

THE EFFECT OF INTERACTIVE SIMULATION ENRICHED INQUIRY
LEARNING INSTRUCTION ON NINTH GRADE STUDENTS'
ACHIEVEMENT IN AND ATTITUDE TOWARDS ENERGY

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

BY

SEMA YILDIZ AYDOĞDU

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

SEPTEMBER 2017



Approval of the thesis:

**THE EFFECT OF INTERACTIVE SIMULATION ENRICHED INQUIRY
LEARNING INSTRUCTION ON NINTH GRADE STUDENTS' ACHIEVEMENT
IN AND ATTITUDE TOWARDS ENERGY**

submitted by **SEMA YILDIZ AYDOĞDU** in partial fulfillment of the requirements for
the degree of **Doctor of Philosophy in Mathematics and Science Education**
Department, Middle East Technical University by,

Prof. Dr. Gülbin Dural Ünver
Dean, Graduate School of **Natural and Applied Sciences**

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

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

Examining Committee Members:

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

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

Prof. Dr. Ahmet İlhan Şen
Mathematics and Science Education Dept., Hacettepe University

Assoc. Prof. Dr. Ömer Faruk Özdemir
Mathematics and Science Education Dept., METU

Assoc. Prof. Dr. Erdat Çataloğlu
Graduate School of Education Dept., Bilkent University

Date: 08/09/2017



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: Sema Yıldız Aydoğdu

Signature:

ABSTRACT

THE EFFECT OF INTERACTIVE SIMULATION ENRICHED INQUIRY LEARNING INSTRUCTION ON NINTH GRADE STUDENTS' ACHIEVEMENT IN AND ATTITUDE TOWARDS ENERGY

Yıldız Aydoğdu, Sema

Ph. D., Department of Mathematics and Science Education

Supervisor: Prof. Dr. Ali Eryılmaz

September, 2017, 351 pages

The aim of this research study is to explore how the inquiry learning instruction and the expository learning instruction as teaching methods contribute to the effect of interactive simulation enriched instructions (interactive simulation enriched inquiry learning instruction and interactive simulation enriched expository learning instruction) on ninth grade students' achievement in and attitude towards energy. Therefore, a distinction between teaching method (inquiry learning and expository learning) and simulation use (with simulation vs. without simulation) was made and they were used as independent variables. The design of the study is 2x2 factorial experimental design with four treatment groups: (1) an inquiry learning method with the simulation group, (2) an

inquiry learning method without the simulation group, (3) an expository learning method with the simulation group, and (4) an expository learning method without the simulation group. The availability of the computer laboratory, number of the computers and number of ninth grade classrooms (at least 4) that a teacher instructs of the schools in Çankaya were used as criteria of purposive sampling procedure. Then, the study was conducted with 269 students from eight classes of two public Anatolian High Schools in the spring semester of 2014-2015. Two instruments were used to gather data: energy unit achievement test and energy unit attitude scale. These instruments were administered as pre-tests, post-tests and retention-tests and used for assessing students' achievement in and attitude towards energy. The data were analyzed by using Multivariate Analysis of Covariance (MANCOVA). The results revealed that: (1) inquiry and expository groups significantly differ in the achievement scores with a medium effect size, in favor of the inquiry groups, (2) with simulation and without simulation groups significantly differ in the achievement scores with a small effect size, in favor of the with simulation groups, (3) there is a significant interaction effect between teaching method and simulation use is observed for achievement scores, especially, simulation use have worked better with the inquiry method in increasing achievement scores with a small effect size, (4) no significant difference was found for attitude towards energy between the all groups.

Keywords: Simulation Enriched Instruction, Physics Education, Energy,

ÖZ

ETKİLEŞİMLİ SİMÜLASYONLA ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ SORGULAYICI- ARAŞTIRMA YÖNTEMİN DOKUZUNCU SINIF ÖĞRENCİLERİN ENERJİ KONUSUNDAKİ BAŞARI VE TUTUMLARINA ETKİSİ

Yıldız Aydoğdu, Sema

Doktora, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü

Tez danışmanı: Prof. Dr. Ali Eryılmaz

Eylül, 2017, 351 sayfa

Bu çalışma, etkileşimli simülasyonla zenginleştirilmiş öğrenimin 9. sınıf öğrencilerinin enerji konusunda başarı ve tutumları üzerine etkisine öğretim yöntemleri olarak sorgulayıcı-araştırma ve açıklayıcı yöntemlerin nasıl katkı sağladıklarını araştırmayı amaçlamaktadır. Bundan dolayı öğretim yöntemleri (sorgulayıcı-araştırma ve açıklayıcı yöntemler) ve simülasyon kullanımı (simülasyon kullanımı simülasyon kullanılmamaya karşı) arasında bir ayırım yapıldı ve bağımsız değişken olarak kullanıldı. Bu çalışmanın deseni, 4 uygulama grubundan oluşan, 2x2 faktöriyel deneysel çalışma olarak belirlendi. Bu gruplar: (1) simülasyonlu sorgulayıcı-araştırma yöntem grubu, (2) simülasyonsuz sorgulayıcı-araştırma yöntem grubu, (3) simülasyonlu açıklayıcı yöntem grubu ve (4) simülasyonsuz açıklayıcı yöntem grubu. Örneklem seçimi amaçlı bir şekilde, Ankara'nın

Çankaya ilçesinde bilgisayar laboratuvarı, yeterli bilgisayar sayısı ve bir öğretmenin dokuzuncu sınıf dersliklerinin sayısı (en az 4) mevcut olan okulların seçimiyle yapıldı. Daha sonra, bu çalışma iki Anadolu Lisesi'ndeki sekiz sınıfta 269 dokuzuncu sınıf öğrencisi ile birlikte 2014-2015 akademik yılı bahar döneminde gerçekleştirildi. Öğrencilerden veri toplamak için iki ölçme araçları: enerji ünitesi başarı testi ve enerji ünitesi tutum ölçeği kullanıldı. Bu araçlar, öğrencilerin enerji konusundaki başarı ve tutumlarını ölçmek amacıyla öntest, sontest ve kalıcılık testi olarak kullanıldı. Elde edilen veri Ortak Dağılımın Çok Değişkenli Analizi (MANCOVA) kullanılarak analiz edildi. Sonuç olarak şu bulgulara ulaşıldı: (1) sorgulayıcı-araştırma ve açıklayıcı grupları, başarı puanlarında sorgulayıcı-araştırma grupları lehine anlamlı farklılık göstermektedir, (2) simülasyonlu ve simülasyonsuz gruplar, başarı puanlarında simülasyonlu gruplar lehine anlamlı fark göstermektedir, (3) öğretim yöntemi ve simülasyon kullanımı arasında, başarı puanları için anlamlı etkileşim gözlemlenmekte ve özellikle simülasyon kullanımı başarı açısından sorgulayıcı-araştırma yönteminde daha çok işe yaramıştır, (4) tüm gruplar arasında enerji konusuna karşı tutum için anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Simülasyonla Zenginleştirilmiş Öğrenim, Fizik Eğitimi, Enerji



To my husband Mustafa Aydoğdu

&

My daughter Eda Aydoğdu

ACKNOWLEDGMENTS

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

I would also like to thank to my Thesis Monitoring Committee members Prof. Dr. Ahmet İlhan Şen and Assoc. Prof. Dr. Ömer Faruk Özdemir for their feedback throughout the study. Additionally, I would like to thank examining committee members, Prof. Dr. Bilal Güneş and Assoc. Prof. Dr. Erdat Çataloğlu.

In addition, I would like to thank the administrators, physics teachers and students who participated in this research study.

I wish to express my gratitude for my parents, Asım-Zehra Yıldız and my sisters, Dilber Esra Yıldız and Esma Yıldız Özkan. I am grateful to their encouragement and supports throughout my doctoral study.

Finally, I owe my deepest gratitude to my beloved husband, Mustafa Aydoğdu, for his dedication, patience and persistent confidence in me.

This study was supported by the President's Office of Scientific Research Projects Coordination Grant No: BAP-05-01-2014-002.

TABLE OF CONTENTS

ABSTRACT	v
ÖZ	vii
ACKNOWLEDGMENTS	x
TABLE OF CONTENTS	xi
LIST OF TABLES	xvi
LIST OF FIGURES	xx
LIST OF ABBREVIATIONS	xxi
CHAPTERS	
1. INTRODUCTION	1
1.1 Research Problem	5
1.2 Null Hypotheses	5
1.3 Definition of Important Terms	7
1.4 Significance of the Study	9
2. LITERATURE REVIEW	13
2.1 Theoretical Background of Inquiry Instruction	13
2.2 Integrating Computer Technology into Inquiry Instruction	18
2.3 Interactive Computer Tools: Interactive Simulations	21
2.4 Integrating Interactive Simulations into Inquiry Instruction	24
2.5 Research Studies on Integrating Interactive Simulations into Inquiry Instruction	26
2.6 Summary of the Literature Review	38
3. METHODS	41

3.1 Population and Samples	41
3.2 Variables	43
3.3 Research Type and Design	44
3.4 Instruments	45
3.4.1 Energy Unit Achievement Test	45
3.4.2 Attitude towards “Energy” Scale	51
3.4.2.1 Assumptions of Confirmatory Factor Analysis (CFA)	54
3.4.2.2 Results of the Confirmatory Factor Analysis	55
3.4.3 Classroom Observation Checklist	58
3.4.4 Students’ View Questionnaire about Interactive Simulation Enriched Teaching Methods	59
3.4.5 Teachers’ View Questionnaire about Interactive Simulation Enriched Teaching Methods	59
3.5 Instructional Materials	59
3.5.1 Interactive Simulation	60
3.5.2 Simple Activities regarding Inquiry Learning	62
3.5.3 Lesson Plans	63
3.5.4 Student Handouts	63
3.6 Procedure	64
3.7 Treatment Implementation	66
3.7.1 Interactive Simulation Enriched Inquiry Instruction	66
3.7.2 Inquiry Instruction	67
3.7.3 Interactive Simulation Enriched Expository Instruction	68
3.7.4 Expository Instruction	69
3.8 Treatment Fidelity and Verification	70
3.9 Analysis of Data	71

3.10 Power Analysis	72
3.11 Unit of Analysis	73
3.12 Assumptions and Limitations	73
4. RESULTS	75
4.1 Missing Data Analysis	75
4.2 Descriptive Statistics	77
4.3 Inferential Statistics	96
4.3.1 Determination of Covariates	96
4.3.2 Homogeneity of Regression	97
4.3.3 MANCOVA Model	99
4.3.3.1 Results of MANCOVA	100
4.3.3.2 Results of Follow-up ANCOVA	102
4.3.4 Non-parametric Analysis	108
4.4 Results of Classroom Observations	111
4.5 Students' Views about Interactive Simulation Enriched Teaching	
Methods	121
4.6 Teachers' Views about Interactive Simulation Enriched Teaching	
Methods	125
4.7 Summary of the Results	126
5. DISCUSSIONS, CONCLUSIONS, AND IMPLICATIONS	131
5.1 Internal Validity of Study	131
5.2 External Validity of Study	134
5.3 Discussion of Results	135

5.4 Conclusions	139
5.5 Implications	141
5.6 Recommendations for Further Researches	142
REFERENCES	145
APPENDICES	155
A. INSTRUCTIONAL OBJECTIVES OF ENERGY UNIT	155
B. ENERGY UNIT ACHIEVEMENT TEST	157
C. TABLE OF SPECIFICATION	171
D. ENERGY UNIT ACHIEVEMENT TEST-EXPERT EVALUATION FORM	173
E. ENERGY UNIT ACHIEVEMENT TEST ANSWER KEY	177
F. PILOT STUDY ANALYSIS OF ENERGY UNIT ACHIEVEMENT TEST ...	185
G. ATTITUDE TOWARDS “ENERGY” SCALE	189
H. CONFIRMATORY FACTOR ANALYSIS (AMOS)	191
I. CLASSROOM OBSERVATION CHECKLIST	207
J. STUDENTS’ VIEW QUESTIONNAIRE ABOUT INTERACTIVE SIMULATION ENRICHED TEACHING METHODS	211
K. TEACHERS’ VIEW QUESTIONNAIRE ABOUT INTERACTIVE SIMULATION ENRICHED TEACHING METHODS	213
L. CRITERIA FOR INTERACTIVE SIMULATION (SOFTWARE) DEVELOPMENT, EVALUATION, AND SELECTION	215
M. SIMULATION SCENARIOS	219
N. SCREENSHOTS OF THE INTERACTIVE COMPUTER SIMULATION	249

O. SAMPLE LESSON PLANS OF FOUR TREATMENT GROUPS FOR A WEEK	255
P. ‘SUMMARY OF WEEK’ HANDOUTS	307
R. ‘INTERACTIVE SIMULATION’ HANDOUTS	317
S. ‘SIMPLE ACTIVITY’ HANDOUTS REGARDING INQUIRY LEARNING	337
T. PERMISSION	349
CURRICULUM VITAE	351

LIST OF TABLES

TABLES

Table 2.1 Summary of studies using computer simulations to support (laboratory) inquiry based learning	28
Table 3.1 Sample size in relation to each class and school	42
Table 3.2 Gender distribution for all groups according to the treatment groups	42
Table 3.3 Variables used in the study	43
Table 3.4 The factorial design pertaining to this experimental study	44
Table 3.5 Research design of the study	45
Table 3.6 Post-EUAT statistics regarding the item analysis	48
Table 3.7 Item analysis results for the post-EUAT	49
Table 3.8 Retention-EUAT statistics regarding the item analysis	50
Table 3.9 Item analysis results for the retention-EUAT	50
Table 3.10 Dimensions of attitude scale in Taşlıdere's study	51
Table 3.11 Dimensions of attitude scale found in the pre-test of the current study	52
Table 3.12 Eigenvalues and total variance explained	53
Table 3.13 Correlations among factors for pre-test	55
Table 4.1 Missing values at the beginning of the study	75
Table 4.2 Missing values of the data used in the analyses	77

Table 4.3 Descriptive statistics for the PreAch, PostAch, RetentionAch according to each level of the group membership independent variables	78
Table 4.4 Descriptive statistics for the PreAtt, PostAtt, RetentionAtt with respect to each level of the group membership independent variables	79
Table 4.5 Effect sizes between posttest and pretest scores for students' achievement and attitude according to the each level of group membership independent variables	85
Table 4.6 Effect sizes between retentiontest and posttest scores for students' achievement and attitude according to the each level of group membership independent variables	86
Table 4.7 Effect sizes between inquiry and expository groups on post-test and retention-test scores	86
Table 4.8 Effect sizes between 'with simulation' and 'without simulation' groups on post-test and retention-test scores	87
Table 4.9 Descriptive statistics for the PreAch, PostAch, RetentionAch according to each level of the interactions among the group membership independent variables	87
Table 4.10 Descriptive statistics for the PreAtt, PostAtt, RetentionAtt according to each level of the interactions among the group membership independent variables	88
Table 4.11 Effect sizes between posttest and pretest scores for students' achievement and attitude according to the group membership interactions	94
Table 4.12 Effect sizes between retentiontest and posttest scores for students' achievement and attitude according to the group membership interactions	94
Table 4.13 Effect sizes between inquiry enriched and inquiry groups membership interaction on post-test and retention-test scores	95

