education Congress.(Volume I). 33–38. 16-18. September. Ankara.

Atıcı, T & Bora, N.(2004). Suggestions and evaluation of teaching methods that are used for biology education in secondary education. *Afyon Kocatepe University Journal of Social Sciences*, 6 (2), 51-64.

Bell, R, L (2006). Perusing Pandora's box. In B. Flick & N.G. Lederman (Ed.). *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning and Teacher Education*. Dordrecht, the Netherlands: Springer.

Bell, R.L., Lederman, N.G. & Abd-El-Khalick, F. (1998) Implicit versus Explicit Nature of Science Instruction: An Explicit Response to Palmquist and Finley. *Journal of Research in Science Teaching*, 35 (9), 1057-1061.

- Blanco, R. & Niaz, M. (1997). Epistemological beliefs of students and teachers about the nature of science: from 'baconian inductive ascent' to the 'irrelevance' of scientific laws. *Instructional Science*, 25(3), 203-231.
- Cartier, J. (2000). *Using a modeling approach to explore scientific epistemology with high school biology students*. Research Report, National Center for Improving Student Learning and Achievement in Mathematics and Science, University of Wisconsin-Madison, Madison, WI.
- Celikdemir, M. (2006). Examining middle school students' understanding of the nature of science. Unpublished Master Thesis. Middle East Technical University. Ankara, Turkey.
- Chiapetta, E.L. & Fillman, D.A. (2007). Analysis of five high school biology textbooks used in the United States for inclusion of the Nature of Science. *International Journal of Science Education*, 29 (15), 1847-1868.
- Cohen, L. & Manion, L. (1994) *Research Methods in Education*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Douvdevany, O., Dreyfus, A. & Jungwirth, E. (1997). Diagnostic instruments for determining junior high school science teachers' understanding of functional relationships within the living cell. *International Journal of Science Education*, 19(5), 593-606.
- Damastes S. & Wandersee, H.J. (1992). Biological literacy in a college biology classroom. *BioScience*, 42(1), 63-65.
- Dogan, N., & Abd-El-Khalick, F. (2008). Turkish grade 10 students' and science teachers' conceptions of nature of science: A national study. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(10), 1083-1112.
- Finley, F. N., Stewart, J. & Yaroch, W. L. (1982). Teachers' perceptions of important and difficult science content. *Science Education*, 66(4), 531 - 538.
- Flores, F. (2003). Representation of the cell and its processes in high school students: an integrated view. *International Journal of Science Education*, 25(2), 269-286.
- Fraenkel, J.R. & Wallen, N.E. (2003). *How to design and evaluate research in education*, (5th ed.). New York: McGraw-Hill Publishing.

- Gallimore, R, Lam, D.J., Speidel, G.E. & Tharp, R.G. (1977). Effect of elaboration and rehearsal on long-term retention of shape names by kindergarteners. *American Educational Research Journal*, 14(4), 471-483.
- Games, P.A. & Howell, J.F. (1976). Pairwise multiple comparison procedures with unequal n 's and/or variances: A Monte Carlo study. *Journal of Educational Statistics*, 1, 113-125.
- Gess-Newsome, J. (2002). The use and impact of explicit instruction about the Nature of Science and Science Inquiry in an Elementary Science Methods Course. *Science & Education*, 11(1), 55-67.
- Gibson, H.L., Bernhard, J., Kropf, A., Ramirez, M.E., & Van Strat, G.A. (2001). *Enhancing the science literacy of preservice teachers through the use of reflective journals*. Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. St. Louis, MO, March 26-29, USA.
- Green, S. B. & Salkind, N. J. (2002). *Using SPSS for the Windows and Macintosh: Analyzing and understanding data*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Gronlund, N. E. & Linn, R. L. (1990). *Measurement and evaluation in teaching*. Sixth Edition. New York: Macmillan.
- Haladyna, T. M. (1997). *Writing test items to evaluate higher-order thinking*. Needham Heights, MA: Allyn Bacon.
- Hurd, P.D. (1998). Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science Education*, 82 (3), 407-416.
- Irez, S. (2006). Are we prepared?: An assessment of preservice science teacher educators' beliefs about nature of science. *Science Teacher Education*, 90(6), 1113-1143.
- Irez, S. (2008). Nature of science as depicted in Turkish biology textbooks. *Science Education*, 93(3), 422-447
- Irwin, A. R. (2000). Historical case studies: Teaching the nature of science in context. *Science Education*, 84(1), 5-26.
- Karakas, M. (2009). Cases of science professors' use of nature of science. *Journal of Science Education and Technology*, 18(2), 101-119.
- Kaya, E & Gürbüz, H (2002). Lise ve meslek lisesi öğrencilerinin biyoloji, öğretiminin sorunlarına ilişkin görüşleri. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(2), 11-21.

- Kehoe, J. (1995). Basic item analysis for multiple-choice tests. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 4(10).
- Khishfe, R. & Abd-El-Khalick, F. (2002). The influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551-578.
- Khishfe, R. & Lederman, N. (2006). Teaching nature of science within a controversial topic: Integrated versus nonintegrated. *Journal of Research in Science Teaching*, 4(4), 377-394.
- Khishfe, R & Lederman, N.G. (2007). Relationship between instructional context and views of nature of science. *International Journal of Science Education*, 29(8), 939-961.
- Klymkowsky, M. W., Garvin-Doxas, K. & Zeilik, M. (2003). Bioliteracy and Teaching Efficacy: What Biologists Can Learn from Physicists?. *Cell Biology Education*. 2(3), 155-161.
- Kılınç, A. (2008). A new approach in teaching of cell divisions: "divided fingers". *Dicle University Ziya Gokalp Education Faculty Journal*, 10, 82-99
- Kılıç, K., Sungur, S., Çakıroğlu, J. & Tekkaya, C. (2005). Ninth grade students' understanding of the nature of scientific knowledge. *Hacettepe University Education Faculty Journal*, 28, 127-133.
- Köksal, M, S. & Sormunen, K. (2009). *Advanced science students' understanding on nature of science in Turkey*. ESERA 2009 Conference, 31 August- 4 September, Grand Cehavir Hotel and Conference Center, Istanbul, Turkey.
- Kruse, J. (2008). Integrating the nature of science throughout the entire school year. *Iowa Science Teachers Journal*, 35(2), 15-20.
- Küçük, M (2006). *A study toward teaching the nature of science for seventh grade primary students*. Unpublished Doctoral Dissertation, Black Sea Technical University. Ankara, Turkey.
- Küçük, M. (2008). Improving preservice elementary teachers' views of the nature of science using explicit reflective teaching in a science, technology and society course. *Australian Journal of Teacher Education*, 33(2),16-40.
- Kwen, B.H. (2005). *Teachers' misconceptions of biological science concepts as revealed in science examination papers*. AARE Interational Education

- Research Conference. November 27-December 1, University of Western Sydney, Australia.
- Laugksch, R. C. & Spargo, P. E. (1996). Construction of a paper and pencil test of basic scientific literacy based on selected literacy goals recommended by the American Association for the Advancement of science. *Public Understanding of Science*, 5(4), 331–359.
- Lazarowitz, R. & Penso, S. (1992). High school students' difficulties in learning biology concepts. *Journal of Biological Education*, 26 (3), 215-223.
- Lederman, N.G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331–359.
- Lederman, N. G. & Abd-El-Khalick, F. (1998). Avoiding de- natured science: activities that promote understandings of the nature of science. In: W. F. McComas (Eds.). *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 83-126). Dordrecht: Kluwer.
- Lederman, N.G. (1998). The State of science education: Subject matter without context. *Electronic Journal of Science Education*, 3(2).
- Lederman, N.G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (8), 916-929.
- Lederman, N.G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R.L. & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.
- Lederman, N.G. (2006). Syntax of nature of science within inquiry and science education. In .B. Flick & N.G. Lederman (Eds.). *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning and teacher education*. Dordrecht, the Netherlands: Springer.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.). *Handbook of research in science education*. Englewood cliffs, NJ: Erlbaum Publishers.

- Lee, Y.C. (2007). Developing decision-making skills for socio-scientific issues. *Journal of Biological Education*, 41(4), 170-176.
- Lin, H., & Chen, C. (2002). Promoting preservice chemistry teachers' understanding about the nature of science through history. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(9), 773-792.
- Liu, S. & Lederman, N (2002). Taiwanese gifted students' views of nature of science. *School Science and Mathematics*, 102 (3), 114-123.
- Macaroglu, E, Tasar, M.F. & Cataloglu, E. (1998). *Turkish preservice elementary school teachers' beliefs about the nature of science*. A paper presented at the annual meeting of National Association for Research in Science Teaching (NARST), 19-22 April 1998, San Diego, CA.
- Mallery, C. (2007). *Biology*. In 18 June 2009, Retrived from <http://www.bio.miami.edu/~cmallery/150/unity/cell.text.htm>.
- Marek, E. (1986). Understandings and misunderstandings of biology concepts. *The American Biology Teacher*, 48 (1), 37-40.
- Mbajiorgu, N.M. & Ali, A. (2003). Relationship between STS approach, scientific literacy, and achievement in biology. *Science Education*. 87(1), 31-39.
- McComas, W.F., Clough, M.P., & Almazora, H. (1998). The role and character of the nature of science in science education. In W.F. McComas (Eds.). *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 3–39). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- McComas, W. F. (1998). The principle elements of the nature of science: Dispelling the myths. In W.F. McComas (Eds.). *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 53–70). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- McComas, M.R. (2003) A textbook case of the nature of science: Laws and theories in the science of biology. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1(2), 141–155.
- Meichtry, Y. (1992). Influencig students understanding of the nature of science: Data from a case of curriculum development. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (4), 389–407.

- Meyling, H. (1997). How to change students' conceptions of the epistemology of science. *Science & Education*, 6, 397-416.
- Millar, R. (2006). Twenty first century science: Insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499-1521.
- Neber, H., & Schommer-Aikins, M. (2002). Self-regulated science learning with highly gifted students: The role of cognitive, motivational, epistemological, and environmental variables. *High Ability Studies*, 13, 59-74.
- Norris, S.P. & Phillips, L.M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87, 224-240.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2007). *PISA 2006: Science competencies for tomorrow's world*, Volume I Analysis. OECD, Paris.
- OECD/PISA (2003). *PISA 2003 assessment framework: Mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills*. OECD, Paris.
- Osborne, J, Simon, S & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*. 25 (9), 1049-1079.
- Olson, J.K., Clough, M.P., Bruxvoort, C.N.,& Vanderlinden, D.W. (2005). *Improving Students' Nature of Science Understanding Through Historical Short Stories in an Introductory Geology Course*. Eighth International History, Philosophy, Sociology & Science Teaching Conference, (July 15-18), University of Leeds, England.
- Özaslan, H, Yıldız, N & Çetin,Y (2009). *Üstün Yetenekli Öğrencilerin Yetenekleri Dışındaki Mesleklere Yönelme Nedenleri ve Sakıncaları*. Üstün Yetenekli Çocuklar II. Ulusal Kongresi, 25-27 Mart, Anadolu University, Eskişehir, Türkiye.
- Özata, A. ve ark. (1999). *Biyoloji*, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 1083, Eskişehir, Türkiye.
- Palincsar,A.S., Anderson,C. & David, Y.M. (1993). Pursuing Scientific Literacy in the Middle Grades through Collaborative Problem Solving. *The Elementary School Journal*, 93(5), 643-658.

- Pallant, J (2005). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using SPSS version 12* (Second Ed.). Open University Press, New York, USA.
- Palmquist, B. & Finley, F. (1997). Preservice teachers' views of the nature of science during a postbaccalaureate science teaching program. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(6), 595-615.
- Palmquist, B. & Finley, F. (1998). A Response to Bell, Lederman, and Abd-el-khalick's explicit comments. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(9), 1063-1064.
- Park, S. & Oliver, J.S. (2009). The transition of teachers' understanding of gifted students into instructional strategies for teaching science. *Journal of Science Teacher Education*, 20(4), 333-351.
- Procop, P. Prokop, M & Tunnicliffe, S.D. (2007). Is biology boring? Student attitudes towards biology. *Journal of Biological Education*, 42 (1).
- Project 2061 (2007). Retrived from <http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/> in 24.12.2007.
- Rheinberger, H. (1996). Experimental complexity in biology: Some epistemological and historical remarks. *Philosophy of Science*, 64, 245-254.
- Roberts, D.A. (2007). Scientific literacy/Science literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research in science education*. Englewood cliffs, NJ: Erlbaum Publishers.
- Ronan, C.A. (2005). Science: Its history & development among world cultures. (Translated by İhsanoğlu, E. & Günergun, F.). TUBITAK, Ankara, Turkey.
- Ryan, A. G.& Aikenhead, G.S. (1992). Students' preconceptions about the epistemology of science. *Science Education*, 76, (6), 559-580.
- Ryder, J. (2001). Identifying Science Understanding for Functional Scientific Literacy. *Studies in Science Education*, 36, 1-44.
- Sahari, M. (1997). Elaboration as a text-processing strategy: A meta-analytic review. *RELC Journal*, 28(1), 15-27
- Sandoval, W. & Morrison, K. (2003). High school students' ideas about theories and theory change after a biological inquiry unit. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(4), 369-392.
- Shadish, W. R., & Luellen, J. K. (2006). Quasi-experimental design. In J. L. Green, G. Camilli, & P. B. Elmore (Eds.), *Complementary methods for research in*

- education* (3rd ed.). Washington, DC: American Educational Research Association.
- Shamos, M.H. (1995). *The myth of science literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
- Schwartz, R., Lederman, N., Khishfe, R., Lederman, J., Matthews, L., & Liu, S. (2002). *Explicit/Reflective instructional attention to nature of science and scientific inquiry: Impact on student learning*. Paper presented at the annual international conference of the Association for the Education of Teachers in Science (AETS), Charlotte, NC.
- Schommer, M., & Dunnell, P. A. (1994). A comparison of epistemological beliefs between gifted and non-gifted high school students. *Roeper Review*, 16 (3), 207-210.
- Schommer, M. (1993) Epistemological development and academic performance among secondary students. *Journal of Educational psychology*, 85 (3), 406-411.
- Schwartz, R., Skjold, B., Hong, H., Akom, G., Huang, F., & Kagumba, R. (2008). *Case Studies of Future Science Teacher Educators' Learning about Nature of Science*. American Educational Research Association (AERA) Annual Meeting, March 24-28, New York, NY. USA
- Storey, R.D. (1990) Textbook errors & misconceptions in biology: Cell Structure. *The American Biology Teacher*, 52 (4), 213-218.
- Suarez, T.M., Torlone, D.J., McGrath, S.T. & Clark, D.L. (1991). Enhancing effective instructional time: A review of research. *Policy Brief*, 1 (2).
- Tabachnick, B.G. & Fidell, L.S. (2007). *Using Multivariate Statistics* (Fifth ed.). Allyn and Bacon, Boston, USA.
- Tairab, H. H. (2001). How do pre-service and in-service science teachers view the nature of science and technology? *Research in Science and Technological Education*, 19(2), 235-250.
- Tamir, P. (1972). Understanding the process of science by students exposed to different science curricula in Israel. *Journal of Research in Science Teaching*, 9(3), 239–245.

- Tekkaya, C. (2002). Misconceptions as barrier to understanding biology. *Hacettepe University Education Faculty Journal*, 23, 259-266.
- Tekkaya, C. Özkan, Ö, & Sungur, S. (2001). Lise öğrencilerinin zor olarak algıladıkları biyoloji kavramları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 145-150.
- Tsai, C. (1998). An analysis of Taiwanese eighth graders' science achievement, scientific epistemological beliefs and cognitive structure outcomes after learning basic atomic theory. *International Journal of Science Education*, 20(4), 413-425.
- Tsai, C. (2006). Reinterpreting and reconstructing science: Teachers' view changes towards the nature of science by courses of science education. *Teaching and Teacher Education*, 22, 363-375.
- Thomas, J. A. (2008). An analysis of epistemological change by gender and ethnicity among gifted high school students. *Gifted Child Quarterly*, 52(1), 87-98.
- TIMSS, Trends in International Mathematics and Science Study (2007). TIMSS 2007 Assessment Frameworks, In I.V.S. Mullis, M.O. Martin, G.J. Ruddock, C.Y. O'Sullivan, A.Arora & E. Erberber (Eds.), TIMSS & PIRLS International Study Center Lynch School of Education, Boston College, USA.
- Tunç, Şahin, C. & Köksal, M. S. (in press). What is the place of knowledge about NOS among the other types of knowledge for teachers and students in terms of “importance” and “interest” aspects of task value?. *International Journal of Environmental & Science Education*.
- Turkish Ninth Grade Biology Curriculum (2007). Turkish Ministry of Education. ANKARA.
- Uno, G.E., & Bybee, R.W. (1994). Understanding the dimensions of biological literacy. *BioScience*, 44(8), 553-557.
- Viney, M. (2007). Epistemology and the nature of science: A classroom strategy, *The American Biology Teacher*, 69(9), 525-530.
- Wenning, C. J. (2006). Assessing inquiry skills as a component of scientific literacy. *Journal Physics Teacher Education Online*, 4(2), 21-24.

Wood, E.J. (1989). *Facilitating children's fact acquisition using elaboration strategies*. Doctoral Dissertation, Simon Fraser University, March, 1989, Canada.

APPENDIX A

LESSON PLANS FOR TREATMENT GROUPS

Ders Planı I

Dersin Adı: Biyoloji

Tarih:

Sınıf: 9

Ünite Adı: Hücre, Organizma ve Metabolizma

Ünitenin Amacı:

Bu ünite de öğrenenlerin; canlıların ortak özelliklerini sorgulamaları; canlıların yapısında bulunan organik ve inorganik molekülleri tanımları; hücrenin yapısı, işlevi ve çeşitleri konusunda gerekli bilgileri edinmeleri; “canlı” ve “hücre” anahtar kavramları etrafında biyoloji okuryazarlığı için gerekli beceri, tutum, değer ve anlayışları kazanmaları amaçlanmaktadır.

Konu: Canlıların Temel Bileşenleri (İnorganik Maddeler) ve Bilimin Doğasına İlişkin Boyutlar

Önerilen Süre: 45 dk.+45 dk.

Kazanımlar:

1. Canlıların yapısındaki inorganik maddeleri belirtir.
2. Bilimin doğası kavramını ve bilimin doğasına ilişkin boyutların tanımını bilir.

Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç, Gereç ve Kaynakça:

Beyaz Tahta ve Ders Kitabı

Süreç:

1. Öğretmen sınıfa girerek, o ders işlenecek konunun başlığını ve neden önemli olduğunu betlirterek derse başlar.
2. Öncelikle, madde, atom, element ve bileşik kelimelerini açıklar.
3. Daha sonra bileşiklerin yapısındaki bağları açıklar (Kovalent, Hidrojen, İyonik Bağlar).
4. Bu bağların tanıtımının ardından canlıların yapısındaki inorganik maddeleri açıklar.
5. Su, asitler, bazlar, tuzlar ve mineraller yapılarındaki bağlarla beraber, tahtada şekilleri çizilerek açıklanır.
6. İnorganik maddeler açıklandıktan sonra, önemli noktalar ve ayrımlar vurgulanır.
7. Öğrencilere konu ile ilgili özet çıkarma ödevi verilir.
8. Bir diğer dersin konusu belirtilerek ders tamamlanır.
9. Bir diğer ders, öğretmen yeni bir başlık olarak “bilimin doğasını” tanımlar.
10. Daha sonra bilimin doğasına ilişkin etkinlik uygulama rehberi takip edilerek, “Uygulama I” başlığı altında belirtilen süreçle, ders işlenir.

Ölçme-Değerlendirme:

Bilimin doğasına ilişkin öğrenmeleri 3. haftanın sonunda yapılacak olan Quiz I ile değerlendirilecektir.

Ders Planı II

Dersin Adı: Biyoloji

Tarih:

Sınıf: 9

Ünite Adı: Hücre, Organizma ve Metabolizma

Ünitenin Amacı:

Bu ünite de öğrenenlerin; canlıların ortak özelliklerini sorgulamaları; canlıların yapısında bulunan organik ve inorganik molekülleri tanımları; hücrenin yapısı, işlevi ve çeşitleri konusunda gerekli bilgileri edinmeleri; “canlı” ve “hücre” anahtar kavramları etrafında biyoloji okuryazarlığı için gerekli beceri, tutum, değer ve anlayışları kazanmaları amaçlanmaktadır.

Konu: Hücre (Canlılık İle İlgili Görüşler ve Tarihi Gelişimi) ve Bilimde Birden Fazla Yöntemin Varlığı

Önerilen Süre: 45 dk.

Kazanımlar:

- 1.Canlılık üzerine ortaya atılmış daha önceki fikirleri bilir.
- 2.Canlılığı kökenine ilişkin fikirleri tarihi gelişimleri içinde değerlendirir.
- 3.Öğrenen, bilim de kullanılan tek bir yöntemin varlığına ilişkin yanlış inancın varlığını bilir.
- 4.Bilimde problem durumuna göre, kullanılan yöntemin de değişebileceğini bilir.

Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç, Gereç ve Kaynakça:

Öğretmen rehberi, ders kitabı, beyaz tahta

Süreç:

1. Öğretmen bir önceki derste öğrenilen konulardan kısaca bahseder.
2. Daha sonra işlenecek konunun başlığını sınıfa belittikten sonra, canlılıkla ilgili görüşlerden ilki olarak abiyogenez hipotezini açıklar.
3. Daha sonra bu görüşle ilgili eleştirilerden bahseder ve bir diğer görüş olan biyogenez görüşünü açıklar, bu esnada yapılan deneylerden (Redi ve Pasteur) kısaca bahseder.
4. Biyogeneze ilişkin eleştirilerin ardından, “Panspermia” hipotezini açıklar.
5. Panspermia hipotezinin ardından, dünyadaki ilk canlıya ilişkin ototrof ve heterotrof hipotezlerini açıklar.
6. Tüm görüşlerin sunulmasından sonra, öğretmen önemli gördüğü noktalardan bahseder ve karşılaştırmalar yaparak dersin biyoloji içeriğine yönelik kısmını tamamlar.
7. Dersin daha sonraki kısmında, öğretmen yeni bir başlık olarak “bilimin doğasının ilgili boyutunu” tanımlar.
8. Daha sonra bilimin doğasına ilişkin etkinlik uygulama rehberini kullanarak, “Uygulama II” başlığı altında belirtilen süreci izleyerek, dersi işlemeye devam eder.

Ölçme-Değerlendirme:

Bilimin doğasına ilişkin öğrenmeleri 3. haftanın sonunda yapılacak olan Quiz I ile değerlendirilecektir.

Ders Planı III

Dersin Adı: Biyoloji

Tarih:

Sınıf: 9

Ünite Adı: Hücre, Organizma ve Metabolizma

Ünitenin Amacı:

Bu ünite de öğrenenlerin; canlıların ortak özelliklerini sorgulamaları; canlıların yapısında bulunan organik ve inorganik molekülleri tanımaları; hücrenin yapısı, işlevi ve çeşitleri konusunda gerekli bilgileri edinmeleri; “canlı” ve “hücre” anahtar kavramları etrafında biyoloji okuryazarlığı için gerekli beceri, tutum, değer ve anlayışları kazanmaları amaçlanmaktadır.

Konu: Hücre (Canlıların Ortak Özellikleri) ve Bilimde gözlem ve çıkarım farkı

Önerilen Süre: 45 dk.

Kazanımlar:

- 1.Bir hücre üzerinden canlıların ortak özelliklerini açıklar
- 2.Öğrenen, gözlem ve çıkarım arasındaki farkları bilir
- 3.Gözlem ve çıkarımı tanımlar

Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç, Gereç ve Kaynakça:

Öğretmen rehberi, ders kitabı, beyaz tahta

Süreç:

1. Bir önceki derste ifade edilen görüşler hatırlatılıp, canlılık tanımının yapılabilmesi için gerekli özellikler öğretmen tarafından öğrenenlere sorulur ve öğrenenlerin ön bilgileri belirlenir.
2. Daha sonra öğretmen, canlıların ortak özelliklerini, sırasıyla ve birbirleriyle ilişkilerinden bahsederek açıklar.
3. Her bir özellik tahtaya yazılarak, canlı için önemi hemen karşısına yazılır.
4. Bu özelliklerin her birinin hücre bazında karşılıkları açıklanır.
5. Bu özelliklere ilişkin anlamının pekişmesi için öğretmen çeşitli canlılardan örnekler verir.
6. Dersin bu kısmında, öğretmen yeni bir başlık olarak “bilimin doğasının ilgili boyutunu” tanımlar.
7. Daha sonra bilimin doğasına ilişkin etkinlik uygulama rehberini kullanarak, “Uygulama III” başlığı altında belirtilen süreci izleyerek, dersi işlemeye devam eder.

Ölçme-Değerlendirme:

Bilimin doğasına ilişkin öğrenmeleri 3. haftanın sonunda yapılacak olan Quiz I ile değerlendirilecektir.

Ders Planı IV

Dersin Adı: Biyoloji

Tarih:

Sınıf: 9

Ünite Adı: Hücre, Organizma ve Metabolizma

Ünitenin Amacı:

Bu ünite de öğrenenlerin; canlıların ortak özelliklerini sorgulamaları; canlıların yapısında bulunan organik ve inorganik molekülleri tanımları; hücrenin yapısı, işlevi ve çeşitleri konusunda gerekli bilgileri edinmeleri; “canlı” ve “hücre” anahtar kavramları etrafında biyoloji okuryazarlığı için gerekli beceri, tutum, değer ve anlayışları kazanmaları amaçlanmaktadır.

Konu: Hücre (Canlılardaki Organik Bileşikler) ve Bilimin deneye, gözleme ve kanıta dayalı olması

Önerilen Süre: 45 dk.+45 dk.

Kazanımlar:

- 1.Canlıların yapısını oluşturan organik bileşikleri belirtir.
- 2.Öğrenen, bilimin deneye, kanıta ve gözleme dayalı olduğunu bilir.

Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç, Gereç ve Kaynakça:

Öğretmen rehberi, ders kitabı, beyaz tahta

Süreç:

1. Öğretmen, öğrencilere canlıların temel bileşenlerine ilişkin yapmış oldukları giriş dersini hatırlatır ve inorganik maddelerden kısaca bahseder.
2. İnorganik maddeleri kısaca hatırlattıktan sonra, organik maddenin tanımını yapar ve canlıların içerdiği organik maddeleri (Karbohidratlar, Proteinler, Yağlar, Nükleik Asitler ve Vitaminler) tahtaya gruplar halinde yazar.
3. İlk olarak karbohidratları kendi içinde sınıflar ve sırasıyla “monosakkaritler”, “disakkaritler” ve “polisakkaritler” olmak üzere onları, örnekler vererek açıklar.
4. Daha sonra, yağların yapısını ve çeşitlerini açıklar.
5. Bir diğer konu olarak, proteinleri ve aminoasitleri, bunların hücre için önemini açıklar.
6. Daha sonra, nükleik asitlerin temel yapısını ve işlevlerini açıklar.
7. Son organik madde olarak vitaminleri sınıflar ve işlevlerini açıklar.
8. Canlıların enerji ihtiyacı ve kullanımı ile organik maddelerin ilişkisini açıklar.
9. Dersin bu kısmında, öğretmen yeni bir başlık olarak “bilimin doğasının ilgili” tanımlar.
10. Daha sonra bilimin doğasına ilişkin etkinlik uygulama rehberini kullanarak, “Uygulama IV” başlığı altında belirtilen süreci izleyerek, dersi işlemeye devam eder.
11. Quiz I uygulanır.

Ölçme-Değerlendirme:

Bilimin doğası ile ilgili öğrenen bilgisi, Quiz I ile ölçülüp, değerlendirilecektir.

Ders Planı V

Dersin Adı: Biyoloji

Tarih:

Sınıf: 9

Ünite Adı: Hücre, Organizma ve Metabolizma

Ünitenin Amacı:

Bu ünite de öğrenenlerin; canlıların ortak özelliklerini sorgulamaları; canlıların yapısında bulunan organik ve inorganik molekülleri tanımları; hücrenin yapısı, işlevi ve çeşitleri konusunda gerekli bilgileri edinmeleri; “canlı” ve “hücre” anahtar kavramları etrafında biyoloji okuryazarlığı için gerekli beceri, tutum, değer ve anlayışları kazanmaları amaçlanmaktadır.

Konu: Hücre (Hücre Teorisi) ve hipotez, teori, kanun arasındaki farklar

Önerilen Süre: 45 dk.+45 dk.

Kazanımlar:

- 1.Hücreye ilişkin çalışmaları tarihsel süreç içerisinde değerlendirir.
- 2.Öğrenen, hipotez, teori ve kanun arasındaki farkları bilir.

Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç, Gereç ve Kaynakça:

Öğretmen Rehberi, Öğrenen Ders Kitabı, Beyaz Tahta

Süreç:

1. Öğrenenlere ilk defa hücrenin gözlemlendiği canlının ne olduğu ve gözlenen şeyle ilgili neler belirlendiği sorulur.
2. Hücrenin ilk defa nasıl bulunduğu ve bu adı nasıl aldığı öğretmence sunulur.
3. Daha sonra öğrenenlere, hücre teorisini oluşturan maddeler tanıtılır. Burada soru-cevap uygulamasını takiben, hücre teorisini ifade edile maddeler sıralanır.
4. Hücre teorisinin gelişimine katkı bulunan kişilerin buluşları, tarihsel bir sıra içinde sunulur.
5. Hipotez, teori ve kanunun tanımı yapılır.
6. Dersin bu kısmında, öğretmen yeni bir başlık olarak “bilimin doğasının ilgili boyutunu” tanımlar.
7. Daha sonra bilimin doğasına ilişkin etkinlik uygulama rehberini kullanarak, “Uygulama V” başlığı altında belirtilen süreci izleyerek, dersi işlemeye devam eder.

Ölçme-Değerlendirme:

İçerik bilgisi değerlendirmesi ünite sonunda yapılacak bir konu testi uygulaması ile yapılacaktır.

Bilimin doğası ile ilgili öğrenen bilgisi, ünite sonunda Quiz II ile ölçülüp, değerlendirilecektir.

Ders Planı VI

Dersin Adı: Biyoloji

Tarih:

Sınıf: 9

Ünite Adı: Hücre, Organizma ve Metabolizma

Ünitenin Amacı:

Bu ünite de öğrenenlerin; canlıların ortak özelliklerini sorgulamaları; canlıların yapısında bulunan organik ve inorganik molekülleri tanımları; hücrenin yapısı, işlevi ve çeşitleri konusunda gerekli bilgileri edinmeleri; “canlı” ve “hücre” anahtar kavramları etrafında biyoloji okuryazarlığı için gerekli beceri, tutum, değer ve anlayışları kazanmaları amaçlanmaktadır.

Konu: Hücre (Hücre Modeli) ve Bilimde Hayal Gücü ve Yaratıcılığın Yeri

Önerilen Süre: 45 dk.+45 dk.

Kazanımlar:

- 1.Hücre modeli üzerinde hücrenin yapısını ve bu yapıların görevlerini açıklar.
2. Öğrenen, bilimde yaratıcılık ve hayal gücünün kullanımını ve önemini bilir.
- 3.Öğrenen, yaratıcılık ve hayal gücünün bilimsel sürecin her basamağında kullanılabileceğini bilir.

Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç, Gereç ve Kaynakça:

Öğretmen rehberi, öğrenen ders kitabı, hücre modeli, tepegöz

Süreç:

1. Hücrenin kısımları, öğrenenlere sorularak ön bilgileri belirlenir.
2. Öğretmen tarafından hücre slaytı kullanılarak, hücrenin genel yapısı sunulur.
3. Daha sonra tek tek hücre organelleri, dıştan içe doğru öğrenmen tarafından sunulur. Anlatım esnasında öğrenenlerin soru sormaları sağlanır ve organellere ait şekiller tepe yardımıyla gösterilir.
4. Öğrenenlere hücre modeli tanıtılır ve hücre modeli üzerinde soru-cevap yöntemi ile organeller ve hücrenin yapısı işlenir.
5. Öğrenenlerden rastgele seçilen 5 öğrenenin, rastgele seçilen 5 organelin işlevini belirtmesi istenir.
6. Öğretmen tarafından, model üzerinde hücre organellerinin konumu ve işlevi arasındaki ilişki sunulur.
7. Bir diğer ders, öğretmen yeni bir başlık olarak “bilimin doğasının ilgili boyutunu” tanımlar.
8. Daha sonra bilimin doğasına ilişkin etkinlik uygulama rehberini kullanarak, “Uygulama VI” başlığı altında belirtilen süreci izleyerek, dersi işlemeye devam eder.

Ölçme-Değerlendirme:

İçerik bilgisi değerlendirmesi ünite sonunda yapılacak bir konu testi uygulaması ile yapılacaktır.

Bilimin doğası ile ilgili öğrenen bilgisi, ünite sonunda Quiz II ile ölçülüp, değerlendirilecektir.

Ders Planı VII

Dersin Adı: Biyoloji

Tarih:

Sınıf: 9

Ünite Adı: Hücre, Organizma ve Metabolizma

Ünitenin Amacı:

Bu ünite de öğrenenlerin; canlıların ortak özelliklerini sorgulamaları; canlıların yapısında bulunan organik ve inorganik molekülleri tanımları; hücrenin yapısı, işlevi ve çeşitleri konusunda gerekli bilgileri edinmeleri; “canlı” ve “hücre” anahtar kavramları etrafında biyoloji okuryazarlığı için gerekli beceri, tutum, değer ve anlayışları kazanmaları amaçlanmaktadır.

Konu: Hücre (Hücre Zarı) ve Bilimsel Bilginin Deşebilirlik Özelliği

Önerilen Süre: 45 dk.

Kazanımlar:

1. Hücre zarından madde geçişinin nasıl gerçekleştiğini örneklerle açıklar.
- 2.Öğrenen, bilimsel bilginin her türünün değışebildiğini bilir.

Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç, Gereç ve Kaynakça:

Tepegöz, Öğretmen Rehberi, Öğrenen kitabı

Süreç:

1. Hücre zarının nelerde oluştuğı, öğrenenlere sorularak ön bilgileri belirlenir.

2. Hücre zarının yapısı hakkında slaytlar yardımıyla sunum yapılır.
3. Hücre zarını oluşturan maddelerin özellikleri ile ilgili soru-cevap etkinliği yapılır.
4. Hücre zarı modelleri ve akıcı-mozaik zar modeli açıklanır.
5. Hücre zarından madde geçişi türleri ve geçen maddelere örnek verilerek, hücre zarının işlevi sunulur
6. Dersi bu kısımdan sonra, öğretmen yeni bir başlık olarak “bilimin doğasının ilgili boyutunu” tanımlar.
7. Daha sonra bilimin doğasına ilişkin etkinlik uygulama rehberini kullanarak, “Uygulama VII” başlığı altında belirtilen süreci izleyerek, dersi işlemeye devam eder.

Ölçme-Değerlendirme:

İçerik bilgisi değerlendirmesi ünite sonunda yapılacak bir konu testi uygulaması ile yapılacaktır.

Bilimin doğası ile ilgili öğrenen bilgisi, ünite sonunda Quiz II ile ölçülüp, değerlendirilecektir.

Ders Planı VIII

Dersin Adı: Biyoloji

Tarih:

Sınıf: 9

Ünite Adı: Hücre, Organizma ve Metabolizma

Ünitenin Amacı:

Bu ünite de öğrenenlerin; canlıların ortak özelliklerini sorgulamaları; canlıların yapısında bulunan organik ve inorganik molekülleri tanımları; hücrenin yapısı, işlevi ve çeşitleri konusunda gerekli bilgileri edinmeleri; “canlı” ve “hücre” anahtar kavramları etrafında biyoloji okuryazarlığı için gerekli beceri, tutum, değer ve anlayışları kazanmaları amaçlanmaktadır.

Konu: Hücre (Prokaryotik ve Ökaryotik Hücreler, Bitki ve Hayvan Hücreleri) ve Bilimde Yanlılık

Önerilen Süre: 45 dk.

Kazanımlar:

- 1.Prokaryot ve ökaryot hücreleri karşılaştırarak bunlara örnekler verir.
- 2.Bitki ve hayvan hücrelerini karşılaştırır.
- 3.Öğrenen bilim insanının tarafsız olmadığını, belirli bir alt yapı ve bakış açısına sahip olduğunu bilir.

Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç, Gereç ve Kaynakça:

Tepegöz, Öğretmen Rehberi, Öğrenen Kitabı, 40 adet çalışma kâğıdı (farklılıklar için), 40 adet çalışma kâğıdı (benzerlikler için).

Süreç:

1. Öğretmen, “hücreleri asıl sınıflayabiliriz?” gibi bir soru yönelterek, öğrenenlerin ön bilgisi belirlemeye çalışır.
2. Öğretmen tarafından prokaryot ve ökaryot kelimelerinin anlamları ve bu sınıflamaya ait canlı örnekleri sunulur.
3. Ökaryot ve prokaryot hücre türleri, slâytlar yardımıyla öğrenenlere tanıtılır.
4. Ökaryotik ve prokaryotik hücelere sahip canlılar tanıtılır.
5. Öğrenenlerden, verilen “karşılaştırma yapmaları için hazırlanmış çalışma kâğıtlarına”, prokaryot ve ökaryot hücreleri birbirinden ayıran özellikleri yazmaları istenir.
6. Öğrenenlerden, verilen “karşılaştırma yapmaları için hazırlanmış çalışma kâğıtlarına”, prokaryot ve ökaryot hücrelerin birbirine benzeyen özelliklerini yazmaları istenir.
7. Öğretmen tarafından konu sözlü olarak özetlenir.
8. Bitki ve hayvan hücrelerinin temel farkları öğretmence sorulup, ön bilgiler belirlemeye çalışılır.
9. Bitki ve hayvan hücresinin temel kısımları, ökaryot olduklarına vurgu yapılarak karşılaştırmalı olarak tahtada tablo oluşturularak sunulur.
10. Bitki ve hayvan hücelere örnek olabilecek canlılar tanıtılır.
11. Öğretmen tarafından konu sözlü olarak özetlenir.
12. Dersin bu kısmından sonra, öğretmen yeni bir başlık olarak “bilimin doğasının ilgili boyutunu” tanımlar.
13. Dersin bu kısmından sonra, öğretmen yeni bir başlık olarak “bilimin doğasının ilgili boyutunu” tanımlar.

14. Daha sonra bilimin doğasına ilişkin etkinlik uygulama rehberini kullanarak, “Uygulama VIII” başlığı altında belirtilen süreci izleyerek, dersi işlemeye devam eder.

15. Quiz II ile öğrenenlerin bilimin doğasına ilişkin bilgi düzeyleri belirlenir.

Ölçme-Değerlendirme:

İçerik bilgisi değerlendirmesi ünite sonunda yapılacak bir konu testi uygulaması ve çalışma yaprakları yardımıyla yapılacaktır.

Bilimin doğası ile ilgili öğrenen bilgisi, ünite sonunda Quiz II ile ölçülüp, değerlendirilecektir.

Ders Planı IX

Dersin Adı: Biyoloji

Tarih:

Sınıf: 9

Ünite Adı: Hücre, Organizma ve Metabolizma

Ünitenin Amacı:

Bu ünite de öğrenenlerin; canlıların ortak özelliklerini sorgulamaları; canlıların yapısında bulunan organik ve inorganik molekülleri tanımları; hücrenin yapısı, işlevi ve çeşitleri konusunda gerekli bilgileri edinmeleri; “canlı” ve “hücre” anahtar kavramları etrafında biyoloji okuryazarlığı için gerekli beceri, tutum, değer ve anlayışları kazanmaları amaçlanmaktadır.

Konu: Hücre (Tek hücreli, koloni oluşturan ve çok hücreli organizmalar) ve Bilimde gözlem ve çıkarım farkı

Önerilen Süre: 45 dk.

Kazanımlar:

- 1.Tek hücreli, koloni oluşturan ve çok hücreli organizmalarda hücresel organizasyonu ve özelleşmeyi örneklerle açıklar.
- 2.Öğrenen, gözlem ve çıkarım arasındaki farkları bilir.
- 3.Gözlem ve çıkarımı tanımlar.

Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç, Gereç ve Kaynakça:

Öğretmen rehberi, öğrenen kitabı, tepegöz.

Süreç:

1. Öğretmen tarafından, hücre sayısı ve canlıların büyüklüğüne ilişkin “balina hücreleri insandan büyük müdür?” sorusu ile konuya öğrenen ilgisi çekilir. Daha sonra, hücre, koloni, doku, organ ve sistem tanımları öğretilir.
2. Tek hücreli canlılardan, amip, bakteri, öglena, paramecium, prokaryot-ökaryot ve bitki-hayvan ayrımı vurgulanarak öğrenenlere sunulur.
3. Koloni oluşturan canlılar ve onların tek hücreliler ile çok hücrelilerde farkları sunulur.
4. Çok hücreli canlılarda, doku, organ ve sistem kavramları işlenerek, tek hücreliler ve koloni oluşturan canlılardan, çok hücrelileri farkları sunulur.
5. Dersin bu kısmından sonra, öğretmen yeni bir başlık olarak “bilimin doğasının ilgili boyutunu” tanımlar.
6. Daha sonra bilimin doğasına ilişkin etkinlik uygulama rehberini kullanarak, “Uygulama IX” başlığı altında belirtilen süreci izleyerek, dersi işlemeye devam eder.

Ölçme-Değerlendirme:

İçerik bilgisi değerlendirmesi ünite sonunda yapılacak bir konu testi uygulaması ve çalışma yaprakları yardımıyla ile yapılacaktır.

Bilimin doğasına ilişkin anlayışa ilişkin bir değerlendirme ünite sonunda yapılacaktır.

APPENDIX B

GUIDE FOR APPLICATIONS ON NATURE OF SCIENCE

Uygulama I

Kazanımlar:

- a. Öğrenen, bilimde kullanılan tek bir yöntemin varlığına ilişkin anlayışın yanlış olduğunu bilir.
- b. Öğrenen, gözlem ve çıkarım arasındaki farkları bilir.
- c. Öğrenen, bilimin deneye, kanıta ve gözleme dayalı olduğunu bilir.
- d. Öğrenen, hipotez, teori ve kanun arasındaki farkları bilir.
- e. Öğrenen, bilimde yaratıcılık ve hayal gücünün kullanımını ve önemini bilir.
- f. Öğrenen, bilimsel bilginin her türünün değişebildiğini bilir.
- g. Öğrenen bilim insanının tarafsız olmadığını, belirli bir alt yapı ve bakış açısına sahip olduğunu bilir.

İşlem Basamakları:

- I.Öğretmen konuyu işlemeden önce, öğrenenlere işleyeceği konunun ne olduğunu açıkça belirtip, konuyu işleme amacını belirtecektir.
- II.Sınıfta öğrenenlere, öğretmen tarafından çalışma boyunca odaklanılacak olan bilimin doğasına ilişkin boyutlar tanıtılacak ve açıklanacaktır.
- III.Burada herhangi içerik bilgisinden bir örnek verilmeyecek olup, içerik bilgisinin işleme yöntemine benzer bir şekilde ilgili boyutlar işlenecektir.
- IV.Diğer etkinliklere temel oluşturacak olan, hipotez, teori ve kanun örneği verilmelidir.

[Öğretmen Rehberinde İfade Edilen Tüm Boyutlar Rehber Yardımıyla İşlenecektir-

Powerpoint sunu]

Uygulama II

Kazanımlar:

- a. Öğrenen, bilimde kullanılan tek bir yöntemin varlığına ilişkin anlayışın yanlış olduğunu bilir.
- b. Bilimde problem durumuna göre, kullanılan yöntemin de değişebileceğini bilir.

İşlem Basamakları:

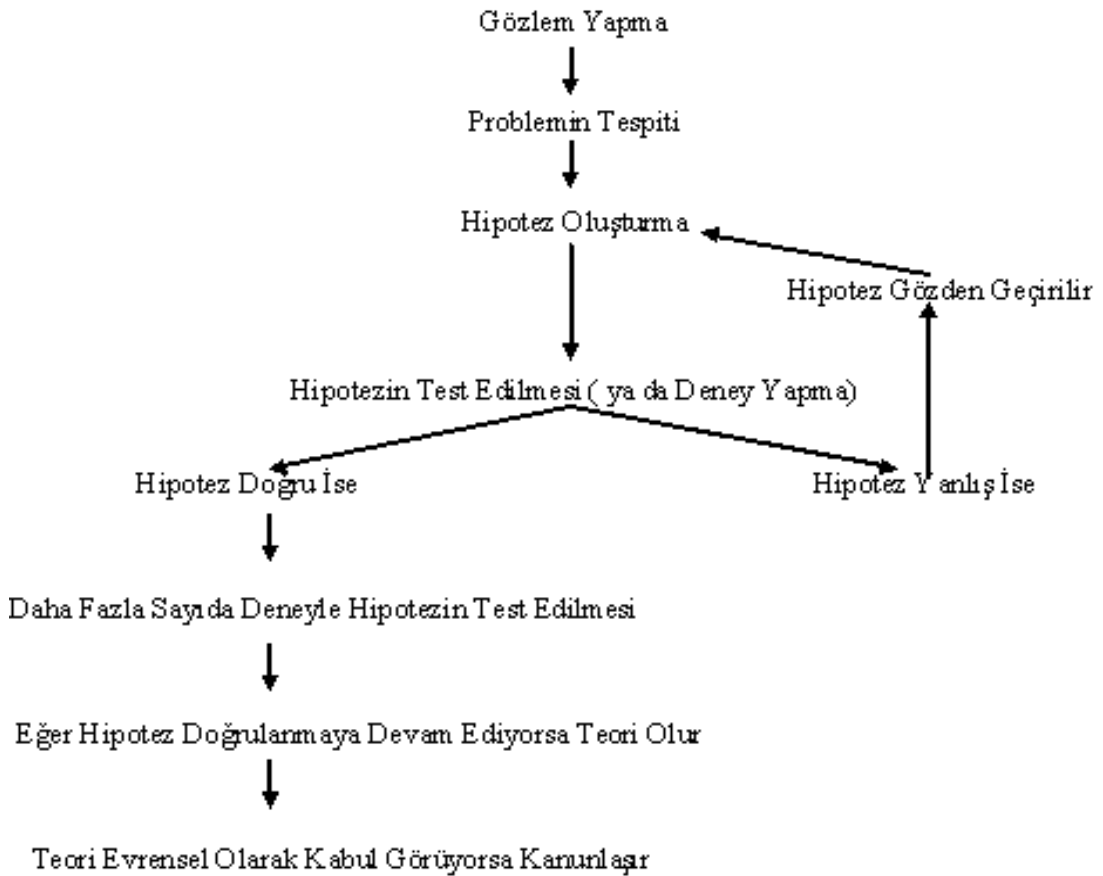
- I. Öğretmen konuyu işlemeden önce, öğrenenlere işleyeceği konunun ne olduğunu açıkça belirtip, konuyu işleme amacını belirtecektir.
- II. Sınıfta ilk olarak 4 kişilik gruplar oluşturulur. Her bir gruba bir numara verilir.
- III. Daha sonra gruplara, her bir grup bir sayfayı alacak şekilde, etkinliğin 1., 3., 5., 7. ve 9. sayfaları verilip, gruplardan belirtilen problemi çözmek için izleyecekleri yolu ifade eden bir şekil çizmeleri istenir.
- IV. Bir sonraki aşamada, etkinlik formunun 2., 4., 6., 8. ve 10. sayfaları öğrenenlere dağıtılıp, tablolarındaki uygun yerleri doldurmaları istenir.
- V. Grupların izledikleri yollardaki farklar ve bunların tabloda belirtilen yoldan farklılıkları öğretmence grup numaraları verilerek açıklanır.
- VI. Öğretmen tarafından, bilimin doğasının ilgili boyutuna ilişkin, tartışmaya yönelik sorular yöneltilir ve sınıf tartışması etkinliği gerçekleştirilir. Tartışmanın başlangıcı için yöneltilebilecek bir soru örneği aşağıda sunulmaktadır.

“Sizce bilim insanları her problem durumu için aynı yolu mu kullanırlar?”

- VII. Her bir öğrenene etkinliğin son sayfası verilir ve kendi fikirlerini “bilimde kullanılan bir tek yolun varlığına ilişkin yanlış anlayış açısından” değerlendirmeleri istenir.

VIII.Bilime ilişkin etkinlikte odaklanılan boyut, öğretmen tarafından vurgulanarak tanımlanır ve açıklanır. İlgili Açıklama Metni aşağıdadır.

“Okullarda kullanılan kitaplarda genel olarak, bilim yapmak için önerilen, evrensel olarak kabul gördüğü düşünülen, tek bir yolun varlığı farkında olmadan ima edilmektedir. En yaygın olarak karşılaşılan durumlarda biri de bu yolun bir şema halinde belirtilerek kitaplarda sunuluyor olmasıdır. Basit bir şekilde ifade edilirse, evrensel olarak kabul gören bilimsel yöntem aşağıda gösterildiği şekilde şematize edilmektedir.



Şekil. Evrensel olduğu iddia edilen, bilimsel bilginin üretimi için gerekli “tek yöntem” yanılgısına ilişkin şema.

Evrensel olarak kabul gören, basamak basamak ilerlendiğinde doğruyu bulmayı sağlayan bir tek bilimsel yöntemin varlığına ilişkin bu yanlış inanış, teori ve kanunun tanımı ve farklılarını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Bilimsel yöntem olarak sadece deneysel yöntemin varlığını kabul eden bir diğer yanlış anlayış da bu şekilde ifade edilen ve kitaplarda sıklıkla şematize edilen yolla ilişkilidir (Ryan & Aikenhead, 1992). Bilimde deneysel yöntemin dışında kullanılan, betimleyici araştırma, karşılaştırmalı araştırma, daha önce yapılmış bir araştırmanın tekrar edilmesi gibi birçok yöntem mevcuttur. Bir betimleyici çalışmada amaç, bir problemi ortaya konulması olabilmektedir. Böyle bir durumda, deneyle test gibi bir durum söz konusu değildir. Yine, sadece gözlem yapılan ve var olan durumu tanımlamaya çalışan araştırma yöntemleri bulunmaktadır. Örneğin, biyoloji alanında sıklıkla başvurulan sınıflandırma yaklaşımında genel olarak gözlem yapma ve veri toplama söz konusudur yani sadece var olan durumu tanımlamak amaçlanmaktadır. Herhangi bir hipotezin varlığı söz konusu değildir. Yine, yukarıdaki şemada da belirtilen tekrar çalışmaları, “gözlem yapma”, “problemin tespiti” ve “hipotez oluşturma” safhalarından geçmeden ilerlemektedir. Yine, gen bankalarını kullanarak yapılan genetik çalışmalarda, basamak yukarıda bahsedilen yollarda geçme söz konusu değildir. Çünkü genetikçiler çalışmalarını, “şu geni” bulacağım bu da daha sonra “kanun olacak” diye yapmamaktadırlar. Genelde, var olan verilerden yararlanıp, doğrudan deney yapabilmektedirler. Yani yukarıda bahsedilen yöntemdeki gibi bir basamaklılık, evrensel kabul ve tek bir bilimsel yöntem yoktur”

Uygulama III

Kazanımlar:

- a. Öğrenen, gözlem ve çıkarım arasındaki farkları bilir.
- b. Gözlem ve çıkarımı tanımlar.

İşlem Basamakları:

I.Öğretmen konuyu işlemeden önce, öğrenenlere işleyeceği konunun ne olduğunu açıkça belirtip, konuyu işleme amacını belirtecektir.

II.Sınıfta ilk olarak 4 kişilik gruplar oluşturulur. Her bir gruba bir numara verilir.

III.Öncelikle her gruba bir tane küp verilir, beyaz kısmı altta kalacak şekilde masalarına yerleştirilir ve gruplardan, küpü yüzeyindeki rakamlar ve kelimeler üzerinde çalışmaları istenir. Öğrencilerden beyaz kısımdaki rakam ve kelime ile ilgili çıkarımlarını bir kâğıda yazmaları istenir.

IV.Daha sonra öğretmen, grup numaralarını söyleyerek, çıkarımları sınıfa açıklar.

V.Öğretmen tarafından, bilimin doğasının ilgili boyutuna ilişkin, tartışmaya yönelik sorular yöneltilir ve sınıf tartışması etkinliği gerçekleştirilir. Tartışmanın başlangıcı için yöneltebilecek bir soru örneği aşağıda sunulmaktadır.

“Yaptığınız etkinliği dikkate aldığınızda, sizce bilim insanları bir sonuca ulaşırken sadece gözlemlerini mi kullanırlar?”

VI.Her bir öğrenene etkinliğin son sayfası verilir ve kendilerini “bilimde gözlem ve çıkarım arasındaki fark açısından” değerlendirmeleri istenir.

VII.Bilime ilişkin etkinlikte odaklanılan boyut, öğretmen tarafından vurgulanarak tanımlanır ve açıklanır. İlgili açıklama metni aşağıdadır.

“Bilimin yapısı ve boyutlarına ilişkin bir diğer önemli problem, gözlem ve çıkarımın öğretmenler, öğrenenler, öğretmen adayları ve öğretim elemanlarınca tanımlanamamalarıdır (Irez, 2006; Khishfe & Lederman, 2007). Gözlemler, duyular aracılığıyla doğrudan ulaşılabilen ya da birkaç gözlemcinin kolaylıkla görüş

birliğine varabildiği doğa olayları hakkındaki tanımlayıcı durumlardır. Örneğin, “yer seviyesinden yüksek bir yerden bırakılan cisimlerin, düşmesi ve yere çarpmasının gözle izlemesi” bir gözlemdir. Çıkarımlar ise, duyular aracılığıyla doğrudan ulaşılamayan doğa olaylarına ilişkin durumlardır. Örneğin, “yer seviyesinden yüksek bir yerden bırakılan cisimlerin, düşmesi ve yere çarpmasının yerçekiminden kaynaklanmasının” düşünülmesi bir çıkarımdır (Lederman, 2006). Benzer bir şekilde, “Down sendromlu bir çocuğun dış görünüşüne ilişkin farklılıkların izlenmesi” bir gözlemdir. Fakat bu durumun “anne ve babada gelen kalıtsal materyaldeki değişikliklerden kaynakladığının” düşünülmesi çıkarımdır.”

Uygulama IV

Kazanımlar:

- a. Öğrenen, bilimin deneye, kanıta ve gözleme dayalı olduğunu bilir.

İşlem Basamakları:

I.Öğretmen konuyu işlemeden önce, öğrenenlere işleyeceği konun ne olduğunu açıkça belirtip, konuyu işleme amacını belirtecektir.

II.Sınıfta ilk olarak 4 kişilik gruplar oluşturulur. Her bir gruba bir numara verilir.

III.Oluşturulan her bir gruba etkinliğin birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sayfaları verilir öğrenenlerden öncelikle röportajları okumaları istenir.

IV.Daha sonra öğrenenlere röportajlara ilişkin soruları cevaplamaları söylenir.

V.Öğretmen bu etkinlik esnasında, bilimin gözleme, deneye ve kanıta dayalı olduğuna vurgu yapar.

VI.Öğretmen tarafından, bilimin doğasının ilgili boyutuna ilişkin, tartışmaya yönelik sorular yöneltilir ve sınıf tartışması etkinliği gerçekleştirilir. Tartışmanın başlangıcı için yöneltebilecek bir soru örneği aşağıda sunulmaktadır.

“Yapılan etkinliği düşündüğünüzde, sizce bilimsel bilgiyi diğer bilgi türlerinden ayıran özellikler nelerdir?”

VII.Daha sonra, her bir öğrenene etkinliğin son sayfası verilir ve kendilerini “bilimin gözleme, deneye ve kanıta dayalı doğası açısından” değerlendirmeleri istenir.

VIII.Bilime ilişkin etkinlikte odaklanılan boyut, öğretmen tarafından vurgulanarak tanımlanır ve açıklanır. Açıklama metni aşağıdadır.

IX.Quiz I uygulaması yapılır.

“Bilimsel bilgi, gözlem ve kanıta dayalıdır. Bilimsel bilgiyi, diğer bilgi türlerinden (felsefi bilgi, dini bilgi, kültürel bilgi vb.) ayıran, onu güvenilir kılan en önemli özelliklerinden biri gözleme ve kanıta dayalı olmasıdır. Bilimsel bilgini üretim sürecinde, sistematik ve eleştirel bir gözlem sürecinin ardından, toplanan

kanıtların mantık yardımıyla yorumu söz konusudur. Felsefi bilgide de mantıksal düşünme ve yorumlama söz konusu olsa da, felsefe spekülâtif olup, sistematik gözlemden ve kanıt toplamadan ziyade, zihinsel düzeyde değerlendirme sürecini içermektedir. Dinde ise kanıt ve gözlem olmayıp, kayıtsız şartsız kabullenme söz konusudur. Kanıta dayalı olarak dinsel bilginin sorgulanması ve mantık yoluyla yorumlanması, değerlendirilmesi söz konusu değildir. Dolayısıyla, bilimsel bilgi, gözleme ve kanıta dayalı olması nedeniyle diğer bilgi türlerinden ayrılmaktadır (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002).”

Uygulama V

Kazanımlar:

- a. Öğrenen, hipotez, teori ve kanun arasındaki farkları bilir.

İşlem Basamakları:

I.Öğretmen konuyu işlemeden önce, öğrenenlere işleyeceği konun ne olduğunu açıkça belirtip, konuyu işleme amacını belirtecektir.

II.Sınıfta ilk olarak 4 kişilik gruplar oluşturulur. Her bir gruba bir numara verilir.

III.Oluşturulan her bir gruba öncelikle etkinliğin birinci ve ikinci sayfaları verilir ve öğrenenlerden okumaları istenir.

IV.Daha sonra her bir grup için hazırlanmış mikroskopların başına geçip, maya kültüründe çoğalma izlenir.

V.Mikroskopta izlenen materyal başarılı olmazsa eğer, mitoz bölünme videosu (fenokulu.com) adresinden, öğrenenlere izletilir.

VI.Öğrenenlerden gördüklerini etkinlik formundaki 2. sayfadaki ilgili yere yazmaları istenir.

VII.Daha sonra etkinlik formunun 3. sayfası öğrenenlere verilir ve ilgili yerleri doldurmaları istenir.

VIII.Bir diğer aşamada, öğrenenlere etkinlik formunun 4. sayfası verilir ve karşılaştırma yapmaları istenir.

IX.Öğretmen tarafından, bilimin doğasının ilgili boyutuna ilişkin, tartışmaya yönelik sorular yöneltilir ve sınıf tartışması etkinliği gerçekleştirilir. Tartışmanın başlangıcı için yönlendirilebilecek bir soru örneği aşağıda sunulmaktadır.

“Yapılan etkinlik dikkate alındığında, hipotez, teori ve kanun arasında bir fark olduğunu düşünüyor musunuz?”

X.Her bir öğrenene etkinliğin son sayfası verilir ve kendilerini “bilimde hipotez, teori ve kanun” açısından değerlendirmeleri istenir.

XI.Bilime ilişkin etkinlikte odaklanılan boyut, öğretmen tarafından vurgulanarak tanımlanır ve açıklanır. Açıklama metni aşağıdadır.

“Bir diğer yaygın yanlış anlayış, hipotezlerden, teoriye ve oradan da kanuna giden bir yolun var olduğuna ilişkin anlayıştır. Burada ifade edilen hiyerarşinin, hipotez, kanun ve teori tanımlarıyla ilgili olduğu düşünülmektedir. Hipotezler, bir duruma ilişkin önerilen ve test edilmeyi bekleyen geçici fikirlerdir. Teoriler ise, doğadaki bir olay için ortaya atılan, çıkarımla oluşturulan, iyi kurgulanmış, içsel olarak tutarlı açıklamalar sistemidir. Kanunlar, her iki bilgi formundan da ayrı olarak, gözlenebilir olaylar arasındaki ilişkinin tanımlaması ya da açıklamasıdır (Abd-El-Khalick, 2006). Hücre teorisi, hücreni yapısı ve işlevini açıklamaya çalışırken, Mendel kanunları, genetik materyal (iç görünüş) ve dış görünüş arasındaki ilişkiyi açıklamaya çalışmaktadır. Yani her biri, farklı bir bilimsel bilgi formudur ve teorilerin, daha fazla kanıtla, kanunlara dönüşmesi olası değildir. Çünkü bilim insanları, genelde teorileri ileride kanun olacak diye oluşturmazlar (Abd-El-Khalick, 2006). Bunlardan hareketle, şunları da eklemek gerekmektedir; kanunlar herkes tarafından kabul edilen, tekrar tekrar test edilerek doğrulanmış, kesin ve evrensel olan bilgi formu değildir (Abd-El-Khalick, 2006). Dolayısıyla, kanun teoriye göre daha doğru, daha çok kanıtlanmış ve daha fazla kişi tarafından kabul edilmiş bilgi formu değildir. Dolayısıyla, kanunlar ve teoriler bilimsel bilginin farklı türleri olup, bilimde farklı rollere sahiptirler.

Teorilerin bilimde ayrı bir yeri vardır. Teoriler, bir araştırma alanından daha fazla sayıdaki alandan gelen birbirinden bağımsız gibi gönen çok fazla sayıdaki gözlemi açıklamakta önemli bir işlev görmektedir. Yine, teoriler araştırma problemlerinin oluşturulmasında, kritik bir rol oynamaktadır. Teorilerin en önemli özelliklerinden biri de, araştırmalarda, araştırmanın daha odaklı ilerlemesi için bir çerçeve sağlamasıdır. Teoriler, bilimsel bilginin oluşturulması sürecinde, gelecekte yapılacak olan çalışmalara rehberlik etmektedir. Fakat tüm bunların yanında, teoriler doğrudan test edilemeyen ve gözlenemeyen bilimsel bilgi türleridir. Test edilip, gözlenebilen bilimsel bilgi türü hipotezlerdir. Sonuç olarak, bilimsel bilginin oluşumunu teoriler yönlendirmektedir (Abd-El-Khalick, 2006). “

Uygulama VI

Kazanımlar:

- a. Öğrenen, bilimde yaratıcılık ve hayal gücünün kullanımını ve önemini bilir.
- b. Öğrenen, yaratıcılık ve hayal gücünün bilimsel sürecin her basamağında kullanılabileceğini bilir.

İşlem Basamakları:

- I.Öğretmen konuyu işlemeden önce, öğrenenlere işleyeceği konunun ne olduğunu açıkça belirtip, konuyu işleme amacını belirtecektir.
- II.Sınıfta ilk olarak, 4 kişilik gruplar oluşturulur. Her bir gruba bir numara verilir.
- III.Oluşturulan her bir gruba öncelikle etkinliğin birinci ve ikinci sayfası verilir ve öğrenenlerden okumaları istenir.
- IV.Daha sonra, gruplara yaratıcılığın tanımının “var olan şeylerden yeni şeyler oluşturma, sentezleme ya da alışkın olunmayan bir şey oluşturma” olduğu belirtilir.
- V.Burada öğrenenlere, daha önceki bildiklerinin ve eldeki verilerin yaratıcılık ve hayal gücü ile yorumlanmasının önemi vurgulanır.
- VI.Öğretmen tarafından gruplarca oluşturulmuş modellerdeki farklılıklar yaratıcılık ve hayal gücü bağlamında karşılaştırılır.
- VII.Öğretmen tarafından, bilimin doğasının ilgili boyutuna ilişkin, tartışmaya yönelik sorular yöneltilir ve sınıf tartışması etkinliği gerçekleştirilir. Tartışmanın başlangıcı için yöneltilebilecek bir soru örneği aşağıda sunulmaktadır.

“Sizce bilim insanları, model oluştururken veya bir sonuca varırken mümkün olan tüm örnekleri incelerler mi?”

- VIII.Her bir öğrenene etkinliğin son sayfası verilir ve kendilerini “bilimde yaratıcılık ve hayal gücü açısından” değerlendirmeleri istenir.
- IX.Bilime ilişkin etkinlikte odaklanılan boyut, öğretmen tarafından vurgulanarak tanımlanır ve açıklanır. Açıklama metni aşağıdadır.

“Bilim, yaratıcılık ve hayal gücü, gerçekte birbirinden fazla uzak olmaya kavramlardır. Ama yaratıcılık kavramı daha çok sanat alanları için düşünülür durumdadır. Bilimsel bir süreçte, yaratıcılığın sadece planlama aşamasında var olduğunu iddia eden ya da bilimde yaratıcılık ve hayal gücünün olmadığını iddia eden yanlış anlayışları gösteren çeşitli araştırmalar mevcuttur (Khishfe & Lederman, 2006; Khishfe & Lederman, 2007). Yaratıcılık ve hayal gücü, bilimsel bilginin üretiminde, her safhada önem taşıyan unsurlardır. Planlama aşamasında, bilim insanları yaratıcılıklarını kullanarak daha fazla sayıda değişkeni kontrol altına alabileceği araştırma desenleri üretebilir. Yine veri toplama aşamasında, daha ekonomik, daha kolay ve daha hatada arınık bir yol oluşturabilir ya da veri toplama aracında daha detaylı veri toplamayı sayılabilecek değişiklikleri tasarlayabilir. Bunların dışında daha da önemli olan nokta, tüm veriler toplandıktan sonra eldeki verileri yaratıcı bir şekilde yorumlayıp model oluşturabilir. Örneğin, hücre zarı modelleri ve atom modelleri bu yaratıcılık unsurunun en belirgi olarak kullanıldığı örneklerdir. Burada bahsedilen aşamalar dışında kullanılabilecek diğer bilimsel yöntemlerin herhangi bir aşamasında yaratıcılık ve hayal gücünün kullanılabilmesi söz konusudur.”

Uygulama VII

Kazanımlar:

- a. Öğrenen, bilimsel bilginin her türünün değişebildiğini bilir.

İşlem Basamakları:

- I.Öğretmen konuyu işlemeden önce, öğrenenlere işleyeceği konunun ne olduğunu açıkça belirtip, konuyu işleme amacını belirtecektir.
- II.Sınıfta ilk olarak, 4 kişilik gruplar oluşturulur. Her bir gruba bir numara verilir.
- III.Oluşturulan her bir gruba öncelikle etkinliğin birinci sayfası verilir ve öğrenenlerden verilen şekil üzerinde çalışmaları istenir.
- IV.Daha sonra öğrenenlerden, şeklin altındaki boşluğa teorilerini yazmaları istenir.
- V.Daha sonra sırasıyla 2., 3., 4., ve 5. sayfa öğrenenlere verilir ve eldeki verileri kullanarak, son teorilerini oluşturmaları istenir.
- VI. Daha sonra 6. sayfa öğrenenlere verilir ve karşılaştırma yapmaları istenir.
- VII.Öğretmen tarafından bu etkinlik boyunca, yeni verilerle bilimsel bilginin nasıl değiştiği vurgulanır.
- VIII.Öğretmen tarafından, bilimin doğasının ilgili boyutuna ilişkin, tartışmaya yönelik sorular yöneltilir ve sınıf tartışması etkinliği gerçekleştirilir.Tartışmanın başlangıcı için yöneltilebilecek bir soru örneği aşağıda sunulmaktadır.

“Sizce bilimsel bilgi, bir kesinliğe veya değişmezliğe sahip midir?”

- IX. Her bir öğrenene etkinliğin son sayfası verilir ve kendi fikirlerini“bilimsel bilginin değişebilirliği açısından” değerlendirmeleri istenir.
- X.Bilime ilişkin etkinlikte odaklanılan boyut, öğretmen tarafından vurgulanarak tanımlanır ve açıklanır. Açıklama metni aşağıdadır.