Table 4.14 Effect sizes between expository enriched and expository groups membership interaction on post-test and retention-test scores	95
Table 4.15 Correlations between potential covariates and dependent variables	97
Table 4.16 MRC results for homogeneity of regression for the PostAch	98
Table 4.17 MRC results for homogeneity of regression for the PostAtt	98
Table 4.18 MRC results for homogeneity of regression for the RetentionAch	99
Table 4.19 MRC results for homogeneity of regression for the RetentionAtt	99
Table 4.20 MANCOVA results for post-test dependent variables	100
Table 4.21 MANCOVA results for retention-test dependent variables	101
Table 4.22 Follow-up ANCOVA results for post-test dependent variables	103
Table 4.23 Follow-up ANCOVA results for retention-test dependent variables	105
Table 4.24 Adjusted means for the PostAch and RetentionAch at all groups	106
Table 4.25 Post hoc analysis for the PostAch and RetentionAch at the teaching method-simulation use interactions	107
Table 4.26 Results of non-parametric analysis for post and retention test scores at teaching method	109
Table 4.27 Results of non-parametric analysis for post and retention test scores at simulation use	109
Table 4.28 Results of non-parametric analysis for post and retention test scores at teaching method-simulation use interactions	110
Table 4.29 Summary of result of the parametric and non-parametric test analysis according to hypothesis	111
Table 4.30 Correlations between two observers	112
Table 4.31 Items in the checklist related to groups	113

Table 4.32 Observation results that show mean and standard deviation of each item	144
Table 4.33 Observation results that show frequency percentage of each item	116
Table 4.34 What percentage method is applied	117
Table 4.35 Descriptive statistics of the One-Way ANOVA for item score according to each level of the interaction among the group membership independent variables	118
Table 4.36 Test of homogeneity of variance for the One-Way ANOVA for item score according to each level of the interaction among the group membership independent variables	118
Table 4.37 Results of the One-Way ANOVA for item score according to each level of the interaction among the group membership independent variables	119
Table 4.38 Multiple Comparisons in the One-Way ANOVA for item score according to each level of the interaction among the group membership independent variables	119
Table 4.39 Descriptive statistics of the One-Way ANOVA for common score according to each level of the interaction among the group membership independent variables	120
Table 4.40 Test of homogeneity of variance for the One-Way ANOVA for common score according to each level of the interaction among the group membership independent variables	121
Table 4.41 Results of the One-Way ANOVA for common score according to each level of the interaction among the group membership independent variables	121

LIST OF FIGURES

FIGURES

Figure 3.1 The model showed a good fit with the pre-test data	57
Figure 4.1 Histograms with normal curves for inquiry group of pre, post and retention- test on the achievement and attitude	81
Figure 4.2 Histograms with normal curves for expository group of pre, post and retention-test on the achievement and attitude	82
Figure 4.3 Histograms with normal curves for ‘with simulation’ group of pre, post and retention-test on the achievement and attitude	83
Figure 4.4 Histograms with normal curves for ‘without simulation’ group of pre, post and retention-test on the achievement and attitude	84
Figure 4.5 Histograms with normal curves for inquiry enriched method group of pre, post and retention-test on the achievement and attitude	90
Figure 4.6 Histograms with normal curves for inquiry method group of pre, post and retention-test on the achievement and attitude	91
Figure 4.7 Histograms with normal curves for expository enriched method group of pre, post and retention-test on the achievement and attitude	92
Figure 4.8 Histograms with normal curves for expository method group of pre, post and retention-test on the achievement and attitude	93
Figure 4.9 Teaching method-simulation use interaction plots for the PostAch and RetentionAch	108

LIST OF ABBREVIATIONS

FTPCG	: First Term Physics Course Grade
PreAch	: Pre-test Scores of Students on Energy Unit Achievement Test
PreAtt	: Pre-test Scores of Students on Attitude towards Energy Scale
PostAch	: Post-test Scores of Students on Energy Unit Achievement Test
PostAtt	: Post-test Scores of Students on Attitude towards Energy Scale
RetentionAch	: Retention-test Scores of Students on Energy Unit Achievement Test
RetentionAtt	: Retention-test Scores of Students on Attitude towards Energy Scale
EUAT	: Energy Unit Achievement Test
ATES	: Attitude towards Energy Scale
COC	: Classroom Observation Checklist

CHAPTER 1

INTRODUCTION

Physics has been mythically considered a complex topic and the basic foundation in physics education has been to ensure achievement of students by using one of the most effective methods. However, researchers noted that many students are not setting a satisfactory understanding of basic physics concepts in the physics courses (Goldberg & Bendall, 1995). At that point, it has stated in several studies that to be effective learners, students must be actively involved in the classroom; nevertheless, the traditional methods, such as use of board work and practice in problem solving sessions are not sufficient to support active involvement of students, and provide the understanding of main concepts. Thus, the trend in physics education today is to enhance student understanding through using computers and information technology tools and gaining experience in understanding the physics in the surrounding environment. Practically, interactive simulations (software) and inquiry learning are increasingly being used separately in today's physics education and findings from this study may provide research-based guidelines as to the design and implementation of inquiry learning and relevant computer tools.

Today, computer technology and related equipment such as smartboards and mobile devices have an effective potential on learning and computer based learning has become a very important tool in physics classrooms. In addition, a variety of computer based learning tools from simple visualizations to complex high fidelity three

dimensional virtual learning environments have been developed and used in teaching physics, such as spreadsheets, modeling, multimedia, simulations, tutorials, microcomputer-based laboratories, computer hardware and software, and Internet (Finkelstein, Adams, Keller, Kohl, Perkins, Podolefsky, Reid, & LeMaster, 2005). Then, many studies that used these different computer tools have reported positive results in overcoming misconceptions and in improving students' conceptual understanding (Finkelstein et al., 2005; de Jong, Martin, Zamarro, Esquembre, Swaak, & van Joolingen, 1998; Thornton, 1987), in promoting students' understanding of graphs of physical events (Mokros & Tinker, 1987), in problem-solving skills (Singh & Haileselassie, 2010), and in fostering conceptual change (Zacharia & Anderson, 2003).

Computer based instruction is a special interest in physics teaching and with the advance of technology in today's society, and with the increasing need to engage students in scientific inquiry, computer-based applications have increasingly been used as cognitive tools to support physics learning. Especially, computer-based interactive applications offer a great variety of opportunities for modeling concepts and processes of physics education. Researches up to this point have provided sufficient guidelines on the effective use of computer interactive applications such as simulations, games, etc., to facilitate learning and teaching by allowing learners to directly manipulate initial conditions and immediately see the impact. Moreover, computer technology supported instruction also facilitates the training in constructivist learning environments (Edelson, 2001; Gredler, 2004; Huffman, Goldberg, & Michlin, 2003; Rieber, 1990) by giving students opportunity to form their own ideas, to facilitate their personal and team explorations of those ideas, and to encourage the generation of alternative conceptual frameworks, investigations and explanations by means of brainstorming activities with their team members. Then, involving students in a well-established interactive computer enriched inquiry instruction facilitates students' learning through their direct participation in the science process.

The use of computers as a learning tool has been extant throughout the history of science teaching and the common use of computers tended educators to conduct computer tools supported instructions in physics teaching. Since the addition of interactive computer tools into education mainly includes active engagement learning, the use of the interactive tools, especially simulations has proven to be successful in supporting teaching and learning more efficient and more applicable to real-world problem (Snir, Smith, & Grosslight, 1993). Moreover, researchers stated that using computer simulations in physics learning should provide opportunities for the learners to promote their understanding in science education (Jimoyiannis & Komis, 2001; de Jong, 2006). Then, interactive computer tools are effective tools that can be easily used in the classrooms, with the aim of increasing conceptual learning.

With the common use of both the Internet and computer technologies in educational instruction, it was inevitable for both researchers and educators to frequently integrate computers in science learning and teaching. Furthermore, the effects of interactive simulations on higher learning outcomes have been proved and accepted by many researchers, for example, forming the connection between concrete and abstract reasoning (Tao & Gunstone, 1999) and posing and testing hypotheses of learners' own (Windschitl, 2001). In addition, the use of interactive computer simulations makes complex systems reachable for students with different ages, abilities, and learning levels (De Jong et al., 1999).

Several investigations have been conducted on effectiveness of computer-supported methods designed for supporting computer-based inquiry learning and found them beneficial for learners' conceptual change (Hmelo-Silver, 2006; Hmelo-Silver, Duncan, & Chinn, 2007). In addition to that, computer-based instructions create real visual settings in which learners engaged in inquiry tasks of a scientific process and supported with scaffolding computer-based tools (van Joolingen, de Jong, & Dimitrakopoulout, 2007).

In Turkey, new physics curriculums for high school students were developed in 2013 and 2017. Its main aim is the development of scientific literacy in order for learners have opportunities to explore facts, events or problems from their experiences, society and environment they live in (Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, 2013, 2017). This curriculum aims to improve students' scientific process skills in the context of Scientific Knowledge and Science-Technology-Society-Environment relation. In particular, the Science-Technology-Society-Environment approach draws a meaningful framework for the acquisition of scientific literacy. This approach expects that the scientific information that individuals should have be related to real life. For this purpose, it foresees the learning of scientific and technological events that directly affect the lives of the individuals (to inquire, to make meaning, to criticize and to teach alternatives).

Turkish Ministry of Education (MEB) has conducted an e-revolution in education system to integrate information technology tools into the process of learning and teaching in 2010. A project, named as 'The Movement of Improving Technology and Increasing Opportunities (FATİH Project)', has been developed and this project aims the active use of information technology tools; especially smartboards and tablets, in the process of learning and teaching to facilitate students' understanding by appealing to more senses. For example, tablets are playing a crucial role in placing future education experiences in the hands of teachers and students, giving them access to highly engaging and interactive learning materials. In this study, although it was expected that students would use their tablets during interactive simulation processes, computer laboratories has had to be used because of a problem about the distribution of tablets by MEB in 2014-2015 academic year's second semester on ninth grade students. Unfortunately, tablet distributions were able to make to these students in the middle of 2015-2016 academic year's first semester.

At that point, I believe that a well-developed and realistic interactive simulation can provide the visual presentation of a live experiment and interactive computer tool

enriched inquiry learning instruction can help to plan effective learning environments and experiences for students, to improve information and communication technology skills, and to promote students' achievement and attitude. For instance, this instruction could lead to new interactive, creative and contextual learning experience that did not exist before.

1.1 Research Problem

The main research problem of the study is that: What is the effect of interactive simulation enriched inquiry learning instruction, interactive simulation enriched expository learning instruction, and inquiry learning instruction as compared to expository learning instruction on the combined dependent variables of ninth grade students' achievement in and attitude towards energy in Çankaya district of Ankara?

The sub-problems of this experimental research topic are:

1. What is the effect of instructions (interactive simulation enriched inquiry learning, interactive simulation enriched expository learning, inquiry learning, and expository learning) on achievement of 9th grade public high school students in energy unit in Çankaya district of Ankara?
2. What is the effect of instructions (interactive simulation enriched inquiry learning, interactive simulation enriched expository learning, inquiry learning, and expository learning) on 9th grade public high school students' attitude towards energy unit in Çankaya district of Ankara?

In this study, the retention effect on the same dependent variables was also checked.

1.2 Null Hypotheses

The problems stated above will be tested with the following hypotheses, which are written in null form. The hypotheses for post-test are:

H₀₁: There is no significant overall effect of instructions (interactive simulation enriched inquiry learning, interactive simulation enriched expository learning,

inquiry learning, and expository learning) on population means of the combined dependent variables of ninth grade students' post-test scores of achievement in and attitude toward energy when students' gender, first semester course grade, pre-test scores of achievement in and attitude towards energy are controlled.

H₀₂: There is no significant effect of instructions (interactive simulation enriched inquiry learning, interactive simulation enriched expository learning, inquiry learning, and expository learning) on the population means of ninth grade public high school students' achievement post-test scores when students' gender, first semester course grade, pre-test scores of achievement in and attitude towards energy are controlled.

H₀₃: There is no significant effect of instructions (interactive simulation enriched inquiry learning, interactive simulation enriched expository learning, inquiry learning, and expository learning) on the population means of ninth grade public high school students' attitude post-test scores when students' gender, first semester course grade, pre-test scores of achievement in and attitude towards energy are controlled.

The hypotheses for retention-test are:

H₀₄: There is no significant overall effect of instructions (interactive simulation enriched inquiry learning, interactive simulation enriched expository learning, inquiry learning, and expository learning) on population means of the combined dependent variables of ninth grade students' retention-test scores of achievement in and attitude toward energy when students' gender, first semester course grade, pre-test and post-test scores of achievement in and attitude towards energy are controlled.

H₀₅: There is no significant effect of instructions (interactive simulation enriched inquiry learning, interactive simulation enriched expository learning, inquiry learning, and expository learning) on the population means of ninth grade public high school students' achievement retention-test scores when students' gender,

first semester course grade, pre-test and post-test scores of achievement in and attitude towards energy are controlled.

H₀₆: There is no significant effect of instructions (interactive simulation enriched inquiry learning, interactive simulation enriched expository learning, inquiry learning, and expository learning) on the population means of ninth grade public high school students' attitude retention-test scores when students' gender, first semester course grade, pre-test and post-test scores of achievement in and attitude towards energy are controlled.

1.3 Definition of Important Terms

Main terms included in the hypotheses of the study are defined as follows:

Interactive simulation: Alessi and Trollip (2001) defined simulation as “a model of some phenomenon or activity that users learn about through interaction with it” (p.213). In this study, interactive simulations allow learners to directly manipulate initial conditions and immediately see the impact. The interactive simulation package was developed by the researcher depending on the physics curriculum of year 2013. This simulation package includes 11 interactive simulation activities. Students find opportunity to observe (1) the interaction between work-power and mechanical energy concepts and (2) the use of energy sources and the consequences of their widespread use, by the use of interactive simulation package. In other words, when the students changed the concepts related to the energy unit in a controlled way, they found the opportunity to observe the effect of this change.

Interactive simulation enriched instruction: An interactive simulation enriched physics instruction means a computer simulation integrated into the instruction by considering the aim of the instruction method. Then, it includes the use of the computer to simulate dynamic systems of objects in a real or imagined world situation (Bernhard, 2007) in the view of subject matter, method and all other components of an instruction. The current study includes two forms of interactive simulation enriched instruction. In the first form, interactive simulation enriched inquiry learning instruction was used as a

method and simulation activity was enriched to the instruction direct at the beginning of the inquiry teaching. However, in the second form, interactive simulation enriched expository instruction was used as method and simulation was enriched to the instruction direct after the expository teaching, to observe the effectiveness on students' learning.

Interactive simulation enriched inquiry instruction: Inquiry learning is defined as an approach to learning that involves a process of exploration, that leads to asking questions and making discoveries in the search for new understandings (NRC, 2000). Moreover, the design of effective inquiry learning environments involves the inquiry aspect (e.g., a computer simulation, or a modeling environment) and the necessary cognitive scaffolds. Then, this study focuses on how interactive simulation was used to design learning environment for effectively inquiry learning and interactive simulation activity was enriched to the instruction direct at the beginning of the inquiry teaching.

Interactive simulation enriched expository instruction: Expository instruction is a teacher-centered instruction in which the teacher explains what students are to learn, supply the students with all the necessary information or content, and clearly demonstrates the steps needed to accomplish a particular task. Expository instructions often contain a sequence in which the definition of concepts or rules to be learned is presented first, followed by manipulation of examples and practice exercises. Commonly, after teaching the concepts, the teacher solves end-of-chapter problems that require mathematical operations on the blackboard. Then, in this study, interactive simulation was enriched to the instruction direct after the expository teaching.

Attitude towards Energy: Definition of attitude is declared by Fishbein and Ajzen (1975) as “a learned predisposition to respond in a consistently favorable or unfavorable manner with respect to a given object” (p.6). In this study, the energy unit is selected as an object and therefore it is aimed to measure students' attitude toward energy by using an attitude test. Students' attitude towards energy is measured by Attitude towards Energy Scale (ATES) in this study.

Students' achievement in energy: In this study, it is what Energy Unit Achievement Test (EUAT) measures. The EUAT consists of 35 questions including 20 multiple-choice, 9 fill in the blanks and 6 open-ended type test items. There are conceptual questions as well as quantitative ones. It aims to measure the achievement level at five main content objectives with 16 sub explanatory objectives depending on the physics curriculum of year 2013.

Students' gender: It is the answer of the question “What is your gender?”. This question will be asked to the students in the ATES.

First semester course grade: It is the answer of the question “What was your physics grade in the first semester?”. This question will be asked to the students in the ATES.