“Bilimsel bilgi türleri olarak, teori ve kanunun her ikisi de değişebilirlik özelliğine sahiptir. Örneğin, hücre teorisinin içeriğinde yer alan açıklamalar, zaman içerside değişim göstererek günümüzdeki haline ulaşmıştır. İlk olarak, 1655 yılında

Robert Hooke tarafından şişe mantarında gözlenen boşluklara hücre denmesi, 1674 yılında Anton von Leeuwenhook'un protozoaları ve dokuz yıl sonra bakterileri görmesi, arkasından 1830'lu yıllarda Theodor Schwann ve Matthias Schleiden'in çalışmalarının da katkısı ile hücre teorisi oluşmuştur. Schwann, 1839 yılında yayınlandığı kitabında, Schleiden ve diğer araştırmacıların çalışmalarını da dikkate alarak, gözlemlerini üç başlık altında toplamıştır;

- a. Hücre, canlıların yapısının, fizyolojisinin ve organizasyonunun temel birimidir.*
- b. Hücre, ikili bir varoluşa sahiptir. Bunlar, başlı başına bir varlık olma ile organizmaların oluşumunda yapı malzemesi olma durumlarıdır.*
- c. Hücreler, kristallerin oluşumuna benzer bir şekilde, serbest hücre oluşumu yoluyla ortaya çıkmaktadırlar (Mallery, 2007).*

Yukarıda ifade edilen maddelerden üçüncüsü, Rudolph Virshow'un çalışmaları sonucunda yanlışlanmıştır. Virshow, her hücrenin daha önce var olan bir diğer hücreden oluştuğuna ilişkin kanıtlar sunmuştur. Hücre teorisindeki değişim sadece yanlışlama yolu ile değil aynı zamanda eklemeler yapma yolu ile de devam etmiştir. Günümüz hücre teorisinde, hayata ilişkin tüm enerji akışının hücrede gerçekleştiği ve kalıtsal bilginin hücre bulunup, nesilde nesile aktarıldığı da ifade edilmektedir (Mallery, 2007). Teorilerin değişebilirliğin dışında, kanunların da değişebildiği karşılaşılmış bir durumdur. 200 yıl boyunca, bilim dünyasında kanun olarak, Brewster'in optik ile ilgili kanunu, yapılan yeni çalışmaların bulguları sonucu değişmiştir (Akt: Bell, 2006). Yine Mendel kanunları adı verilen kalıtsal olayları arasındaki ilişkiyi açıklamak üzere oluşturulmuş kurallar, ABO kan grubunun kalıtımı ve mitokondrideki kalıtsal materyalin kalıtımı için geçerli olmamaktadır. Hem kanun hem de teorinin değişimine ilişkin bu örneklerin ardından, teori ve kanunların değişimine etki eden faktörlere ilişkin aşağıda verilen ifadeler durumu daha da aydınlatacaktır. Teori ve kanunlar;

- a. Yeni kanıtların sağlanması,*
- b. Eski kanıtlara, farklı ve yeni bir bakış açısıyla bakılması,*

- c. Farklı bir metotla eski çalışmaların yeniden ele alınması,*
- d. Daha hassas, yeni teknolojilerin kullanılmasıyla veri toplanması,*
- e. Verilerin yeni bir bakış açısıyla yorumlanması,*
- f. Teori ve kanun oluşturulduğu, sosyo-kültürel ortamda değişimlerin gerçekleşmesi,*

gibi yollarla değişebilmektedir (McComas, Clough & Almazroa, 1998, p: 3-39). Bilimde değişim, birikimle olmadan ziyade, gelişimsel veya devrimsel olarak oluşmaktadır.”

Uygulama VIII

Kazanımlar:

- a. Öğrenen bilim insanının tarafsız olmadığını, belirli bir alt yapı ve bakış açısına sahip olduğunu bilir.

İşlem Basamakları:

I.Öğretmen konuyu işlemeden önce, öğrenenlere işleyeceği konunun ne olduğunu açıkça belirtip, konuyu işleme amacını belirtecektir.

II.Sınıfta ilk olarak 4 kişilik gruplar oluşturulur. Her bir gruba bir numara verilir.

III.Oluşturulan her bir gruba ilk olarak etkinliğin birinci sayfası verilir ve 5 dakikalık bir süre içinde “hücre türleri ya da çeşitleri” ile ilgili bildiklerini kısaca yazmaları istenir. Burada BİTKİ ve HAYVAN hücrelerin özellikleri ile ilgili, gerektiğinde yardım sağlanır.

IV.Sonrasında, bitki ve hayvan hücresi örneklerini içeren mikroskop preparatı hazırlanır ve grupların mikroskopta gözlem yapması sağlanır.

V.Daha sonra, etkinliğin 2., 3., 4. ve 5. sayfası öğrenenlere verilip, 10 dakika boyunca çalışmaları istenir. Daha sonra, 5. sayfadaki formu doldurmaları istenir.

VI.Etkinliklerin öğrenenlerce yapılması esnasında, gruplar dolaşılıp, hücre türü sınıflaması açısından etkinliğin gerektirdiği çeşitliliğin sağlanıp, sağlanmadığı denetlenir. Gruplar arasında yeterli çeşitlilik sağlanmamışsa, öğretmen tarafından en sondaki fotoğraftaki canlının “bitki mi?, hayvan mı?” olduğu sorulur. Cevaplarını, boş bir kâğıda nedenleriyle yazmaları istenir.

VII.Elde edilen sonuçlardan sadece “hücre sınıfları” ve “belirlenen kriterler”, öğretmen tarafından, grup numaraları söylenerek açıklanır.

VIII.Öğretmen tarafından, bilimin doğasının ilgili boyutuna ilişkin, tartışmaya yönelik sorular yöneltilir ve sınıf tartışması etkinliği gerçekleştirilir. Tartışmanın başlangıcı için yöneltilebilecek bir soru örneği aşağıda sunulmaktadır.

“Yaptığınız etkinliği dikkate aldığınızda, sizce bilim insanları tarafsızlık özelliğine sahip midir?”

IX. Her bir öğrenene etkiliğin son sayfası verilir ve kendilerini “bilimde tarafsızlık açısından” değerlendirmeleri istenir.

X. Bilime ilişkin etkinlikte odaklanılan boyut, öğretmen tarafından vurgulanarak tanımlanır ve açıklanır. Açıklama metni aşağıdadır.

“Bilim insanlarının objektif olduğuna ilişkin yanlış inanış, bilime ilişkin yanlış anlayışların bir diğer önemli boyutudur. Bilim insanları, farklı kültürel, sosyal ve psikolojik karakteristiklere sahip olan bireylerdir. Bunların dışında, bakış açısı, savunulan teoriler ve içinde bulundukları alanın da etkisiyle oluşan farklılıklardan dolayı, objektif olduklarına ilişkin inancın, bilim içerisinde pek geçerli olmadığı söylenebilir. Örneğin, Rheinberger (1996), sadece gen kavramının, bilim insanları arasında, hepsinin biyoloji alanında çalışıyor olmalarına rağmen, nasıl farklı tanımlanabileceğine ilişkin durumu aşağıdaki örneklerle göstermeye çalışmıştır. Gen;

- a. Kristal bir DNA fiberi ile çalışan bir biyofizikçiye göre, DNA’nın çift heliksinin oluşturduğu özel bir yapısal formasyondur.*
- b. İzole edilmiş bir DNA’yı tüplerde çalışan bir biyokimyacıya göre ise, belirli sterokimyasal özellikler ve dizi farklılıkları gösteren bir nükleik asit parçasıdır.*
- c. Moleküler genetikçilere göre, belirli yapısal ve fonksiyonel önem taşıyan ürünlerin oluşumuna neden olan yönlendirici kromozom parçalarıdır.*

Bir diğer örnek olarak, tür tanımı ile ilgili farklılıklar da, biyolojinin içerisinde aynı bilim üzerine çalışmalarına rağmen, bilim insanlarının ne kadar farklı düşünebildiklerini göstermektedir. Tür tanımı için, biyolojik, morfolojik ve nominalistik tanımlar yapılmaktadır. Biyolojik tür tanımı, aralarında gen alışverişi yapan ya da bu potansiyele sahip olan, eşeyli üreme yeteneğindeki bireylerin oluşturduğu doğal populasyon gruplarından oluşan birliktir. Fakat eşeysiz üreyen canlıları kapsamayan bir tanımdır. Morfolojik tür tanımında dikkate alınan tip

formudur. Belirli bir tip formuna benzer olan canlılar aynı türden kabul edilir. Nominalistik tür tanımı, bireye dikkate alan ve tür kavramının doğada olmayıp, insan zihninde olduğunu iddia eden bir tanımdır. Bu tanımlara, ekolojik tür tanımı ve daha başka tanımlar da eklenebilir (Özata ve ark.,1999).”

Uygulama IX

Kazanımlar:

- a. Öğrenen, gözlem ve çıkarım arasındaki farkları bilir.
- b. Gözlem ve çıkarımı tanımlar.

İşlem Basamakları:

I.Öğretmen konuyu işlemeden önce, öğrenenlere işleyeceği konunun ne olduğunu açıkça belirtip, konuyu işleme amacını belirtecektir.

II.Sınıfta ilk olarak 4 kişilik gruplar oluşturulur. Her bir gruba bir numara verilir.

III.İlk olarak, her bir gruba, etkinliğin birinci sayfası verilir ve okumaları istenir. Daha sonra sırasıyla 2. ve 3. sayfalar da gruplara sırasıyla verilir. 4. Sayfadaki etkinlik için daha uzun bir süre verilebilir.

IV. Makas ve yapıştırıcı yardımıyla yaptıkları gözlemlerden oluşan parçaları kesip, birleştirmeleri istenir, yani çıkarım yapmaları sağlanır.

V.Etkinlik süresince gözlem ve çıkarım faaliyetlerine vurgu yapılır ve öğrenenlerin etkileşimde bulunmaması gerektiği belirtilir.

VI.Öğretmen tarafından, bilimin doğasının ilgili boyutuna ilişkin, tartışmaya yönelik sorular yöneltilir ve sınıf tartışması etkinliği gerçekleştirilir. Tartışmanın başlangıcı için yöneltilebilecek bir soru örneği aşağıda sunulmaktadır.

“Yaptığınız etkiği dikkate aldığınızda, sizce bilim insanları bir sonuca ulaşırken sadece gözlemlerini mi kullanırlar?”

VII.Her bir öğrenene etkinliğin son sayfası verilir ve kendilerini “gözlem ve çıkarım arasındaki farklar açısından” değerlendirmeleri istenir.

VIII.Bilime ilişkin etkinlikte odaklanılan boyut, öğretmen tarafından vurgulanarak tanımlanır ve açıklanır. Açıklama metni aşağıdadır.

“Bilimin yapısı ve boyutlarına ilişkin bir diğer önemli problem, gözlem ve çıkarımın öğretmenler, öğrenenler, öğretmen adayları ve öğretim elemanlarınca

tanımlanamamalarıdır (Irez, 2006; Khishfe & Lederman, 2007). Gözlemler, duyular aracılığıyla doğrudan ulaşılabilen ya da birkaç gözlemcinin kolaylıkla görüş birliğine varabildiği doğa olayları hakkındaki tanımlayıcı durumlardır. Örneğin, “yer seviyesinden yüksek bir yerden bırakılan cisimlerin, düşmesi ve yere çarpmasının gözle izlemesi” bir gözlemdir. Çıkarımlar ise, duyular aracılığıyla doğrudan ulaşılabilen doğa olaylarına ilişkin durumlardır. Örneğin, “yer seviyesinden yüksek bir yerden bırakılan cisimlerin, düşmesi ve yere çarpmasının yerçekiminden kaynaklanmasının” düşünülmesi bir çıkarımdır (Lederman, 2006). Benzer bir şekilde, “Down sendromlu bir çocuğun dış görünüşüne ilişkin farklılıkların izlenmesi” bir gözlemdir. Fakat bu durumun “anne ve babada gelen kalıtsal materyaldeki değişikliklerden kaynakladığının” düşünülmesi çıkarımdır.”

APPENDIX C

TEACHER GUIDE FOR NATURE OF SCIENCE

Bilim toplumlar üzerine en fazla etki eden, insan ürünlerinden biridir. Bilimin oluşum tarihi 10000 yıl öncesine kadar uzanmaktadır (Ronan, 2005). O tarihten bu yana, bilimin yöntemleri, yapısı, bilim yapan insanların karakteristikleri, bilimin ürünlerinin özellikleri ve insanlar üzerine etkisi, bilimin toplumdaki yeri ve bilimin gittiği yön sürekli düşünülmüş ve tartışılmıştır. Çeşitli medeniyetlerde, farklı odaklar ve yöntemlerle yapılmış olan bilim, günümüzde batı medeniyetinin bir ürünü olarak yansıtılsa da, bilimin oluşumuna ve gelişimine, Grek, Çin, Hint medeniyetlerinde ve M.S. 800-1400 yılları arasında Arap medeniyetinde yapılan çeşitli çalışmaların etkisini göz ardı etmek, büyük bir yanılgı oluşturmaktadır (Ronan, 2005). Batı medeniyetinin en önemli etkileri, Rönesans ve Reform hareketlerinin ardından, düşünme ve yaşam tarzında gerçekleşen değişikliklerin bir yansıması olarak, 1500’lü yıllardan günümüze kadar yapılan çalışmalarda görülmektedir (Ronan, 2005). Bu kısa tarihçeden de anlaşılacağı gibi, bilim birçok medeniyetten, bakış açısından ve düşünüşten etkilenecek gelişmiştir. Günümüzde bilimle ilgili çok şey söylenmekte, düşünülmekte ve yazılmaktadır, özellikle de okul kitaplarında bilimin yapısı ve boyutları hakkında birçok yazıya rastlamak mümkündür. Her ne kadar bu kitapların içeriği bilimin öğrenilmesine yönelik olarak hazırlansa da, yapılan araştırmalar kitapların içeriğinde sunulan bilgilerin “kabul görmeyen”, yanılgılar içeren bilim anlayışına yönelik olduklarını göstermiştir (Abd-El-Khalick, Waters & Le, 2008; Irez, 2008). Kitaplardaki bu yanılgılara ek olarak, yapılan araştırmalar, öğretmenlerin, öğretmen adaylarının, öğrencilerin, öğretim üye ve elemanlarının da benzer yanılgıları sergilediklerini göstermektedir (McComas, 2003; Akerson, Morrison & Mc Duffie, 2006; Abd-El-Khalick, Waters & Le, 2008; Blanco & Niaz, 1997; Tsai, 2006; Irez, 2006; Ryan & Aikenhead, 1992). Aşağıda bilimin doğası ve

öğretimine ilişkin literatürde sıklıkla vurgulanan ve öğretim amaçlı odak oluşturabileceği vurgulanan bilimin yapısına ve bilime ilişkin boyutlar sıralanmıştır.

1. Bilimsel bilginin her türü değişebilir niteliktedir.
2. Bilimsel bilgi, kanıt ve gözleme dayalıdır.
3. Hipotez, teori ve kanun arasında herhangi bir hiyerarşi yoktur.
4. Bilimsel bilgi, teoriler tarafından yönlendirilir.
5. Bilimsel bilgi, bir sosyal ve kültürel çevre içinde gelişmektedir.
6. Evrensel olarak kabul gören, bilim yapmak için kullanılan tek bir yol yoktur.
7. Kanunlar ve teoriler, bilimsel bilginin farklı türleri olup, bilimde farklı rollere sahiptirler.
8. Yaratıcılık ve hayal gücü, bilimsel bilginin üretiminde, her safhada önem taşıyan unsurlardır.
9. Bilim insanları, objektif insanlar değildir. Her bilim insanı, çalışmalarına başladığı zaman, belirli bir bilimsel alt yapı, inanış, tutum ve düşünüşe sahiptir.
10. Gözlem ve çıkarım farklı şeylerdir.
11. Bilimsel modeller, elde edilen veriyi açıklamak için oluşturulan, kendi içinde tutarlı kavramsallaştırılmış açıklamalardır.
12. Bilim, bilmenin bir yoludur (McComas, 1998, Cartier, 2000; Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, and Schwartz, 2002).

Yukarıda bahsedilen boyutlar sırasıyla ele alınacaktır. Bilimsel bilgi türleri olarak, teori ve kanunun her ikisi de değişebilirlik özelliğine sahiptir. Örneğin, hücre teorisinin içeriğinde yer alan açıklamalar, zaman içerside değişim göstererek günümüzdeki haline ulaşmıştır. İlk olarak, 1655 yılında Robert Hooke tarafından şişe mantarında gözlenen boşluklara hücre denmesi, 1674 yılında Anton von Leeuwenhook'un protozoaları ve dokuz yıl sonra bakterileri görmesi, arkasından 1830'lu yıllarda Theodor Schwann ve Matthias Schleiden'in çalışmalarının da katkısı ile hücre teorisi oluşmuştur. Schwann, 1839 yılında yayınlandığı kitabında, Schleiden ve diğer araştırmacıların çalışmalarını da dikkate alarak, gözlemlerini üç başlık altında toplamıştır;

1. Hücre, canlıların yapısının, fizyolojisinin ve organizasyonunun temel birimidir.

2. Hücre, ikili bir varoluşa sahiptir. Bunlar, başlı başına bir varlık olma ile organizmaların oluşumunda yapı malzemesi olma durumlarıdır.
3. Hücreler, kristallerin oluşumuna benzer bir şekilde, serbest hücre oluşumu yoluyla ortaya çıkmaktadırlar (Mallery, 2007).

Yukarıda ifade edilen maddelerden üçüncüsü, Rudolph Virshow'un çalışmaları sonucunda yanlışlanmıştır. Virshow, her hücrenin daha önce var olan bir diğer hücreden oluştuğuna ilişkin kanıtlar sunmuştur. Hücre teorisindeki değişim sadece yanlışlama yolu ile değil aynı zamanda eklemeler yapma yolu ile de devam etmiştir. Günümüz hücre teorisinde, hayata ilişkin tüm enerji akışının hücrede gerçekleştiği ve kalıtsal bilginin hücre bulunup, nesilde nesile aktarıldığı da ifade edilmektedir (Mallery, 2007). Teorilerin değişebilirliğin dışında, kanunların da değişebildiği karşılaşılmış bir durumdur. 200 yıl boyunca, bilim dünyasında kanun olarak kabullenilmiş olan, Brewster'in optik ile ilgili kanunu, yapılan yeni çalışmaların bulguları sonucu değişmiştir (Akt: Bell, 2006). Yine Mendel kanunları adı verilen kalıtsal olayları arasındaki ilişkiyi açıklamak üzere oluşturulmuş kurallar, ABO kan grubunun kalıtımı ve mitokondrideki kalıtsal materyalin kalıtımı için geçerli olmamaktadır. Hem kanun hem de teorinin değişimine ilişkin bu örneklerin ardından, teori ve kanunların değişimine etki eden faktörlere ilişkin aşağıda verilen ifadeler durumu daha da aydınlatacaktır. Teori ve kanunlar;

- a. Yeni kanıtların sağlanması.
- b. Eski kanıtlara, farklı ve yeni bir bakış açısıyla bakılması.
- c. Farklı bir metotla eski çalışmaların yeniden ele alınması.
- d. Daha hassas, yeni teknolojilerin kullanılmasıyla veri toplanması.
- e. Verilerin yeni bir bakış açısıyla yorumlanması.
- f. Teori ve kanun oluşturulduğu, sosyo-kültürel ortamda değişimlerin gerçekleşmesi.

gibi yollarla değişebilmektedir (McComas, Clough & Almazroa, 1998, p: 3-39). Bilimde değişim, birikimle olmadan ziyade, gelişimsel veya devrimsel olarak oluşmaktadır.

İkinci boyut olarak, bilimsel bilgi, gözlem ve kanıta dayalıdır. Bilimsel bilgiyi, diğer bilgi türlerinden (felsefi bilgi, dini bilgi, kültürel bilgi vb.) ayıran, onu güvenilir kılan en önemli özelliklerinden biri gözleme ve kanıta dayalı olmasıdır. Bilimsel bilgini üretim sürecinde, sistematik ve eleştirel bir gözlem sürecinin ardından, toplanan kanıtların mantık yardımıyla yorumu söz konusudur. Felsefi bilgide de mantıksal düşünme ve yorumlama söz konusu olsa da, felsefe spekülatif olup, sistematik gözleminden ve kanıt toplamadan ziyade, zihinsel düzeyde değerlendirme sürecini içermektedir. Dinde ise kanıt ve gözlem olmayıp, kayıtsız şartsız kabullenme söz konusudur. Kanıta dayalı olarak dinsel bilginin sorgulanması ve mantık yoluyla yorumlanması, değerlendirilmesi söz konusu değildir. Dolayısıyla, bilimsel bilgi, gözleme ve kanıta dayalı olması nedeniyle diğer bilgi türlerinden ayrılmaktadır (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002).

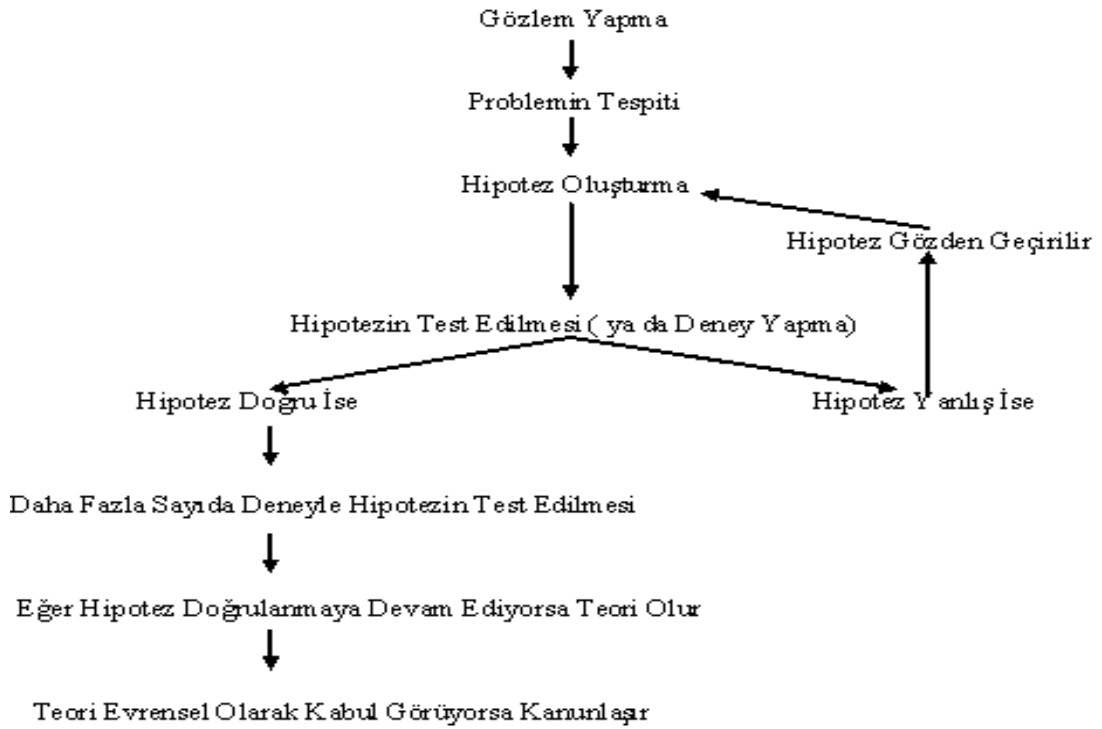
Bir diğer yaygın yanlış anlayış, hipotezlerden, teoriye ve oradan da kanuna giden bir yolun var olduğuna ilişkin anlayıştır. Burada ifade edilen hiyerarşinin, hipotez, kanun ve teori tanımlarıyla ilgili olduğu düşünülmektedir. Hipotezler, bir duruma ilişkin önerilen ve test edilmeyi bekleyen geçici fikirlerdir. Teoriler ise, doğadaki bir olay için ortaya atılan, çıkarımla oluşturulan, iyi kurgulanmış, içsel olarak tutarlı açıklamalar sistemidir. Kanunlar, her iki bilgi formundan da ayrı olarak, gözlenebilir olaylar arasındaki ilişkinin tanımlaması ya da açıklamasıdır (Abd-El-Khalick, 2006). Hücre teorisi, hücreni yapısı ve işlevini açıklamaya çalışırken, Mendel kanunları, genetik materyal (iç görünüş) ve dış görünüş arasındaki ilişkiyi açıklamaya çalışmaktadır. Yani her biri, farklı bir bilimsel bilgi formudur ve teorilerin, daha fazla kanıtlarla, kanunlara dönüşmesi olası değildir. Çünkü bilim insanları, genelde teorileri ileride kanun olacak diye oluşturmazlar (Abd-El-Khalick, 2006). Bunlardan hareketle, şunları da eklemek gerekmektedir; kanunlar herkes tarafından kabul edilen, tekrar tekrar test edilerek doğrulanmış, kesin ve evrensel olan bilgi formu değildirler (Abd-El-Khalick, 2006). Dolayısıyla, kanun teoriye göre daha doğru, daha

çok kanıtlanmış ve daha fazla kişi tarafından kabul edilmiş bilgi formu değildir. Dolayısıyla, kanunlar ve teoriler bilimsel bilginin farklı türleri olup, bilimde farklı rollere sahiptirler.

Teorilerin bilimde ayrı bir yeri vardır. Teoriler, bir araştırma alanından daha fazla sayıdaki alandan gelen birbirinden bağımsız gibi gönen çok fazla sayıdaki gözlemi açıklamakta önemli bir işlev görmektedir. Yine, teoriler araştırma problemlerinin oluşturulmasında, kritik bir rol oynamaktadır. Teorilerin en önemli özelliklerinden biri de, araştırmalarda, araştırmanın daha odaklı ilerlemesi için bir çerçeve sağlamasıdır. Teoriler, bilimsel bilginin oluşturulması sürecinde, gelecekte yapılacak olan çalışmalara rehberlik etmektedir. Fakat tüm buların yanında, teoriler doğrudan test edilemeyen ve gözlenemeyen bilimsel bilgi türleridir. Test edilip, gözlenebilen bilimsel bilgi türü hipotezlerdir. Sonuç olarak, bilimsel bilginin oluşumunu teoriler yönlendirmektedir (Abd-El-Khalick, 2006).

Bilimsel bilginin oluşumu, içinde yaşanılan kültürel ve sosyal çevreden etkilenmektedir. Bunun belki de en güzel örneklerinde biri “Darwin’in evrim teorisi” üzerine yapılan araştırmalarda kendisini göstermektedir. Kültürel değer ve normlar, araştırma konusu belirleme, problemin farkına varabilme ve eldeki verileri yorumlamada önemli referans noktaları olarak ortaya çıkmaktadır. Dini inanışlardan, grup normlarından, sosyoekonomik faktörlerden, felsefeden, sosyal güçlerin dağılımından ve sosyal beklentilerden kaynaklanan bakış açısı, bilim insanlarının da dahil olduğu sosyal yapının ürünüdür ve bilim bu geniş kültür içinde oluşturulmuş bir alt kültür olarak, kültürel ve sosyal çevreden etkilenmektedir (McComas, Clough & Almazroa, 1998, p. 3-39).

Okullarda kullanılan kitaplarda genel olarak, bilim yapmak için önerilen, evrensel olarak kabul gördüğü düşünülen, tek bir yolun varlığı farkında olmadan ima edilmektedir. En yaygın olarak karşılaşılan durumlarda biri de bu yolun bir şema halinde belirtilerek kitaplarda sunuluyor olmasıdır. Basit bir şekilde ifade edilirse, evrensel olarak kabul gören bilimsel yöntem aşağıda gösterildiği şekilde şematize edilmektedir.



Şekil 1. Evrensel olduğu iddia edilen, bilimsel bilginin üretimi için gerekli “tek yöntem” yanlışlığına ilişkin şema.

Şekil 1’de gösterilen, evrensel olarak kabul gören, basamak basamak ilerlendiğinde doğruyu bulmayı sağlayan bir tek bilimsel yöntemin varlığına ilişkin bu yanlış inanış, teori ve kanunun tanımı ve farklarını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Bilimsel yöntem olarak sadece deneysel yöntemin varlığını kabul eden bir diğer yanlış anlayış da bu şekilde ifade edilen ve kitaplarda sıklıkla şematize edilen yolla ilişkilidir (Ryan & Aikenhead, 1992). Bilimde deneysel yöntemin dışında kullanılan, betimleyici araştırma, karşılaştırmalı araştırma, daha önce yapılmış bir araştırmanın tekrar edilmesi gibi birçok yöntem mevcuttur. Bir betimleyici çalışmada amaç, bir problemi oraya konulması olabilmektedir. Böyle bir durumda, deneyle test gibi bir durum söz konusu değildir. Yine, sadece gözlem yapılan ve var olan durumu tanımlamaya çalışan araştırma yöntemleri bulunmaktadır. Örneğin, biyoloji alanında sıklıkla başvurulan sınıflandırma yaklaşımında genel olarak gözlem yapma ve veri toplama söz konusudur yani sadece var olan durumu tanımlamak amaçlanmaktadır.

Herhangi bir hipotezin varlığı söz konusu değildir. Yine, yukarıdaki şemada da belirtilen tekrar çalışmaları, “gözlem yapma”, “problemin tespiti” ve “hipotez oluşturma” safhalarından geçmeden ilerlemektedir. Yine, gen bankalarını kullanarak yapılan genetik çalışmalarda, basamak yukarıda bahsedilen yollarda geçme söz konusu değildir. Çünkü genetikçiler çalışmalarını, “şu geni” bulacağım bu da daha sonra “kanun olacak” diye yapmamaktadırlar. Genelde, var olan verilerden yararlanıp, doğrudan deney yapabilmektedirler. Yani yukarıda bahsedilen yöntemdeki gibi bir basamaklılık, evrensel kabul ve tek bir bilimsel yöntem yoktur.

Bilim insanlarının objektif olduğuna ilişkin yanlış inanış, bilime ilişkin yanlış anlayışların bir diğer önemli boyutudur. Bilim insanları, farklı kültürel, sosyal ve psikolojik karakteristiklere sahip olan bireylerdir. Bunların dışında, bakış açısı, savunulan teoriler ve içinde bulundukları alanın da etkisiyle oluşan farklılıklardan dolayı, objektif olduklarına ilişkin inancın, bilim içerisinde pek geçerli olmadığı söylenebilir. Örneğin, Rheinberger (1996), sadece gen kavramının, bilim insanları arasında, hepsinin biyoloji alanında çalışıyor olmalarına rağmen, nasıl farklı tanımlanabileceğine ilişkin durumu aşağıdaki örneklerle göstermeye çalışmıştır. Gen;

- a. Kristal bir DNA fiberi ile çalışan bir biyofizikçiye göre, DNA’nın çift heliksinin oluşturduğu özel bir yapısal formasyondur.
- b. İzole edilmiş bir DNA’yı tüplerde çalışan bir biyokimyacıya göre ise, belirli sterokimyasal özellikler ve dizi farklılıkları gösteren bir nükleik asit parçasıdır.
- c. Moleküler genetikçilere göre, belirli yapısal ve fonksiyonel önem taşıyan ürünlerin oluşumuna neden olan yönlendirici kromozom parçalarıdır.

Bir diğer örnek olarak, tür tanımı ile ilgili farklılıklar da, biyolojinin içerisinde aynı bilim üzerine çalışmalarına rağmen, bilim insanlarının ne kadar farklı düşünebildiklerini göstermektedir. Tür tanımı için, biyolojik, morfolojik ve nominalistik tanımlar yapılmaktadır. Biyolojik tür tanımı, aralarında gen alışverişi yapan ya da bu potansiyele sahip olan, eşeyli üreme yeteneğindeki bireylerin oluşturduğu doğal populasyon gruplarından oluşan birliktir. Fakat eşeysiz üreyen

canlıları kapsamayan bir tanımdır. Morfolojik tür tanımında dikkate alınan tip formudur. Belirli bir tip formuna benzer olan canlılar aynı türden kabul edilir. Nominalistik tür tanımı, bireye dikkate alan ve tür kavramının doğada olmayıp, insan zihninde olduğunu iddia eden bir tanımdır. Bu tanımlara, ekolojik tür tanımı ve daha başka tanımlar da eklenebilir (Özata ve ark.,1999).

Bilim, yaratıcılık ve hayal gücü, gerçekte birbirinden fazla uzak olmaya kavramlardır. Ama yaratıcılık kavramı daha çok sanat alanları için düşünülür durumdadır. Bilimsel bir süreçte, yaratıcılığın sadece planlama aşamasında var olduğunu iddia eden ya da bilimde yaratıcılık ve hayal gücünün olmadığını iddia eden yanlış anlayışları gösteren çeşitli araştırmalar mevcuttur (Khishfe & Lederman, 2006; Khishfe & Lederman, 2007). Yaratıcılık ve hayal gücü, bilimsel bilginin üretiminde, her safhada önem taşıyan unsurlardır. Planlama aşamasında, bilim insanları yaratıcılıklarını kullanarak daha fazla sayıda değişkeni kontrol altına alabileceği araştırma desenleri üretebilir. Yine veri toplama aşamasında, daha ekonomik, daha kolay ve daha hatada arınık bir yol oluşturabilir ya da veri toplama aracında daha detaylı veri toplamayı sayılabilecek değişiklikleri tasarlayabilir. Bunların dışında daha da önemli olan nokta, tüm veriler toplandıktan sonra eldeki verileri yaratıcı bir şekilde yorumlayıp model oluşturabilir. Örneğin, hücre zarı modelleri ve atom modelleri bu yaratıcılık unsurunun en belirgi olarak kullanıldığı örneklerdir. Burada bahsedilen aşamalar dışında kullanılabilecek diğer bilimsel yöntemlerin herhangi bir aşamasında yaratıcılık ve hayal gücünün kullanılabilmesi söz konusudur.