1.4 Significance of the Study

In recent years, physics education has been moved to more constructivist approaches since a number of investigations on how students construct understanding in physics course points out the effectiveness of constructivist learning and teaching. Moreover, rapid advances in technology bring an opportunity to combine the new technological tools such as computer, tablet and Internet with the instruction. The computer and multimedia technologies have been seen as useful tools for productive exchanges between students and teachers that have the potential to enhance the quality of education. For the same purpose, Turkish Ministry of Education (MEB) has conducted an e-revolution in education system to integrate information technology tools into the process of learning and teaching. A project, named as FATİH Project, has been developed and this project aims the active use of information technology tools in the process of learning and teaching to facilitate students' understanding by appealing to more senses.

In that case, this study will provide an effective instructional design using the technology enhanced inquiry instructional model to improve students' understanding of

energy in physics. The study will also help teachers and students realize the benefits of technology and develop positive attitudes toward integrating technology into physics curriculum. Then, the materials that developed in this research study can easily be integrated with the curriculum and teachers can use them in their lessons. Moreover, this study is a guide for the teachers in order to see how to implement the technology-enhanced inquiry instructional model in a class setting and it provides necessary documents to implement the interactive simulation enriched inquiry instruction during teaching energy unit. Then, the interactive simulation package related with energy, and instructional materials are estimated to be used by science teachers in their classes because the FATİH Project supports instructors to use of new technologies in the classroom environment as an instructional tool.

In the current study, the effect of the interactive simulation enriched inquiry instruction on the students' achievement in and attitude towards energy concepts was investigated. This study enriches technology enhanced instruction literature on physics course of high school students with its quantitative results as well as supportive qualitative results. The research studies present that students have several difficulties with these concepts. There are several instructional methods to teach these concepts and several studies have been carried out to see effectiveness of these methods on students' learning. However, it is important to use a variety of teaching methods to have effective learning environment. The interactive simulation enriched inquiry instruction has the potential to be an effective teaching method. Thus, there is a need to investigate its effectiveness on the students' achievement in and attitude toward energy.

As a result, my justification for investigating this study is that the increasingly widespread availability of computers and tablets in high schools makes them an attractive alternative for instruction; and the widespread availability of internet technology increases the use of interactive simulations in physics instructions. There are so many free, useful interactive computer tools on the Internet and teachers can easily get access to the free instructional websites. Moreover, the interactive simulation and

activity handouts are expected to be used by physics teachers in their lessons since these instructional materials are planned to be published in Educational Information Network (EBA), which is designed by the General Directorate of Innovation and Education Technologies for the purpose of educational technology equipment in the educational process.

This research study can be useful and helpful not only for teachers and researchers, but also for simulation developers. The simulation developers may take advantage of the results of this study for describing the relationship between science and technology and the effective use of them together.

Finally, the major significance of this study is to contribute to the current literature by focusing on the possible interactions between teaching method and simulation use, and investigating this interaction on high school grade level. Most of the studies found in the literature separately investigated main effects of inquiry (Chang & Mao, 1999; Conway, 2014; Koksall & Berberoglu, 2014; Nwagbo, 2006) and simulation use (Concari, Giorgi, Cámara, & Giacosa, 2006; Jimoyiannis & Komis, 2001) by comparing them with expository teaching or laboratory use. Inquiry and simulation use may make a difference on students' achievement. However, the current study constructed four learning environments and they were designed with inquiry and expository teaching methods with and without interactive simulation in order to investigate interaction effect between inquiry and simulation use. In addition, most of the studies found in the literature are at university level (Başer & Durmuş, 2010; Finkelstein et al., 2005; Zacharia & Anderson, 2003). There is a little study on physics related concepts at high school level (Tao & Gunstone, 1999; Vreman-de Olde, de Jong & Gijlers, 2012) and there is no other study investigating the effects of simulation enriched inquiry instruction on physics related energy topic. Therefore, this study was conducted in an attempt to fill the gap in this area by investigating the relative effectiveness of inquiry learning through interactive computer simulations on high school physics students' achievement in and attitude towards energy.



CHAPTER 2

LITERATURE REVIEW

The intent of this section is to provide perception through orderly review of the previous studies related to this study. Firstly, the review started with ‘theoretical background of inquiry instruction’ that gives general information about inquiry. Secondly, computer technology and its place in inquiry instruction were reviewed in ‘integrating computer technology into inquiry instruction’ section. ‘Interactive computer tools: interactive simulations’ were reviewed at the next section, and the definition and details of interactive simulation were given. The literature review continued with ‘integrating interactive simulations into inquiry instruction’ and the classified results of them were given in next section as ‘research studies on integrating interactive simulations into inquiry instruction’. Finally, this chapter concluded with a detailed summary of the previous studies found in the literature in order to clear out the significance of this study to the current literature.

2.1 Theoretical Background of Inquiry Instruction

The basis of inquiry instruction comes from constructivism and there are mainly four guiding principles of constructivism (On Purpose Associates, 1998):

1. Learning must start with the issues around which students are actively trying to construct meaning.
2. Meaning requires understanding wholes as well as parts.

3. One must understand the “mental models” that students use to perceive the world and the assumptions they make to support those models.
4. The purpose of learning is for an individual to construct his or her own meaning, and this should happen in the context of the daily classroom lessons.

Accordingly, it is seen that inquiry instruction is a constructivist approach to teaching and learning that allows students to take control over their own learning process (Bell & Kozlowski, 2008). At the same time, inquiry instruction holds teachers responsible for focusing on the bridge between facts and fostering new understanding in students by asking for student responses, encouraging students to analyze, interpret, and predict information. At that point, the National Research Council (NRC, 2000) proposed four interconnected perspectives on instruction that are as follows:

1. Learner-centered instruction builds on knowledge, skills, attitudes, interests, and beliefs of students, individually and collectively.
2. Knowledge-centered instruction builds students’ understanding of key ideas in a domain and their use to solve problems.
3. Assessment-centered instruction provides students opportunity to display and use their knowledge and provides them with feedback that they can use to improve their learning.
4. Community-centered instruction gives the members an opportunity to (students, teachers, parents, etc.) share learning goals and engage in joint activities.

It is quite obvious that these four perspectives on instruction designate the inquiry instruction and the National Science Education Standards (NSES) (NRC, 1996) defined inquiry as: “Inquiry is a multifaceted activity that involves making observations; posing questions; examining books and other sources of information to see what is already known; planning investigations; reviewing what is known in light of experimental evidence; using tools to gather, analyze, and interpret data; proposing answers, explanations, and predictions; and communicating results” (p.23). Then, a

quality inquiry lesson gives opportunity to integrate students' interaction with materials in an active classroom environment rather than structured step-by-step lessons.

Inquiry instruction consists of five stages in which learners sequentially: engage in scientifically oriented question with what they already know; explore ideas that are evidence in responding to question; explain synthesis of ideas; elaborate new understanding and abilities to new situations; and lastly, evaluate what was learned and how learning occurred (Olson & Loucks-Horsley, 2000). For the purposes set out in these five stages, inquiry learning engages learners in cognitive processes that requires developing explanations based on observed evidence, reflecting and communicating ideas (Barab & Duffy, 2000; Fraser, 1998).

Then, there are four main levels that are generally used in inquiry learning and expressed as follows (Colburn, 2000):

1. Structured Inquiry - learners explore a teacher-presented question through a given procedure.
2. Guided Inquiry - learners investigate a teacher-presented question by using student designed and/or chosen procedures.
3. Open Inquiry - learners look into topic-related questions that are formulated by themselves by using students designed and/or chosen procedures.
4. Learning Cycle – learners are engaged in an activity that introduces a new concept and apply it in a different context.

According to NRC (2000), inquiry-based instruction can vary in the amount of guidance a teacher provides with respect to any of the essential features. That is, teachers can implement full or partial inquiry-based instruction that involves all or only certain features of typical inquiry-based science instruction. Then, the teachers can also vary the amount of guidance they provide to learners. This is more about the flexibility with regard to certain features of inquiry-based science instruction. Therefore, there is

no one way to implement inquiry-based science instruction. In this study, it can be said that the inquiry instruction is based on the guided inquiry.

Focusing on the effects of guided inquiry teaching method on achievement and attitude, inquiry method is mainly compared to expository teaching method in the literature (Chang & Mao, 1999; Conway, 2014; Koksall & Berberoglu, 2014; Nwagbo, 2006). Commonly, positive research results are reported from all school age students to university level.

The study designed by Nwagbo (2006) compared guided inquiry to expository teaching methods regarding their effects on students' achievement in and attitude towards biology of students of different levels of scientific literacy. A quasi-experimental pretest-posttest non-equivalent control group design was used. For data collection, three instruments were used, scientific literacy test, biology achievement test and biology attitude test. 147 secondary school students from eight intact classes randomly sampled from four schools. Moreover, Nwagbo used ANCOVA to analyze the data. The results of the study showed that the guided inquiry method was significantly better than the expository method in enhancing cognitive achievement in biology. In addition, all the groups showed positive attitude towards biology for the two teaching methods and there were no statistically significant interactions between teaching methods and scientific literacy on achievement in and attitude towards to biology.

Examining junior high school students' achievement and attitude toward earth science, Chang and Mao (1999) conducted a study to investigate the comparative efficiency of inquiry-group instruction and traditional teaching methods. A nonequivalent control quasi-experimental design involving 612 ninth graders was used and data collection instruments included measures of student achievement and student attitude toward the subject matters: the earth-sun system, the apparent movement of the sun and the stars, the earth's rotation and revolution, and the seasons. Randomly assigned participants in both groups were tested and surveyed before and after the four-week intervention. MANCOVA was used to analyze the data and the results of the

analysis showed that inquiry-group instruction scored significantly higher gains on achievement test than did comparable students in the traditional learning group. Then, they concluded that inquiry-group instruction was superior in promoting students' achievement and attitude toward earth science because the treatment enables students to plan their own investigations, gather, and interpret data, analyze results, and share findings with their friends. As a result, Chang and Mao support the idea that the inquiry instruction enhances the study of earth science more effectively than does a more traditional teaching method.

In their study, Koksall and Berberoglu (2014) investigated the effectiveness of guided-inquiry approach in science classes over existing science and technology curriculum in developing content-based science achievement, science process skills, and attitude toward science of students attending to the public elementary schools. A quasi-experimental pretest-posttest non-equivalent control group design was used. In this design, 144 students were instructed with guided-inquiry teaching in the experimental group, while 160 students were instructed with the teacher-centered expository method in the control group. Three different instruments included measures of student achievement, science process skills, and attitude toward science were used for data collection and repeated analysis of variance was used in analyzing the data. The results showed that the guided inquiry enhanced the experimental group students' achievement of the science concepts as well as the inquiry skills more than the control group students did, and the experimental group students improved their attitudes toward science more than the control group students did. In addition, the results pointed out that the positive effect of guided-inquiry approach on the students' cognitive as well as affective characteristics.

Conway (2014) conducted a study to assess the effectiveness of guided inquiry in a combined organic and biochemistry course for prenursing and predietetics students at university level. In the study, he compared the guided inquiry with traditional instruction and partial (half) guided inquiry. The data were collected with exam grades and the

course grades of students in three instructional techniques. ANOVA was used to measure differences between the distributions of compared groups. The results showed that the students performed better in their final exams in the guided inquiry group than the traditional and the half-guided inquiry groups.

2.2 Integrating Computer Technology into Inquiry Instruction

Today, one of the primary goals in educational field is to improve methods of instruction to promote higher levels of the students' academic achievement and attitudes. At that point, the comprehensive of constructivist learning theories and inquiry-based strategies such as making subjects relevant to real-life situations, replacing memorization with understanding of concepts, and other previously mentioned components can be more easily implemented and if these concepts would coupled with a strong computer and information technology tool, it will allow educators to build a competitive, worldwide platform on which today's students stand. Through the 1980s to today, computer technology has an effective potential on learning and computer have also become a very important tool for physics. This development creates new opportunities to improve students' learning experience by making them active participants instead of passive listeners and support their knowledge construction; by engaging students in a process of finding answers to a teacher-presented question (Edelson, Gordin & Pea, 1999; van Joolingen, et al. 2007; Lakkala, Lallimo, & Hakkarainen, 2005; Manlove, Lazonder, & de Jong, 2007; Orrill, 2001). At that point, the interactive nature of computer technology can support students in carrying out inquiry based activities, using topics, questions, and even theories that they themselves define and develop.

Reviews about inquiry learning show that learners struggle to deal with multiple, conflicting, and often confusing ideas about scientific phenomena. Successful supports for inquiry help students by engaging them in multiple and real-problem situations. Then, successful technology enhanced inquiry instruction often takes advantage of models, simulations, or visualizations to introduce new ideas. These new computer

technologies are creating new opportunities for students to engage in serious inquiry. For instance, computer technology can facilitate the manipulation of variables in experiments and models. Students can thus predict, observe, and explore the effects of experimental parameters on dependent variables in more complex experiments than could ordinarily be replicated in the classroom.

There are defined six main advantages of technologies for supporting students' motivation to learn and encourage inquiry (Blumenfeld, Soloway, Marx, Krajcik, Guzdial, & Palincsar, 1991). The use of computer technology can:

- enhance learners' interest;
- provide learners' access to information;
- support active and manipulatable representation;
- structure the working process;
- diagnose and correct errors;
- manage complexity and aid production.

Computer supported learning make it easier for students to plan their own research focus, produce their own data, and continue their inquiry as new questions arise. Moreover, a computer technology can support collaboration between learners, allowing them to communicate, share data, results and ideas, and discuss consequences for the knowledge that is under construction. As well, computer-based modeling tools allow learners to express their theories in models that can be simulated. On the other hand, computer technology can play a role in supporting teachers as they learn about and implement computer tools in the classroom (Kubicek, 2005). For example, the teacher becomes better equipped to act as a guide and facilitator, allowing the student to be engaged in a more realistic scientific inquiry experience. Then, computer technology can support the teacher in focusing more on supporting and sustaining the inquiry process.

Integrating computer technology into inquiry instruction has the potential to foster understanding among students in the nature of science. It can help instructors in

teaching higher order thinking skills and not just discrete facts. In addition, it offers students a more flexible pace of learning and allows them to manage their own learning processes. It is clear that all of the fundamental properties of computer technologies offer a great benefits to inquiry instruction, and these are: the ability to store and manipulate large quantities of information, the ability to present and permit interaction with information in a variety of visual and audio formats, the ability to perform complex computations, the support for communication and expression, and the ability to respond rapidly and individually to users.

According to Bernhard (2007), the advantages of developing computer technology in physics education must be carefully analyzed, to understand and to use effectively the full potential of it. Therefore, computer tools now are not just a technological tool; they are also cognitive educational tools that help us deliver a deep and meaningful physics instruction.

Edelson et al. (1999) suggested that technology could be used to address and assist to solve the dares of supporting inquiry-based learning and developed the Technology-Supported Inquiry Learning theory that based on the idea of creating specific tools for specific contexts in consideration with group interactions. Then, this theory is not simply based on the use of technology for transmission of ideas or the learner-computer interactions, mainly based on the nature of these interactions. There are three defined objectives of the theory that help learners to develop general inquiry abilities, examination of specific investigation skills, and understanding of science concepts and principles. The theory implies that purposely designed tools should support the learners' performance, and ultimately the learners' knowledge gain (Edelson, et al., 1999; van Joolingen, et al., 2007; Lakkala, et al., 2005). Furthermore, with the help of providing scaffolds, for instance, examination tools, knowledge resources, etc., it facilitates the knowledge building process (van Joolingen, et al., 2007).

The computer technology can present tools that support inquiry processes, such as tools to analyze or visualize data, tools that help learners state hypothesis and tools

that help learners manage the learning process (van Joolingen, 1998). Technologies that support content-based instruction, which are student-centered, inquiry-based, and make scientific views more accessible, have the most potential to make a positive difference in science teaching and learning (Flick & Bell, 2005). It can be concluded that a successful computer-based interactive environments developed for inquiry instruction is required to include tools that effectively support students' engagement during maintaining their interest, facilitate students to conduct investigations by providing necessary scaffolds to help students achieve learning goals, and encourage learners' social group work.