Bilimin yapısı ve boyutlarına ilişkin bir diğer önemli problem, gözlem ve çıkarımın öğretmenler, öğrenciler, öğretmen adayları ve öğretim elemanlarınca tanımlanamamalarıdır (Irez, 2006; Khishfe & Lederman, 2007). Gözlemler, duyular aracılığıyla doğrudan ulaşılabilen ya da birkaç gözlemcinin kolaylıkla görüş birliğine varabildiği doğa olayları hakkındaki tanımlayıcı durumlardır. Örneğin, “yer seviyesinden yüksek bir yerden bırakılan cisimlerin, düşmesi ve yere çarpmasının gözle izlemesi” bir gözlemdir. Çıkarımlar ise, duyular aracılığıyla doğrudan ulaşılamayan doğa olaylarına ilişkin durumlardır. Örneğin, “yer seviyesinden yüksek

bir yerden bırakılan cisimlerin, düşmesi ve yere çarpmasının yerçekiminden kaynaklanmasının” düşünülmesi bir çıkarımdır (Lederman, 2006). Benzer bir şekilde, “Down sendromlu bir çocuğun dış görünüşüne ilişkin farklılıkların izlenmesi” bir gözlemdir. Fakat bu durumun “anne ve babada gelen kalıtsal materyaldeki değişikliklerden kaynakladığının” düşünülmesi çıkarımdır.

Bilimsel modeller, bir araştırma esnasında toplanan verilerin açıklanması için oluşturulan, kendi içerisinde tutarlı kavramsallaştırılmış açıklamalardır. Bilimsel modellerin, en önemli özelliklerinden biri, verilerin tahmininde etkili olmalarıdır. Ayrıca modellerin, aynı doğa olayına ilişkin diğer fikirler ve modellerle de uyumlu olması gerekmektedir. Modeller de değişebilirlik özelliğini sergilemektedir. Yani, bilimsel modeller, gerçekliğin bir yansıması değildir (Cartier,2000). Örneğin, biyolojide hücre zarı modelleri çok farklı yapıda kurgulanmış olup, hücre zarına ilişkin elde bulunan verileri açıklamak için oluşturulmuşlardır. Hücre zarında gerçekleşen olaylara ilişkin elde edilen verilerin tahmin edilmesinde, oluşturulan modeller oldukça işlevseldirler.

Son boyut olarak, bilimin üzerine yapılan birbirinden çok farklı birçok tanıma rastlanmaktadır. Bunlardan bazıları, bilimin “laboratuarda, bilim insanlarınınca yapılan faaliyetler olduğu”, “insan hayatını kolaylaştırmak için yapılan çalışmalar olduğunu”, “ sistematik veri toplama süreci sonucu elde edilen güvenilir bilgi topluluğu olduğunu”, “evreni anlamak için bilim insanlarınınca yapıla araştırmalar olduğunu” ve “bilim insanının bir probleme çözüm bulmak için geçtiği süreçler olduğunu” içermektedir. Tüm bunların aksine, literatürde bilim, “bilmenin bir yolu olarak tanımlanmaktadır” (McComas, 1998). Burada bilmekten kasıt, bilgi elde etmektir ve bilgi elde etmenin bilim dışında farklı yolları vardır. Bunlar kısaca, bilgi elde edilecek alanda uzaman bir otoriteye başvurmak, mantıksal usavurma ile değerlendirme yapmak, duysal deneyim (beş duyuyu kullanarak), başkalarıyla görüş birliğine varmak ve kitaplar gibi otorite oluşturan kaynakları incelemek gibi faaliyetleri içermektedir (Fraenkel & Wallen, 2003). Bilimi, tüm bu bilgi elde etme yollarından ayıran, gözleme ve kanıta dayalı olması, bu sayede daha güvenilir sonuçlar vermesidir (Fraenkel & Wallen, 2003).

APPENDIX D

QUESTIONNAIRE FOR PERSONAL INFORMATION

1. İsim-Soyisim:..... Yerleşme Puanınız:.....
2. Cinsiyetiniz: ☐ Kız ☐ Erkek
3. Okulunuzun adı:
4. Daha önce, Felsefe, Bilim Tarihi, Bilimsel Method vb. dersler aldınız mı?
Evet ☐ Hayır ☐
5. Sınıfınız: 6.Doğum tarihiniz (yıl):
7. Kardeş sayısı:
8. Anneniz çalışıyor mu?
☐ Çalışıyor ☐ Çalışmıyor
9. Babanız çalışıyor mu?
☐ Çalışıyor ☐ Çalışmıyor
10. Annenizin Eğitim Durumu
☐ Hiç okula gitmemiş
☐ İlkokul
☐ Ortaokul
☐ Lise
☐ Üniversite
☐ Yüksek lisans / Doktora
11. Babanızın Eğitim Durumu
☐ Hiç okula gitmemiş
☐ İlkokul
☐ Ortaokul
☐ Lise
☐ Üniversite
☐ Yüksek lisans / Doktora
12. Evinizde kaç tane kitap bulunuyor? (Magazin dergileri, gazete ve okul kitapları dışında)
☐ Hiç yok ya da çok az (0 – 10)
☐ 11 – 25 tane
☐ 26 – 100 tane
☐ 101- 200 tane
☐ 200 taneden fazla
13. Evinizde kendinize ait bir odanız var mı?
☐ Evet ☐ Hayır
14. Ne kadar sıklıkla eve gazete alıyorsunuz?
☐ Hiçbir zaman ☐ Bazen ☐ Her zaman

APPENDIX E

QUESTIONS OF OPEN-ENDED QUESTIONNAIRE (VNOS-FORM C)

Sevgili öğrenci arkadaşlarım, aşağıda size yöneltilen sorular, kesin doğru bir cevaba sahip olmayıp, sizin bilimin doğasına ilişkin düşüncelerinizi belirlemek amacıyla hazırlamıştır. Soruların amacına ulaşması vereceğiniz samimi cevaplara bağlıdır.

Mustafa Serdar KÖKSAL

1. Sizce “Bilim” nedir? Bilimi (ya da Fizik, Kimya, Biyoloji gibi bilimsel çalışma alanlarını) din ve felsefe gibi disiplinlerden ayıran nedir? Açıklayınız.

2. Deney sizce nedir?

3. Bilimsel bir bilginin gelişmesi için deney gereklidir?

a.Eğer cevabınız “evet” ise neden böyle düşündüğünüzü açıklayınız.

b.Eğer cevabınız “hayır” ise neden böyle düşündüğünüzü açıklayınız.

4. Bilim insanları bilimsel bir teoriyi geliştirdikten sonra (Örn: Atom teorisi, evrim teorisi) bu teori zamanla değişir mi?

a. Eğer bilimsel teorilerin değişmeyeceğine inanıyorsanız nedenini örneklerle açıklayınız.

b. Eğer bilimsel teorilerin değişeceğine inanıyorsanız:

1. Teoriler niçin değişir açıklayınız.

2. Sizce neden bu durumda bilimsel teorileri öğreniyoruz. Görüşlerinizi örneklerle açıklayınız

5. Bilimsel teori ile bilimsel kanun arasında bir fark var mıdır? Cevabınızı bir örnekle açıklayınız.
6. Fen kitapları atomun, proton ve nötronun bulunduğu bir çekirdek ile çekirdeğin etrafında dönen elektronlardan oluştuğunu yazar. Bilim insanları atomun bu yapısı hakkında ne kadar emindirler. Bilim insanları atomun neye benzediği hakkında karar verebilmek için ne tür kanıtlar kullanırlar?
7. Fen kitapları, “tür” kavramını, benzer özelliklere sahip, üreyebilecek yavrular oluşturmak için kendi aralarında çiftleşebilen organizmaların oluşturduğu bir grup olarak tanımlamaktadır. Bilim insanları bir türün ne olduğuna ilişkin tanımlamalarından ne kadar emindirler? Sizce bilim insanları tür tanımı yaparken hangi özel kanıtları kullanırlar?
8. Dinozorların 65 milyon yıl önce yok oldukları bilinmektedir. Bilim insanları tarafından dinozorların yok oluşunu açıklayan iki önemli hipotez vardır. Birincisi; bir grup bilim insanı; 65 milyon yıl önce büyük bir meteorun dünyaya çarptığını ve bir seri yok olma olaylarına sebep olduğunu öne sürer. İkincisi ise; diğer bir grup bilim insanı; büyük ve şiddetli volkanik patlamanın

bu yok oluşı neden olduğunu öne sürer. Her iki grup bilim insanı da **aynı bilgilere** ulaşip kullanmalarına rağmen bu **farklı** sonuçlara nasıl ulaşırlar?

9. Bazı iddialara göre bilim toplumsal ve kültürel değerlerden etkilenir. Yani bilim, uygulandığı kültürün; toplumsal ve politik değerlerini, filozofik varsayımlarını ve entellektüel normlarını yansıtır. Diğer iddialar bilimin evrensel olduğudur. Yani, bilim, ulusal ve kültürel sınırları aşar, uygulandığı yerdeki toplumsal ve politik değerler, filozofik varsayımlar ve entellektüel normlardan etkilenmeden gelişir.

a. Eğer bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını düşünüyorsanız, örnek vererek açıklayınız.

b. Eğer bilimin evrensel olduğunu düşünüyorsanız örnek vererek açıklayınız.

10. Bilim insanları, sorularına yaptıkları deneyler ve araştırmalar ile cevap bulmaya çalışırlar. Sizce bilim insanları bunu yaparken hayal güçleri ve yaratıcılıklarını kullanırlar mı?

a. Eğer cevabınız “evet” ise sizce bilim insanları hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını araştırmalarının; planlama, araştırmayı kurgulama, veri toplama ve veri toplama sonrası gibi aşamalarından, hangisi ya da hangilerinde kullanırlar? Lütfen bilim insanlarının niçin hayal gücü ve yaratıcılığı kullandığını örneklerle açıklayınız.

b. Eğer cevabınız “hayır” ise neden böyle düşündüğünüzü uygun örneklerle açıklayınız.

APPENDIX F

CHECKLIST FOR EXPLICIT-EMBEDDED-REFLECTIVE TEACHING

Değerli gözlemci, aşağıda verilen ifadeler, yapılan bir öğretim esnasında “Doğrudan-Bağlantılı-Yansıtıcı Öğretim” yaklaşımının hangi boyutlarının sağlandığını belirlemek için hazırlanmıştır. Aşağıdaki ifadeleri dikkate alarak, gözlemlediğiniz dersler için sağlandığını düşündüğünüz ifade için “evet”, etkili düzeyde sağlanmadığını düşünüyorsanız “yetersiz düzeyde” ve sağlanmadığını düşündüğünüz ifade için ise “hayır” ile belirtilmiş sütundaki ilgili yeri işaretleyiniz.

Maddeler	Evet	Yetersiz Düzeyde	Hayır
Bilimin doğasına ait boyutlar ders planında açık bir şekilde yer almaktadır.			
Bilimin doğasına ait boyutlar derste, öğretmen tarafından ayrı birer başlık olarak işlenmiştir.			
Bilimin doğasına ait boyutlarla ilgili öğrenci gelişimi ayrı bir uygulama ile değerlendirilmiştir.			
Bilimin doğasına ait boyutlar, uygun oldukları yerde, ilgili ders içerik bilgisi içine yerleştirilerek işlenmiştir.			
Öğrenciler, özellikle bilimin doğasına ilişkin oluşturulmuş etkinlikleri, dersin içerik bilgisine yönelik etkinliklerden ayrı olarak yapmışlardır.			
Öğretmen, bilimin doğasına ilişkin boyutları derste işlerken, öğrencileri bu boyutlar üzerine ders işlendiğinden açık bir şekilde haberdar etmiştir.			
Öğrenciler, bilimin doğasına ilişkin etkilikler sırasında, bilimin doğasına ilişkin boyutlarla ilgili sorular yöneltmişlerdir.			
Öğrenciler, bilimin doğasına ilişkin etkilikler sırasında, bilimin doğasına ilişkin boyutlarla ilgili notlar almışlardır.			
Öğrenciler, bilimin doğasına ilişkin etkilikler sırasında, bilimin doğasına ilişkin boyutlarla ilgili açıklamalar yapmışlardır.			
Öğrenciler, bilimin doğasına ilişkin etkilikler sırasında, bilimin doğasına ilişkin boyutlarla ilgili tartışmalar yapmışlardır.			
Öğretmen ders içerisinde, sözel olarak, bilimin boyutlarına ilişkin açıklamalar yapmıştır.			
Öğrenciler, bilimin doğasına ilişkin boyutlarla ilgili “kendini değerlendirme” etkinliği yapmışlardır.			

APPENDIX G

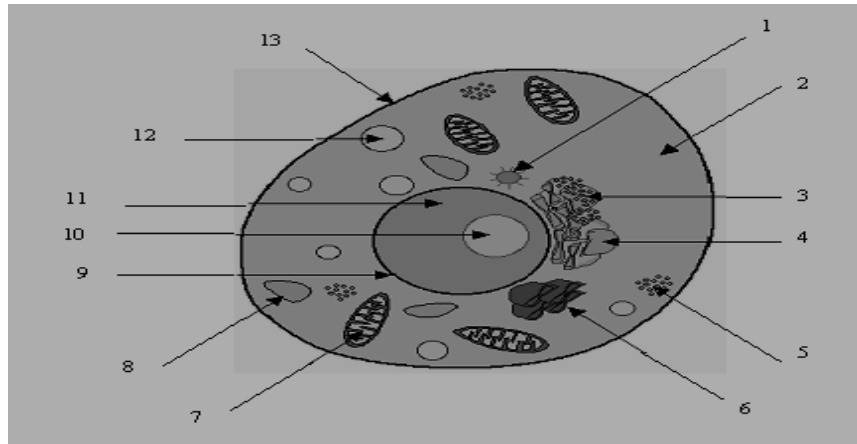
CONTENT TEST ON CELL AND CELLULAR ORGANISATION UNIT (CELL ACHIEVEMENT TEST)

Açıklama: Sayın katılımcı aşağıda size sunulan sorular “hücre ve hücresel organizasyon” konusuna ilişkin bilgi düzeyinizi belirlemek amacıyla size yöneltilmektedir. Her bir soruya ilişkin vereceğiniz cevabı en son sayfada sunulan “CEVAP ANAHTARINA” işaretlemeniz gerekmektedir. Elde edilen sonuçlar sizi yargılamak ya da NOT VERMEK amacıyla kullanılmayacaktır. Yapılmakta olan araştırmanın amacına ulaşması vereceğiniz samimi cevaplara bağlıdır.

1. Aşağıda verilen ifadelerden hangisi canlılara ait ortak özelliklerden biri değildir?

- A) Üreme
- B) Hastalanma
- C) Büyüme
- D) Ölüm
- E) Uyarıları alma

Soru 2.



Yukarıda bir hücreye ait şekil verilmektedir. Şekil üzerinde, hücrenin kısımları belirli numaralarla gösterilmektedir. Bu kısımların, “canlılara ait ortak özelliklerden” hangisinin gerçekleşmesine katkıda bulunduğuna ilişkin, aşağıda verilen eşlemelerden hangisi doğrudur?

- A) 2-Bütün canlılar uyarılara tepki verir
- B) 3-Bütün canlılar hareket eder
- C) 6-Canlılar yaşadıkları ortama uyum sağlarlar
- D) 1-Tüm canlılar anabolizma yeteneğine sahiptir
- E) 11-Canlılar kalıtsal bilgi içerirler

Soru 3. Aşağıdaki tabloda, “toprak, bir taş, hayvan ve bitki hücrelerinin” özellikleriyle ilgili bilgiler verilmiştir.

Kriterler	Satır No	Varlıklar			
		Toprak	Tahta	Hayvan	Bitki
Hareket	1	Hareket eder	Hareket etmez	Hareket eder	Hareket etmez
Üreme	2	Üreyemez	Üreyemez	Ürer	Ürer
Ortama Uyum	3	Ortama uyum sağlayamaz	Ortama uyum sağlar	Ortama uyum sağlar	Ortama uyum sağlar
Belirgin bir şekle sahip olma	4	Şekilsizdir	Şekillidir	Şekilsizdir	Şekillidir
Sütun No		1	2	3	4

Yukarıdaki tabloda satır ve sütun numaralarını dikkate alarak tabloyu incelediğinizde, satır ve sütun numaralarının çakıştığı kutucuktaki ifadelerle ilgili olarak, aşağıda verilenlerden hangisinin doğru olduğunu söyleyebilirsiniz?

- A) 1. Satır ile 4. Sütunun birleştiği kutucuktaki ifade yanlıştır
- B) 4. Satır ile 3. Sütunun birleştiği kutucuktaki ifade doğrudur

- C) 3. Satır ile 1. Sütunun birleştiği kutucuktaki ifade yanlıştır
- D) 3. Satır ile 2. Sütunun birleştiği kutucuktaki ifade doğrudur
- E) 1. Satır ile 1. Sütunun birleştiği kutucuktaki ifade doğrudur

Soru 4. Canlıların yapısını oluşturan maddelerle ilgili olarak, aşağıda verilen örneklerden hangisi inorganik maddelere örnek değildir?

- A) Aminoasitler
- B) Su
- C) Sodyum iyonu
- D) İyot
- E) Tuzlar

Soru 5. Canlıların yapısında bulunan maddelerle ilgili olarak, aşağıda verilen örneklerden hangisi organik maddelere örnek değildir?

- A) Fosforik asit
- B) Glikoz
- C) Yağ asitleri
- D) Nükleik asitler
- E) Nişasta

Soru 6. Aşağıda canlıların yapısında bulunan organik ve inorganik maddelerle ilgili ifadeler yer almaktadır.

- I. Canlıların yapısının büyük bir kısmı “inorganik maddelerden” oluşur
- II. Canlılarda en fazla bulunan organik madde, aminoasitlerdir
- III. Vitaminler, canlılarda bulunan inorganik maddelere iyi bir örnektir

IV.Canlılarda asit-baz dengesinin korunmasında, büyük oranda organik maddeler rol alır

Bu ifadelerden doğru olanlar hangileridir?

- A) I-IV
- B) I-III
- C) III-IV
- D) II-III
- E) I-II

Soru 7. Hücre teorisinin gelişimine ilişkin aşağıda verilen ifadelerden hangisi doğrudur?

- A) Günümüzde kabul gören hücre teorisi, Schleiden ve Schwann tarafından formüle edilmiştir
- B) Schleiden ve Schwann'ın çalışmalarından etkilenen Robert Hooke hücre'yi ilk olarak gözlemlemiştir
- C) Hücre teorisi, ilk ortaya atıldığı zamandan sonra kabul görmüş ve değişmeden günümüze kadar gelmiştir
- D) Virchow'un "her hücre varolan hücrelerin bölünmesiyle oluşur" boyutunu eklemesiyle hücre teorisi daha kapsamlı bir açıklama kapasitesine ulaşmıştır
- E) Hücre teorisi, hayvan hücreleri üzerine yapılan çalışmalar sonucu gelişmiştir

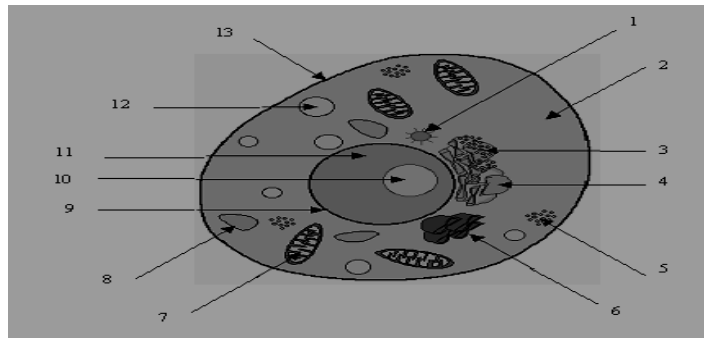
Soru 8. Aşağıda, günümüzde hücre teorisi olarak bilinen teoriye ilişkin verilen ifadelerden hangisinin doğru olduğunu söyleyebilirsiniz?

- A) Hücre teorisi, her canlının bir diğer canlıdan meydana geldiğini söylemektedir
- B) Hücre teorsine göre, bakteriler, hücrelerden oluşmaz
- C) Teoriye göre, hücreler, daha önce var olan hücrelerin bölünmesiyle oluşur
- D) Teoriye göre, hücreler kromozom içerir
- E) Teori, tüm hücrelerin enerji kullandığını söylemektedir

Soru 9. Aşağıda verilen bulgulardan hangisi hücre teorisi fikrini destekleyen ilk kanıttır?

- A) Tüm hayvanlar, hücrelerden oluşur
- B) Şişe mantarı, hücre adı verilen boşluklardan oluşur
- C) Bitki hücreleri, belirgin bir çeperle çevrilidir
- D) Bitki hücreleri, hayvan hücrelerinden gelişmiştir
- E) Her hücre, belirgin bir zarla çevrilidir

Soru 10.



Yukarıda bir hücreye ait şekil görünmektedir. Hücre üzerinde ok işaretleri ve sayılarla belirtilen kısımlarla ilgili olarak aşağıdaki eşleştirmeler verilmiştir.

- I. 1-Mitokondri
- II. 3-Koful
- III. 5-Ribozomlar
- IV. 7-Golgi aygıtı
- V. 10-Çekirdekçik

Yukarıda verilen eşleştirmelerden doğru olanlar aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

- A) I-III-IV
- B) III-V
- C) V-IV
- D) III-IV-V
- E) I-V

Soru 11. Aşağıda bir hücrenin organellerine ilişkin olarak, organel adı ve işlevi verilmiştir. Bu ilişkilendirmelerden hangisi doğrudur?

- A) Golgi aygıtı- Hücre içi salgıların paketlenmesi
- B) Sentrozom-Hücrenin genetik bilgisini taşır
- C) Endoplasmik retikulum-Hücrenin enerji üretim yeridir
- D) Çekirdekçik-Hücre bölünmesinde iğ ipliklerini oluşturur
- E) Lizozom-Hücre içi atıkların biriktirildiği yer

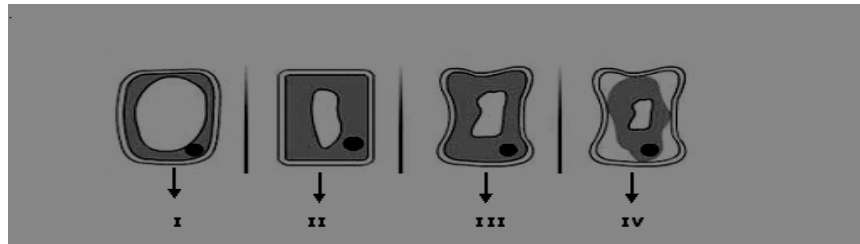
Soru 12. Bir hücreyi bir şehir olarak düşündüğünüzde, aşağıdakilerin hangisinde, şehrin çöplüğü ve yönetim birimi doğru olarak verilmiştir?

- A) Lizozom-Hücre zarı
- B) Sentrozom- Endoplasmik Retikulum
- C) Koful- Çekirdek
- D) Mitokondri-Ribozom
- E) Golgi aygıtı-Çekirdek Zarı

Soru 13. Hücre zarından madde geçişiyle ilgili olarak aşağıda verilen ifadelerden hangisi doğrudur?

- A) Çok yoğun oldukları ortamlardan az yoğun oldukları ortama maddelerin taşınmasına “aktif taşıma” denir
- B) Diyaliz, suyun az yoğun olduğu ortamdan çok yoğun olduğu ortama taşınmasıdır
- C) Kolaylaştırılmış difüzyonda, difüzyondan farklı olarak, hücre zarının iki tarafındaki elektrik yükü farkı, taşınımı kolaylaştırmaktadır
- D) Bitki hücrelerinde, ekzositoz gerçekleştiği halde, endositoz olayı gerçekleşmemektedir.
- E) Endositoz ve ekzositozda enerji harcanmadan, özel reseptörlerle taşınım sağlanır

Soru 14.



Yukarıda bir hücrenin farklı konsantrasyonlara sahip ortamlarda aldığı şekiller şematize edilmiştir. Bu şekillerle ilgili olarak aşağıda verilen ifadelerden hangisi doğrudur?

- A) I. Ortam Hipotoniktir ve Hücrede Turgor Basıncı Artmıştır
- B) II. Ortam Hipertoniktir ve Hücrede Osmotik Basıncı Artmıştır
- C) III. Ortam İzotoniktir ve Hücre Plasmoliz Olmuştur
- D) IV. Ortam Hipotoniktir ve Hücre Plasmoliz Olmuştur
- E) IV. Ortam Hipertoniktir ve Hücre Deplasmoliz Olmuştur

Soru 15. Aşağıdakilerden hangisinin, turgor basıncı yüksek olan bir bitki hücresinin turgor basıncının azalmasına neden olması olasıdır?

- A) Hücrenin izotonik bir ortama konması
- B) Hücrenin, sitoplazmasındaki çözünmüş maddeleri dış ortama atması
- C) Hücrenin hipotonik bir ortama konması
- D) Hücrenin, ozmotik basıncı yüksek bir ortama konması
- E) Hücrenin ATP kullanarak suyu içine alması

Soru 16. Aşağıda prokaryotik ve ökaryotik hücrelere ilişkin olarak verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Ökaryotik hücrelerde, DNA çekirdek içerisinde bulunur
- B) Prokaryotlarda, halkasal bir kromozom bulunur
- C) Prokaryotlarda zarlı organeller bulunmaz
- D) Ökaryotlarda, oksijenli solunum mitokondriler aracılığıyla olur

E) Prokaryotların hücre iskeleti, mikroflamentlerden oluşmuştur

Soru 17. Aşağıda, canlı örnekleri ve bunlara ait hücrelerinin hangi gruba girdiklerine dair eşleştirmeler verilmiştir.

- I. Öğlena-Prokaryot
- II. Amip-Ökaryot
- III. Maya hücresi-Prokaryot
- IV. Bakteri- Prokaryot
- V. Solucan-Ökaryot

Yukarıda verilen eşleştirmelerden hangileri doğrudur?

- A) I-V-III
- B) III-II-I
- C) IV-V-II
- D) I-IV-V
- E) III-IV-V

Soru 18. Aşağıdaki tabloda I, II, ve III olarak numaralandırılan bakteri, mantar ve terliksi hayvan hücrelerinin bazı yapısal özellikleriyle ilgili bilgiler verilmiştir.

Hücreler \ Hüresel Yapılar	Kloroplast	Çekirdek Zarı	Hücre duvarı ya da hücre çeperi
I	Yok	Var	Var
II	Yok	Yok	Var
III	Yok	Var	Yok

Buna göre, I, II, III numaralı hücrelerin ait olduğu canlılar aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	<u>Bakteri</u>	<u>Mantar</u>	<u>Terliksi Hayvan</u>
A)	I	II	III
B)	I	III	II
C)	III	I	II
D)	II	I	III
E)	II	III	I

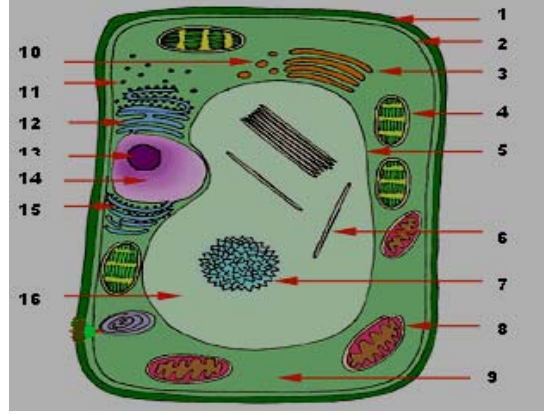
Soru 19. Aşağıdaki tabloda bitki ve hayvan hücrelerine ait özellikler karşılaştırılmıştır.

	BİTKİ HÜCRESİ	HAYVAN HÜCRESİ
Hücre çeperi	1	2
Merkezi Vakuol	3	4
Plastid	5	6
Tipik Depo Karbonhidratı	7	8
Sentrozom	9	10

Yukarıdaki tabloda boş bırakılan yerlere verilen numaralarla ilgili olarak aşağıda verilen ifadelerden hangisi doğrudur?

- A) 5 ile gösterilen yer “Bulunmaz” ifadesine aittir
- B) 8 ile gösterilen yer “Nişasta” kelimesine aittir
- C) 10 ile gösterilen yer “Bulunur” kelimesine aittir
- D) 3 ile gösterilen yer “Bulunmaz” ifadesine aittir
- E) 7 ile gösterilen yer “Glikojen” kelimesine aittir

Soru 20. Aşağıdaki şekilde, bir hücrenin kısımlarına ait oklar ve numaralar yer almaktadır.



Yukarıdaki şekilde verilen hangi hücre kısımları dikkate alındığında, bitki ve hayvan hücreleri arasındaki farkı açıklamak için hangi kısımların kullanılması doğrudur?

- A) 1, 3, 6, 7, 10
- B) 1, 8, 12, 15, 16
- C) 1, 4, 6, 7, 16
- D) 2, 4, 6, 7, 15
- E) 2, 5, 8, 11, 14

Soru 21.

- I. Hücre zarına sahiptirler
- II. Çekirdek içerirler
- III. Bölünme sırasında, “orta lamel” aracılığıyla bölünürler
- IV. Mitokondri içerirler
- V. Endoplasmik retikulum bulundururlar
- VI. Glikojen depolarlar

Yukarıda, bitki ve hayvan hücresi arasında var olan benzerliklerle ilgili olarak verilen ifadelerden hangileri doğrudur?

- A) I-II-III-IV
- B) I-III-IV-V
- C) I-II-IV-V
- D) I-II-III-V-VI
- E) I-II-IV-VI

Soru 22. Aşağıdaki tabloda I, II ve III olarak numaralandırılan bitki, öglena ve hayvan hücrelerinin bazı yapısal özellikleriyle ilgili bilgiler verilmiştir.

Hücreler \ Hüresel Yapılar	Kloroplast	Çekirdek Zarı	Hücre duvarı ya da hücre çeperi
I	Var	Var	Yok
II	Var	Var	Var
III	Yok	Var	Yok

Buna göre, I, II, III numaralı hücrelerin ait olduğu canlılar aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

Bitki Hayvan Öglena

- A) I II III
- B) I III II
- C) III I II
- D) II I III
- E) II III I

Soru 23. Aşağıda I, II ve III olarak belirlenmiş kısımlar, hücresel organizasyonun farklı şekillerini simgeleyen, “volvox”, “amip” ve “sazan” canlılarına aittir.

Özellikler Canlılar	İşbölümü oluşumu	Doku oluşumu	Hücrelerin Bağımsız Olarak Canlılıklarını Devam Ettirebilmeleri
I	Var	Yok	Var
II	Yok	Var	Yok
III	Yok	Yok	Var

Yukarıda verilen bilgilere göre, I, II ve III ile ifade edilen canlılar, aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilemiştir.

- A) I-Volvox, II-Amip, III-Sazan
- B) I-Amip, II-Volvox, III-Sazan
- C) I-Sazan, II-Amip, III-Volvox
- D) I-Sazan, II-Volvox, III-Amip
- E) I-Volvox, II-Sazan, III-Amip

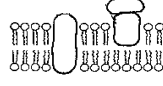
Soru 24. Aşağıda bir canlıya ait özellikler verilmektedir:

- I. Hücreleri bir araya gelerek doku oluşturmuştur
- II. Hücreleri ayrıldıklarında, başlı başına bir canlı gibi davranamazlar
- III. Hücrelerinde zarla çevrili organeller yer almaktadır
- IV. Canlı bir bütün olarak, eşeyli üremeyle çoğalmaktadır

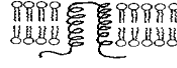
Yukarıda verilen bilgileri dikkate aldığınızda, aşağıda verilen ifadelerden hangisinin doğru olduğunu söyleyebilirsiniz?

- A) Canlı, koloni oluşturabilir
- B) Bu canlı, tek bir hücreden oluşan bir canlı olabilir
- C) Prokaryotik, tek hücreli bir canlı olabilir
- D) Çok hücreli bir canlı olabilir
- E) Koloni oluşturan, çok hücreli bir canlı olabilir

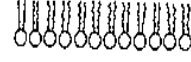
Soru 25. Aşağıda hücre zarına ilişkin çeşitli modellerin şekilleri verilmiştir.



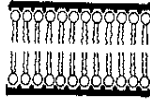
I



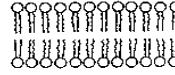
II



III



IV



V

Yukarıdaki modelleri düşündüğünüzde, tarihsel gelişim sırasında, en eskiden en güncele göre yapılan bir sıralamada (Birinci-en eski, Beşinci-en güncel), dördüncü sırada olan model hangisidir?

- A) I
- B) II
- C) III
- D) IV
- E) V

Cevap Anahtarı: B, E, A, A, A, E, D, C, B, B, A,C, D, A, D, E, C, D, C, C, C, E, E, D, A

APPENDIX H

NATURE OF SCIENCE LITERACY TEST

Açıklama: Lütfen adınızı ve soyadınızı, size verilen “CEVAP FORMUNDAKİ” ilgili alana yazınız. Aşağıda size verilen soruları cevaplamadan önce, tüm sorulara ve seçeneklerine ayrı ayrı bakınız ve sizce en uygun olanı işaretleyiniz. Bu test üzerinde herhangi bir işlem yapmayınız, cevabınızı, size verilen cevap formundaki uygun yeri işaretleyerek veriniz. Elde edilen sonuçlar sizi yargılamak ya da NOT VERMEK amacıyla kullanılmayacaktır. Araştırmanın amacı vereceğiniz samimi cevaplara bağlıdır. Lütfen soru formunu, cevap formunuzla beraber teslim ediniz. Teşekkür ederiz...

1) Bir öğretmen öğrencilerine, “bir sonraki aşamada ne olacağını düşünüyorsunuz?” şeklinde bir soru soruyor. Burada öğretmenin aradığı cevap;

- a) Hipotezdir
- b) Açıklamadır
- c) Kuraldır
- d) Tahmindir

2) Bilim insanlarının, bilimsel bilgiyi şu şekilde tanımlar: Bilimsel bilgi;

- a) tekrarlanabilir ve gözlemlenebilir kanıtlarla desteklenmiş inançlardır.
- b) daimi, değişmeyen gerçeklerdir.
- c) dünyaya ilişkin varsayımlardır.
- d) dünyaya ilişkin belli, apaçık açıklamalardır.