2.3 Interactive Computer Tools: Interactive Simulations

The increasing availability of computers and related tools such as smartboards and mobile devices (especially tablets) have become available for a wide range of physics and science learning. At that point, interactive simulations are powerful educational tools with great potential to make teaching and learning more efficient and more applicable to real-world problems (Snir et al., 1993). According to Rieber (2002), there are two ways to use interactive simulations in education. These are: (1) model-using, and (2) model-building simulations. At a model-using simulation that is in a simulated model of a system, the students are limited to manipulating only parameters and variables that the designer of the simulation embedded into the simulation interface. At a model-building simulation, the students have a direct role in the construction of the simulation. In this study, it is important that simulation activities must interact with the user by offering the option of choose parameters of the simulation.

An educational computer simulation is an instructional tool that provides both educators and learners to relate with an instruction based on computer application of either 'a scientific model of the real world or a scientific model of theoretical system' (Lunetta, 2003). Additionally, Alessi and Trollip (2001) defined simulation as "a model of some phenomenon or activity that users learn about through interaction with it" (p.213). The three main features of simulation are defined by Gagné as the following (1981; as cited in Lunetta, 2003):

1. A simulation serves an actual position in which operations are transmitted;
2. A simulation provides both educators and learners with certain controls over the experimental position;
3. A simulation disregards defined distracting variables that are inappropriate or unimportant for the particular instructional goals.

During the last few decades, the potential advantages of instructional uses of interactive simulations have led researchers to explore the effective teaching and learning of physics with simulations. Interactive simulations used in physics teaching are interactive computer tools that have an implicit model a physical structure and that allow students to explore and to visualize graphic representations (Concari, Giorgi, Cámara, & Giacosa, 2006). When students use a simulated model of a system, they are able to manipulate the parameters of the virtual environment within the simulation and construct new understanding of the underlying concepts through inferring and predicting possible outcomes. In other words, interactive simulations allow learners to directly manipulate initial conditions and immediately see the impact.

Computer simulations provide to increase student access to productive concepts and representations. Although Finkelstein et al. (2005) do not suggest that simulations necessarily promote conceptual learning nor do they ensure facility with real equipment, they pointed out that properly designed computer simulations are useful tools for a variety of contexts that can promote student learning. Interaction with computer simulations places students in an active role of knowledge construction, similar to the learning experiences that occur in physics laboratories. That is, students can interact with the system by changing parameters and observing the results of their manipulation, construct new understanding of the underlying concepts through inferring and predicting possible outcomes. Additionally, interactive computer simulations give learners an opportunity to investigate physical phenomena in a reasonable scale and time frame which would not be possible to experience in a classroom or laboratory.

Interactive simulations are applications of special interest in physics teaching because they can support powerful modeling environments involving physics concepts and processes. This new educational environment aims to enhance teachers' instructional potentialities and to facilitate students' active engagement by supporting learning abstract concepts more concrete. (Jimoyiannis & Komis, 2001). In that case, computer simulations may be used as an alternative instructional tool, in order to help students confront their cognitive constraints and develop functional understanding of physics.

Smetana and Bell (2012) reported a review on the impact of computer simulations on science teaching and learning. They reviewed the outcomes of 61 empirical studies dealing with the efficacy of, and implications for, computer simulations in science instruction. The overall findings suggested that simulations can be as effective, and in many ways more effective, than traditional (i.e. lecture-based, textbook-based and/or physical hands-on) instructional practices in promoting science content knowledge, developing process skills, and facilitating conceptual change. The researchers emphasized that the effectiveness of computer simulations is dependent upon the ways in which they are used. Therefore, they outlined specific researched-based guidelines. According to these guiding principles, interactive simulations are most effective when they (a) are used as supplements; (b) incorporate high quality support structures; (c) encourage student reflection; and (d) promote cognitive dissonance.

Considering the benefits and changes of computer technology, educators in the world and in Turkey have been studying the possibility of new mobile technology use in teaching and learning activities such as interactive simulations. Especially, one-to-one tablets with their increased affordability and functionality enable both teachers and students use the necessary interactive simulation to be able to prepare appropriate content. For example, Van Dusen and Otero (2012) set out a project, called iPad Enhanced Active Learning, to determine the effects tablets would have on students' participatory roles and relationships to physics. The study was conducted with five high

school physics classes consisting of approximately 140 junior and senior level students. The project provided a classroom set of iPads and activities designed to supplement the traditional physics assignments. Van Dusen and Otero (2012) based their research on the idea that if a learner is actively engaged in something personally meaningful, then learning is more likely to occur. The study was focused on providing a positive experience in physics class by incorporating the iPads into instruction. Especially, by using iPads for data collection, analysis, and collaboration, the students were able to construct their own learning based on evidence they collected rather than knowledge from the teacher or book. The researchers concluded that the iPads created an environment that promoted a positive relationship between students and physics.

Mobile technologies are able to support students' engagement in creative, collaborative, critical, and communicative learning activities (Cobroft, Tower, Smith, & Bruns, 2006). Traxler (2007) makes two suggestions: mobile learning is uniquely placed to support learning that is personalized, authentic, and situated; and the future will find mobile learning facilitating a wide variety of teaching methods. It has also been argued that students' perceptions of using mobile technology will differ greatly and that teachers must incorporate mobile technology alongside other methods of teaching in order to reach all students (Snell & Snell-Siddle, 2013). In addition, Melhuish and Falloon (2010) warned that the mobile devices should not become the focus of the learning. Instead, "our focus must remain on the way mobile learning can be integrated into effective, evidence-driven, innovative practices, so that the learner is empowered and enriched by the learning experience" (p.13).

2.4 Integrating Interactive Simulations into Inquiry Instruction

In the previous parts of the literature review, it has stated that a successful inquiry instruction includes a process in which students often engage in scientific reasoning activities such as defining a problem, making hypotheses, designing and conducting experiments, obtaining and making sense of data from observation, applying the results, and making predictions based on results (Friedler, Nachmias, & Linn, 1990).

Then, the specified learning objectives in this process require a particular cognitive tool to support the efforts of the learners. Although several cognitive tools can be used to assist the inquiry process, interactive educational simulations are quite good one to support the users' learning which takes place when learners are engaged in making sense out of presented phenomena – build meaning, construct knowledge and understanding of the subject (van Joolingen, et al., 2007). Besides, the essence of inquiry process is to carry out experiments that are usually done in real laboratory environment. In that case, computer simulations have the potential of giving students the chance to carry out experiments virtually as in the real laboratory environment (Finkelstein et al., 2005).

Learning science requires not only memorizing facts and principles, but also developing an understanding of scientific inquiry. Then, interactive computer simulations provide many advantages to support for inquiry-based learner (NRC, 2000). Learning environments that promote development of scientific inquiry focus on the scientific process, in which students form hypotheses, collect data, and analyze results. At that point, interactive simulations are used to facilitate students' development of scientific inquiry.

Along the 1990s, the rising availability of computer technologies has supported the use of computer simulations in the inquiry learning and teaching in physics education. The common uses of simulations in physics education are based on to introduce students to an experimental concept and to provide additional opportunities to explore the experimental procedure. Then, computer simulations can easily be associated with inquiry learning since they generally support the “what if” situation. That is, students can manipulate components or variables to see consequences, and thus draw inferences and discover relationships to help them build mental models of the concepts and processes under investigation. In addition, simulations offer new manageable educational environments for inquiry learning, which aim to make available on a wide scale the phenomena to be investigated by replacing the natural world (van

Joolingen & de Jong, 1991), to enhance teachers' instructional potentialities and to facilitate students' active engagement (Nugraha, Kaniawati, Rusdiana, & Kirana, 2016).

At that point, it is important to note that, simulation by itself is a neutral term since simulation-based learning does not warrant itself to be inquiry learning. It is the way in which simulation is implemented in a learning environment that matters. Simulation can be used in a very didactic way in which learners follow step-by-step with limited or no inquiry activities or it can be fully used as an inquiry tool (Rezaei & Katz, 2002; Windschitl & Andre, 1998). While inquiry learning and computer simulations can be fertile ground to promote the effectiveness of the physics instruction, the design of a simulation-enriched inquiry learning instruction is critical to achieve the goals. Appropriate uses of computer simulations involve students in inquiry-based, authentic science explorations.

2.5 Research Studies on Integrating Interactive Simulations into Inquiry Instruction

This section includes the results of the studies that investigate the effects of simulation based inquiry instruction. The results of most related and important research studies about the impacts simulation supported inquiry based learning and/or simulation supported laboratory inquiry based learning was presented in Table 2.1. This table gives summarized details of research studies from all school age students to graduate level. Research type, sample size, research area, research topic, grade level, outcome, and results of the studies are given at the table. According to the table, most of the studies found in the literature were compared with traditional instruction and at university level. There was a little study on physics related concepts at high school level. It can be seen that most of the studies were carried out at the field of physics were force and motion and electricity concepts and there is no other study investigating the effects of simulation enriched inquiry instruction on physics related energy topic. Moreover, most of the studies were carried out to investigate the impacts of simulation enriched inquiry instruction on conceptual understanding, conceptual change, and mastery concepts. There were a few studies to investigate the impacts of simulation enriched inquiry

instruction on attitude. Therefore, this study is conducted in an attempt to fill the gap in this area by investigating the relative effectiveness of inquiry learning through interactive computer simulations on high school physics students' achievement in, and attitude towards energy.



Table 2.1 Summary of studies using computer simulations to support (laboratory) inquiry based learning

Reference	Research Type	n	Area	Topic	Level	Effects on	Compared to	Quantitative Result		Qualitative Result
								Practical	Statistical	
Nugraha, Kaniawati, Rusdiana & Kirana (2016)	Quantitative	-	Physics	Mastery concepts	High	Mastery physics concepts, critical thinking skills	Teacher-centered method aided simulation	Positive effect	-	-
Lin, Hsu & Yeh (2012)	Both	69	Geology	Fossil-Geological time	High	Inquiry skills(1), geological knowledge(2),	-	Positive effect	$p < .001$ (1)	Positive effect
Vreman-de Olde, de Jong & Gijlers (2012)	Both	50	Vocational engineering training program	Electricity	Intermediate (High)	Conceptual and procedural knowledge Conceptual understanding (1), science process skills and attitude towards physics (2)	Traditional	Neutral effect	$p > .05$	Positive effect
Başer & Durmuş (2010)	Quantitative	87	Physics	Electricity	Undergraduate		Real laboratory inquiry learning environment Nature observations + simulated observations and Nature observations alone	Positive effect(2) Neutral effect(1),	$p > .05$ (1)	-
Trundle & Bell (2010)	Both	157	Earth Science	Lunar concepts-Moon Phases	Graduate	Conceptual change		Positive effect	$p < .001$	Positive effect
Bell & Trundle (2008)	Both	50	Earth Science	Lunar concepts-Moon Phases	Graduate	Conceptual understanding	Traditional Simulation enriched inquiry with teacher guided	Positive effect	$p < .001$	Positive effect
Hsu (2008)	Quantitative	87	Science	Seasonal change	High	Conceptual understanding	Simulation based inquiry without guidelines	Positive effect	$p < .001$	-
Manlove, Lazonder, & de Jong (2007)	Both	61	Physics	Fluid dynamics	Undergraduate	Learning outcome		Positive effect	$p < .05$	Positive effect
Linn, Lee, Tinker, Husic & Chiu (2006)	Quantitative	4328	Science	Science	Secondary-High	Knowledge	Traditional	Positive effect	$p < .001$	-

Table 2.1 (*continued*)

Reference	Research Type	n	Area	Topic	Level	Effects on	Compared to	Quantitative Result		Qualitative Result
								Practical	Statistical	
Finkelstein, Adams, Keller, Kohl, Perkins, Podolefsky & Reid (2005)	Quantitative	231	Physics	Direct current circuit	Undergraduate	Mastery of physics concepts and skills with real equipments	Real laboratory inquiry learning environment	Positive effect	$p<.001$	-
Beishuizen, Wilhelm & Schimmel (2004)	Quantitative	62	Biology	Plant growing-Food Mechanics, waves/optics, and thermal physics	Primary	Inquiry learning skills	Simulation based inquiry as training	Positive effect	$p<.001$	-
Zacharia (2003)	Qualitative	13	Physics	Mechanics, waves/optics, and thermal physics	Postgraduate, undergraduate	Beliefs, attitudes and intention	Simulation and laboratory inquiry based experiments	-	-	Positive effect
Zacharia & Anderson (2003)	Quantitative	13	Physics Laboratory activity	Mechanics, waves/optics, and thermal physics	Undergraduate	Conceptual understanding	Traditional	Positive effect	$p<.001$	-
Hmelo (2001)	Quantitative	24	Medical	Aspects of cancer clinical trial design	Undergraduate	Conceptual understanding	Traditional	Positive effect	$p<.05$	-
Tao & Gunstone (1999)	Both	27	Physics	Force and motion	High	Conceptual changes	-	Neutral effect	-	Neutral effect
White & Frederiksen (1998)	Quantitative	360	Physics	Force and motion	Secondary	Inquiry skills, physics knowledge, attitudes	Traditional	Positive effect	-	-
Windschitl & Andre (1998)	Quantitative	250	Medical	Human cardiovascular system	College	Conceptual changes	Objectivist approach	Positive effect	$p<.05$	-
White (1993)	Both	79	Physics	Force and motion	Primary	Conceptual changes	Traditional	Positive effect	-	Positive effect
van Joolingen & de Jong (1991)	Quantitative	31	Chemistry	Error analysis	Undergraduate	Building of hypothesis generating skills	-	Neutral effect	-	-

In this section, research studies regarding the implementation and effects of simulation based inquiry learning and/or simulation supported laboratory inquiry based learning in physics and science education are primarily classified according to the participants' grade level and research type. The literature review is limited to these field areas since the current study was conducted on high school physics students. The research studies with positive and neutral findings about the effects of simulation based inquiry instruction are presented in terms of this classification.

In terms of quantitative research findings with undergraduate level participants, Finkelstein, Adams, Keller, Kohl, Perkins, Podolefsky and Reid (2005) compared the effects of using computer simulations with the effects of using real light bulbs, meters, and wires in the direct current circuit laboratory. Two groups of students ($n=231$), who used real equipment ($n=132$) and who used a computer simulation ($n=99$), were compared in terms of their mastery of physics concepts and skills with real equipment. For data analysis, students' timing data, laboratory writeups, and performance on final examination were collected and analyzed. The results showed that (1) the computer simulation group statistically faster than the real equipment groups at the $p<0.01$ level, (2) the average laboratory writeups score for the simulation group was 1.86 and for the real laboratory group was 1.64 – a statistically significant shift at the $p<0.03$ level, and (3) the two groups are statistically identical on the noncircuits questions and significantly different on the circuit questions at the $p<0.002$ level. The researchers concluded that students who used computer simulations in place of real equipment performed better on conceptual questions related to simple circuit, and developed a greater facility at manipulating real components. Thus, the researchers suggested that computers simulations that are properly designed are useful tools for a variety of contexts that can promote student learning.

In an additional similar quantitative study with a small sample than Finkelstein et al., Başer and Durmuş (2010) compared the changes in conceptual understanding of direct current electricity in virtual and real inquiry laboratory environment among 87

pre-service elementary school teachers. In the study, the contribution of attitudes toward physics and science process skills to achievement in the direct current electricity concepts were also investigated. Participants in virtual group (n=42) used computer simulations to perform the given tasks, whereas real group (n=38) used real laboratory apparatus. A pre- and post-test experimental design was used. Data were collected with the conceptual understanding test, attitude scale and science process skill test. ANCOVA statistics were used to analyze the data. The results of study showed that the contribution of students' attitudes toward physics and science process skills to the variations in their achievements related to direct current electricity concepts were significant. However, this study did not yield similar findings on conceptual understanding with the study of Finkelstein et al.; it was found that there was no statistically significant difference between the two groups in terms of learning direct current electricity concepts. That is simulation supported inquiry and real laboratory inquiry teaching have the same effect on students' understanding of direct current electricity.

Another quantitative study, focusing on the effects of substituting a computer simulation for real laboratory equipment in the university level introductory physics course, was carried out by Zacharia and Anderson (2003). They investigated the effects of computer-based simulations to inquiry-based laboratory experiments on students' conceptual understanding of mechanics, waves/optics, and thermal physics. Only 13 participants were formed the sample of the research study and a self-control design was used. The participants were randomly assigned to either the experimental treatment (simulation condition) or a control treatment (traditional condition). For the purpose of data collection, semi-structured interviews were used to assess their ability to make correct predictions and conceptual tests were presented to assess conceptual understandings. Because the study involved quantitative analysis of tests with open-ended questions and interview statements, both the tests and the interviews were scored anonymously to ensure objective assessment and the researchers ranged the reliability measure from 0.95 to 1.0 across all of the items assessed. Then, findings showed that the

use of simulations improved the students' ability to make acceptable predictions and explanations of the phenomena in the experiments. In addition, the use of simulation fostered a significant conceptual change in mechanics, waves/optics, and thermal physics. By this way, the results of this study are consistent with Finkelstein et al.'s study with respect to the positive effects of using computer simulations in the direct current circuit inquiry laboratory on learners' achievement.

On the contrary, not all the research studies lead to positive learning outcomes, some found no advantage of simulation-based inquiry learning. For example, van Joolingen and de Jong (1991) investigated how a cognitive tool can support students' building of hypothesis generation skills using Hypothesis Scratchpad simulation by providing manipulation for a set of programmed variables. The scratchpad was designed as an interactive template on the basis of a conceptual representation of the simulation model. Similar to previous studies, the researchers worked with undergraduate level but in the field of chemistry. In this study, 31 first year students of chemistry a university level were offered three different hypothesis scratchpads varying in structure: structured, partially structured and unstructured scratchpads. The data collected consisted of the forms (hypothesis and experiment) filled in by the students, the log-files of the interaction with the computer simulation and the results of the posttest. However, the findings of the study were not conclusive. While 10 study participants (structured scratchpad) showed considerable improvement in creating more explicit and testable hypotheses, the post-test showed no significant change in learners' newly acquired skills. Therefore, the researchers concluded that the structure offered on the hypothesis scratchpads may contributed to the process of hypothesis formation of the students, but that the support was ineffective at some crucial point. In addition, they suggested that the students might not have spent enough time with the simulation to build a needed level of skills.

A mixed study at undergraduate students was carried out by Manlove, Lazonder, and de Jong (2007) to investigate the influence of guidance embedded in the simulation

on students' learning outcomes of fluid dynamics. In the study, the researchers implemented a scaffolding tool, the Process Coordinator, during collaborative inquiry in a computer simulation-based learning environment for regulating the students' activities. The scaffolding tool included a hierarchy of goals, hints, explanations, and a template for the task's final report. The participants of the study were divided into small groups. Sixty-one students worked in small groups to conduct a scientific inquiry with fluid dynamics. The students' learning outcomes were evaluated based on a created water tank model that demonstrated their understanding of the system dynamics. The results revealed that students in a treatment group not only outperformed students who use a similar simulation without a guiding scaffold, but they also spent less time discussing their understanding of the task and more on cognitive discussion of the learning task. That is simulation based inquiry with guidelines in average achieved significantly higher scores than simulation based inquiry without guidelines. However, there was no correlation found between high levels of the cognitive discourse and the quality of the model in the treatment group. This correlation was found in the control group only. After evaluating qualitative data, the researchers concluded that students, who collaborated in small groups of three peers, while participating in discussions did not share responsibilities equally and relied on the performance of only one member of a team to complete a model.

Concerning research findings with graduate level participants, Bell and Trundle (2008) conducted a mixed study to describe the conceptual understanding of 50 graduate students of a Master of Education initial licensure program for early childhood education about standards-based lunar concepts before and after inquiry-based instruction utilizing planetarium computer simulation (Starry Night Backyard). Both qualitative and quantitative data in a single case pretest-posttest design was used in the study. A variety of data sources including drawings, interviews, and a lunar shapes card sort were used. Videotapes of participants' interviews were used along with the drawings and card sorting responses during data analysis. The various data were analyzed by a constant

comparative method in order to produce profiles of each participant's pre- and post instruction conceptual understandings of moon phases. Results of the study indicated that most participants (82%) held a scientific understanding of the cause of moon phases and were able to draw scientific shapes and sequences (80%). Then, the researchers concluded that a well-designed computer simulation used within a conceptual change model of instruction can be very effective in promoting scientific understandings.

Trundle and Bell (2010) also conducted another mixed study with a larger sample than the previous one to compare the effectiveness of three inquiry-based instructional approaches in achieving desired conceptual change among the same characteristics with the previous study's graduate students. Each of the three treatments employed inquiry based instruction on moon phases using data collected from: (1) a planetarium simulation program (Starry Night), (2) a combination of nature observations and simulated observations, or (3) nature observations alone. Similar to previous study, semi-structured pre- and post-interviews were used in this study included a variety of data collection techniques, e.g., drawings, interviews, and a lunar shapes card sort and the data sets were analyzed by a constant comparative method. According to the resulting participation rate 86.3% ($n = 157$), non-parametric tests of significance revealed that the substantial pre- to post-instruction gains were significant for the three treatments across all targeted concepts. The results of the study showed that the planetarium simulation program treatment demonstrated statistically greater gains for sequencing moon phases than the other two treatments. However, there were no significant differences among the three treatments concerning the participants' abilities to draw scientific moon shapes or in their conceptions of the causes of moon phases. Thus, the researchers concluded that three treatments were equally and highly effective in helping students achieve desired conceptual change. Additionally, the ability to make more consistent and accurate observations and measurements of the moon were cited as specific beneficial features of the computer simulation.

Concerning the participants at high school level, a quantitative study by Nugraha et al. (2016) compared the effect of the inquiry learning model aided computer simulations to teacher-centered method aided simulation on high school students' mastery physics concepts and the correlation with critical thinking skills. The research was a quasi-experiment research with randomized pretest-posttest control group design. Mastery concept test consists of 24 multiple-choice questions and critical thinking skills test consists of 71 multiple-choice questions were used as measuring tools. Based on the parametric statistical analysis (by using t tests on N-gain) of research results, it was found that enhancement of mastery physics concepts with inquiry learning model aided computer simulations are significantly higher than traditional learning model aided computer simulation. In addition, critical thinking skills greatly contribute to the students' mastery physics concept with a correlation coefficient of 0.697 and quite contribute to the enhancement mastery concept with a correlation coefficient of 0.603.

Examining second-year senior high school students' conceptual understanding in science education, Hsu (2008) compared students' conceptual understanding about seasonal change between two types of computer simulation supported learning environments, one was teacher-guided and the other was a student-centered inquiry. Additionally, the effect of the simulation enhanced learning model on students' conceptual change was also investigated by using concept mapping. An experimental design involving two groups was employed in the study. The number of students in each group was 44 for in the teacher-guided group and 43 for in the student-centered group. It was found that most of the students developed a deep and accessible understanding of the reasons for the seasons after undergoing experiences provided by the simulation-enhanced learning. More importantly, the analysis of student-generated concept maps revealed that the student-centered approach was more effective than the teacher-guided approach in altering students' alternative conceptions of seasonal change. Furthermore, it was concluded that the student-centered approach allows students to more freely test

their own hypotheses, and thus more easily reflect on their own cognitive conflicts and move from assimilatory to properly scientific explanations.

A mixed study with high school students was carried out by Vreman-de Olde, de Jong and Gijlers (2013). They compared learning from designing instruction in the context of simulation-based inquiry learning with learning from expository teaching. The domain of the instruction was the electricity domain of high-pass and low-pass filters. The participants were 50 students from a technical vocational school. In the experimental condition students created assignments for an imaginary student to help this student to learn from a computer simulation. The students in the control condition received traditional instruction. After treatments, all students completed a knowledge test that contains conceptual items measuring insight into causal relations and procedural items measuring knowledge of calculation procedures. As a result, the researchers found no differences on the conceptual and procedural knowledge test items between the two conditions. Looking at the two classes separately, they found that students in the experimental condition of Class 1 performed significantly better on the conceptual items than students in the control conditions. However, this result was not repeated for Class 2. They pointed out that this might have been caused by the difference in prior computer simulation experience between the two classes.

An additional mixed study with high school level participants was conducted by Tao and Gunstone (1999). The researchers engaged students in predict – observe – explain tasks while learning force and motion with computer simulations to investigate the nature and process of conceptual change. A conceptual test was administered as a pre-, post-, and delayed posttest to determine high school students' conceptual change and three rounds of interviews were conducted for some students' after pre-, post-, and delayed posttest. The collected data showed that most students' conceptions were not stable after the intervention, vacillating from one context to another, suggesting problems with conceptual change and transfer.

In terms of research findings with the participants at primary school level, White (1993) conducted a mixed study in a physics course to investigate the process of students' conceptual change in force and motion during simulation-supported physics instruction. The researcher used a set of computer tools with increasing complexity to engage sixth-grade students in a collaborative inquiry of prediction, experimentation, formalization, and generalization activities. A total of 79 students both from the experimental and control groups were administered with three written test and seven students in the experimental group were interviewed on an individual basis to explore in depth the nature of the mental models they had acquired. The learning outcomes were encouraging and it was found that the sixth graders who went through the inquiry learning were effective in facilitating desired conceptual change about force and motion than the students who received traditional instruction.

Another study with sixth grade students was carried out by Beishuizen, Wilhelm and Schimmel (2004). They conducted an experimental study to compare the effects of training group (inquiry learning) and practice group (a computer supported simulation environment a sufficient to foster inquiry learning) to improve inquiry learning skills. Similar to White's study, the researchers worked with primary school level but in the field of biology. Sixty-two sixth-grade children participated in this study and two inquiry-learning tasks: the Plant Growing Task and the Food Task were designed in the domain of biology. For data collection, the learners were asked what effect each independent variable had on the dependent variable after finishing a task and this interview was later scored resulting in a comprehension score for the test. Apart from comprehension score, learning process measures were also collected. ANOVA was used to analyze the collected data and the results of the study indicated that although both training and practice groups resulted in better performance during test problems, there was no difference between the performance of the practice group and the training group on inquiry learning outcomes and the process of inquiry learning skills. Then, the

researchers concluded that the improvement in learning outcome could be attributed to both practice and training groups in the domain of biology.

The positive and neutral findings of inquiry learning lead one to question what makes a simulation-based inquiry successful in promoting learning. De Jong (2006) emphasized that learner guidance is necessary to ensure learners interact with simulation in a productive and manageable manner in the inquiry process. In addition, Rezaei and Katz's (2002) study provided some evidence for the benefits of guided inquiry. The study compared a guided model of using simulation with two other approaches – a conventional approach that was lecture-based and placed emphasis on facts and formula, and a radical constructivist approach in which students were left to play with simulations on their own. The study found that the guided model led to better conceptual learning than the other two approaches.

2.6 Summary of the Literature Review

The literature of theoretical background of inquiry instruction, integrating computer technology into inquiry instruction, interactive computer tools: interactive simulations and integrating interactive simulations into inquiry instruction reviewed in this chapter can be summarized as the following:

- Focusing on the effects of guided inquiry teaching method on achievement and attitude, inquiry method is mainly compared to expository teaching method and positive research results are commonly reported from all school age students to university level (Chang & Mao, 1999; Conway, 2014; Koksai & Berberoglu, 2014; Nwagbo, 2006).
- Integrating computer technology into inquiry instruction creates new opportunities to improve students' learning experience by making them active participants instead of passive listeners and support their knowledge construction; by engaging students in a process of finding answers to a teacher-

presented question (Edelson et al., 1999; van Joolingen et al., 2007; Lakkala et al., 2005; Manlove et al., 2007; Orrill, 2001)

- The purposely-designed computer technology tools supported the learners' inquiry learning processes by allowing them to analyze or visualize data, state hypothesis, and manage the learning process (van Joolingen, 1998); the learners' performance, and ultimately the learners' knowledge gain (Edelson et al., 1999; van Joolingen et al., 2007; Lakkala et al., 2005).
- Interactive computer simulations give learners an opportunity to be in an active role of knowledge construction (Jimoyiannis & Komis, 2001); to investigate physical phenomena in a reasonable scale and time frame which would not be possible to experience in a classroom or laboratory (Finkelstein et al., 2005).
- The overall findings on the impact of computer simulations on science teaching and learning suggested that simulations can be as effective, and in many ways more effective, than traditional (i.e. lecture-based, textbook-based and/or physical hands-on) instructional practices in promoting science content knowledge, developing process skills, and facilitating conceptual change (Smetana & Bell, 2012).
- Interactive simulations offer new manageable educational environments for inquiry learning, which aim to make available on a wide scale the phenomena to be investigated by replacing the natural world (van Joolingen & de Jong, 1991), and to facilitate students' development of scientific inquiry (van Joolingen, et al., 2007; NRC, 2000) and their active engagement (Nugraha et al., 2016).

Results of the literature review indicated that interactive simulation supported inquiry learning has been shown to be an important method of teaching, which is being used in research studies by many researchers up through the graduate level. Most of the studies found in the literature were compared with traditional instruction and at university level. However, there was no experimental study that compares the effect of

simulation based inquiry instruction in a 2x2 factorial experimental design with four treatment groups: (1) an inquiry learning method with the simulation group, (2) an inquiry learning method without the simulation group, (3) an expository learning method with the simulation group, and (4) an expository learning method without the simulation group. In other words, there was no study that compares the effect of simulation enriched inquiry instruction with all these groups. Moreover, there was a little study on physics related concepts at high school level and there is no other study investigating the effects of simulation enriched inquiry instruction on high school physics students' achievement and attitude. Most of the studies were carried out at the field of physics were force and motion and electricity concepts and there is no other study investigating the effects of simulation enriched inquiry instruction on physics related energy topic. Besides, most of the experimental studies were not well structured to control possible threats to internal validity. Since, there are many simulations about physics on the web, and many teachers around the world implement these simulations in their courses, it is worth conducting an experimental research that take into account the issues mentioned above. Therefore, this study is conducted in an attempt to fill the gap in this area by investigating the relative effectiveness of inquiry learning through computer simulations on high school physics students' achievement in and attitude towards energy.

CHAPTER 3

METHODS

In this chapter, population and sample of the study, variables used in the analysis, instruments used for assessment, instructional materials, research design, procedure, treatment implementation, methods used to analyze data, power analysis, unit of analysis, and assumptions and limitations related to the study are discussed.

3.1 Population and Samples

The target population of the study consists of all ninth grade level students from public high schools in Çankaya district of Ankara. The accessible population is all ninth grade students from public Anatolian high schools located in Çankaya. Especially all schools were preferred from ‘Anatolian High Schools’ since preferring all population from the same type of schools would help me to eliminate the subject characteristics threats. There were twenty-five public Anatolian high schools in the accessible population. The volunteer schools of ninth grade students from public Anatolian high school in Çankaya were asked for permission to conduct this study since some school administrations did not permit to administer in their schools. The sample of the study was chosen from the accessible population by using purposive sampling. The main criteria of the school selection were the availability of the computer laboratory, number of the computers and number of ninth grade classrooms that a teacher instructs in the school. In other words, the schools where the same teacher was teaching at least four 9th grade classes. Moreover, it was important for the researcher that the schools were close

to each other since being at each school on time. Then, two of the schools were selected in order to conduct this study. A total of eight classes from two schools yielding 269 ninth grade students formed the sample of the study. The sample size involved in statistical analyses is different from this sample size and it will be discussed in Chapter 4. Detailed information for the sample according to the schools and treatment groups is given in Table 3.1.