3) Bir olayın boyutları arasındaki ilişkinin şekille gösterimini aşağıdaki seçeneklerden hangisi en iyi ifade eder?

- a) Model
- b) Teori
- c) Hipotez
- d) Parametre

4) İki ya da daha fazla değişken arasındaki ilişkinin, zamanla geçerliliği ispat edilmiş, matematiksel açıklamasının en iyi tanımı aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Varsayım
- b) Tahmin
- c) Gerçek
- d) Kanun

5) Aşağıdakilerden hangisi bilimsel bir hipotezin en iyi tanımıdır?

- a) Deneyler sonucu elde edilen çok miktarda kanıtla desteklenmiş ve iyi bir şekilde test edilmiş açıklamadır
- b) Var olan kanıtları birleştiren, bilim insanları tarafından önerilen açıklamadır
- c) İki değişken arasındaki ilişkinin açıklamasıdır
- d) Ne olacağına ilişkin olarak yapılan tahmindir

6) Bir bilim insanı, farklı renklere sahip elmalar hakkında bir şeyler öğrenmeye çalışıyor. Bu süreçte, bilim insanı, çok sayıda yeşil elmanın oluşturduğu bir gruptan elmaları ısırtıyor ve yeşil elmaların sert ve ekşi olduğunu buluyor. Yine, yeşil elmalardan, başka bir grup elma alıyor, ısırtıyor ve bu gruptaki yeşil elmaların ise, sert ve tatlı olduğunu buluyor. Aşağıda verilen ifadelerden hangisi elmalarla ilgili, genel sonuçtur?

- a) Bütün elmalar, yeşil ve ekşidir
- b) Bütün elmalar, yeşil ve serttir
- c) Bütün yeşil elmalar serttir
- d) Bütün elmalar yeşildir

7) Yoğunluk, hacim ve kütle arasındaki ilişki şu şekilde ifade edilebilir:

$$\text{Yoğunluk} = \frac{\text{Kütle}}{\text{Hacim}}$$

Aşağıdakilerden hangisi, bu ilişkiye uygun bir sonuçtur?

- a) Eğer bir cismin kütlesi artarsa, yoğunluğu da, hacme bağlı olmaksızın artacaktır.
- b) Eğer bir cismin hacmi artarsa, yoğunluğu da artacaktır
- c) Eğer daha fazla miktarlarda madde, sabit bir hacme daha sıkı yerleştirilirse, o maddenin yoğunluğu artacaktır
- d) Eğer daha fazla miktarlarda madde, sabit bir hacme daha sıkı yerleştirilirse, o maddenin yoğunluğu azalacaktır.

8) Bir biyolog, mısır bitkisinin gelişimine, belirli miktarda verilen güneş ışığının etkisini araştırmak istiyor. Bu araştırmayı yapmak için, birkaç mısır bitkisini açık bir alana, güneş ışığına tam olarak maruz kalacak şekilde ekıyor. Ayrıca bu alandan, yaklaşık bir buçuk kilometre uzaktaki, açık alandaki bitkilerin aldığı ışığın yarısını alan bir ormanlık alana, aynı mısır türünden birkaç tane ekıyor. Bu deneysel çalışmada, yanlış olan bir şeyler var mıdır? Eğer varsa bu nedir?

- a) Herhangi bir yanlışlık yoktur.
- b) Deneyde kontrol edilemeyen bir ya da birkaç değişken olabilir.
- c) Mısır bitkisinin gelişimi, alınan güneş ışığı miktarlarına bağlı değildir.
- d) Herhangi bir kontrol grubu yoktur.

9) İki öğrenci kendi aralarında konuşuyorlar ve ilk öğrenci, diğerine “uçan, tabak şekilli cisimler, güneş sistemimizin dışından gelen uzay gemileridir” diyor. Daha

sonra, ikinci öğrenci, birinci öğrenciye, “eğer, sen uçan, tabak şekilli cisimlerin, güneş sistemimizin dışından gelen uzay gemileri olduğuna inanıyorsan, bunu ispatlamalısın” diyor. İkinci öğrencinin kanıt talep etmesinde, herhangi bir yanlış durum var mıdır? Varsa bu durum nedir?

- a) Herhangi bir yanlış durum yoktur, böyle bir iddia, somut güçlü bir bilimsel kanıt gerektirir
- b) Herhangi bir ispat gerekmemelidir çünkü çok sınırlı kanıtlarla, genel bir durumu ispat etmek mümkün değildir
- c) Herhangi bir ispat gerekmez çünkü birçok insan, uçan, tabak şekilli cisimleri gördü ve onların varolduğunu bildirdi.
- d) Bu tip iddialar için, kanıt imkânsızdır ve bu sebeple talep edilmemelidir.

10) Bir öğrenci, belirli bir kimyasal tepkimenin nasıl gerçekleştiğine ilişkin bir hipotez kurmuştur. Öğrenci, bu hipoteze göre A ve B kimyasallarını karıştırdığında, C kimyasalının oluşacağını tahmin etmektedir. Öğrenci, bunu test etmek için A ve B kimyasallarını karıştırmış ve sonuç olarak, çoğunlukta C kimyasalının, fakat az miktarda da D kimyasalının oluştuğunu görmüştür. Bu öğrenci, hipotezi ile ilgili olarak, aşağıda verilen sonuçlardan hangisinin uygun olduğunu düşünmelidir?

- a) Hipotezinin doğru olduğu ispatlandı.
- b) Hipotez, bu sonuç ile desteklenmektedir, ama yeniden düzenleme gerekmektedir.
- c) Hipotezi, çok yüksek bir ihtimalle, tamamen yanlıştır.
- d) Bu sonuçlardan, hipotezine ilişkin herhangi bir sonuca ulaşamaz.

11) Güçlü bir fırtınadan hemen sonra, Mert, ön bahçelerinde bulunan bir ağacın anayola düşmüş olduğunu gördü. Mert ve arkadaşı Sıla, durumun neden böyle olduğunu açıklamaya çalışmışlardır. Sonuç olarak, aşağıda verilen dört olası açıklamaya ulaşmışlardır:

1. Ağaç, rüzgâr tarafından yıkılmıştır

2. Ağaç, yıldırım düşmesi sonucu yıkılmıştır
3. Ağaç, büyük bir kamyon çarptığı için yıkılmıştır.
4. Ağaç zaten çürümüş ve bunun sonucu yıkılmıştır

Bu olaya ilişkin en olası açıklama, ağaç;

- a) rüzgâr tarafından yıkılmıştır. Fırtınalar, çok güçlü rüzgârları da beraberinde getirir.
- b) yıldırım düşmesi sonucu yıkılmıştır. Yıldırım bazen fırtınalar esnasında, ağaçlara düşmektedir
- c) büyük bir aracın çarpması sonucu yıkılmıştır. Hem Mert hem de Sıla daha önce bir aracın çarpması sonucu ağaçların yıkılabileceğini görmüşlerdir
- d) zaten çürümüştür ve sonuç olarak yıkılmıştır. Bazen ağaçlar, böcek ve hastalıklar nedeniyle zayıflarlar

12) Güçlü bir şekilde ortaya atılmış bilimsel sonuçlar, genellikle, zaman ilerlese bile, değişmeden kalır. Fakat yeni bir kanıt açığa çıktığında, değişme ihtimalleri vardır. “Bu cümle , çünkü” ifadesinde sırası ile boşluklara gelecek ifadeler aşağıdakilerden hangileridir?

- a) doğrudur-bilimsel sonuçlar, yeni ve zıt bir kanıt bulunduğu zaman değişebilir
- b) doğrudur-bilim, yanlış olma ihtimali yüksek olan teorilerden oluşur
- c) yanlıştır-bir bilim insanı bilimsel sonuçlar ortaya koyarsa, bu sonuçlar değişemez ve asla değişmeyecektir, bunun nedeni evrenin kanunlarının daima, her yerde aynı olmasıdır.
- d) yanlıştır-bilim, gerçeği aramaktır ve gerçek asla değişmez

13) Çeşitli kurumlarda çalışan bilim insanları, dikkatli kayıt tutma, doğru ölçümler yapma, yöntemi, veriyi ve sonuçları doğru bir şekilde rapor etme gibi belirli süreç ve değerleri paylaşırlar. “Bu cümle..... , çünkü bilim

insanları,” ifadesinde sırası ile boşluklara gelecek ifadeler aşağıdakilerden hangileridir?

- a) yanlıştır- kullandığı yöntemi ve verileri, diğer bilim insanlarından saklarlar.**
- b) yanlıştır-ortak değerlere sahip değildirler.**
- c) yanlıştır-evrensel ve tek olan bir bilimsel yöntemi takip etmezler.**
- d) doğrudur-genel olarak, diğerlerinin kendi gözlem ve deneylerini tekrar edebilmelerini isterler.**

14) Bir kişi, insanlar arasında yaygın ve öldürücü olduğu bilinen bir hastalığa yakalandığını, ani ve açıklanamaz şekilde, bir tedavi ile iyileştiğini iddia etmektedir. Birkaç tane alanında saygın olan doktor ve tıbbi araştırmacı, birbirinden bağımsız olarak, hastanın bunu yaşadığını ve hastalığın tamamen ve açıklanamaz bir şekilde tedavi edildiğini doğruladı. Böyle bir durumda, bir bilim insanının ulaşabileceği doğru sonuç nedir?

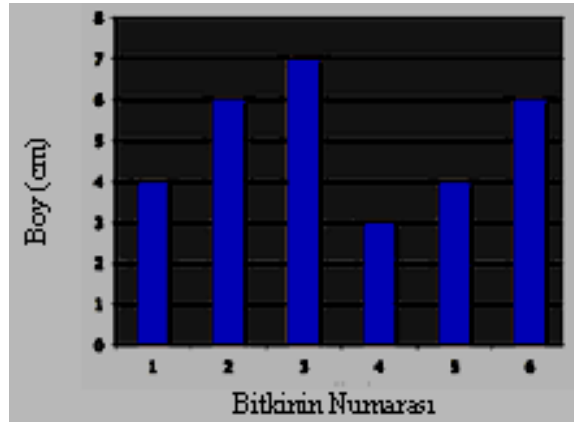
- a) bir mucize gerçekleşti**
- b) şu an açıklanamayan, oldukça nadir bir olay gerçekleşti**
- c) bir tedavinin gerçekleştiğine dair iddia, bir aldatmacadır**
- d) bilim insanının şu ana kadar bir sonuç çıkarma ihtimali yoktur**

15) İyi tanınan ve çok saygı duyulan bir bilim insanı, kendisine uzaylılarca verilmiş, gelecek olaylarla ilgili doğru bilgilere sahip olduğunu iddia etmektedir ve yakın bir zamanda olacak belirli olayları doğru olarak tahmin etmiştir. Diğer bilim insanları böyle tahminlere nasıl cevap vermeliler?

- a) bu tahminleri kabul etmeliler, çünkü bilim insanı, iyi tanınan ve çok saygı duyulan birisidir**
- b) halka bu adamın dolandırıcı olduğunu söyleyecek kadar kesinlikle, reddetmeliler**

- c) halkı uyarmalılar ve tahminlerin gerçekleşip, gerçekleşmeyeceğini görmek için beklemeliler
- d) bu bilim insanını ve onun tahminlerini tamamen görmezden gelmeliler.

16) Bir bilim insanı, farklı bitkilere ait tohumları ektikten iki hafta sonra, bu bitkilerin boylarına ait ölçümleri kullanarak aşağıda verilen grafiği oluşturmuştur.



Bu bitkilerin ortalama boyu nedir?

- a) 4 cm
- b) 4.5 cm
- c) 5 cm
- d) 6 cm

17) Bir hipoteze, teoriye ya da mantığa dayalı olarak tahmin yapma işlemine ne denir?

- a) deneycilik
- b) tümdengelim
- c) tümevarım
- d) kanıt

18) İyi bir bilim insanı;

- a) yeni bilimsel önerileri desteklemek için, kanıt gösterilmesini beklemes
- b) zıt bir kanıt gösterildiği zaman bile, geleneksel bilimsel inançlarına inanmaya devam eder
- c) kendi kişisel inançlarıyla çelişse bile, bilimsel bilgiyi arar
- d) standart bilimsel inançlarla çelişen, tüm somut kanıtları reddeder

19) Bir bilim insanı, aşağıda verilen açıklamalardan hangisinin yanlış olduğunu düşünür?

- a) Bilimsel kanunlar evrensel, sadece herhangi bir bölgeye özgü değildir
- b) Bugün işlev gören doğa kanunları, dün, bugün ve geleceğin fiziksel olaylarını açıklayabilir
- c) Bilim, doğrudan gözlemlenemeyen, fakat mantık ve deneyle var oldukları gösterilebilen fiziki unsurların varlığını kabul eder
- d) Yukarıdakilerin hepsi, bir bilim insanı tarafından doğru olarak kabul edilebilir.

20) Bir deney veya gözlem yaptıktan sonra, iyi bir bilim insanı, beklenen sonuçla çelişen geçerli kanıtları da içeren tüm kanıtları rapor edecektir.

- a) Doğru
- b) Yanlış

21) Bilim insanı bir kanıt değerlendirirken, dünya hakkında öncede ne bildiğini dikkate alır.

- a) Doğru
- b) Yanlış

22) Deney veya gözlem yoluyla elde ettiği verilerle ulaştığı sonuçlardan kesinlikle emin olan bir bilim insanı, bilim camiasında herkesin inandığı bilgilere ters düşmekten korkmamalıdır.

a) Doğru

b) Yanlış

23) Bilim insanlarının, her türlü bilimsel problemi çözmek için, sadece bilimsel yöntemi izlemeleri yeterlidir.

a) Doğru

b) Yanlış

24) Bilim insanları, eğer kendi çalışmaları, gelecekte diğer bilim insanlarının çabalarına bir temel oluşturacaksa, kendilerinin dışındaki diğer bilim insanlarının çalışmalarını gözden geçirmeli ve kontrol etmelidir.

a) Doğru

b) Yanlış

25) Bilimsel bilgi, sadece deneylere dayalıdır.

a) Doğru

b) Yanlış

Cevap Anahtarı: D, A, A, D, B, C, C, B, A, B, A, A, D, B, C, C, B, C, D, A, A, A, B, A, B

APPENDIX I

REQUIRED PERMISSIONS FOR USE AND ADAPTATION OF THE INSTRUMENTS

Nature of Science Inbox X

★ ● serdar köksal	Dear Abd-El-Khalick, I am a doctoral student in secondary science education d...	Jul 10
★ Abd El Khalick, Fouad	Dear Serdar, I would not use the VNOS-C with grade 9 students. I developed a ...	Jul 11
★ ● serdar köksal	Dear Khalick; The ninth grade students in my study are advanced science, gift...	Jul 12
★ ● serdar köksal	Dear Khalick; My second proposal defense will be in two months. If you provid...	Jul 12
★ Abd El Khalick, Fouad to me	show details Jul 13  Reply ▼	

Dear Serdar,

Sure. Since you agree to the three conditions that we discussed, you have our permission to use the VNOS-C and my permission to use the POSE.

I am attaching the VNOS-C along with the JRST piece that outlines its use. I also am attaching the POSE.

Good luck with your work. After you finish your dissertation (which should be supervised by your committee), we can talk about possible collaboration.

Best,

Fouad

From: serdar köksal [bioeducator@gmail.com]
Sent: Sunday, July 12, 2009 1:57 PM
To: Fouad Abd-El-Khalick
Subject: Fwd: Nature of Science
- Show quoted text -

3 attachments — [Download all attachments](#)

 VNOS-C.pdf
16K [View](#) [Download](#)

 JRST 39(6) 497-521.pdf
209K [View](#) [Download](#)

 POSE Comp.pdf
29K [View](#) [Download](#)

Carl J. Wenning
Hi Mustafa, The two instruments can be download at the following URLs: And Th...
Jan 14

serdar köksal
Dear Wenning; I am again Mustafa Serdar KÖKSAL from Turkey. I am a research a...
Jun 10

Carl Wenning to me
show details Jun 11
Reply

Hi Serdar,

You are most welcome to adapt my Nature of Science Literacy Test (NOSLiT) and my Scientific Inquiry Literacy Test (SciInqLiT) to your research study in Turkey. While the validity of any new test(s) based on my tests cannot be assured, you are most welcome to modify my research instruments to suit your needs.

I do, for the sake of your research, suggest that you perform studies on any revised test(s) so that you can be assured of its validity as well. My papers about each of these assessments instruments explain briefly how I used standard means for testing the validity of my tests and of making certain that the average question difficulty and discriminability were set appropriately, etc.

Best wishes on your research efforts.

Cordially yours,

Carl

--

Dr. Carl J. Wenning
 Department of Physics
 Teacher Education Program

Illinois State University
 Normal, IL 61790-4560

309-438-2037 office
 309-830-4085 cell
wenning@phy.ilstu.edu
www.phy.ilstu.edu/pte/

APPENDIX J

QUIZ-I

Aşağıda verilen sorular, bilimin doğasına ilişkin boyutlardan bazılarıyla ilgili bilgi düzeyinizi belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Her sorunun cevabı için, doğru-yanlış ve açık uçlu cevap kısımları hazırlanmıştır. İlk aşamada verdiğiniz doğru ya da yanlış cevabının nedenini açık uçlu cevap kısmında açıklamanız gerekmektedir.

Başarılar....

Soru I. “Bir bilim insanının, bilimsel bir probleme çözüm bulmak için kullandığı tek bir yöntem vardır” ifadesi;

☐ Doğrudur

☐ Yanlıştır

Çünkü;

Soru II. “Gözlem ve çıkarım kelimelerinin anlamları aynıdır” ifadesi;

☐ Doğrudur

☐ Yanlıştır

Çünkü;

Soru III. “Bilim, gözleme, deneye ve kanıta dayalıyken, felsefe ve din bunlara dayalı değildir” ifadesi;

☐ Doğrudur

☐ Yanlıştır

Çünkü;

APPENDIX K

QUIZ-II

Aşağıda verilen sorular, bilimin doğasına ilişkin boyutlardan bazılarıyla ilgili bilgi düzeyinizi belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Her sorunun cevabı için, doğru-yanlış ve açık uçlu cevap kısımları hazırlanmıştır. İlk aşamada verdiğiniz doğru ya da yanlış cevabının nedenini açık uçlu cevap kısmında açıklamanız gerekmektedir.

Başarılar....

Soru I. “Hipotez, teori ve kanun arasında, tanımları ve üstünlük açısından bir fark yoktur” ifadesi;

☐ Doğrudur

☐ Yanlıştır

Çünkü;

Soru II. “Bilimde yaratıcılık ve hayal gücü kullanılmaz, kullanılmamalıdır” ifadesi;

☐ Doğrudur

☐ Yanlıştır

Çünkü;

Soru III. “ Teori ve kanunların her ikisi de zamanla değişen bilimsel bilgi türleridir” ifadesi;

  Doğrudur

  Yanlıştır

    ;

Soru IV. “Bilim insanı, tarafsızdır” ifadesi;


  Doğrudur

  Yanlıştır

    ;

APPENDIX L

REQUIRED FORMAL PERMISSIONS REGARDING TO THE STUDY


1958

Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Middle East Technical University
Fen Bilimleri Enstitüsü
Graduate School of
Natural and Applied Sciences
06531 Ankara, Türkiye
Phone: +90 (312) 2102262
Fax: +90 (312) 2107959
www.fbs.metu.edu.tr

Sayı:B.30.2.ODT.O.40.O5.O2/126/ 2077-10494 27.08.2009

GÖNDERİLEN: Doç. Dr. Belgin Ayvaşık
Rektör Danışmanı

GÖNDEREN : Prof.Dr.Gürsevîl Turan
Fen Bilimleri Enstitüsü
Müdür Yardımcısı

KONU : Mustafa Serdar Köksal hk.

Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi EABD doktora programı öğrencisi Mustafa Serdar Köksal'ın 24 Eylül-20 Kasım 2009 tarihleri arasında " Açık-Yansıtıcı-Bağlantılı (AYB) Öğretimin, Fende Üstün Başarılı Dokuzuncu Sınıf Öğrencilerinin İçerik Bilgileri, Bilim Doğasına İlişkin Anlayışları ve Bilimsel Okur-Yazarlık Düzeylerine Etkisi " başlıklı araştırmasına ilişkin Zonguldak Fen Lise'sinde uygulama yapmak için görevlendirme başvurusu incelenmiş; ilgili danışman görüşüne dayanarak adı geçen öğrencinin isteği doğrultusunda görevlendirilmesine Etik Komite onayı koşulu ile uygun görülmüştür.

Gereği için bilgilerinize saygılarımla sunarım.

Ek: EYK kararı ve ekleri

Etik Komite Onayı
Uygundur
27.08.2009
Prof.Dr.Canan Özgen
Uygulanalı Etik Araştırma
Merkezi (UEAM) Başkanı
ODTÜ 06531 ANKARA

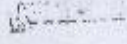
**O.D.T.Ö.
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÖSÜ
YÖNETİM KURULU KARARI**

Tarih: 27.08.2009
Sayı: FBE: 2009/16

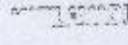
GÖREVLENDİRME VE İZİN

Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi EABD doktora programı öğrencisi Mustafa Serdar Köksal'ın 24 Eylül-20 Kasım 2009 tarihleri arasında "Açık-Yansıtıcı-Bağlantılı (AYB) Öğretimin, Fende Üstün Başarılı Dokuzuncu Sınıf Öğrencilerinin İçerik Bilgileri, Bilim Doğasına İlişkin Anlayışları ve Bilimsel Okur-Yazarlık Düzeylerine Etkisi" başlıklı araştırmasına ilişkin Zonguldak Fen Lise'sinde uygulama yapmak için görevlendirme başvurusu incelenmiş; ilgili danışman görüşüne dayanarak adı geçen öğrencinin isteği doğrultusunda görevlendirilmesine oybirliği ile karar verilmiştir.


Prof. Dr. Canan Özgen
FBE Müdürü


Doç. Dr. Nil Uzun
FBE Müd. Yard.


Prof. Dr. Gürsevil Turan
FBE Müd. Yard.


Prof. Dr. Cahit Eratp
Üye


Prof. Dr. Vedat Toprak
Üye


Doç. Dr. Cem Topkaya
Üye

T.C.
ZONGULDAK VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı:B.08.4.MEM.4.67.00.05.500/20785
Konu:Anket Uygulaması

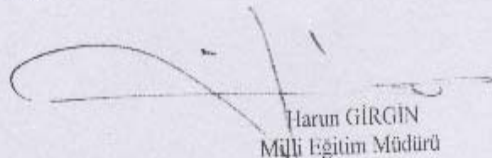
14.09.2009

ORTADOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
ANKARA

İlgi:03 .09 2009 tarih ve 00/6655 sayılı yazınız.

İlgi yazınızla gönderilen, Doktora Programı öğrenciniz Mustafa Serdar KÖKSAL' ait olur ve çalışmaya ait anket formları ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini arz ederim.


Harun GİRGİN
Millî Eğitim Müdürü

EKLER:

- 1-Olur(1 adet-1 Sayfa)
- 2-Anket Formu(1 adet-5 sayfa)
- 3-Açık Bağ. Yans.Öğrt.Konrol lis.(2 adet-2 sayfa)
- 4-Sorular (1 adet-8 sayfa)
- 5-Test (1 adet-5 sayfa)

T.C
ZONGULDAK VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : B.08.4.MEM.4.67.00.05.500/ 23670
Konu: Uygulama Çalışması

10.09.2009

VALİLİK MAKAMINA
ZONGULDAK

Ortadoğu Teknik Üniversitesi 03.09.2009 tarih ve 6655 sayılı yazısında, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları EABD Doktora Programı öğrencisi M.Serdar KÖKSAL'ın 24 Eylül 20 kasım 2009 tarihleri arasında " Açık Yansıtıcı Bağlantılı Öğretimin, Fende Başarılı Dokuzuncu sınıf öğrencilerinin İçerik bilgileri Bilim Doğasına İlişkin Anlayışları ve Bilimsel Okur -Yazarlık Düzeylerine Etkisi" başlıklı çalışmayı Zonguldak Fen lisesinde uygulamak istedikleri belirtilmektedir.

Millî Eğitim Müdürlüğünde toplanan komisyonumuz, uygulama çalışmasının İlimiz Merkez Fen lisesinde yapılmasında sakınca olmadığına karar vermiş olup, yönerge doğrultusunda yapılması Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde Olurlarınıza arz ederim.

Harun GİRGİN
Millî Eğitim Müdürü

O L J R
10/09/2009
Cemalettin ÖZDEMİR
Vali a.
Vali Yardımcısı



Tel:0372 2536958
Faks:0372 2519146

E-posta:zonguldakmem@meb.gov.tr
int.adresi:http://Zonguldak.meb.gov.tr

APPENDIX M

APPLICATIONS ON NOS TEACHING

Uygulama II (Tek bir yöntem)

AŞAĞIDA VERİLEN BİLİMSEL BİR PROBLEM DURUMUNA ÇÖZÜM BULABİLMEK İÇİN YAPMANIZ GEREKEN İŞLEMLERİ BELİRTİNİZ.

Problem Durumu: Kasaptan almış olduğunuz bir et parçasını, bozuk olan buzdolabınıza koyduğunuzda 2 hafta sonra etin üzerinde kurtçukların oluştuğunu görmektesiniz. Bu durum ile ilgili yakın bir arkadaşınızın aklına, etin üzerinde oluşan yaşam formlarının kendiliğinden oluştuğu fikri gelmiştir. Ama siz bunun öyle olmadığını biliyor ve bilimsel yaklaşan bir insan olarak arkadaşınızı da ikna etmek istiyorsunuz. Nasıl bir yol izleyerek, etin üzerindeki yaşam formlarının kendiliğinden oluşmadığını gösterebilirsiniz. Aşağıda sunulan iki alternatiften bir tanesini seçerek başlayabilirsiniz ya da bunların dışında bir başlangıç belirleyebilirsiniz.

1.İlk olarak, gözlem yaparım daha sonra,

2.Gözlem yapmama gerek yok bu sebeple.....yaparak işe başlarım, sonra.....

3.

İzlemiş olduğunuz basamakları aşağıda verilen basamaklarla eşleştiriniz.

<i>İşlem Basamakları</i>	<i>İzlediğiniz Basamaklar</i>	
1.Gözlem Yapma	1	
2.Problemin Tanımlanması	2	
3.Daha Önceki Bilimsel Teoriler Ve Bulgular Çerçevesinde Problem Yeniden Formüle Edilmesi	3	
4.Problemin Çözümüne İlişkin Hipotezler Geliştirilmesi	4	
5. Hipotezin Test Edilmesi (Deney Yapma)	5	
6.Eğer Hipotez Doğrulaniyorsa Mevcut Teorinin Açıklayıcı Olduğu Kabul Edilir	6	
7.Eğer Hipotez Doğrulanmıyorsa Yanlış Kabul Edilerek Reddedilir ve Yeni Hipotezler Geliştirilir	7	
8. Sonuçlar rapor edilir	8	

AŞAĞIDA VERİLEN BİLİMSEL BİR PROBLEM DURUMUNA ÇÖZÜM BULABİLMEK İÇİN YAPMANIZ GEREKEN İŞLEMLERİ BELİRTİNİZ.

Problem Durumu: İzlediğiniz haberde, uzayda yaşamın olabileceğine dair bir iddia ile karşılaşıyorsunuz. Bu iddiaya göre, dünyadaki yaşamın da uzaydan gelen bir meteor sayesinde dünyaya taşındığı söylenmektedir. Bir bilim insanı olarak, bu iddianın bilimsel olarak destek görmediğini hangi işlem basamaklarını kullanarak gösterebilirsiniz? Aşağıda sunulan iki alternatiften bir tanesini seçerek başlayabilirsiniz ya da bunların dışında bir başlangıç belirleyebilirsiniz.

1.İlk olarak, gözlem yaparım daha sonra,
.....

2.Gözlem yapmama gerek yok bu sebeple.....yaparak işe başlarım, sonra.....
...

3.

İzlemiş olduğunuz basamakları aşağıda verilen basamaklarla eşleştiriniz.

<i>İşlem Basamakları</i>	<i>İzlediğiniz Basamaklar</i>	
1.Gözlem Yapma	1	
2.Problemin Tanımlanması	2	
3.Daha Önceki Bilimsel Teoriler ve Bulgular Çerçevesinde Problem Yeniden Formüle Edilmesi	3	
4.Problemin Çözümüne İlişkin Hipotezler Geliştirilmesi	4	
5. Hipotezin Test Edilmesi (Deney Yapma)	5	
6.Eğer Hipotez Doğrulaniyorsa Mevcut Teorinin Açıklayıcı Olduğu Kabul Edilir	6	
7.Eğer Hipotez Doğrulanmıyorsa Yanlış Kabul Edilerek Reddedilir ve Yeni Hipotezler Geliştirilir	7	
8. Sonuçlar rapor edilir	8	

AŞAĞIDA VERİLEN BİLİMSEL BİR PROBLEM DURUMUNA ÇÖZÜM BULABİLMEK İÇİN YAPMANIZ GEREKEN İŞLEMLERİ BELİRTİNİZ.

Problem Durumu: Birkaç makalede okuduğunuz iddiaya göre, dünyada oluşmuş ilk canlı, çekirdek organeli olmayan bir hücre yapısına sahipti, daha sonralarda çekirdekli tek hücreliler, havyanlar, bitkiler ve mantarlar kara ortamına ayak uydurup, orada yaşamaya başladılar. Bu süreç esnasında, çeşitli canlılar yaşamış ve ölmüştür. Bu makalelerdeki iddiayı dikkate alıp, ilk canlı oluşumdan bugüne kadar nasıl bir canlı çeşitliliğinin oluştuğunu araştırmak istiyorsunuz ve bu işe bitkilerdeki çeşitliliği araştırmakla başlıyorsunuz. Bir bilim insanı olarak, hangi işlem basamaklarını kullanarak, bitkilerdeki canlı çeşitliliğini araştırabilirsiniz? Aşağıda sunulan iki alternatiften bir tanesini seçerek başlayabilirsiniz ya da bunların dışında bir başlangıç belirleyebilirsiniz.

1. İlk olarak, gözlem yaparım daha sonra,

2. Gözlem yapmama gerek yok bu sebeple.....yaparak işe başlarım, sonra.....

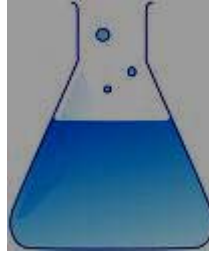
3.

İzlemiş olduğunuz basamakları aşağıda verilen basamaklarla eşleştiriniz.

<i>İşlem Basamakları</i>	<i>İzlediğiniz Basamaklar</i>	
1. Gözlem Yapma	1	
2. Problemin Tanımlanması	2	
3. Daha Önceki Bilimsel Teoriler ve Bulgular Çerçevesinde Problem Yeniden Formüle Edilmesi	3	
4. Problemin Çözümüne İlişkin Hipotezler Geliştirilmesi	4	
5. Hipotezin Test Edilmesi (Deney Yapma)	5	
6. Eğer Hipotez Doğrulaniyorsa Mevcut Teorinin Açıklayıcı Olduğu Kabul Edilir	6	
7. Eğer Hipotez Doğrulanmıyorsa Yanlış Kabul Edilerek Reddedilir ve Yeni Hipotezler Geliştirilir	7	
8. Sonuçlar rapor edilir	8	

AŞAĞIDA VERİLEN BİLİMSEL BİR PROBLEM DURUMUNA ÇÖZÜM BULABİLMEK İÇİN YAPMANIZ GEREKEN İŞLEMLERİ BELİRTİNİZ.

Problem Durumu: Alanınızla ilgili dergilerde yayınlanan makalelerden bazıları, canlıların cansız maddelerden oluştuğunu iddia etmektedir ve aşağıda verilen besi ortamının ağzı açık bırakıldığında, içerisinde bakterilerin oluştuğu, sıvının renginin değiştiği gösterilerek, bu canlıların, cansız havadan oluştukları gösterilmeye çalışılmıştır. Böyle bir durumda, havadan (cansız madde) canlı oluşamayacağını, bir bilim insanı olarak, hangi işlem basamaklarını ya da yolu kullanarak gösterebilirsiniz? Aşağıda sunulan iki alternatiften bir tanesini seçerek başlayabilirsiniz ya da bunların dışında bir başlangıç belirleyebilirsiniz.



1.İlk olarak, gözlem yaparım daha sonra,

2.Gözlem yapmama gerek yok bu sebepleyaparak işe başlarım, sonra.....

3.

İzlemiş olduğunuz basamakları aşağıda verilen basamaklarla eşleştiriniz.

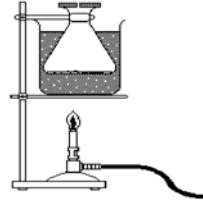
<i>İşlem Basamakları</i>	<i>İzlediğiniz Basamaklar</i>	
1.Gözlem Yapma	1	
2.Problemin Tanımlanması	2	
3.Daha Önceki Bilimsel Teoriler ve Bulgular Çerçevesinde Problem Yeniden Formüle Edilmesi	3	
4. Problemin Çözümüne İlişkin Hipotezler Geliştirilmesi	4	
5. Hipotezin Test Edilmesi (Deney Yapma)	5	
6.Eğer Hipotez Doğrulaniyorsa Mevcut Teorinin Açıklayıcı Olduğu Kabul Edilir	6	
7.Eğer Hipotez Doğrulanmıyorsa Yanlış Kabul Edilerek Reddedilir ve Yeni Hipotezler Geliştirilir	7	
8. Sonuçlar rapor edilir	8	

AŞAĞIDA VERİLEN BİLİMSSEL BİR PROBLEM DURUMUNA ÇÖZÜM BULABİLMEK İÇİN YAPMANIZ GEREKEN İŞLEMLERİ BELİRTİNİZ.

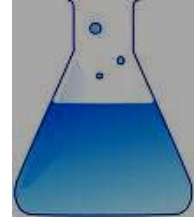
Problem Durumu: Luis Pastör, mikroorganizmaların havadan oluşmadığını, havadaki diğer canlı varlıklardan meydana geldiklerini göstermek için toz parçacıklarının giremeyeceği birinci ortam ve ısı uygulanan ikinci ortamı kullanmıştır. Sonuçta hiçbir işlem uygulanmayan üçüncü ortamdan farklı olarak, birinci ve ikinci ortamlardaki sıvı renginin değişmediğini göstermiştir. Luis Pastör'ün çalışmasını tekrarlamak için, bir bilim insanı olarak, hangi işlem basamaklarını ya da yolu kullanarak gösterebilirsiniz? Aşağıda sunulan iki alternatiften bir tanesini seçerek başlayabilirsiniz ya da bunların dışında bir başlangıç belirleyebilirsiniz.



Birinci Ortam



İkinci Ortam



Üçüncü Ortam

1. İlk olarak, gözlem yaparım daha sonra,

2. Gözlem yapmama gerek yok bu sebeple.....yaparak işe başlarım, sonra

3.

İzlemiş olduğunuz basamakları aşağıda verilen basamaklarla eşleştiriniz.

İşlem Basamakları	İzlediğiniz Basamaklar	
1. Gözlem Yapma	1	
2. Problemin Tanımlanması	2	
3. Daha Önceki Bilimsel Teoriler ve Bulgular Çerçevesinde Problem Yeniden Formüle Edilmesi	3	
4. Problemin Çözümüne İlişkin Hipotezler Geliştirilmesi	4	
5. Hipotezin Test Edilmesi (Deney Yapma)	5	
6. Eğer Hipotez Doğrulaniyorsa Mevcut Teorinin Açıklayıcı Olduğu Kabul Edilir	6	
7. Eğer Hipotez Doğrulanmıyorsa Yanlış Kabul Edilerek Reddedilir ve Yeni Hipotezler Geliştirilir	7	
8. Sonuçlar rapor edilir	8	

KENDİNİ DEĞERLENDİRME FORMU

Bilimde kullanılan bir tek yöntem olduğuna ilişkin önceki düşündüklerim;

Bilimde kullanılan bir tek yöntem olduğuna ilişkin şu anki düşündüklerim;

Bilimde kullanılan bir tek yöntem olduğuna ilişkin önceki düşündüklerimle şu anki düşündüklerimin karşılaştırması;

Uygulama III (Gözlem-çıkarım)

Elinizdeki küp üzerindeki rakamlar ve kelimeler canlıların genel özelliklerine ilişkin belirli bir ilişki ağına göre düzenlenmiştir. Küpün 5 yüzünde verilen rakamlar ve kelimeleri kullanarak, 6. yüzde bulunan rakam ve kelimenin ne olduğunu belirleyebilir misiniz?

	1 ÇOĞALMA	
I BESLENME	11 UYARILMA	II BOŞALTIM
	2 ÖLÜM	
	22 <u>HAREKET</u>	

TAHMİN KARTLARI

.....

RAKAM:
KELİME:

.....

RAKAM:
KELİME:

.....

RAKAM:
KELİME:

.....

RAKAM:
KELİME:

.....

RAKAM:
KELİME:

.....

RAKAM:
KELİME:

.....

RAKAM:
KELİME:

.....

RAKAM:
KELİME:

KENDİNİ DEĞERLENDİRME FORMU

Bilimsel gözlem ve çıkarım arasındaki fark ile ilgili daha önceki düşündüklerim;

Bilimsel gözlem ve çıkarım arasındaki fark ile ilgili şu anki düşündüklerim;

Bilimsel gözlem ve çıkarım arasındaki fark ile ilgili daha önce düşündüklerimle şu anki düşündüklerimin karşılaştırması;

Uygulama IV (Kanıt, Gözlem ve Deneye Dayalılık)

Aşağıda canlıların yapısını oluşturan maddelere ilişkin, bir gazeteci tarafından yapılan üç röportaj görülmektedir. Bunlardan ilki bir araştırmacı ile, ikincisi bir felsefeci ile ve üçüncüsü “Batılılar Kültür Derneği” başkanı ile yapılmıştır.

I. Röportaj

Gazeteci: Merhabalar, ben “GÜN” Gazetesinden geliyorum. Eğer izin verirseniz size, canlıları oluşturan maddelere ilişkin iddianızla ilgili sorular sormak istiyorum.

Araştırmacı: Elbette sorabilirsiniz.

Gazeteci: Öncelikle iddianızı, tekrar sizi ağzınızdan almamız mümkün mü?

Araştırmacı: Temel iddiam, canlıların organik ve inorganik maddelerden oluştuğudur.

Gazeteci: Bu iddianızı destekleyecek bir kanıtınız var mı?

Araştırmacı: Fizik, kimya ve biyoloji yöntemlerini kullanarak, laboratuarda ulaştığım sonuçlara göre, canlılarda protein (enzimler), şekerler ve yağlar gibi organik maddelerin yanında, su ve mineraller gibi inorganik maddeler de bulunmaktadır.

Gazeteci: İddianızı ortaya atarken herhangi bir gözlemde bulundunuz mu?

Araştırmacı: Evet bulundum. Laboratuarda saf organik ve inorganik maddelere kimyasal uygulamalar yapmamızın sonucu elde ettiğimiz renk değişimlerinin aynısını canlılardan elde edilen saflaştırılmış parçalarda da gözlemledim.

Gazeteci: Çalışmanızı isteyen başka bir bilim insanı nasıl tekrarlayabilir?

Araştırmacı: İddiama ilişkin yaptığım araştırma sonuçlarını, “Bilimsel Araştırma” dergisinde yayınladım, isteyen oradan okuyup, tekrar test edebilir iddiamı.

II. Röportaj

Gazeteci: Merhabalar, ben “GÜN” Gazetesinden geliyorum. Eğer izin verirseniz size, canlıları oluşturan maddelere ilişkin iddianızla ilgili sorular sormak istiyorum.

Felsefeci: Evet memnun olurum.

Gazeteci: Öncelikle iddianızı, tekrar sizi ağzınızdan almamız mümkün mü?

Felsefeci: Temel iddiam, canlıların sudan oluştuğudur.

Gazeteci: Bu iddianızı destekleyecek bir kanıtınız var mı?

Felsefeci: Herhangi özel bir araştırma yapmadım ama inanıyorum ki bu iddiayı sadece düşünce ile ispatlayabilirim. Örneğin, topraktaki bitki susuz yaşayamaz, hem suda hem de karada yaşayan kurbağa gibi canlılar var. Aynı zamanda biz insanlar sürekli su içiyoruz. Bunlar benim iddiamı desteklemektedir.

Gazeteci: İddianızı ortaya atarken herhangi bir gözlemde bulundunuz mu?

Felsefeci: Evet bulundum. Biraz önce bahsetmiş olduğum gözlemlerim hayatımda karşılaştığım önemli noktalardır. Ben bu gözlemlerimi birleştirip böyle bir düşünceye ulaştım.

Gazeteci: Çalışmanızı başka bir kişi nasıl araştırabilir?

Araştırmacı: İddiamı araştırmak isteyen birisinin benim deneyimlerimi tekrar yaşaması gerekmektedir. Zaten benim deneyimlerim her insanın günlük hayatında karşılaştığı şeylerden oluşmaktadır.

III.Röportaj

Gazeteci: Merhabalar, ben “GÜN” Gazetesinden geliyorum. Eğer izin verirseniz size, canlıları oluşturan maddelere ilişkin, kültürel inanışlarınızdan kaynaklanan iddianızla ilgili sorular sormak istiyorum.

Dernek Başkanı: Evet, elbette memnun olurum.

Gazeteci: Öncelikle iddianızı, tekrar sizi ağzınızdan almamız mümkün mü?

Dernek Başkanı: Temel iddiam, canlıların topraktan oluştuğudur.

Gazeteci: Bu iddianızı destekleyecek bir kanıtınız var mı?

Dernek Başkanı: Herhangi özel bir araştırma yapmadım ama inanıyorum ki bu iddiayı sadece düşünce ile ispatlayabilirim. Örneğin, bir tohum toprağa bırakıldığında, bitkilerin topraktan çıktığını gözlüyoruz, yine ölmüş canlıların toprağın yapısına karıştığını görüyoruz. Bizim kültürümüze ilişkin elimizdeki kayıtlar da canlıların topraktan oluştuğunu göstermektedir.

Gazeteci: İddianızı ortaya atarken herhangi bir gözlemde bulundunuz mu?

Dernek Başkanı: Hayır özel ve sistematik bir gözlemde bulunmadım. Kültürel arşiv kayıtlarımız ve bunlarım bize gösterdiği örneklerle güvenerek böyle bir iddiada bulundum.

Gazeteci: Çalışmanızı başka bir kişi nasıl araştırabilir?

Dernek Başkanı: İddiamı araştırmak isteyen birisinin elimizdeki 500 yıllık kayıtları çok iyi okuması, anlaması ve içindeki örneklere bakarak düşünmesi yeterli olacaktır.

Yukarıda bahsi geçen üç iddiaya ilişkin yapılan röportajların içeriğini dikkate alarak, bu iddiaları aşağıda verilen kriterlere göre değerlendiriniz.

a.İddianın ortaya atılma kaynağı;

b.İddianın test edilmesi sürecinde gözlem yapılıp, yapılmadığı;

c. Gözlem yapılmışsa bu gözlemin niteliği;

d.İddianın desteklenme yöntemleri;

e.Kanıt kullanılıp, kullanılmadığı;

f. Kanıt kullanılmışsa, kanıtın niteliği

g.İddiayı test etme yolunun tekrarlanabilirliği;

Sonuç olarak bir iddianın oluşturulması, test edilmesi ve iddiaya ilişkin sonuçların paylaşılması açısından bilimsel bir çalışmayı, diğer alanlardan (Felsefe, Kültür, Din) ayıran faktörler nelerdir?

KENDİNİ DEĞERLENDİRME FORMU

Bilimin kanıta, gözleme ve deneye dayalı olması ile ilgili daha önceki düşündüklerim;

Bilimin kanıta, gözleme ve deneye dayalı olması ile ilgili şu anki düşündüklerim;

Bilimin kanıta, gözleme ve deneye dayalı olması ile ilgili daha önce düşündüklerimle şu anki düşündüklerimin karşılaştırması;

Uygulama V (Hipotez, Teori ve Kanun)

Dünyanın çeşitli yerlerinde hücre üzerine yapılan araştırmaları incelerken, karşılaştığınız önemli noktaları kaydedip, hücrelerin çoğalmasına ilişkin yaptığınız araştırmanızla karşılaştırıyorsunuz. İlk olarak, daha önceki araştırmalardan şu üç önemli noktayı açıklayan bir teoriye ulaşıyorsunuz;

- a. Hücre, canlıların yapısının, fizyolojisinin ve organizasyonunun temel birimidir.
- b. Hücre, ikili bir varoluşa sahiptir. Bunlar, başlı başına bir varlık olma ile organizmaların oluşumunda yapı malzemesi olma durumlarıdır.
- c. Hücreler, kristallerin oluşumuna benzer bir şekilde, serbest (kendiliğinden) hücre oluşumu yoluyla ortaya çıkmaktadırlar.

Araştırmanızın Amacı:

Yapacağınız araştırmada, tek hücreli bir canlı olan maya hücrelerini mikroskopta inceleyip, bu canlıların nasıl çoğaldığına (kendiliğinden mi? yoksa başka bir canlıdan mı?) ilişkin araştırma yapacaksınız.

Hipotez ya da Hipotezleriniz:

Araç-Gereç:

1 şişe maya kültürü (*Saccharomyces cerevisiae*)

1 adet mikroskop

1 adet lam ve lamel

1 adet zaman kaydedici

Deneysel Süreç:

Eldeki maya kültüründen (30⁰C’de üretilmiş) örnekler, 6 saatlik bir süreden sonra, lam üzerine alınır.

Lam üzerine, lamel kapatılır.

Mikroskop altında 40’lık objektif, 10’luk oküler ile hücre tomurcuklanması izlenir (5dk. boyunca).

Ayrıca mitoz bölünme videosu izlenir (fenokulu.com)

Yapılan mikroskopik gözlemlerle ilgili gerekli notlar alınır.

Elde Edilen Veriler:

Daha Önce İfade Edilen Teoriyle Elde Edilen Verilerin Uyumluluğu:

Elde ettiğiniz verileri önceki teorinin de desteği ile eleştirdikten sonra, konu üzerine yapılmış son çalışmalara tekrar göz attığınızda karşınıza, hücrelerin daha önce var olan bir diğer hücreden oluştuğuna ilişkin kanıtlar sunan bir araştırma geliyor. Bu araştırmaya ek olarak, kalıtsal bilginin hücrede bulunup, nesilde nesile aktarıldığı fikrini destekleyen çalışmalarla da karşılaşılıyorsunuz. Mendel Kanunlarının sağladığı açıklamalarla, kalıtsal bilginin hücrede bulunup, nesilden nesile aktarıldığına ilişkin bulguları sentezliyorsunuz. Bu çalışmalardan ve kendi deneyinizden yola çıkarak başta verilen üç maddeyi şu şekilde değiştiriyorsunuz;

- a.
- b.
- c.
- d.
- e.
- f.

Başlangıçta Yazmış Olduğunuz Hipotez:

Hangi Amaçla Hipotez Oluşturdunuz?

Başlangıçta Dikkate Aldığınız ve Sonuçta Değiştirdiğiniz Teori:

Burada Dikkate Aldığınız ve Değiştirdiğiniz Teori Niçin Oluşturulmuştur?

Elde Sonuçları Sentezlerken Karşılaştığınız Kanun:

Karşılaştığınız Kanun Niçin Oluşturulmuştur?

Sizce Hipotez, Teori ve Kanun Arasında Üstünlük Açısından Herhangi Bir Fark Var Mıdır?

- a. Kabul Görme Açısından
- b. Kesinlik Açısından
- c. Birbirine Dönüşme Açısından

KENDİNİ DEĞERLENDİRME FORMU

Hipotez, Teori ve Kanunun farklarına ilişkin daha önceki düşündüklerim;

Hipotez, Teori ve Kanunun farklarına ilişkin şu anki düşündüklerim;

Hipotez, Teori ve Kanunun farklarına ilişkin daha önce düşündüklerimle şu anki düşündüklerimin karşılaştırması;

Uygulama VI (Yaratıcılık ve Hayal Gücü)

Aşağıda size hücrenin yapısını açıklamak için yapılan bir çalışmanın basamakları verilmektedir. Bu basamaklardan bazılarının tamamı ya da bir kısmı boş bırakılmıştır. Yapmanız gereken şey, boş bırakılan basamaklarda yapılması gerekenleri belirlemenizdir.

1. Hücreye ilişkin daha önce yapılmış olan çalışmalar incelenir ve varsa şekiller gözden geçirilir. Lütfen; aşağıda verilen boşluğa daha önceki bilgilerinizi kullanarak hücre ve kısımlarını gösteren bir model çiziniz.

2. Öncelikle hangi canlı grubuna ait hücrenin inceneceğine karar verilir. Hücresi en iyi incelenecek canlı grubu olmalıdır. Çünkü;

3. Hücre incelenmesine geçmeden önce, hücrelerin mikroskopta daha iyi görünebilmesi için şunlar yapılmalıdır;.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Hücrenin mikroskopta iyi bir şekilde görülmesine etki eden faktörler şunlardır;.....
.....
..... bu faktörler
.....
..... yapılarak kontrol edilir.

[illegible][illegible]

7. Elde edilen mikroskop görüntülerinin fotoğrafları çekilir. Fotoğraflardaki şekillerin daha iyi anlaşılması için,.....

..... hazırlanır ve eldeki görüntülere ait büyütme miktarları
ve gözlenen farklı kısımların şekilleri,

..... hazırlanarak yazılır ve çizilir.

8. Çizilen modelin ayrıntılarının daha iyi açıklanabilmesi için şunlar yapılmalıdır;

-
.....yapılır.
9. Elde edilen modelin raporunun yazılması esnasında, insanların raporu daha iyi anlayabilmesi için, rapor içinde şunlar kullanılmalıdır
.....
.....
.....
.....
.....
10. Raporun daha fazla kişiye ulaşabilmesi için, araştırmacı aşağıdaki stratejileri kullanabilir;.....
.....
.....
.....
.....
11. Hücre ve kısımlarına ait modelin açıklaması, rapor aracılığıyla insanlarla paylaşılır, onlardan gelecek eleştiriler ve destekler sonucu, model daha da açıklayıcı bir hale gelinceye kadar bu paylaşım devam ettirilir.

KENDİNİ DEĞERLENDİRME FORMU

Bilimde yaratıcılık ve hayal gücü ile ilgili daha önceki düşündüklerim;

Bilimde yaratıcılık ve hayal gücü ile ilgili şu anki düşündüklerim;

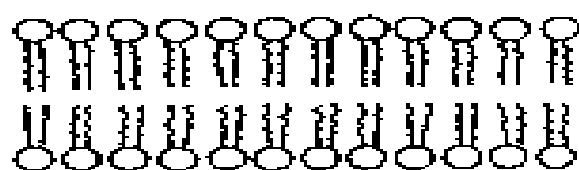
Bilimde yaratıcılık ve hayal gücü ile ilgili daha önce düşündüklerimle şu an düşündüklerim karşılaştırılması;

Uygulama VII (Değişebilirlik)

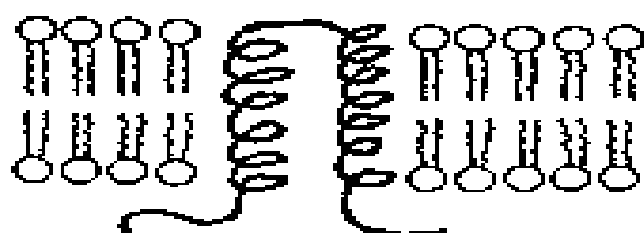
Aşağıda size hücre zarına ilişkin mikroskop görüntüsü verilmektedir. Elinizde bulunan mikroskop ile sadece bu görüntüler elde edilebilmektedir. Sadece elinizdeki veriyi kullanarak hücre zarının yapısını açıklayan bir teori oluşturunuz.

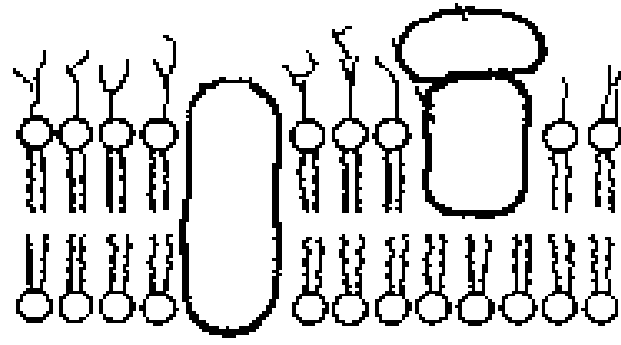


Elimdeki veriye göre hücre zarı;









Elimdeki verilere göre hücre zarı;

İlk modelinizde açıkladığınız hücre zarı yapısı ile son modelinizdeki hücre zarı yapısı arasındaki benzerlikler ve farklılıklar nelerdir?

KENDİNİ DEĞERLENDİRME FORMU

Bilimsel bilginin her türünün değişebilirliğine ilişkin daha önceki düşündüklerim;

Bilimsel bilginin her türünün değişebilirliğine ilişkin şu anki düşündüklerim;

Bilimsel bilginin her türünün değişebilirliğine ilişkin daha önce düşündüklerimle şu anki düşündüklerimin karşılaştırması;

Uygulama VIII (Taraflılık)

Aşağıda hücrelerin sınıflandırılmasına ilişkin bir çalışma esnasında karşılaştığınız üç canlıya ait hücrenin 1000 kat büyütülerek elde edilmiş görüntülerine sahipsiniz. Yaptığınız araştırmada bu hücrelerin sınıflandırılmasına ilişkin kriterleri belirleyip, bu hücreleri belirli sınıflara yerleştirmek istiyorsunuz. Bir bilim insanı olarak hangi kriterleri kullanarak, bu hücreleri nasıl bir grupta ile sınıflandırırsınız?. Aşağıda verilen boş alanı gözlemlerinizi ve bilgilerinizi kaydetmek için kullanabilirsiniz?

Hücre Türlerine İlişkin Bildiklerim:

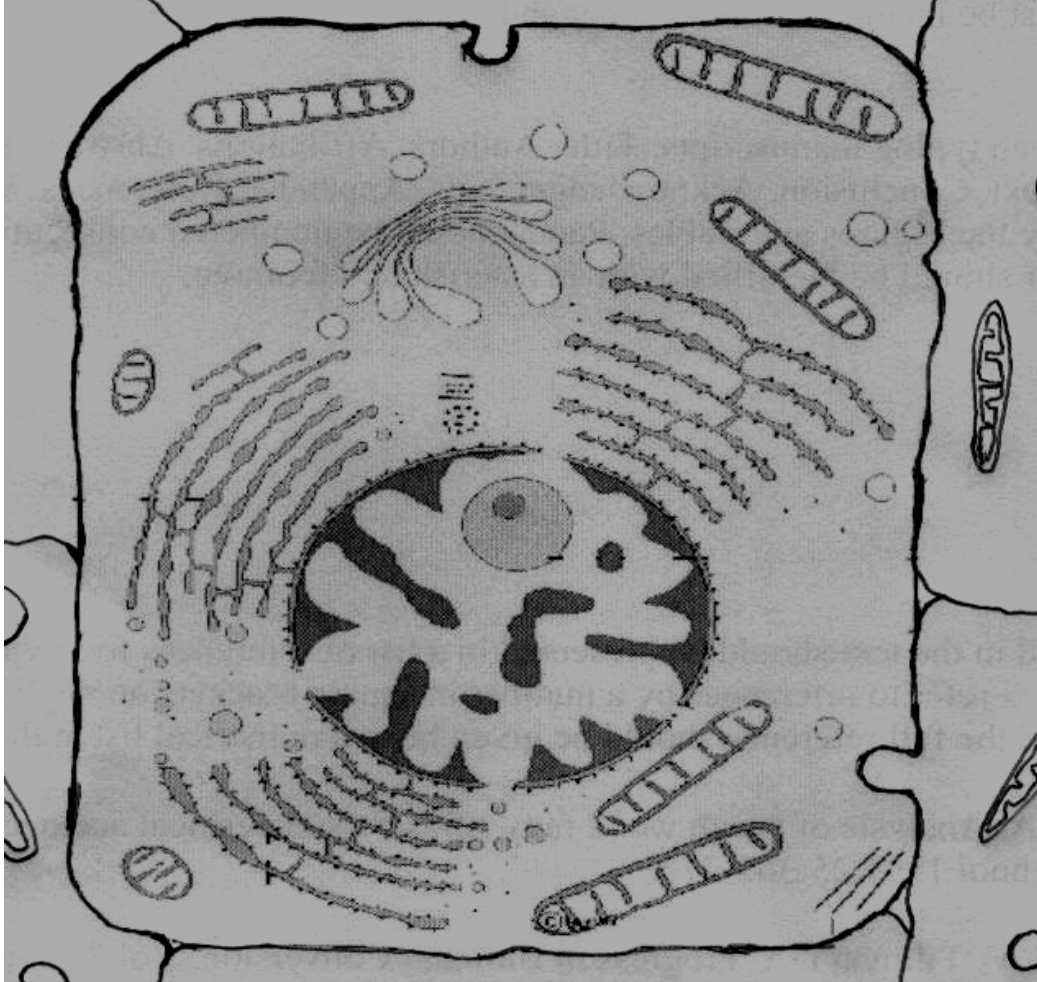
Hücreler; , -
..... ya da , -
..... veya
..... , - gibi ikili gruplara
ayrılabilirler. Ama benim düşünceme göre, hücreler
.....
.....
.....
..... olarak
da sınıflandırılabilirler.

HÜCRE I



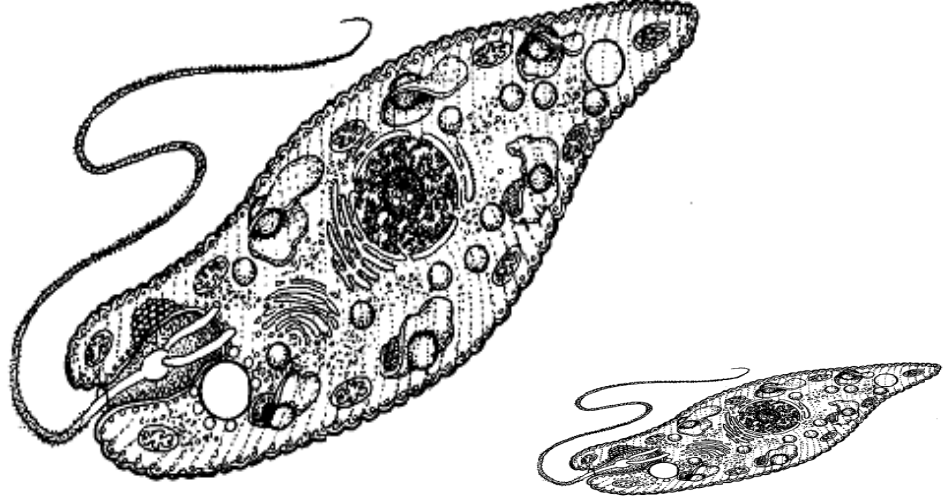
100X10=1000

HÜCRE II



100X10=1000

HÜCRE III



Gözlemlerim:

Belirlediğim Kriterler:

Belirlediğim hücre türü sınıfları:

Hücrelerin Sınıflandırılması:

<u>Hücreler</u>	<u>Sınıfın Adı</u>
HÜCRE I	
HÜCRE II	
HÜCRE III	

Diğer grupların kriterleri ve sınıflamalarıyla benzer ve farklı olan yanlar nelerdir?

KENDİNİ DEĞERLENDİRME FORMU

Bilimde tarafsızlık ile ilgili daha önceki düşündüklerim;

Bilimde tarafsızlık ile ilgili şu anki düşündüklerim;

Bilimde tarafsızlık ile ilgili daha önce düşündüklerimle şu anki düşündüklerimin karşılaştırması;

Uygulama IX (Gözlem-Çıkarım)

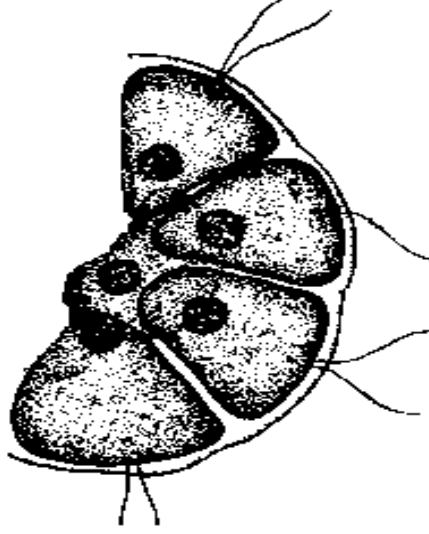
Aşağıda size bir canlıya ait olan hücre ya da hücreler sunulmaktadır. Hücre ya da hücreleri gözlemledikten sonra, hemen altta sunulan gözlem ifadelerinden gözlemleyebildiklerinizi işaretleyiniz. Daha sonra bu hücrenin ya da hücrelerin ait olduğu canlıya ilişkin resmin hemen altında sunulmakta olan seçeneklerden bir tanesini işaretleyiniz.



- ☐ Hücre, başka hücrelerle beraber özel jelâtinimsi bir kılıf içindedir.
- ☐ Hücre bağımsız olmayıp, diğer hücrelerle arasında sitoplazmik bağlantılar vardır.
- ☐ Hücrenin içinde bulunduğu hücre kümesi içinde, hücreler arasında farklılaşma ve işbölümü görülür.
- ☐ Hücre, diğer hücrelerle bir araya gelerek dokulaşma oluşturmuştur.
- ☐ Hücre, kamçıya sahip olup, başlı başına bir canlı görünümündedir

Bu hücrenin ait olduğu canlı;

- A) Tek hücrelidir B) Çok hücreli bir canlıdır C) Koloni oluşturan bir canlıdır



- ☐ Hücreler, jelâtinimsi bir kılıf içindedir.
- ☐ Hücreler bağımsız olmayıp, aralarında sitoplazmik bağlantılar vardır.
- ☐ Hücreler arasında farklılaşma ve işbölümü görülür.
- ☐ Hücreler bir araya gelerek dokulaşma oluşturmuştur.
- ☐ Hücreler, kamçıya sahip olup, başlı başına bir canlı görünümündedir.

Bu hücrelerin ait olduğu canlı;

- A) Tek hücrelidir B) Çok hücreli bir canlıdır C) Koloni oluşturan bir canlıdır



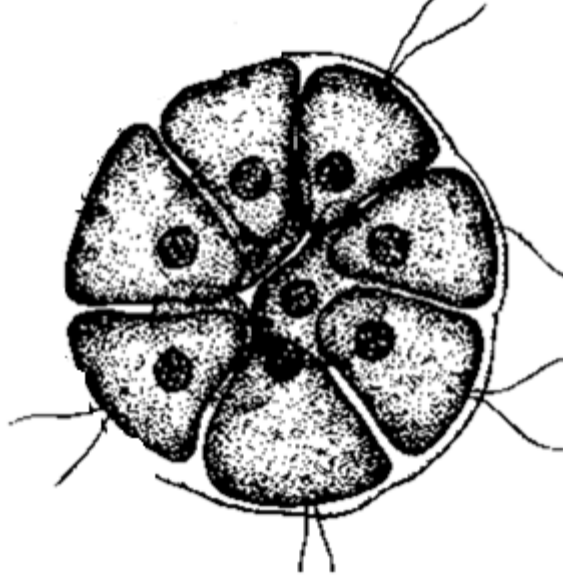
- ☐ Hücreler, jelâtinimsi bir kılıf içindedir.
- ☐ Hücreler bağımsız olmayıp, aralarında sitoplazmik bağlantılar vardır.
- ☐ Hücreler arasında farklılaşma ve işbölümü görülür.
- ☐ Hücreler bir araya gelerek dokulaşma oluşturmuştur.
- ☐ Hücreler, kamçıya sahip olup, başlı başına bir canlı görünümündedir.

Bu hücrelerin ait olduğu canlı;

- A) Tek hücrelidir B) Çok hücreli bir canlıdır C) Koloni oluşturan bir canlıdır

ŞİMDİ SİZE VERİLMİŞ OLAN ÜÇ RESMİ SINIRLARINDAN KESİP, BİR BÜTÜN OLUŞTURACAK ŞEKİLDE YAPIŞTIRINIZ. ELDE ETTİĞİNİZ RESİM HÜCRE VE HÜCRELERİN AİT OLDUĞU CANLIYA AİTTİR.

Hücre ve Hücrelerin Ait olduğu Canlı (Pandorina Kolonisi) (Sınıfta Tartışma İçin)



Bu hücre ya da hücrelerin ait olduğu canlıya ilişkin belirlemelerinizde sadece beş duyunuza dayalı sonuçları mı dikkate aldınız?, yoksa başka işlemler de bu sürece katılmakta mıdır? Açıklayınız.

KENDİNİ DEĞERLENDİRME FORMU

Bilimsel gözlem ve çıkarım arasındaki fark ile ilgili daha önceki düşündüklerim;

Bilimsel gözlem ve çıkarım arasındaki fark ile ilgili şu anki düşündüklerim;

Bilimsel gözlem ve çıkarım arasındaki fark ile ilgili daha önce düşündüklerimle şu anki düşündüklerimin karşılaştırması;

APPENDIX N

EXAMPLES OF APPLICATIONS MADE BY THE PARTICIPANTS

Example for Application II

Uygulama II (Tek bir yöntem)

AŞAĞIDA VERİLEN* BİLİMSEL BİR PROBLEM DURUMUNA ÇÖZÜM BULABİLMEK İÇİN YAPMANIZ GEREKEN İŞLEMLERİ BELİRTİNİZ.

Problem Durumu: Kısıpın alınyı oluşturmuş bir et parçasını, bozık olan bozulduğuna koyduğunuzda 2 hafta sonra etin üzerinde kurtçukların oluştuğunu görüyorsunuz. Bu durum bir ilginç yakın bir arkadaşınızın aklına, etin üzerinde olası yaşam formlarının kendiliğinden oluştuğu fikri gelmiştir. Ama siz bunun öyle olmadığını biliyor ve bilimsel yarıdan bir insan olarak arkadaşınıza da ikna etmek istiyorsunuz. Nasıl bir yol izleyerek, etin üzerindeki yaşam formlarının kendiliğinden oluşmadığını gösterebilirsiniz. Aşağıda senanın iki alternatiften birini seçerek başlayabilirsiniz ya da bunların dışında bir başlangıç belirleyebilirsiniz.

1. İlk olarak gözlem yaparım daha sonra, içine... hava girilerek ama... kurtçuk ya böcek giremeyecek şekilde teflon bir kase oluştururum. Kaseyi içine eti koy.- duktan sonra bozuk kızartılmasına kalıdırırım 2 hafta sonra kaseyi açıp etin durumu gözlemlediğimde, etin bozulduğunu ama herhangi bir kurtçuk veya böcek durumu olmadığını gözlemledim. Gözlemlediğim sonuçları rapor haline getireceğim.

2. Gözlem yapmaya gerek yok bu sebeple..... yaparım işe başlarım sonra

İzlemiş olduğunuz basamakları aşağıda verilen basamaklarla eşleştiriniz.