Table 3.1 Sample size in relation to each class and school

School	Groups				Total
	Inquiry Enriched	Inquiry	Expository Enriched	Expository	
	Class Size	Class Size	Class Size	Class Size	
A	34	34	34	35	137
B	33	34	32	33	132
Total	67	68	66	68	269

The number of students in each school and classes are approximately equal. The distribution of gender to the all classes is given in Table 3.2. One physics teacher from each school participated in the study and instructed all groups in that school. Two teachers were male. The researcher had several personal communications with them to make clear the details of the study. It was observed that the teachers were willing to participate in the study.

Table 3.2 Gender distribution for all groups according to the treatment groups

	Groups				Total
	Inquiry Enriched	Inquiry	Expository Enriched	Expository	
Female	31	30	37	31	129
Male	36	38	29	37	140
Total	67	68	66	68	269

3.2 Variables

There are four dependent variables and seven independent variables. Table 3.3 shows some characteristics of the variables used in this study.

Independent variables of the study are teaching method (method), simulation use (simulation), method by simulation interaction (method*simulation), students' gender (gender), students' first term physics course grade (FTPCG), pretest scores of students on energy unit achievement test (PreAch), pretest scores of students on attitude towards energy test (PreAtt). Method indicates group membership, which has two levels: inquiry and expository teaching method groups. Simulation indicated group membership, which has two levels: 'with simulation' and 'without simulation' groups. PreAch and PreAtt independent variables are potential variables to be used as covariates in order to ensure equality between groups with respect to these variables.

Table 3.3 Variables used in the study

Variable	Dependent (DV)/ Independent (IV)	Continuous/ Categorical	Scale
Method	IV	Categorical	Nominal
Simulation	IV	Categorical	Nominal
Method*Simulation	IV	Categorical	Nominal
Gender	IV	Categorical	Nominal
FTPCG	IV	Continuous	Interval
PreAch	IV	Continuous	Interval
PreAtt	IV	Continuous	Interval
PostAch	DV	Continuous	Interval
PostAtt	DV	Continuous	Interval
RetentionAch	DV	Continuous	Interval
RetentionAtt	DV	Continuous	Interval

Dependent variables of the study are post-test and retention-test scores on energy unit achievement test (PostAch and RetentionAch), and post-test and retention-test scores of students on attitude towards energy (PostAtt and RetentionAtt).

3.3 Research Type and Design

In order to explore the main and interaction effects, a 2x2 factorial experimental design (Fraenkel, Wallen & Hyun, 2012, p. 277) was conducted with eight treatment groups from two schools. Based on the independent variables, teaching method and simulation use, there were four groups: (1) an interactive simulation enriched inquiry method, (2) an inquiry method, (3) an interactive simulation enriched expository method, and (4) an expository method. The factorial design pertaining to this experimental study is given in Table 3.4.

Table 3.4 The factorial design pertaining to this experimental study

		Simulation use	
		With Simulation	Without Simulation
Teaching method	Inquiry method	Group 1	Group 2
	Expository method	Group 3	Group 4

The research design is shown in Table 3. 5. According to this design, at the beginning of the treatment, the achievement and attitude tests were given to all groups as pre-tests. After treatments were completed, the same tests were given to all groups as post-tests. Four weeks after the post-tests, the same tests were administered to all groups as retention-tests.

Table 3.5 Research design of the study

Groups	Pre-test	Treatment	Post-test	Retention-test
Inquiry Enriched (Group 1)	EUAT ATES	Instruction based on inquiry with interactive simulation	EUAT ATES	EUAT ATES
Inquiry (Group 2)	EUAT ATES	Instruction based on inquiry	EUAT ATES	EUAT ATES
Expository Enriched (Group 3)	EUAT ATES	Instruction based on expository with interactive simulation	EUAT ATES	EUAT ATES
Expository (Group 4)	EUAT ATES	Instruction based on expository	EUAT ATES	EUAT ATES

3.4 Instruments

The measuring tools used in this study are energy unit achievement test (EUAT), attitude towards energy scale (ATES), and classroom observation checklist (COC). These tools were detailed in the following sub-sections.

3.4.1 Energy Unit Achievement Test

The purpose of the EUAT is to measure students' achievement on the content of the energy unit. This unit covers the topics of “work, energy and power”, “mechanical energy”, “energy conservation and energy transformation”, “efficiency”, and “energy sources”. The EUAT was developed in Turkish by the researcher. It consists of 35 questions including 20 multiple-choice, 9 fill in the blanks and 6 open-ended type test items. There are conceptual questions as well as quantitative ones. It aims to measure the achievement level at 5 objectives with 16 sub explanations.

At the first step of the test construction process, the instructional objectives of the energy unit (see Appendix A) were obtained from the national ninth grade physics curriculum of Turkey. For the instructional objectives of the energy unit: one objective with three sub explanations are related to “work, energy and power”, one objective with five sub explanations are related to “mechanical energy”, two objectives with four sub explanations are related to “energy conservation and energy transformation”, one

objective with two sub explanations are related to “efficiency”, and one objective with two sub explanations are related to “energy sources”.

Secondly, table of test specification of EUAT was prepared with the use of revised Bloom’s taxonomy and sub titles of energy. While preparing this table, the energy unit was divided into 12 concepts since the instructional objectives of the energy unit mainly focus on these concepts. This table gives information about the taxonomy level of both objectives and test items. In addition, the test item type can also be seen on this table. Moreover, teaching time of concepts in annual plan and point score of each test item are available on this table. According to cognitive domain of revised Bloom taxonomy, level of these objectives ranged from understanding to creating. There were no objectives from evaluating level.

Then, previously developed achievement tests on the content of energy unit, some textbooks, test books, Internet, and university entrance examinations were reviewed to find out questions that coincide the objectives of the energy unit. In addition, some questions were developed by the researcher according to the objectives. Accordingly, a test consisting of 35 questions including 20 multiple-choice, 9 fill in the blanks and 6 open-ended type test items was formed. This test (see Appendix B) is in Turkish and the table of test specification for this test is given in Appendix C. The test includes both context-based and traditional questions. In addition, both quantitative and conceptual questions were written and the number of conceptual questions are a bit more than quantitative ones. For example, five of the open-ended questions are conceptual. A detailed answer key of the EUAT was also constructed. This test was reviewed by five physics education researchers to ensure content and face validity by using an expert opinion form that is given in Appendix D. The reviewers determined the cognitive level of the both objectives and questions and examined compatibility between objectives and questions that is what objective is assessed by the items. In addition, they evaluated if there is any ambiguity in the items and if the answer key (see Appendix E) is correct. The reviewers almost agreed that the questions are compatible with their objectives.

Based on the feedbacks, there were several grammatical errors and these errors were corrected. In addition, the expression of the questions and the directions were improved to have better understanding. These minor revisions were made in the EUAT before the pilot study.

Pilot study with six tenth grade students was done with EUAT. These students were from a different school than participated schools in the current study. Moreover, the grade level of the students was not same with the current participants. At that time, ninth graders had not been taught energy yet. For that reason, it was decided to conduct the pilot study with tenth graders. These students had already been taught energy before administering the test. Another criterion in determining pilot study students was that two successful, two middle and two low achiever levels of the students of the same class were selected as participants by expert physics teacher. It was also important that these level groups have to include one girl and one boy students. During the pilot study, the researcher read aloud all questions in the EUAT each level of students at a different environment. That is, despite the students being bored and unable to read the questions, the questions were read separately for each student. At the same time, a copy of the questions was also given to the students. Then, each student was asked to what is understood about related question after each question. It is also wanted from each one to solve question and solving question period was held. The analysis of the pilot study is given in Appendix F. The detailed analyses of the pilot study tell us that items 21, 22 and 33 can be checked for modification. Moreover, 50 minutes as completion time was not enough for 35 questions based on pilot study analysis. The researcher decided to give more time for the completion and 60 minutes as completion time was given for 35 questions.

Items 21 and 33 were checked and it was seen that visuals at the questions were not enough to provide a better understanding of these questions. Then, visuals were removed and it was preferred to make detailed explanations instead of visuals.

When item 22 was checked, it was seen that from the explanation, the ratio would be calculated according to whom do not understandable from the question. Therefore, it was ideal to point out ratio to be calculated as mathematically. These items were modified for better understanding by considering the analysis of the pilot study.

Item analysis was conducted to evaluate only the multiple-choice items (from item 10 to 29) in terms of item difficulty and discrimination indices. Some statistics regarding the item analysis of post-EUAT conducted via Test Analysis Program (TAP, 2016). Some statistics regarding the item analysis of post-EUAT is given in Table 3.6. Table 3.7 gives the results of item analysis for the post-EUAT.

Table 3.6 Post-EUAT statistics regarding the item analysis

Number of items	20
Number of examinees	250
Mean	36.67
Standard deviation	5.99
Skewness	0.14
Kurtosis	0.09
Mean item difficulty	0.612
Mean item discrimination	0.197

In the test, there are 20 multiple-choice items. Average item difficulty for multiple-choice test items is 0.612. That means 61.2% of the participants answered the multiple-choice test items completely correct. It indicates that items are in medium difficulty level. There is no discrimination index, which is negative. Although there are discrimination indices which are around zero or a little less than .20, such a difficulty level is expected to result in acceptable discrimination indices. Most of the items with low item discrimination indices (item 14, 15, 16, 20) were checked and there was not any problem with the representation or content. Moreover, more than 90% of the correct

answers to these items seemed to cause lower item discrimination indices. Then, Cronbach alpha reliability coefficients for the posttest were found to be 0.513.

Table 3.7 Item analysis results for the post-EUAT

Item #	Difficulty	Item discrimination	Item #	Difficulty	Item discrimination
10	0.57	0.25	20	0.97	0.07
11	0.68	0.24	21	0.39	0.20
12	0.47	0.25	22	0.35	0.29
13	0.43	0.23	23	0.40	0.20
14	0.97	0.00	24	0.28	0.08
15	0.98	0.03	25	0.33	0.29
16	0.94	0.04	26	0.87	0.13
17	0.31	0.42	27	0.60	0.26
18	0.45	0.37	28	0.53	0.25
19	0.89	0.16	29	0.84	0.20

Item difficulties and discriminations were also calculated for the retention-EUAT. Some statistics regarding the item analysis of retention-EUAT are given in Table 3.8 and Table 3.9 gives the results of item analysis for the retention-EUAT. Average item difficulty for multiple-choice test items is 0.591. That means 59.1% of the participants answered the multiple-choice test items completely correct. It indicates that items are in medium difficulty level. There is no discrimination index, which is negative. In addition, there are discrimination indices, which are around zero or a little less than 0.20. When the items were checked, any serious problem could not be detected at items 14, 15, 16, 20, and 26. More than 90% of the correct answers to these items seemed to cause lower item discrimination indices. On the other hand, item 23 and 24 were excluded because item 23 seemed not to discriminate the students and item 24 seemed to need for the change “force” as “horizontal force” at the second statement.

Table 3.8 Retention-EUAT statistics regarding the item analysis

Number of items	20
Number of examinees	250
Mean	35.47
Standard deviation	6.45
Skewness	0.185
Kurtosis	-0.10
Mean item difficulty	0.591
Mean item discrimination	0.243

Table 3.9 Item analysis results for the retention-EUAT

Item #	Difficulty	Item discrimination	Item #	Difficulty	Item discrimination
10	0.56	0.32	20	0.94	0.13
11	0.66	0.29	21	0.37	0.23
12	0.44	0.26	22	0.34	0.29
13	0.40	0.24	23	0.38	0.19
14	0.95	0.07	24	0.25	0.14
15	0.95	0.06	25	0.32	0.40
16	0.92	0.03	26	0.84	0.19
17	0.31	0.51	27	0.58	0.30
18	0.44	0.40	28	0.53	0.36
19	0.84	0.22	29	0.80	0.24

As a result, item analysis of the retention-EUAT in the study revealed that there were two items (23 and 24) which were correlated negatively with the total test. Therefore, these items were excluded in all of the analyses conducted in the study. Then, Cronbach alpha reliability coefficients for the retention test were found to be 0.562.

Each correct answer of fill in the blanks and multiple-choice type test items was given two and three points, respectively whereas wrong answer and unanswered items scored as zero. The open-ended items are coded as 0, 1, 2, and 3: “0” for totally wrong answers, “1” for partially correct answers, “2” for mostly correct answers, and “3” for totally correct answers. Possible achievement scores range from 0 to 96. Higher scores indicate higher students’ academic achievement level in energy unit while lower scores

indicate lower students' academic achievement level in energy unit. The average completion time for the EUAT is 60 minutes.

3.4.2 Attitude towards “Energy” Scale

The level of students' attitude toward the energy was measured by a test modified from the thesis of Taşlıdere (2002). Thus, the attitude scale was content based and assesses attitude toward the content “Energy”. Additionally, the researcher changed the sequence of the item 8 with the item 15. You can find this scale in Appendix G. The scale includes 24 items and the items are rated on a five-point likert type response format: absolutely agree, agree, neutral, disagree, and absolutely disagree. All items in the scale are in positive form, that is, there is no negative item. Then, each item in the scale was scored from 1 to 5 and by this way, students can get a score ranges from 24 to 120. For this study, lower scores indicate positive attitude toward the energy unit, whereas higher scores represent negative attitude. For all three administrations, the attitude scale was given to the students after they all completed their achievement tests and the given time to the students to complete the scale was fifteen minutes.

There are five dimensions on the scale. These factors are enjoyment, self-efficacy, importance of physics, interest related behavior, and achievement motivation. The items distribution according to Taşlıdere's study is given in Table 3.10.

Table 3.10 Dimensions of attitude scale in Taşlıdere's study

Dimensions	Items
Enjoyment	1,2,3,4,5
Self-efficacy	20,21,22,23,24
Importance of Physics	6,7,8,10
Interest related Behavior	9,11,12,13,14,15
Achievement Motivation	16,17,18,19

Taşlıdere (2002) applied scale to 160 students and the reported internal reliability of this attitude scale was 0.94. As mentioned earlier, he also conducted the factor analysis and found five dimensions given in Table 3.10

Table 3.11 Dimensions of attitude scale found in the pre-test of the current study

Dimensions	Items
Enjoyment	1,2,3,4,5
Self-efficacy	20,21,22,23,24
Importance of Physics	6,7,10,15
Interest related Behavior	8,9,11,12,13,14
Achievement Motivation	16,17,18,19

. In the current study, the scale was administered to 256 students as a pre-test and internal reliability was found as 0.83. 261 students were tested as a post-test and that resulted with a reliability of 0.85. The internal reliability was 0.84 for the retention-test that was administered to 265 students. Therefore, these values indicate that the test seems as good as reliable as an internal consistency. Moreover, factor analysis of the attitude scale was also conducted with respect to pre-test, post-test and retention-test. Although the results of the post-test and retention-test showed that the distribution of items to the dimensions were not the same as the one given in Taşlıdere (2002), the factor analysis results in the pre-test showed that there were five dimensions that has same distributions of the items as observed in Taşlıdere (2002). Thus, the previous attitudes of the students towards energy could be affected on these results; it is considered that the use of pre-test data is acceptable. Consequently, the factor analysis result in the pre-test was used to assign the distribution of the items to the dimensions of the attitude scale. Factor analysis results that shows the distribution of the items to the dimensions of the attitude scale used in the current study with respect to pre-test is given in Table 3.11.

For the pre-test data, the measured KMO is 0.91 that indicates that the sampling adequacy is very good to conduct factor analysis. The observed significance level is 0.00 for Bartlett's test that point out that there is a strong relationship among variables and a factor analysis for the data can be conducted. The eigenvalues of the factors is represented in Table 3.12. By considering table, five factors explain 66% of the total variance.