İşlem Basamakları	İzlenmiş Basamaklar
1. Gözlem Yapma	1 ✓
2. Problemin Formülasyonu	2 ✓
3. Daha Önceki Bilimsel Teoriler ve Bulgular Çerçevesinde Problem Yeniden Formüle Edilmesi	3
4. Problemin Çözümü İçin Hipotezler Geliştirilmesi	4 ✓
5. Hipotezin Test Edilmesi (Deney Yapma)	5 ✓
6. Eğer Hipotez Doğrulanyorsa Mevcut Teorinin Açıklayıcı Gücüne Katkı Edilir	6 ✓
7. Eğer Hipotez Doğrulanıyorsa, Yanlış Kabul Edilenler Reddedilir ve Yeni Hipotezler Geliştirilir	7
8. Sonuçlar rapor edilir	8 ✓

KENDİNİ DEĞERLENDİRME FORMU

Bilimde kullandığın bir tek yöntem olduğuna ilişkin önceki düşüncelerinin:

Eskiden herkesin aynı metotla araştırmalar yaptığını düşünüyordum.
Herkesin her aşamada aynı şeyi yaptığını sanıyordum.

Bilimde kullandığın bir tek yöntem olduğuna ilişkin şu anki düşüncelerinin:

Şu an bilimde bir çok metot olduğuna inanıyorum.
Bir insan bilimsel çalışmasını bir şekilde yaparken diğeri
daha farklı bir metot kullanabilir.

Bilimde kullandığın bir tek yöntem olduğuna ilişkin önceki düşüncelerininle şu anki düşüncelerinin
karşılaştırması:

Eskiden bir tek metot olduğuna düşünüyordum, şu an
ise bir çok metot olduğuna düşünüyorum. Bu bana daha
mantıklı geliyor.

KENDİNİ DEĞERLENDİRME FORMU

Bilimde kullandığın bir tek yöntem olduğuna ilişkin önceki düşüncelerim.

Okullarda, sadece tek bir yöntem öğrendiğimize için sadece o yöntem ile bilimsel araştırma yapılacağını düşünürdüm.

Bilimde kullandığın bir tek yöntem olduğuna ilişkin şu anki düşüncelerim:

Okullarda hep aynı yöntemi gösterdikleri için tek bir yöntem olduğunu düşünürdüm. Ama artık öyle düşünmüyorum. Şimdi kendi isteğime bağlı basamakları açacağımı biliyorum.

Bilimde kullandığın bir tek yöntem olduğuna ilişkin önceki düşüncelerimle şu anki düşüncelerimin karşılaştırması:

Farklar olduğu kadar aynı düşünceler de var. Zaten bilimde kullanılan tek bir yöntem olması mümkün değil. Aradaki farkı da buraya gördüm.

Example for Application III

KİNDİNİ DEĞERLENDİRME FORMU

Bilimsel gözlem ve çıkarım arasındaki fark ile ilgili daha önceki düşüncelerimi:

Daha önce çıkarımı gözlemlerden çıkarılan yargı olarak düşünüyordum. Yani bir olay gözlenip buna karşılık yapılan yorum olarak biliyordum.

Bilimsel gözlem ve çıkarım arasındaki fark ile ilgili şu anki düşüncelerimi:

Şu an ise gözlemin; beş duyu organımızla algıladığımız çıkarımın ise, beş duyu organımızla algılayamadıklarımız olduğunu düşünüyorum.

Bilimsel gözlem ve çıkarım arasındaki fark ile ilgili daha önce düşüncelerimle şu anki düşüncelerimin karşılaştırması:

Bilimsel gözlem ile ilgili düşüncelerim değişmedi fakat çıkarımın beş duyu organımızla algılayamadıklarımız olduğunu düşünüyorum (şu an)

KENDİNİ DEĞERLENDİRME FORMU

Bilimsel gözlem ve çıkarım arasındaki fark ile ilgili daha önceki düşüncüklerin:

"Önceden bilimsel gözlem ve çıkarım aynı anlama geldiğini düşünüyordum.

Bilimsel gözlem ve çıkarım arasındaki fark ile ilgili şu anki düşüncüklerin:

Şimdi ise gözlem ve çıkarım birbirinden çok farklı kavramlar, anlamlar olduğunu öğrendim.

Bilimsel gözlem ve çıkarım arasındaki fark ile ilgili daha önce düşüncüklerinle şu anki düşüncüklerimin karşılaştırması:

Düşüncüklerim yine tersine döndü. Gözlem ve çıkarım çok farklı kavramlar.

Example for Application IV

Uygulama IV (Kanıt, Gözlem ve Deneye Dayalılık)

Aşağıda canlıların yapısını oluşturan maddelere ilişkin, bir gazeteci tarafından yapılan üç röportaj görülmektedir. Bunlardan ilki bir araştırmacı ile, ikincisi bir felsefeci ile ve üçüncüsü "İkinciler Kültür Derneği" başkanı ile yapılmıştır.

I. Röportaj

Gazeteci: Merhabalar, ben "GÜN" Gazetesinden geliyorum. Eğer izi vererseniz size, canlıları oluşturan maddelere ilişkin iddianıza ilgili sorular sormak istiyorum.

Araştırmacı: Elbette sorabilirsiniz.

Gazeteci: Öncelikle iddianızı, tekrar sizi ağzınızdan almanız mümkün mü?

Araştırmacı: Temel iddiam, canlıların organik ve inorganik maddelerden oluştuğudur.

Gazeteci: Bu iddianızı destekleyecek bir kanıtınız var mı?

Araştırmacı: Fizik, kimya ve biyoloji yöntemlerini kullanarak, laboratuvarlarda ulaştığım sonuçlara göre, canlılarda protein (enzimler), şekerler ve yağlar gibi organik maddelerin yanında, su ve mineraller gibi inorganik maddeler de bulunmaktadır.

Gazeteci: İddianızı ortaya atarken herhangi bir gözleminde bulunduğunuz mu?

Araştırmacı: Evet bulundum. Laboratuvarlarda saf organik ve inorganik maddelere kimyasal uygulamalar yaptığımızın sonucu elde ettiğimiz renk değişimlerinin aynıları canlılardan elde edilen saflaştırılmış parçalarında da gözlemlenmiştir.

Gazeteci: Çalışmanızı isteyen başka bir bilim insanı nasıl tekrarlayabilir?

Araştırmacı: İddianıma ilişkin yaptığım araştırma sonuçlarımı, "Bilimsel Araştırma" dergisinde yayımladım. İsteyen oradan okuyup, tekrar test edebilir iddiamı.

II. Röportaj

Gazeteci: Merhabalar, ben "GÜN" Gazetesinden geliyorum. Eğer izi vererseniz size, canlıları oluşturan maddelere ilişkin iddianıza ilgili sorular sormak istiyorum.

Felsefeci: Evet memnun olurum.

Gazeteci: Öncelikle iddianızı, tekrar sizi ağzınızdan almanız mümkün mü?

Felsefeci: Temel iddiam, canlıların sudan oluştuğudur.

Gazeteci: Bu iddianızı destekleyecek bir kanıtınız var mı?

Felsefeci: Herhangi özel bir araştırma yapmadım ama inanıyorum ki bu iddiayı sadece düşünce ile ispatlayabiliriz. Örneğin, topraktaki bitki susuz yaşayamaz, hem suda hem de karada yaşayan kurbaga gibi canlılar var. Aynı zamanda biz insanlar sürekli su içiyoruz. Benim benim iddiamı desteklemektedir.

Gazeteci: İddianızı ortaya atarken herhangi bir gözlemlerde bulundunuz mu?

Felsefeci: Evet bulundum. Biraz önce bahsetmiş olduğum gözlemlerimi hayatımda karşılaştığım önemli noktalardır. Ben bu gözlemlerimi birleştirip böyle bir düşünceye ulaştım.

Gazeteci: Çalışmanızı başka bir kişi nasıl araştırabilir?

Araştırmacı: İddianı araştırmak isteyen birisinin benim deneyimlerimi tekrar yaşaması gerekmektedir. Zaten benim deneyimlerim her insanın günlük hayatında karşılaştığı şeylerden oluşmaktadır.

III. Raporu

Gazeteci: Merhabalar, ben "GÜN" Gazetesinden geliyorum. Eğer ızi verirsiniz sizi canlıları oluşturan maddelere ilişkin, kültürel inanışlarımızdan kaynaklanan iddianızı ilgili sorular sormak istiyorum.

Demek Başkanı: Evet, elbette memnun olurum.

Gazeteci: Öncelikle iddianızı, tekrar sizi ağızımızdan almamız mümkün mü?

Demek Başkanı: Temel iddiam, canlıların topraktan oluştuğudur.

Gazeteci: Bu iddianızı destekleyecek bir kanıtınız var mı?

Demek Başkanı: Herhangi özel bir araştırma yapmadım ama inanıyorum ki bu iddiayı sadece düşünce ile ispatlayabiliriz. Örneğin, bir tohum toprağa bırakıldığında, bitkilerin topraktan çıktığını gözliyoruz, yine ölmüş canlıların toprağın yapısına karıştığını görüyoruz. Bizim kültürümüze ilişkin elimizdeki kayıtlar da canlıların topraktan oluştuğunu göstermektedir.

Gazeteci: İddianızı ortaya atarken herhangi bir gözlemlerde bulundunuz mu?

Demek Başkanı: Hayır özel ve sistematik bir gözlemlerde bulunmadım. Kültürel arşiv-kayıtlarımız ve bunların bize gösterdiği örneklerle güvenerek böyle bir iddiada bulundum.

Gazeteci: Çalışmanızı başka bir kişi nasıl araştırabilir?

Demek Başkanı: İddianı araştırmak isteyen birisinin elimizdeki 500 yıllık kayıtları çok iyi okuması, anlaması ve içindeki örneklerle bakarak düşünmesi yeterli olacaktır.

Yukarıda buluş geçen üç iddiaya ilişkin yapılan raporların içeriğini diskarte ederek, bu iddiaları aşağıda verilen kriterlere göre değerlendiniz.

a. İddianın ortaya atılma kaynağı:

- Araştırmacı → Deney ve gözlemler yaparak araştırmıştır.
- Felsefeci → Düşünmüş ve gözlem yapmıştır.
- Batılılar Deneyi Bşk. → Kültürümüze ve arslanlara dayanarak

b. İddianın test edilme sürecinde gözlem yapıp, yapılmadığı:

Araştırmacı ve Felsefeci gözlem yapmıştır. "Batılılar Deneyi Bşk." yapmamıştır.

c. Gözlem yapılmışsa bu gözlemin niteliği:

Araştırmacı gözlemlerini deneylere dayanarak yapmıştır.
Felsefeci acaresini ve yaşamına göre gözlem yapmıştır.

d. İddianın desteklenme yöntemleri:

Araştırmacı fizik kimya ve biyolojiyi yöntemlerini kullanarak desteklemiştir.
Felsefeci düşüncelerini kullanarak desteklemiştir.
Deney Bşk. kültürel arslanlara desteklemiştir.

e. Kanıt kullanıp, kullanmadığı:

Araştırmacı kullanmıştır. Diğerleri kullanmamıştır.

f. Kanıt kullanılmışsa, kanıtın niteliği:

Araştırmacı kanıtlarını fen bilimleri deney ve araştırmalar sonucu bulmuştur.
Felsefeci acaresini ve yaşamını gözden geçirerek bulmuştur kanıtlarını.
Deney Bşk. kültürel arslanlara bakarak kanıtlarını bulmuştur.

İddiayı test etme yolunun tekrarlanabilirliği;

Sonuç olarak bir iddianın oluşturulması, test edilmesi ve iddiaya ilişkin sonuçların paylaşılması açısından bilimsel bir çalışmaya diğer alanlardan (Felsefe, Kültür, Din) ayrıran faktörler nelerdir?

KENDİNİ DEĞERLENDİRME FORMU

Bilimin kanıt, gözleme ve deneye dayalı olması ile ilgili daha önceki düşüncüklerin:

Daha önceki düşünceye göre de bilim; kanıt, gözleme ve deneye dayalıydı.

Bilimin kanıt, gözleme ve deneye dayalı olması ile ilgili şu anki düşüncüklerin:

Şu anda da bilimin kanıt, gözleme ve deneye dayalı olduğunu düşünüyorum.

Bilimin kanıt, gözleme ve deneye dayalı olması ile ilgili daha önce düşüncüklerimle şu anki düşüncüklerimin karşılaştırması:

Düşüncüklerim değişmedi. Hâlâ aynı düşünüyorum.

KENDİNİ DEĞERLENDİRME FORMU

Bilimin kanıt, gözleme ve deneye dayalı olması ile ilgili daha önceki düşüncelerim:

Bence bilim kanıt, gözleme ve deneye dayalı diye düşünüyordum.

Bilimin kanıt, gözleme ve deneye dayalı olması ile ilgili şu anki düşüncelerim:

Bence hâlâ bilim kanıt, gözleme ve deneye dayalıdır.

Bilimin kanıt, gözleme ve deneye dayalı olması ile ilgili daha önce düşündüklerime şu anki düşüncelerimin karşılaştırması:

Şu anki ve önceki düşüncem arasında pek fark yok.

Example for Application V

Uygulama V (Hipotez, Teori ve Kanıt)

Dünyanın çeşitli yerlerinde hücre üzerine yapılan araştırmaları inceleyen, aşağıya yazdığınız önemli noktaları kaydedin, hücrelerin çoğalmasına ilişkin yaptığınız araştırmalarla karşılaştırırsınız. İlk olarak, daha önceki araştırmalardan ya da ille öğrenmiş olduğunuzu açıklayan bir teoriye atlıyorsunuz.

- a. Hücre, canlıların yapısının, fizyolojisinin ve organizasyonunun temel birimidir.
- b. Hücre, isli bir yapıya sahiptir. Bunlar, başlı başına bir yapıya olma ile organizmaların oluşumunda yapı malzemesi olma durumlarıdır.
- c. Hücreler, sistemlerin oluşumuna benzer bir şekilde, serbest (kendiliğinden) hücre oluşumu yoluyla ortaya çıkmaktadır.

Araştırmanızın Amacı:

Yapacağınız araştırmada, tek hücreli bir canlı olan maya hücrelerini mikroskopta inceleyip, bu canlıların nasıl çoğaldığını (kendiğinden mi? yoksa başka bir canlıdan mı?) ilişkin araştırma yapacaksınız.

Hipotez ya da Hipotezlerinizi:

Maya hücreleri başka bir canlı ile çoğalır.
Hiçbir şey yedatan varolmaz.
Bu çoğalma bir hücre bölünmesidir.

Araç-Gereç:

- 1 şişe maya kültürü (*Saccharomyces cerevisiae*)
- 1 adet mikroskop
- 1 adet lam ve lamel
- 1 adet zaman kaydedici

Deneysel Süreç:

Eldeki maya kültüründen (30°C'de yetirilmiş) örnekler, 6 saatlik bir süreden sonra, lam üzerine alınır.

Lam üzerine, lamel kapatılır.

Mikroskop altında 40'lık objektif, 10'luk oküler ile hücre görüntülenmesi izlenir (5dk. boyunca).

Ayrıca mitoz bölünme videosu izlenir (enokula.com)

Yapılan mikroskopik gözlemlerle ilgili gerekli notlar alınır.

Elde Edilen Veriler

Bazı ~~tek~~ hareket canılar da etkiler olabilir.
Pasif hareket yaparlar.
Birbirlerinden etkilesinler

Daha Önce İfade Edilen Teoriyle Elde Edilen Verilerin Uyumluğu:

a ve b teorisiyle uyumludur. Fakat c teorisi
öncekilerde de belirttiğimiz gibi verilerle
uyumlu değildir.

Eldedeğimiz Verileri önceki teorinin de desteği ile eleştirdikten sonra, konu üzerine yapılmış son çalışmalara tekrar göz atınızda karşınıza, hücrelerin daha önce var olan bir diğer hâreden oluştuğuna ilişkin kanıtlar sunan bir araştırma geliyor. Bu araştırmaya ek olarak, kalıtsal bilginin hücrede bulunup, nesilde nesile aktarıldığı fikrini destekleyen çalışmalarla da karşılaşıyorsunuz. Mendel Kanunlarını sağladığı açıklamalarla, kalıtsal bilginin hücrede bulunup, nesilden nesile aktarıldığına ilişkin bulguları sentezliyorsunuz. Bu çalışmalardan ve kendi deneyinizden yola çıkarak başta verilen üç maddeyi şu şekilde değiştiriyorsunuz:

a.

b.

c.

d.

e.

f.

Hücreler diğer bir hârenin bölünmesiyle oluşur. Kendi kendine oluşmaz.

Başlangıçta Yazmış Olduğunuz Hipotez:

Her şey yekten oluşmaz.

Hangi Amaçla Hipotez Oluşturdunuz?

Hücrelerin nelerden ve nasıl oluştuğunu anlamak amacıyla oluşturduk.

Başlangıçta Dikkate Aldığımız ve Sonuçta Değiştirdiğimiz Teori:

C teorisini dikkate aldık. Ama hiçbir şeyin yoktan var olmadığını, yani hücrelerin de, bir başka hâredenden oluştuğunu anladık. Farklı bahis açılarıyla gözlem yapmamız için oluşturulmuştur.

Eldede Sonuçları Sentezlerken Karşılaştığınız Kanıt:

Her canlı hücrelerden oluşur.

Karşılaştığınız Kanıtın Niçin Oluşturulmuştur?

Canlıların varoluşu ve iç yapısını incelemek için oluşturulmuştur.

Sizce Hipotez, Teorî ve Kanun Arasında Üstünlük Açısından Herhangi Bir Fark Var mıdır?

Evet

a. Kabul Görme Açısından

Hepsi kabul görebilir.

b. Kesinlik Açısından

Konun üzerindır Hipotez bir şeyi açıklarok için verilen yada doğrulanır konudur

c. Birbirine Dönüşme Açısından

Hipotez ve teorî zorunlu olarak dönüşebilir.

KENDİNİ DEĞERLENDİRME FORMU

Hipotez, Teori ve Kanunun farklarına ilişkin daha önceki düşüncelerim:

Hipotez ve teorinin değişebilir; kanunlansa değişmeyeceğini düşünüyordum.

Hipotez, Teori ve Kanunun farklarına ilişkin şu anki düşüncelerim:

Şu an yeni bilgiler elde edildiği sürece hepsinin değişebileceğini düşünüyorum.

Hipotez, Teori ve Kanunun farklarına ilişkin daha önce düşündüklerimle şu anki düşüncelerimin karşılaştırması:

Daha önce kanunların değişmeyeceğini düşünürken şimdi değişeceğini biliyorum.

KENDİNİ DEĞERLENDİRME FORMU

Hipotez, Teori ve Kanunun farklarına ilişkin daha önceki düşünceleriniz:

Hipotez; daha az kanıtlanmış
Teoriyi, değiştirebilir.
Kanunu, değiştirilemez olarak düşünürdüm.

Hipotez, Teori ve Kanunun farklarına ilişkin şu anki düşünceleriniz:

Hipotez ve teori aynı ancak kanun
konusunda düşüncem değiştirilebilir olması.

Hipotez, Teori ve Kanunun farklarına ilişkin daha önce düşündüklerimle şu anki düşündüklerimin
karşılaştırması:

Hipotez- teori aynı.
Ancak kanun konusunda düşüncem
değişti.

Example for Application VI

Uygulama VI (Yaratıcılık ve Hayal Gücü)

Aşağıda size hücrenin yapısını açıklamak için yapılan bir çalışmanın basamakları verilmektedir. Bu basamaklardan bazılarının tamamı ya da bir kısmı boş bırakılmıştır. Yapmanız gereken şey, boş bırakılan basamaklarda yapılması gerekenleri belirlemenizdir.

Hücreye ilişkin daha önce yapılmış olan çalışmalar incelenir ve varsa şekiller gözden geçirilir. Lütfen aşağıda verilen boşluğa daha önceki bilgilerinizi kullanarak hücre ve kısımlarını gösteren bir model çiziniz.

2. Öncelikle hangi canlı grubuna ait hücrenin incelenmesine karar verilir. Hücreyi en iyi incelenecek canlı grubu HAYVAN HÜCRESİ olmalıdır. Çünkü:

Hayvan hücresi diğerlerine göre daha çok bilgilere, daha genel özelliklere ve daha az kalıcı özelliklere sahiptir.

3. Hücre incelenmesine geçmeden önce, hücrelerin mikroskopta daha iyi görünebilmesi için şartlar yapılmalıdır:

Hücreyi alacak kısım daha işlevsel ve genel özellikte olması gerekir ve mikroskop daha iyi ayarlanmalıdır görüntünün net ve tam şekilde görünebilmesi için.

4. Hücrenin mikroskopta iyi bir şekilde görünebilmesine etki eden faktörler şunlardır:

Mikroskopun temizliği, kalitesi ve büyütmeye ayarı.

bu faktörler

Görüntüyü mikroskopta, mikroskopa temiz ve temizlikten önce görmek; Görüntüyü iyi kalite ve çözelti mikroskopta görerek kalitesi; görüntüyü mikroskopta farklı büyütmeye ayarlarına bakarak yapılarak kontrol edilir.

7. Elde edilen mikroskop görüntülerinin fotoğrafları çekilir. Fotoğraflardaki şekillerin daha iyi anlaşılması için...

görüntünün el çizimi yapılır. Bölümün işleri yapılır.

hazırlanır ve elde, görüntüye ait büyüme miktarları ve gözlenen farklı kısımların şekilleri,

bir gözlem tablosu

hazırlanarak yazılır ve çizilir.

8. Çizilen modelin ayrıntılarının daha iyi açıklanabilmesi için şunlar yapılmalıdır:

Daha büyük bir elle çizim yapılması, anlaşılabilir bir model hazırlanması

yapılır.

9. Elde edilen modelin raporunun yazılması sırasında, insanların rapora daha iyi anlayabilmesi için rapor içinde şunlar kullanılmalıdır:

Geli ayrıntıya girmeden daha açık bilgiler kullanılmalıdır.

10. Raporun daha fazla kişiye ulaşabilmesi için, araştırmacı aşağıdaki stratejileri kullanabilir:

Hazırlanan rapor daha açık ve görüntünün mantıklı ve ispatlı hazırlanmalıdır.

11. H re ve kusuruna ait modelin açıklaması, rapor a-ae   y l  insanlarla paylaşır, onlardan gelecek eleştiriler ve destekler sonucu, model daha da açıklayıcı bir hale gelinceye kadar bu paylaşım devam ettirilir.

KENDİNİ DEĞERLENDİRME FORMU

Bilimde yaratıcılık ve hayal gücü ile ilgili daha önceki düşüncelerim:

Bilimde yaratıcılık ve hayal gücünün sadece ilk basamakta olduğunu ve diğer basamaklarda ise yarınadığını düşünüyordum.

Bilimde yaratıcılık ve hayal gücü ile ilgili şu anki düşüncelerim:

Şimdi ise hayal gücünün ve yaratıcılığın bilimin her basamağında bir öneme sahip olduğunu düşünüyorum.

Bilimde yaratıcılık ve hayal gücü ile ilgili daha önce düşüncelerimle şu an düşüncelerim karşılaştırılması:

Bilimde yaratıcılık ve hayal gücü ve yaratıcılık ilk basamakta değil her basamakta uygulanır.

KENDİNİ DEĞERLENDİRME FORMU

Bilimde yaratıcılık ve hayal gücü ile ilgili daha önceki düşüncelerimi:

Önceden bilimde hayal gücü ve yaratıcılığın yer olamayacağını düşünüyordum. Çünkü bilimsel gereklere düzey ve gösterme layaklılığına düşünüyordum.

Bilimde yaratıcılık ve hayal gücü ile ilgili şu anki düşüncelerimi:

Şu an bilimde hayal gücü ve yaratıcılığın bir yeri olduğunu düşünüyorum. Bu da araştırma da beklenmedik duruma karşılaşıldığında ya da rapor olarak sunulması, yeniden yapılandırılması da var olduğunu öğreniyordum.

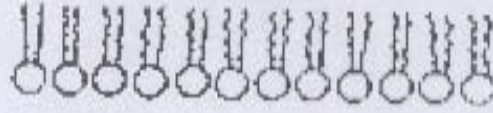
Bilimde yaratıcılık ve hayal gücü ile ilgili daha önce düşündüklerimle şu an düşündüklerim karşılaştırması:

Azalmıştı çok fark var. Önceden yer olamayacağını düşünürken şimdi yer olduğunu düşünüyordum.

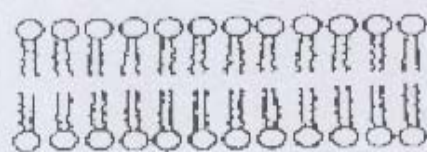
Example for Application VII

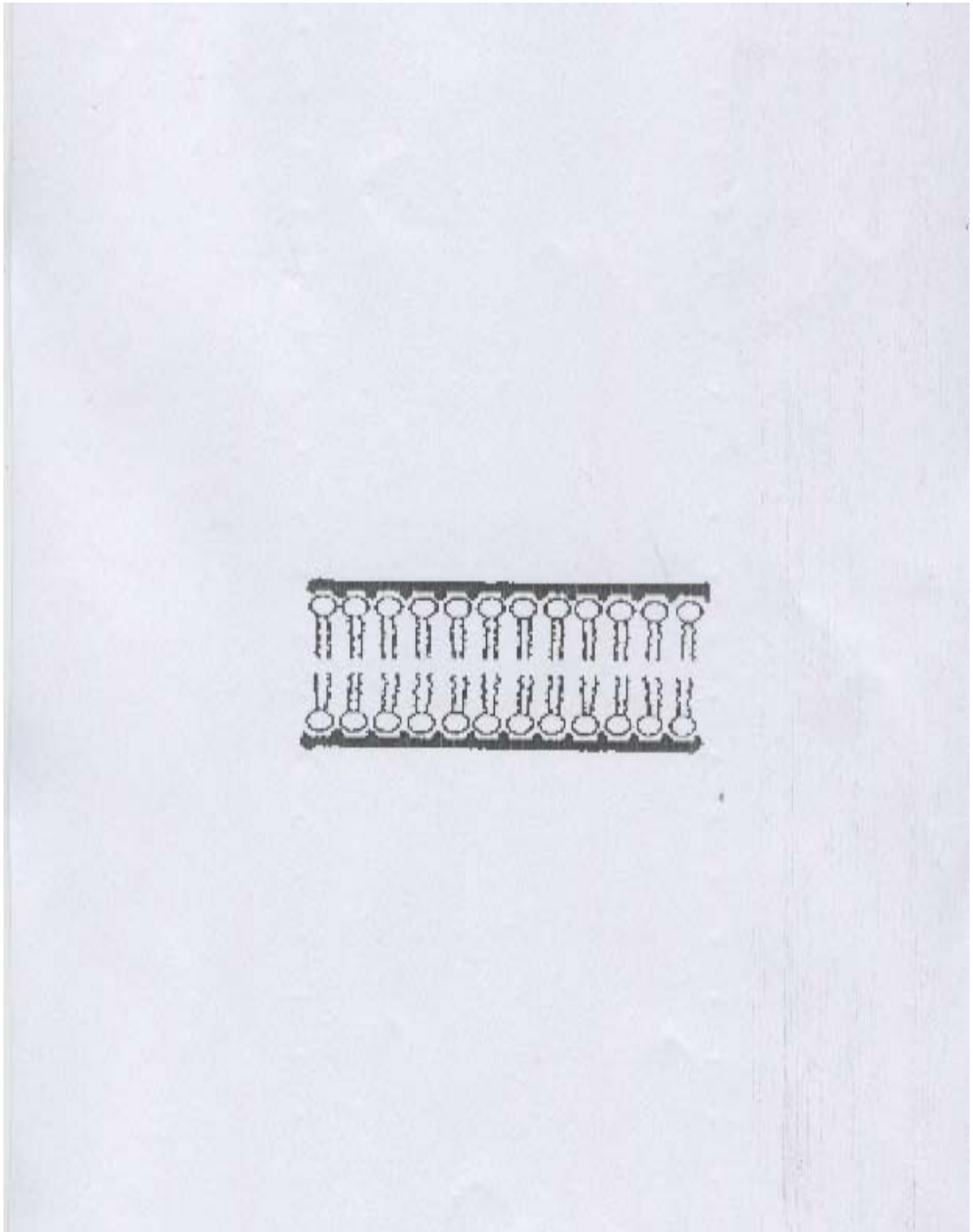
Uygulama VII (Değişebilirlik)

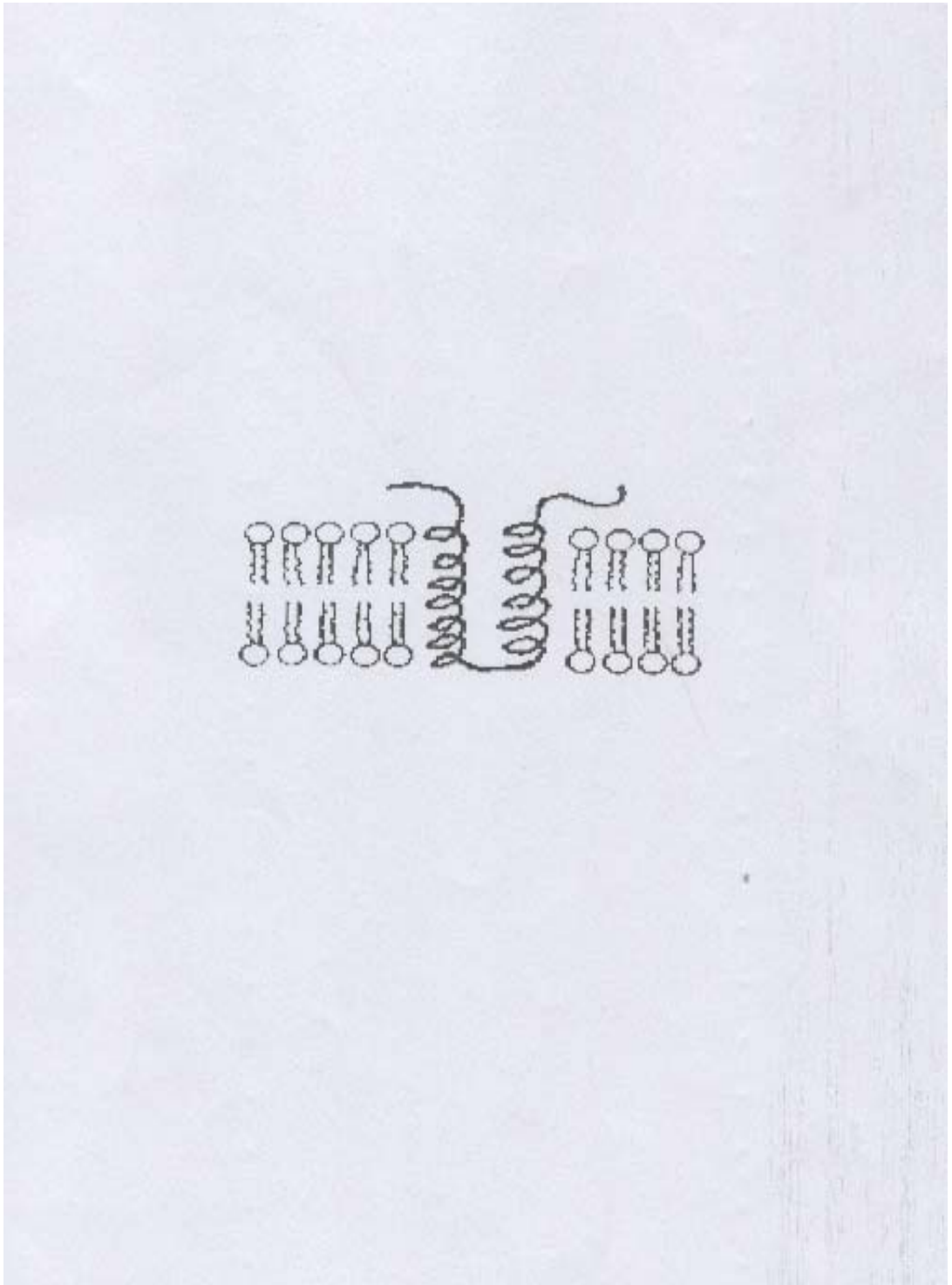
Aşağıda size hücre zarına ilişkin mikroskop görüntüsü verilmektedir. Elinizde bulunan mikroskop ile sadece bu görüntüler elde edilebilmektedir. Sadece elinizdeki veriyi kullanarak hücre zarının yapısını açıklayan bir teori oluşturunuz.

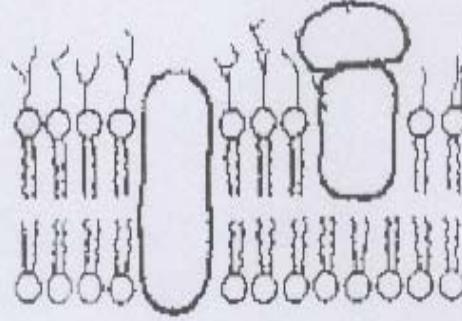


Elindeki veriye göre hücre zarı: Hücre zarı, tek katlı lipid moleküllerinden oluşur.









Elimdeki verilere göre hücre zarı;

Protein, karbohidrat, lipid moleküllerinden oluşan çift katlı zarı verilen addır.

İlk modelinizde açıkladığınız hücre zarı yapısı ile son modelinizdeki hücre zarı yapısı arasındaki benzerlikler ve farklılıklar nelerdir?

Son modelimizde hücre zarı daha gelişmiş bir yapıya sahiptir ve çift katlıdır.

KENDİNİ DEĞERLENDİRME FORMU

Bilimsel bilginin her türünün değişebilirliğine ilişkin daha önceki düşüncelerim:

Daha önce bilimsel bilginin bir türü olan kanunun değişmez olduğuna inanıyordum.

Bilimsel bilginin her türünün değişebilirliğine ilişkin şu anki düşüncelerim:

Şimdi, bilimsel bir bilginin her türünün değişebilir olduğunu düşünüyorum.

Bilimsel bilginin her türünün değişebilirliğine ilişkin daha önce düşündüklerimle şu anki düşüncelerimin karşılaştırması:

Daha önceki düşüncelerim ve şu anki düşüncelerim farklı. Ama şu anda kanunun değişmez olduğunu düşünüyorum.