In conclusion, factor analysis results in pre-test in the current study showed that there were five dimensions in terms of the distributions of the items as found by Taşlıdere (2002). Since the aim of conducting factor analysis was to offer an evidence to construct related validity for the attitude scale, it can be said that construct related validity for the scale is supported through factor analysis.

Table 3.12 Eigenvalues and total variance explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared			Rotation Sums of Squared		
	Loadings			Loadings			Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Var.	Cum.	Total	% of Var.	Cum.
1	9.526	39.693	39.693	9.526	39.693	39.693	3.486	14.524	14.524
2	2.309	9.623	49.316	2.309	9.623	49.316	3.293	13.722	28.246
3	1.549	6.455	55.770	1.549	6.455	55.770	3.221	13.422	41.668
4	1.322	5.509	61.279	1.322	5.509	61.279	2.949	12.288	53.956
5	1.146	4.775	66.054	1.146	4.775	66.054	2.904	12.098	66.054
6	0.865	3.602	69.657						

Additionally, with the aim of offering evidence about whether the five dimensions are really assessed through the use of attitude scale, confirmatory factor analysis was also conducted with respect to the pre-test by using AMOS computer program (Arbuckle, 2014). The use of pre-test is because that the factor analysis results in the pre-test showed that there are five dimensions that has same distributions of the items as observed in Taşlıdere (2002). By this way, the number of factors required in the data can be specified and it can be observed which measured variable is related to which

latent variable. Details related to the confirmatory factor analysis are in the following subsections.

3.4.2.1 Assumptions of Confirmatory Factor Analysis (CFA)

It is suggested that a sufficient sample size to perform CFA is to be at least 200 (Barrett, 2007). In this study, there were 239 students as pre-test after data cleaning of post and retention tests. Then, sample size assumption was met. Descriptive statistics for all dimensions was constructed and all the skewness and kurtosis values indicate normal distribution for all observed variables. By using boxplots, univariate outliers were checked and it is seen that there were few outliers for enjoyment, self-efficacy, importance of physics, and achievement motivation dimensions. To ensure the data conform to multivariate normality, multivariate outliers were identified by means of Mahalanobis distance and CR values were checked. If it is less than 2, the assumption of multivariate normality can be considered as fulfilled. Then, all these cases were excluded from the data. For checking if multicollinearity is present, it is needed to check the correlations among the observed variables. Table 3.13 shows us the correlations for pre-test and represents that all the correlations are significant. Since there are no any too high correlation values, multicollinearity were met.

As a result, main assumptions of confirmatory factor analysis - the correct a priori model specification, multivariate normality, and multicollinearity is absent, and the sample size is large - are fulfilled.

Table 3.13 Correlations among factors for the pre-test

		Enjoyment	Interest Related Behavior	Importance of Physics	Self- efficacy	Achievement Motivation
Enjoyment	Pearson Correlation	1	.434**	.340**	.437**	.369**
	Sig. (2- tailed)		.000	.000	.000	.000
	N	239	239	239	239	239
Interest Related Behavior	Pearson Correlation	.434**	1	.417**	.342**	.241**
	Sig. (2- tailed)	.000		.000	.000	.000
	N	239	239	239	239	239
Importance of Physics	Pearson Correlation	.340**	.417**	1	.329**	.288**
	Sig. (2- tailed)	.000	.000		.000	.000
	N	239	239	239	239	239
Self-efficacy	Pearson Correlation	.437**	.342**	.329**	1	.469**
	Sig. (2- tailed)	.000	.000	.000		.000
	N	239	239	239	239	239
Achievement Motivation	Pearson Correlation	.369**	.241**	.288**	.469**	1
	Sig. (2- tailed)	.000	.000	.000	.000	
	N	239	239	239	239	239

**, Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

3.4.2.2 Results of the Confirmatory Factor Analysis

As mentioned above, by conducting CFA, the number of factors required in the data can be specified and it can be observed which measured variable is related to which latent variable. In this model, attitude scale in energy is the latent variable and it predicts

five dimensions: enjoyment, self-efficacy, importance of physics, interest related behavior, and achievement motivation. The model that resulted in a good fit for the pre-test dimensions in terms of distributions of items is given in Figure 3.1.

The output results of the model presented that a good fit between the model and observed data. Root-Mean-Square Error of Approximation (RMSEA; Steiger, 1990) value was found to be 0.059. The RMSEA values less than 0.05 indicates good fit, values between 0.05 and 0.08 indicates moderate fit, values between 0.08 and 0.10 indicates marginal fit (Hu & Bentler, 1999). According to these values, the RMSEA value in this analysis indicates moderate fit of the model. Standardized RMR (SRMR) value was found to be 0.077 that indicates acceptable fit. One other fit index, Goodness of Fit Index (GFI; Jöreskog & Sörbom, 1982) ranges from 0 to 1. The values closer to 1 indicate better fit. It should be greater than 0.90 to indicate a good fit but here it is 0.8740. In brief, according to the results given above, it can be said that the proposed five-factor model fits moderately to the data. This means that the ATES measures five dimensions: enjoyment, self-efficacy, importance of physics, interest related behavior, and achievement motivation as intended. For additional information, a detailed CFA output is given in Appendix H.

In conclusion, with the aim of offering evidence about whether the five dimensions are really assigned through the use of attitude scale, confirmatory factor analysis was conducted with respect to the pre-test. The results of CFA presented that the attitude scale assesses five dimensions due to the good fit between the model and the observed data for pre-test scores.

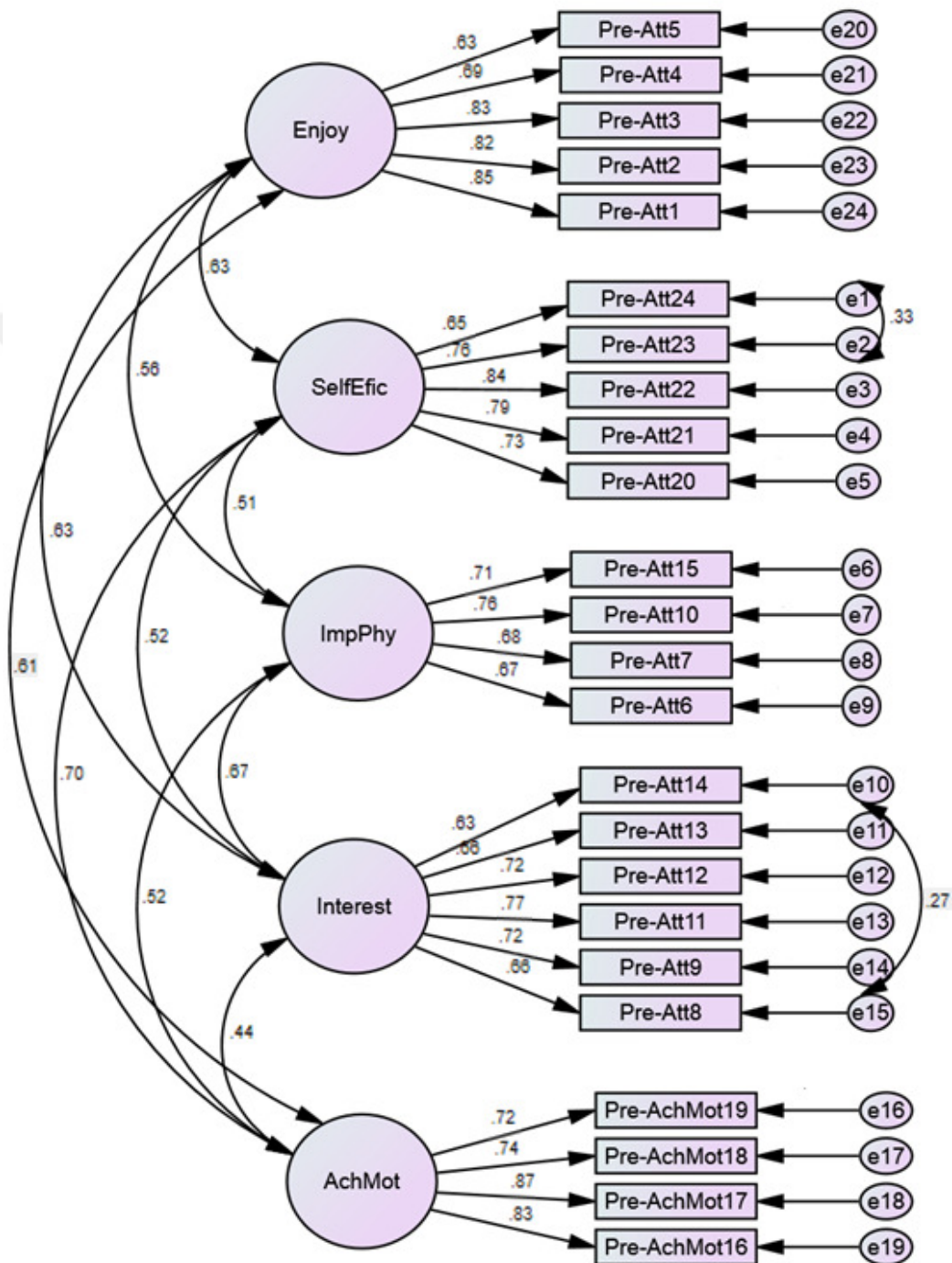


Figure 3.1 The model showed a good fit with the pre-test data

3.4.3 Classroom Observation Checklist

The classroom observation checklist was developed by the researcher in order to ensure treatment verification. The checklist helps the researcher to check whether the treatments were implemented as planned. Since there are four types of treatments implemented in this study, the researcher took into account characteristics of the each treatment type in the development process of this checklist (see Appendix I). Then, the main properties of the inquiry and expository methods were included in the checklist. It includes items what a teacher and students should do or should not do in case inquiry and expository learning environments. Moreover, items related with the implementation of the interactive simulation in classroom were included. There are 35 items in the checklist, which have “yes”, “partially”, and “no” as answers. In addition, items 8 and 27 include an explanation part to collect detailed data about the materials used at the instruction and the usage aim of interactive simulation at the instruction.

There were two class hours of ninth grade physics in a week. The classroom observation completed for these two hours holistically. Therefore, this checklist was completed once for each two class-hour in a week. Throughout the treatment, the researcher observed all lessons to ensure that the teachers conducted treatment groups in the way as it was planned. Some lectures from each group were observed by two observers who filled the observation checklist. One of the observers was the researcher of this study and the other one was a Ph.D student in the department of Secondary Science and Mathematics Education at METU. The reason of using two observers in some lectures was to calculate correlations between the observers. The correlations between observers were calculated and found that they were high. Thus, it can be concluded that observations made by only one of the observers are also reliable. Moreover, a percentage that indicates the degree to which the treatment given as desired way was calculated for each group. It was found that all percent values related to the method groups are greater than 80.

3.4.4 Students' View Questionnaire about Interactive Simulation Enriched Teaching Methods

The views of students about teaching methods enriched by interactive simulation were taken with a questionnaire. This questionnaire was used to provide some evidence about the effectiveness of the study. At the end of the treatments, group interviews were conducted and students' view questionnaire was answered by 133 students at the interactive simulation enriched teaching method (inquiry enriched and expository enriched) groups. The students' view questionnaire is modified from Gökalp (2011) and given in Appendix J. During interviews, the students were asked to state differences between the new and old science teaching approaches, their feelings and opinions about interactive simulation enriched teaching methods.

3.4.5 Teachers' View Questionnaire about Interactive Simulation Enriched Teaching Methods

The views of teachers about interactive simulation enriched methods were taken with a questionnaire, which is parallel to the student's one. At the end of the treatments, it was answered by two teachers from two schools. The teachers answered the given questionnaire in written. Answered questionnaires are given in Appendix K. The teachers were asked to state differences between the new and old science teaching approaches, difficulties in the application of new approach, their feelings and opinions about interactive simulation enriched teaching methods and students' interest or participation in the course.

3.5 Instructional Materials

Teaching/learning materials used in this study were explained in details at the following subsections. These are; interactive simulation, simple experiments regarding inquiry learning, student handouts about interactive simulation, simple experiments, and summary of week, and lastly, lesson plans as teacher handouts.

3.5.1 Interactive Simulation

The interactive simulation used in this study was developed by the researcher. After energy unit and its objectives were determined for this study, the development process started with deciding a criterion list for interactive simulation development, evaluation and selection. It was developed by considering related literature (Verma, Gupta, & Singh, 2008). The criterion list and item explanations of criteria are given in Appendix L. This criterion list includes five main dimensions. (1) Items for general look for features: match with curriculum, evidence of effectiveness, misconceptions, and scientific errors. (2) Items for efficiency look for features: learner participation, interactive handlings of parameters during run time and real-time simulation. (3) Items for technical look for features: availability of software on windows/android operating systems, and display of attributes for different resolutions. (4) Items for user support look for features: instructions that point out the steps of run-time, directions during run-time, warning messages, bubble helps that point out the function of related button, evaluation, print screen facility, and change in simulation speed. (5) Items for visual aspects look for features: 3-D animator, play mode, pause mode, playback mode, reset, data charting, zoom function, and appropriate use of color. As mentioned above, detailed information about the item explanations of these main dimensions are presented in Appendix L.

The second stage in the development process was to decide for scenarios for interactive simulation. For this aim, the researcher began to search for real-life events related with subject given under energy unit by using many different sources. Then, these real-life events were used in developing scenarios. Basic factor to decide on the scenarios was the objectives of energy unit and the criterion list for interactive simulation development. In terms of these factors, scenarios were developed and given in Appendix M (in Turkish). However, not all of the objectives could be integrated into the scenarios and these points were pointed out at the beginning of the scenarios. The developed scenarios for interactive simulation were reviewed by experts in physics

education and necessary revisions were done. Based on the feedbacks, it was seen that all of the developed scenarios for interactive simulation were compatible with curriculum and course objectives. There were some unit errors pointed by the experts in one part of the scenario and these errors were fixed.

The next stage was the development of interactive simulation (software) by professional programmer in the context of BAP (Scientific Research Project). The interactive simulation was developed with Unity programming language by considering criterion list mentioned at the above and does not need any specific plugins required. This application includes 11 interactive simulation activities. Students find opportunity to observe (1) the interaction between work-power and mechanical energy concepts and (2) the use of energy sources and the consequences of their widespread use, by the use of interactive simulation. In other words, when the students changed the concepts related to the energy unit in a controlled way, they found the opportunity to observe the effect of this change. In addition, the interactive simulation contains online/offline electric versions. In order to ensure continuity of the implementation of interactive simulation activities, the offline electronic version of the simulation was used in the implementation of current study.

After the interactive simulation was completed, the expert evaluation forms were prepared to evaluate the simulation. The interactive simulation development, evaluation and selection criterion list was used to prepare the expert evaluation forms. These simulations were reviewed by three physics education experts and necessary revisions were done. The reviewers agreed that the interactive simulations were compatible with the previously developed scenarios. Layout and screen view of the simulations were found appropriate to increase visual attractiveness. There were some grammatical errors pointed by the experts and these errors were fixed. Based on the feedbacks, it was decided to add a front page that includes a title that tells us which content topic and grade level the interactive simulation is for and a tutorial that tells how to use the interactive simulation application.

You can see the final version of the energy unit interactive simulation in Appendix N. Moreover, attached to this thesis, you can find the energy unit interaction simulation software CD. When the simulation was completed, the pilot study of the simulation was done at the different classes of the participated teachers. The pilot study was a training and practice in terms of teacher that participated to the current study. Although related information about the methods and simulation were given earlier, it was clearly understood through pilot implementation, what purpose the simulation was used for and how it was adapted to different teaching methods.

Lastly, as it can be seen from the instructional objectives of the energy unit, there is an objective about the subtopic of “eating and exercise”. Since the developed interactive simulation covers activities about the content topics: work-power, mechanical energy, and energy sources, an interactive simulation “Eating & Exercise” (PHET, 2015) developed by the physics education technology (PhET) research group at University of Colorado at Boulder was utilized as a learning tool in this study.