KENDİNİ DEĞERLENDİRME FORMU

Bilimsel bilginin her türünün değişebilirliğine ilişkin daha önceki düşüncelerim:

Bilimsel bilginin her türü değişebilirliğine ilişkin düşüncelerim: Bilimsel bilgi değişebilir. Ancak kanunu değişmez olarak sandığıyorum.

Bilimsel bilginin her türünün değişebilirliğine ilişkin şu anki düşüncelerim:

Bilimsel bilginin değişebilirliğine ilişkin şu anki düşüncelerim: Bilimsel bilgi kanunun değişebileceğini biliyorum.

Bilimsel bilginin her türünün değişebilirliğine ilişkin daha önce düşündüklerimle şu anki düşüncelerimin karşılaştırması:

Farklı kanunun değişebileceğini fark ettim.

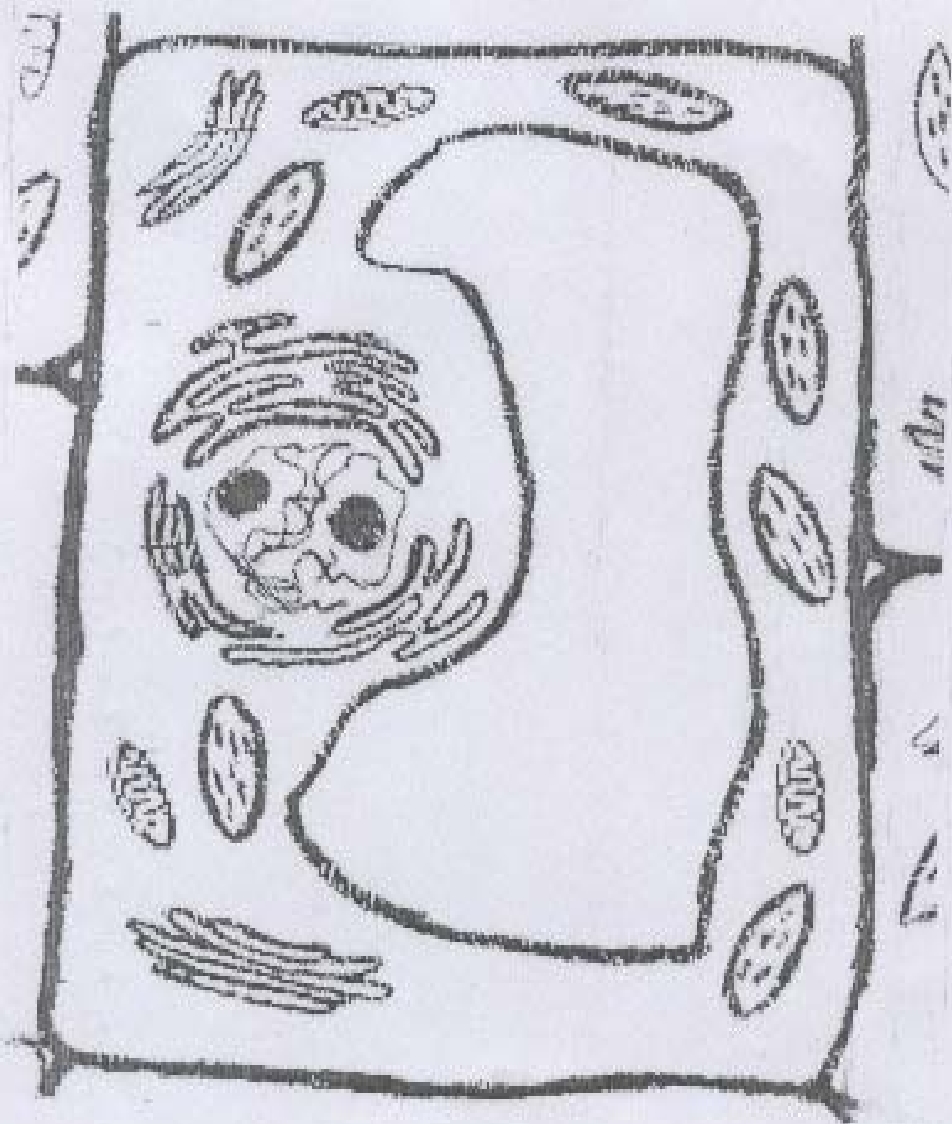
Example for Application VIII

Aşağıda hücrelerin sınıflandırılmasına ilişkin bir çalışma esnasında karşılaştığınız üç canlıya ait hücrenin 1000 kat büyütülerek elde edilmiş görüntülerine sahipsiniz. Yaptığınız araştırmada bu hücrelerin sınıflandırılmasına ilişkin kriterleri belirleyip, bu hücreleri belirli sınıflara yerleştirmek istiyorsunuz. Bir bilim insanı olarak hangi kriterleri kullanarak, bu hücreleri nasıl bir grupta ve sınıflandırırsınız? Aşağıda verilen boş alanı gözlemlerinizi ve bilgilerinizi kaydetmek için kullanabilirsiniz!

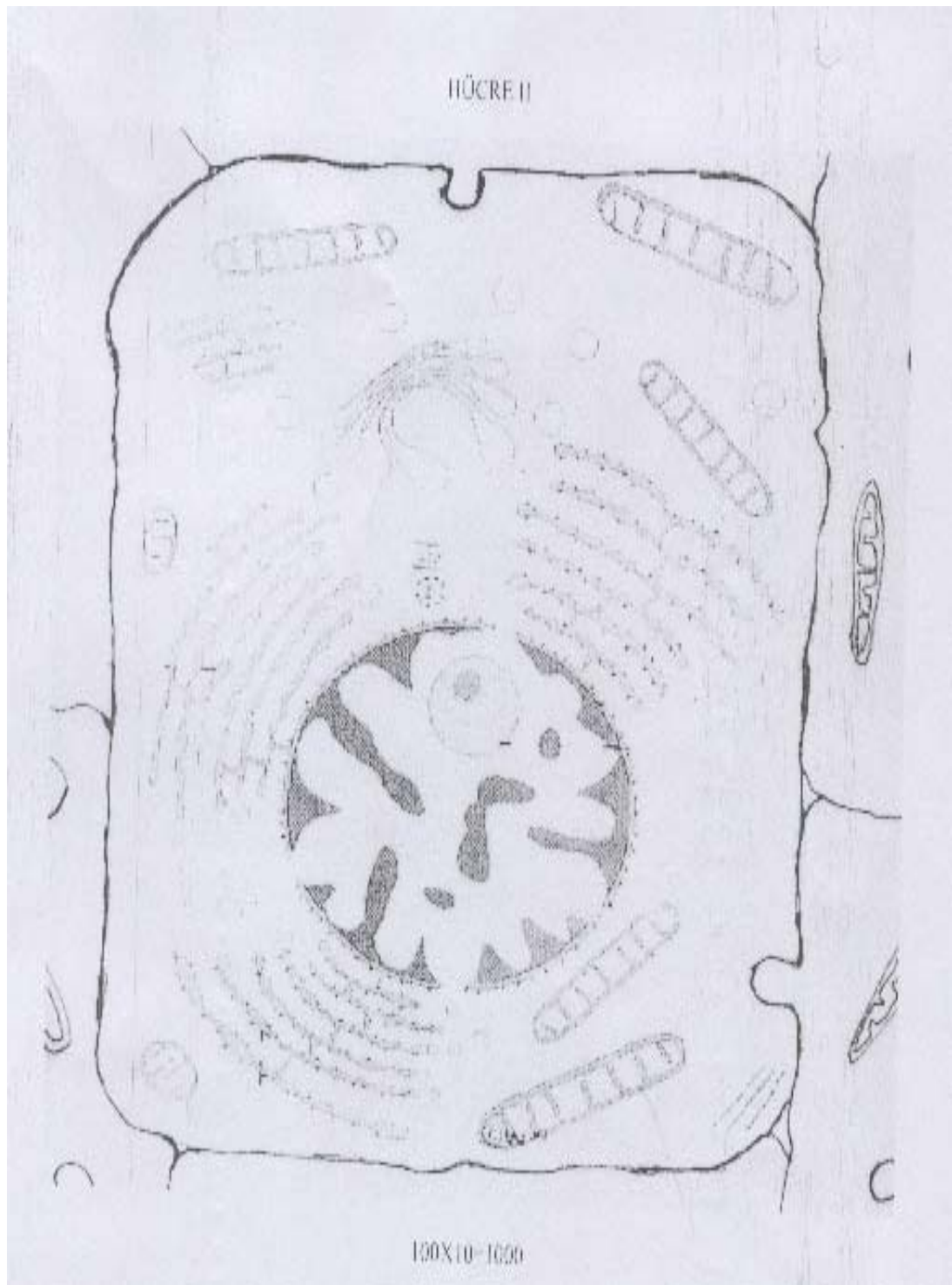
Hücre Türlerine İlişkin Bildiklerim:

Hücreler: Prokaryot hücre - Ökaryot hücre
Bitki hücresi - Hayvan hücresi ya da
Basit Yapılı - Karmaşık Yapılı veya
gruplara ayrılabilir. Ama benim düşünceme göre, hücreler şekillerine göre, sahip olduğu organel çeşidi ve sayısına göre, yapısına göre olarak da sınıflandırılabilir.

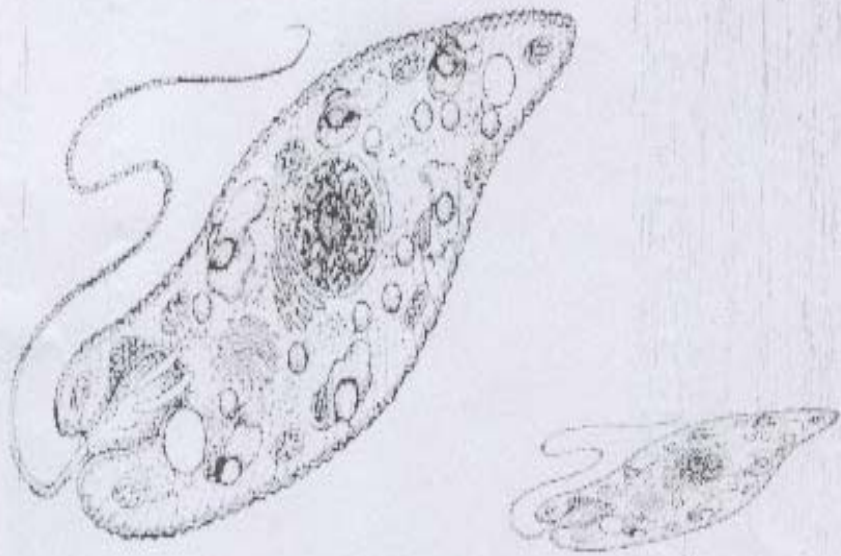
HÛCRE I



100X10-1000



HÜCRE III



160X10=1600

Gözlemlerim:

Hücrelerin şekilleri, organelleri, organel sayıları, ve organel boyutları, biyolojik yapıları birbirinden farklıdır.

Belirlediğim Kriterler:

- Hücrenin Yapısı
- Hücrenin Şekli
- Organelleri ve organel sayıları

Belirlediğim hücre türü sınıfları:

- Yapısına göre 'basit ve karmaşık'
- Organeline göre 'ökaryot ve prokaryot'
- Çeşidine göre 'bitki, hayvan ve tek hücreli'

Hücrelerin Sınıflandırılması:

Hücreler	Sınıfın Adı
HÜCRE I	BİTKİ, KARMAŞIK VE ÖKARYOT
HÜCRE II	HAYVAN, KARMAŞIK VE ÖKARYOT
HÜCRE III	TEK HÜCRELİ, BASİT VE PROKARYOT

Diğer grupların kriterleri ve sınıflandırmaları ya benzer ve farklı olan yanları nedir?

Diğer gruplardan bir tanesi hücreleri prokaryot ve ökaryot olarak ayırdı, başka bir grup ise bitki ve hayvan olarak ayırdı.

KENDİNİ DEĞERLENDİRME FORMU

Bilimde tarafsızlık ile ilgili daha önceki düşüncelerim:

Bilim insanları tarafsızdır.

Bilimde tarafsızlık ile ilgili şu anki düşüncelerim:

Bilim insanları taraflıdır. Her bilim insanının kendine göre ayrı bir araştırma yöntemi ve her bilim insanının ayrı bir görüşü vardır.

Bilimde tarafsızlık ile ilgili daha önce düşündüklerimle şu anki düşüncelerimin karşılaştırması:

Bilimin önceden taraflı olduğunu düşünüyordum şu anki düşüncelerim bilim taraflıdır.

Şu anki ve önceki düşüncelerimin ortak bir yanı yok.

KENDİNİ DEĞERLENDİRME FORMU

Bilimde tarafsızlık ile ilgili daha önceki düşüncüklerin:

Bilimde tarafsızlık vardır. Ne de olsa nesne | bilgiler söz konusu olduğundan tarafsızlık söz konusu diye düşünüyordum.

Bilimde tarafsızlık ile ilgili şu anki düşüncüklerin:

Bilimde tarafsızlık yoktur. Herkesin kullandığı yöntem, teori, eğilimler, farklıdır. Bu nedenle tarafsızlık yoktur.

Bilimde tarafsızlık ile ilgili daha önce düşüncüklerinle şu anki düşüncüklerinin karşılaştırması:

Tarafsızlık var diye düşünüyordum. Ama bilimde tarafsızlık yoktur.

Example for Application IX



☒ Hücreler, jelatinimsi bir kılıf içindedir.

☒ Hücreler bağımsız olmayıp, aralarında sitoplazmik bağlantılar vardır.

☒ Hücreler arasında farklılaşma ve işbölümü görülür.

☒ Hücreler bir araya gelerek dokulaşma oluşturmuştur.

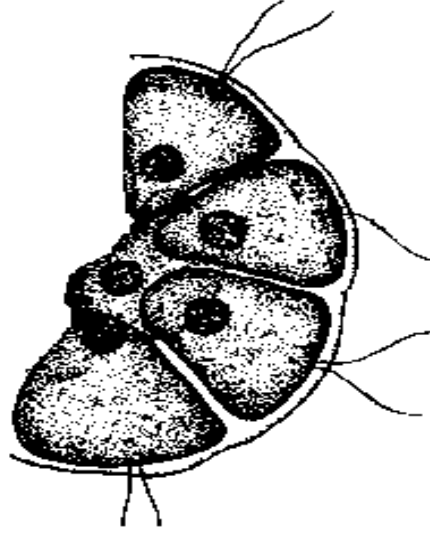
☒ Hücreler, kamçıya sahip olup, başlı başına bir canlı görünümündedir.

Bu hücrelerin ait olduğu canlı:

A) Tek hücrelidir

B) Çok hücreli bir canlıdır

C) Koloni oluşturan bir canlıdır



☒ Hücre, başka hücrelerle beraber özel jelatinimsi bir kılıf içindedir.

☒ Hücre bağımsız olmayıp, diğer hücrelerle arasında sitoplazmik bağlantılar vardır.

☒ Hücrenin içinde bulunduğu hücre kümesi içinde, hücreler arasında farklılaşma ve işbölümü görülür.

☒ Hücre, diğer hücrelerle bir araya gelerek dokulaşma oluşturmuştur.

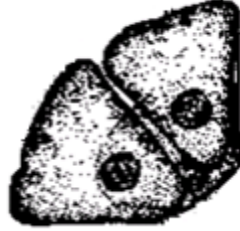
☒ Hücre, kamçıya sahip olup, başlı başına bir canlı görünümündedir.

Bu hücrenin ait olduğu canlı,

☒ A) Tek hücrelidir

☐ B) Çok hücreli bir canlıdır

☐ C) Koloni oluşturan bir canlıdır



☒ Hücreler, jelatinimsi bir kılf içindedir.

☒ Hücreler bağımsız olmayıp, aralarında sitoplazmik bağlantılar vardır.

☒ Hücreler arasında farklılaşma ve işbölümü görülür.

☒ Hücreler bir araya gelerek dokulaşma oluşturmuştur.

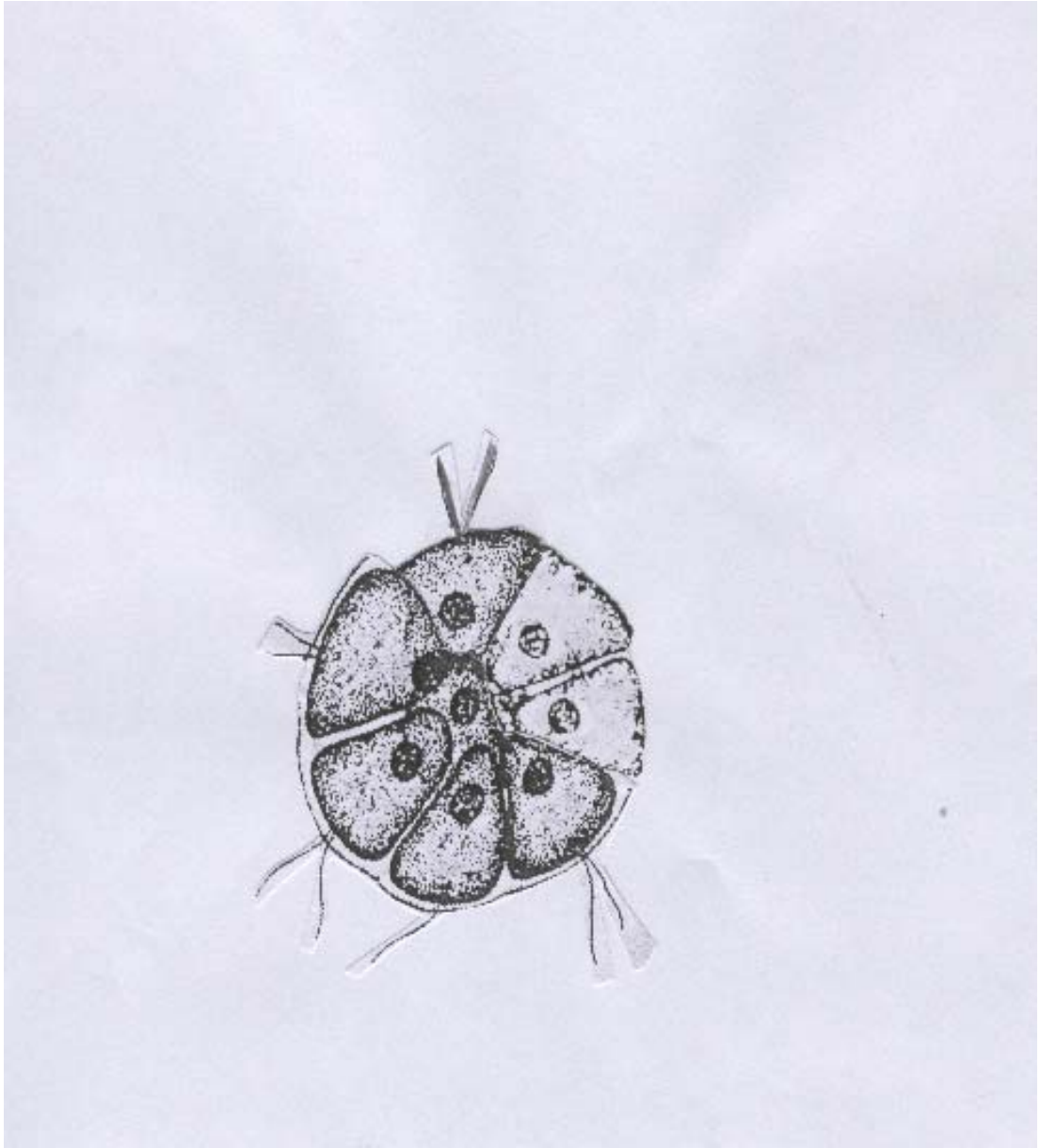
☒ Hücreler, kamçıya sahip olup, başlı başına bir canlı görünümündedir.

Bu hücrelerin ait olduğu canlı;

A) Tek hücrelidir

B) Çok hücreli bir canlıdır

☒ C) Koloni oluşturan bir canlıdır



KENDİNİ DEĞERLENDİRME FORMU

Bilimsel gözlem ve çıkarım arasındaki fark ile ilgili daha önceki düşüncelerim:

Gözlem gördüklerimizi, çıkarım gözlemlerimizden çıkardığımız sonucur diye düşünüyordum.

Bilimsel gözlem ve çıkarım arasındaki fark ile ilgili şu anki düşüncelerim:

Gözlem 5 duyu organımızı kullanmamız, çıkarım gözlemlerimizi bir bütün haline getirmek, sonuca ulaştırmaktır.

Bilimsel gözlem ve çıkarım arasındaki fark ile ilgili daha önce düşüncelerimle şu anki düşüncelerimin karşılaştırması:

Biraz farklılık var.

KENDİNİ DEĞERLENDİRME FORMU

Bilimsel gözlem ve çıkarım arasındaki fark ile ilgili daha önceki düşüncelerim:

Fark yoktur. Gözlem gözlemleriz, çıkarım da gözlemle aynıdır.

Bilimsel gözlem ve çıkarım arasındaki fark ile ilgili şu anki düşüncelerim:

Gözlem 5 duyumuz veya araçlar yardımıyla yapılan inceleme, çıkarım ise gözlem sonrası ileri sürdüğümüz düşünceler.

Bilimsel gözlem ve çıkarım arasındaki fark ile ilgili daha önce düşündüklerimle şu anki düşüncelerimin karşılaştırması:

Birbirinin zıttıdır. Yanlış düşünüyordum.

APPENDIX O

CONSENT FORM

Çalışmanın Başlığı: Doğrudan-Bağlantılı-Yansıtıcı (DBY) Öğretimin, Fende Üstün Başarılı Dokuzuncu Sınıf Öğrencilerinin İçerik Bilgileri, Bilimin Doğasına İlişkin Anlayışları ve Bilimsel Okur-Yazarlık Düzeylerine Etkisi.

Bu Araştırma Neden Yapılıyor?: Bu araştırma, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nde gerçekleştirilmekte olan bir doktora çalışmasıdır. Bu araştırmanın ana amacı DBY temelli bilimin doğasına ilişkin öğretimin, fende üstün başarılı çocukların içerik bilgileri, bilimin doğasına ilişkin anlayışları ve bilimsel okur-yazarlık düzeylerine etkisini araştırmaktır.

Neden Bu Araştırma Sizinle Yapılıyor?: Bu çalışma için seçilme nedeniniz, fen konularına ilişkin üstün başarınız ve fen lisesi dokuzuncu sınıfta öğrenim görüyor olmanızdır.

Araştırmada Sizden Beklenenler: Bu araştırma esnasında, sizlere bir test, iki ölçek uygulanacak olup, 35-40 dk.'yı bulacak görüşmeler yapılacaktır. Bu görüşmelere ek olarak sizlerden derslerde yapacağınız etkinliklerle ilgili görüş formunu doldurmanız beklenecektir. Tüm bu etkinlikler, test ve ölçekler, sınıf içinde uygulanacak olup, herhangi bir şekilde size “NOT VERMEK” amacıyla “KULLANILMAYACAKTIR”.

Elde Edilen Verilerin Korunması: Sizden elde edilecek veriler, izninizin dışında kullanılmayacak olup, şifre konulmuş dosyalarda muhafaza edilecektir. Bu araştırmaya ilişkin tüm rapor ve yazılarda, “takma isim” kullanılacak olup, bireylere ait herhangi bir isim kullanılmayacaktır.

Bu Araştırmanın İçerdiği Riskler: Bu tür bir araştırmanın şu ana kadar zararlı herhangi bir sonuca neden olduğuna ilişkin bilimsel bir bulgu yoktur.

Bu Araştırmanın Katılımcıya Sağladığı Avantajlar: Bu araştırmanın, bireysel olarak size katacağı en önemli yeterliliklerden biri, bilimsel okur-yazarlık düzeyinizin artmasıdır. Günlük yaşantınızda sürekli olarak karşılaştığınız iddiaların bilimsel olup olmadığını, bilimsel bir açıklamanın nasıl özelliklere sahip olması gerektiğini, bilime ilişkin daha verimli fikirlerin neler olduğunu, bilimi diğer alanlardan ayıran şeylerin neler olduğunu, bilimin ve bilim insanının özelliklerini öğrenmiş olacaksınız. Gelecekteki meslek yaşantınızda, bilgiye dayalı karar verme becerinizi kullanmanız gereken durumlarda size yararlı olabilecek, daha verimli anlayışlar kazanacaksınız. Bu araştırmanın, bireysel katkıları yanında, toplumsal katkıları da olacaktır. Elde edilen veriler, üstü başarılı fen öğrencilerinin

bulundukları programlarda “nasıl bilim öğretimi yapılmalı?” sorusunu cevaplamaya katkıda bulunacaktır.

Araştırmanın Herhangi Bir Aşamasında Araştırmadan Ayrılabilme Durumu:

Bu araştırmaya katılım gönüllülük esaslı olup, araştırmaya katılmaya gönüllü olan kişiler, 6 haftalık süre boyunca herhangi bir zaman aralığı için araştırmadan ayrılabilirler.

İletişim:

Mustafa Serdar KÖKSAL

Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, 06531 Ankara-Türkiye

Tlf: 0543 739 67 43

e-mail: ssplice@gmail.com

YUKARIDA HAKKINDA DETAYLI BİLGİ VERİLEN ÇALIŞMANIN AMACI VE SÜRECİ HAKKINDA BİLGİLENDİRİLMİŞ DURUMDAYIM VE ÇALIŞMAYA GÖNÜLLÜ OLARAK KATILMAYI KABUL EDİYORUM.

Katılımcının Adı ve Soyadı:

Tarih:

İmza:

APPENDIX P

EVALUATION FORM OF ACTIVITIES REGARDING TO EXPLICIT-EMBEDDED-REFLECTIVE TEACHING ON NATURE OF SCIENCE

Değerlendirilen Etkinliğin Numarası:

Değerlendiren Kişi:

Bilimin Doğasına İlişkin Deneyimi (Yıl):

Değerlendiren Kişinin Çalıştığı Kurum:

Değerlendiren Kişinin Çalışma Alanı:

Sayın Katılımcı;

Aşağıda size sunulan maddeler, bilimin doğasına ilişkin boyutların, biyoloji ders içeriğiyle bağlantılı bir şekilde, Fen Lisesi dokuzuncu sınıf öğrencilerine “Doğrudan-Yansıtıcı-Bağlantılı” yöntem yardımıyla öğretilmesi için oluşturulan etkinliklerin değerlendirilmesine ilişkindir. Size sunulan maddelerde, (5) sayısı “Tamamen Katılıyorum”, (1) sayısı “Tamamen Katılmıyorum” fikrini yansıtmaktadır. Sizden istenen sunulan etkinliği, size verilen ölçeği kullanarak değerlendirmenizdir.

Değerlendirme İfadeleri	1	2	3	4	5
Etkinlikte ilgili bilimin doğası boyutu, biyoloji içeriğine iyi bir şekilde entegre edilmiştir.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Etkinlikte ilgili bilimin doğası boyutuna ilişkin yansıtma yapılabilecek bölüm, öğrencinin kendini değerlendirmesine yeterince fırsat verebilecek niteliktedir.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Etkinlikte ilgili bilimin doğası boyutu, açık bir şekilde vurgulanmaktadır	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Etkinlikte, “Doğrudan-Yansıtıcı-Bağlantılı” öğretimin boyutları iyi bir şekilde yansıtılmaktadır.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Etkinlik, öğrenciler tarafından kolayca anlaşılabilir niteliktedir.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Etkinlik, öğrenciler tarafından kolayca yapılabilecek niteliktedir.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Etkinlikte kullanılan dil düzeyi, öğrenci seviyesine uygundur.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Etkinliğin içeriği, öğrencinin daha kolay anlaması için yeterince düzenli bir şekilde sunulmuştur.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Etkinliğin içerdiği kavramlar, öğrenci düzeyine uygun sayıdadır.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Etkinliğin içerdiği kavramlar, öğrencinin kolayca anlayabileceği niteliktedir.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Etkinlik, öğrencilerin daha kolay ilerleyebilmeleri için açık bir yönergeye sahiptir.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Etkinlik, öğretmen tarafından uygulama rehberinde belirtilen zamanda rahatlıkla yapılabilir.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Evaluation Form (Continued)

Etkinlik için gerekli materyaller, öğretmen tarafından rahatlıkla elde edilebilir.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Etkinlik, öğretmenin rahatlıkla takip edebileceği bir rehberle sahiptir.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Etkinlik, öğretmen tarafından kolayca anlaşılabilir niteliktedir.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Etkinlik, öğretmen tarafından kolayca yürütülebilir niteliktedir.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Etkinlikte kullanılan dil düzeyi, öğretmenin anlayabileceği düzeydedir.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eklemek istediğiniz, önemli gördüğünüz noktalar;					

APPENDIX R

PHOTOS TAKEN WHILE THE PARTICIPANTS IN TREATMENT GROUPS ARE STUDYING



Figure R.1.a. The Participants in treatment groups are studying with microscope



Figure R.1.b. The Participants in treatment groups are studying with microscope



Figure R.2.a. The Participants in treatment groups are studying on an activity



Figure R.2.b. The Participants in treatment groups are studying on an activity



Figure R.2.c. The Participants in treatment groups are studying on an activity



Figure R.2.d. The Participants in treatment groups are studying on an activity

Öğrenci Kodu: Analiz edilen verinin kaynağı: VNOS-C Öntest ☐ Ön Görüşme ☐ VNOS-C Sontest ☐ Son Görüşme ☐

Değerlendirilen Bilimin Doğası Boyutları	Değerlendirme Kriterleri	Frekans Değeri							Sonuç
Bilimde Tek Yöntem Yanılgısı	Uzman								
	Karışık								
	Acemi								
	Değerlendirilemiyor								
Teori ve Kanun Arasında Hiyerarşinin Varlığına İlişkin Yanılgı	Uzman								
	Karışık								
	Acemi								
	Değerlendirilemiyor								
Gözlem ve Çıkarım Farkı	Uzman								
	Karışık								
	Acemi								
	Değerlendirilemiyor								
Yanlılık	Uzman								
	Karışık								
	Acemi								
	Değerlendirilemiyor								
Bilimde Yaratıcılık ve Hayal Gücü	Uzman								
	Karışık								
	Acemi								
	Değerlendirilemiyor								
Değişebilirlik	Uzman								
	Karışık								
	Acemi								
	Değerlendirilemiyor								
Kanıt ve Gözleme Dayalılık	Uzman								
	Karışık								
	Acemi								
	Değerlendirilemiyor								

CURRICULUM VITAE

PERSONAL INFORMATION

Surname, Name: Köksal, Mustafa Serdar
Nationality: Turkish (TC)
Date and Place of Birth: 24 October 1981, Osmaniye
Marital Status: Single
Phone: +90 372 323 38 70
Fax: +90 372 323 86 93
email: bioeducator@gmail.com

EDUCATION

Degree	Institution	Year of Graduation
MS	Gazi University Sec. Sci. and Math. Edu.	2005
BS	Inonu University Biology Education	2004
High School	Cukurova High School, Osmaniye	1998

WORK EXPERIENCE

Year	Place	Enrollment
2005- Present	Karaelmas University Dept. of Elementary Edu.	Research Assistant

FOREIGN LANGUAGES

English

PUBLICATIONS

- 1.Akyaz, N., Koray, Ö. and Köksal, M. S. “Lise Öğrencilerinin “Çözünürlük” Konusunda Günlük Yaşamla İlgili Olaylarda Gözlenen Kavram Yanılgıları”, Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi, 15 (1), 241–251, (2007)
- 2.Koray, Ö., Köksal, M. S., Özdemir, M. and Presley, A. İ. “Yaratıcı ve eleştirel düşünme temelli fen laboratuvarı uygulamalarının öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri ve akademik başarı düzeylerine etkisi”, İlköğretim On-line, 6 (3), 377–389 (2007)
- 3.Bağçe, H., Koray, Cansüngü, Ö. and Köksal, M. S. “Bilimsel Süreç Becerilerinin 10. ve 11. Sınıf Kimya Ders Kitapları ve Kimya Ders Müfredatında Temsil Edilme Durumları”, Sakarya Eğitim Fakültesi Dergisi, 14, 59–69 (2007)

- 4.Köksal, M. S. “Eğitim fakültesi biyoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin 3,5+1,5 yıllık öğretim uygulaması üzerine görüşleri”, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 17 (2), 267–280 (2008)
- 5.Köksal, M. S. “Differences in Self-Efficacy and Test Anxiety among Vocational High School Graders about Biology Learning”, İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 10 (1), 53-62 (2009)
- 6.Koray, Ö., Presley, A., İ. Köksal, M. S. and Özdemir, M. “The Role of Problem Based Learning on Problem Solving Skills of Pre-service Primary School Teachers in Science Education”, Asia Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 9 (2) (2008)
- 7.Köksal, M. S. and Çimen, O. “Perceptions of Prospective Biology Teachers on Importance and Difficulty of Organs as a School Subject”, World Applied Sciences Journal, 5, (4), 397-405 (2008)
- 8.Koray, Ö. and Köksal, M. S. “The effect of creative and critical thinking based laboratory applications on creative and logical thinking abilities of prospective teachers”, Asia Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 10 (1) (2009)
- 9.Tunç, Şahin, C. and Köksal, M. S. “What is the place of knowledge about NOS among the other types of knowledge for teachers and students in terms of “importance” and “interest” aspects of task value?”, International Journal of Environmental & Science Education, 5 (1) (in press)
- 10.Köksal, M. S. and Yaman, S. “An Analysis of Turkish Prospective Teachers’ Perceptions about Technology in Education”, RELIEVE (Revista ELectrónica de Investigación y EValuación Educativa) 15, (2) (2009)
- 11.Koray, Ö., Köksal, M. S. and Hazer, B. “Simple Production Experiment of Poly (3-hydroxy butyrate) for Science Laboratories and Its Importance for Science Process Skills of Prospective Teachers”, Energy Education Science & Technology, 2(1), 39-54 (2010)

HOBBIES

Movies, Trekking, Travel and Cars