3.5. 2 Simple Activities regarding Inquiry Learning

For each objective of energy unit, the researcher prepared activities and necessary activity set ups. In the selection process, activities were paid attention to be as simple as possible. Then, they could be done by using simple tools. By this intend, the course books, textbooks, and Internet were reviewed and ten activities were designed to be done in groups of students. It was important that well-designed inquiry-learning activities and interaction could be set in a conceptual context so as to help students accumulate knowledge as they progress. Then, these activities provided students with a common base of experiences. In other words, they identify and develop concepts, processes, and skills.

The names and details of these activities are embodied in ‘simple activity’ handouts in Appendix S. Activity part of the instruction was inserted to the lesson plans

regarding inquiry learning. So, before the planned time of making activities, the teachers were also informed about how to do these activities.

3.5.3 Lesson Plans

In order for teachers to follow instruction based on related treatment group properly, lesson plans were developed for each week. The developed lesson plans were as teacher handouts and they are important to promote treatment fidelity. The objectives and the teaching method regarding treatment group were taken into account while developing the lesson plans. Moreover, the teacher's and students' roles in the class related with the teaching method were clearly defined at the lesson plans.

Totally, twenty-eight lesson plans were developed for four treatment groups for seven weeks. Sample lesson plans of four treatment groups for a week are given in Appendix O. The other lesson plans were also constructed in this detail. The explanations related to the concepts and objectives from the physics curriculum were directly included in these plans. In addition, how and when to use the instructional materials for each treatment group, what purpose the simulation would be used for and how would be adapted to different teaching methods were explained step by step to the teachers in the lesson plans. Lastly, teachers were requested to obey the lesson plans in their instructions.

3.5.4 Student Handouts

In order for students to follow instruction properly, student handouts were developed. There were three kinds of handouts for students. One of them is 'summary of week' handout. The researcher was developed seven 'summary of week' handouts for each group and these handouts were distributed to the all treatment groups. These handouts are given in Appendix P. These handouts were distributed to the students every week at the end of the course.

The second kind of handout is 'interactive simulation' handout. For each activity at the simulation, a handout for students was developed and this handout indicated all

steps that students must do during the interaction of simulation. Questions included at the handouts provide students to make prediction, observation and explanation about the activity. Thirteen 'interactive simulation' handouts were developed (see Appendix R) and each handout begins with a real-life scenario that will attract the attention of the students. These handouts were distributed to the students at both interactive simulation enriched inquiry and expository methods treatment groups.

The last type of handouts is 'simple activity' handout regarding inquiry learning. In order for students to follow simple activities conducted at the inquiry method treatment groups, ten 'simple activity' handouts were developed (see Appendix S) and each handout were distributed to the students. These handouts inform students about the tools and procedure of the activity. In addition, they promote students to get desired results of the activity.

3.6 Procedure

At the beginning of the study, the research problem was determined and keywords to be used for the searching databases were decided. The specified keywords to be used in the literature review were "Interactive computer/mobile technology for teaching science/physics", "Interactive computer/simulation supported/aided/enriched/based instruction", "Interactive computer/simulation supported/aided/enriched/based inquiry instruction", and "Interactive computer/simulation and science/physics education". With these keywords, Educational Resources Information Center (ERIC), Dissertation Abstracts International (DAI), Social Science Citation Index (SSCI), and Google Scholar were searched. Related articles were supplied from online journals. In order to find related studies done in Turkey, the researcher checked National Theses Center and reviewed local journals such as Hacettepe Eğitim Dergisi, Eğitim ve Bilim, MEB Dergisi, and proceedings of national conferences. Literature review will be continued throughout the study in order to stay up-to-date.

At the second stage, the energy unit on which this study was conducted was determined and the sample and the population of the study were decided. It was decided to conduct study in Çankaya district of Ankara. In addition, the sample size was determined by following the procedure explained by Cohen, Cohen, West, and Aiken (2003, p. 177).

At the third stage, measurement tools were developed. During the development of achievement test on the content of energy unit, some textbooks, test books, Internet, and university entrance examinations were reviewed to find out questions that coincide the objectives of the energy unit. In addition, some questions were developed by the researcher according to the objectives. Moreover, the attitude scale was found in the literature. Attitude towards content scale was taken from Taşlıdere (2002) and modified to use for energy unit.

After having measurement tools ready, interactive simulation scenarios were developed by the researcher and a software programmer developed the interactive simulation through the scenario directions. In addition, the other instructional materials; simple activities regarding inquiry learning, student handouts and lesson plans were developed. All instructional materials were reviewed by experts and necessary modifications were made on these materials. Moreover, pilot study of interactive simulation was conducted before the study started. It was clearly understood through pilot implementation, what purpose the simulation was used for and how it was adapted to different teaching methods.

The main study was carried out in 2014-2015 academic year's second semester on ninth grade students from the two 'Anatolian' high schools in Çankaya district of Ankara. Before starting the current study, necessary permissions to conduct this study was taken from Ankara Provincial National Education Directorate. The permission document is presented in Appendix T. Then, schools thought to be participating in the study were specified. For this purpose, the researcher checked suitability of the computer laboratories in order to see if they can be used for physics lessons. Moreover,

each physics teacher in these high schools was asked about their ideas and their willingness to participate the study. In the preparation phase, the researcher gave information about the teaching method, interactive simulation, and the measurement tools to the teachers participated in the study individually.

After the preparation phase, the achievement and attitude tests were given as pre-tests. The implementation took seven weeks and ended with post-tests of the EUAT and ATES. The retention-tests were administered four weeks later from the post-tests. Furthermore, the students' and teachers' views about interactive simulation integrated instruction were taken after the retention-tests. Finally, the collected data were entered into the SPSS program and they were coded, scored, and analyzed.

3.7 Treatment Implementation

In this study, there are four types of treatments implemented in line with the experimental design: (1) Interactive simulation enriched inquiry instruction, (2) inquiry instruction; (3) interactive simulation enriched expository instruction, and (4) expository instruction. Throughout the treatments, it was ensured that same content, same examples, same questions were given to all treatment groups except teaching methods. In the following sections, the details of these groups were explained according to the observations of the researcher in the main study.

3.7.1 Interactive Simulation Enriched Inquiry Instruction

These groups received treatment at the computer laboratory and it was ensured that students did not use computer before the computer activities by the teacher. At the beginning of each lesson, students were divided into groups which has maximum two students since the number of computers in laboratories were just 15-18. In addition, it was provided that each group should have access to an interactive simulation when they do computer activity.

When treatment began, inquiry learning method was used. At the beginning of the lesson, the students were firstly engaged through questions associated with content

concepts. The teacher directed content-related questions through students and students' responses were taken and they were discussed as detailed as possible. By this way, a brief introduction to the topic of the day is done and students' curiosity was tried to be aroused through questions. Then, the teacher delivered 'interactive simulation' handouts and made sure that all students have found the related interactive activity on their interactive simulation. The students carefully read the real-life scenario at the activity handout and if there was a need for any help, the teacher guided them. The students started to follow steps at the handout. They used interactive simulation by own in groups to find necessary information to accomplish the given scenario questions. They analyzed the information, they have gathered and took notes for the findings. While students were discussing the interactive activity, the teacher checked each group to see if everything is going well, and each group participant to see whether s/he show equal involvement in activity. After students' exploration with the interactive simulation were completed, the teacher requested to answer the questions put in the handouts and guided them to explain their observation through some additional questions. Then, the teachers let them interpret their observations and bring some explanations about them. In addition, the teacher clarified the students' observations and findings through the use of energy and showed derivation of the equation from students' findings. Later, the new content related physics problems were solved by the teacher and students. In addition, some real life-related questions were also solved. At the end of the lesson, the instructional materials prepared for the inquiry group were also provided to this group as a placebo control and the teacher summarized the lesson by distributing 'week of summary' handouts to the students.

3.7.2 Inquiry Instruction

In these treatment groups, inquiry learning method was used. The treatments were given at the classroom environment. It can be said that this treatment was almost the same as the treatment mentioned above except for the interactive simulation integrated with the inquiry method.

When treatment began, the teacher asked questions associated with content concepts and students' responses were taken. In addition, they were discussed as detailed as possible. That is, the content was introduced in a form of a discussion and content related questions were used to arouse the students' curiosity. Then, the teacher delivered 'simple activity' handouts. The activities planned to be performed by the students in the exploration is introduced to the students in the engagement at the beginning of the lesson. The students carefully read the activity handout and studied as groups including four to five members. If there was a need for any help, the teacher guided them. The students completed the activity by following steps at the handout and the teacher were checked the groups for the duration of activity. During the activity, the students' analyzed the information and they have gathered and taken notes for the findings. After students' exploration with simple tools were completed the teacher requested to answer the questions put in the handouts and guided them to explain their observation through some additional questions. Then, the teachers let them interpret their observations and bring some explanations about them. In addition, the teacher clarified the students' observations and findings through the use of energy and showed derivation of the equation from students' findings. Later, the new content related physics problems were solved by the teacher and students. In addition, some real life-related questions were also solved. At the end of the lesson, the activity at the interactive simulation as a scenario and scenario questions was provided to this group as a placebo control and the teacher made the summary of the lecture by distributing 'week of summary' handouts to the students.

3.7.3 Interactive Simulation Enriched Expository Instruction

In these treatment groups, the main characteristic of the expository was used and groups were instructed in the computer laboratory. It was ensured that students did not use computer before the computer activities by the teacher. At the beginning of each lesson, students were divided into groups which has maximum two students since the number of computers in laboratories were just 15-18. In addition, it was provided that

each group should have access to an interactive simulation when they do computer activity.

At the beginning of the lesson, the teachers distributed 'week of summary' handouts and requested students follow and fill in the blanks given on the handout during the lecture time. Throughout the treatment, the instruction was characterized by the lecture that is predominantly teacher oriented. The teachers introduced the physics content, solved some exemplary problems, and had the students solved some additional problems. In other words, teacher acted as a source of knowledge and transmitted the knowledge to students. After giving theoretical knowledge of the subjects, the teacher started to solve problems and requested students to solve next problems individually.

During the instruction, the teachers reminded the students to follow and fill in the blanks on the given handouts. After lecturing content and problem solving, the teachers distributed 'interactive simulation' handouts that include the necessary information and findings that would be gotten from the simulation. They made sure that all the students have found the related interactive activity on their interactive simulation. The students carefully read the real-life scenario at the activity handout and if there was a need for any help, the teacher guided them. The students started to follow steps at the handout. Interactive simulation provided the students check the accuracy of content knowledge they have learned throughout the course through simulation findings. Thus, the simulation was used to reinforce the learned knowledge. Later on, the instructional materials prepared for the inquiry group were also provided to this group as a placebo control and the instruction was completed a brief summary of that day by the teachers.

3.7.4 Expository Instruction

In these treatment groups, expository learning method was used. The treatments were given at the classroom environment. It can be said that this treatment was almost the same as the treatment mentioned above except for the interactive simulation integrated with the expository method.

When treatment began, the teachers distributed ‘week of summary’ handouts and requested students follow and fill in the blanks given on the handout during the lecture time. During the treatment, instruction was teacher-centered. The teachers introduced the physics content, solved some exemplary problems, and had the students solve some additional problems. In other words, the teachers acted as a source of knowledge and transmitted the knowledge to the students. After giving theoretical knowledge of the subjects, the teachers started to solve problems and requested students to solve next problems individually. In addition, the activity at the interactive simulation as a scenario and scenario questions was presented to the students at the end of the course. By this way, the accuracy of the learned knowledge was checked. Besides, the instructional materials prepared for the inquiry group were also provided to this group as a placebo control. At the end, a summary of the lesson is done.

3.8 Treatment Fidelity and Verification

The treatments have four groups in the framework of two facets: (1) teaching method (inquiry and expository methods), and (2) enriched teaching method with an interactive simulation. By considering all groups, what should and should not be done in each treatment group were identified based upon the detailed explanations and some exemplary implementations provided in the related literature. Especially, Bass, Contant and Carin (2009, p.120) was beneficial at the implication of inquiry learning. Then, instructional materials used at the study were started to be developed. Each material that was planned to be used in the instruction was manualized using written and standardized protocols to minimize treatment deviations and enhance overall fidelity. While they were being developed, the supervisor guided the researcher. In addition, teaching/learning materials were reviewed by some specialists to check whether they are consistent with the related treatment groups. Later on, the necessary revisions were made on the materials based on the suggestions by the supervisor and the experts.

In order to verify treatments, the researcher observed the all groups to control if the teachers following the standardized protocols. That is, 14 observations for each

group were made during 7 week-treatment period and 112 lecture hour observations were made to ensure treatment verification in two schools with eight groups. An observation checklist was used during making observations in the classroom. In addition, 10.7% of the lectures were observed by two observers. The researcher and the other observer agreed that the implementations were consistent with the lesson plans according to observations made together.

3.9 Analysis of Data

The data obtained through application of the EUAT as pre-test, post-test and retention-test, attitude towards energy scale as pre-test, post-test and retention-test, and classroom observation checklist were entered to the Microsoft Excel. The researcher calculated the scores of the each student in the achievement and attitude tests by using this software. Then, this data file was imported to SPSS data file. Moreover, other variables that are students' gender, previous physics course grade, group membership, and school were also entered to this SPSS file. Before starting to analyses, the item analysis of the objective items in the EUAT was conducted by TAP. Exploratory factor analysis was carried out to find dimensions of the EUAT and attitude scale to see whether dimensions of these instruments were similar with the ones that the researchers, who developed these scales, proposed. Moreover, confirmatory factor analysis was used to confirm the structure of the attitude scale. This analysis was preferred over exploratory factor analysis because it allows researchers to test specified models.

Missing data analysis was conducted before starting to other analyses. Variables and subjects were inspected in terms of missing values. They were treated with a convenient method as discussed in the missing data analysis section in Chapter 4. Then, descriptive statistics were carried out for each variable and for each treatment group. The mean, standard deviation, skewness, and kurtosis of variables were calculated for each group. The information about the distributions of each variable was obtained and the descriptive statistics were used for summarizing the data.

Inferential statistics were used to generalize results from the sample to the population. Multivariate Analysis of Covariance (MANCOVA) was used in this study because the groups participated in the study were intact and there were need to control of possible differences between the treatment groups. Following MANCOVA, follow-up ANCOVAs were performed in order to evaluate effects of the independent variables on each dependent variable separately. In addition, non-parametric analyses were also carried out for each dependent variable to ensure validity of the results.

During to analysis of classroom observation checklist, both descriptive and inferential statistics were investigated to support the treatment verification in the current study. Lastly, qualitative data analysis was conducted for the data collected through interviews made with students and teachers.

3.10 Power Analysis

At the beginning of the study, sample size determination process is conducted to get a desired power at the end of the study. First, effect size (f^2) is set to medium value of 0.15 by considering the results of previous studies (Cohen et al., 2003, p. 179). Then, the probability of rejecting null hypothesis named as alpha is set to 0.05 which is usually accepted as a convention in educational research, and by considering Cohen et al. (2003) suggestion, the power of the study, probability of rejecting a false null hypothesis, is minimum set to 0.80. Later, L value is determined by using the L values table presented in Cohen et al. (2003, pp. 650-651). L value for current study is determined as 9.64 for k_b of 2 and power of 0.80. The k_b term in the L values table indicates the number of independent numbers. In this study, there were two categorical independent variables. In this case, for each independent variable, number of dummy variables needed to represent that independent variable was used as the number of independent variables. For, example, the independent variable, teaching method, has two levels (inquiry and expository). Thus, 1 dummy variable, which is obtained by subtracting 1 from the number of level of the independent variable, is required to represent it. The same procedure was followed for the other independent variable, simulation use. That is, k_b is

2. Then, minimum required sample size is calculated with the formula given at Cohen et al. (2003, p. 177) by using following values: $L=9.64$, $f^2=0.15$, $k_b=2$, $k_a=5$ (number of covariates), $k_c=10$ (number of interaction terms). The minimum sample size is found as 82 for the current study.

In the current study, the inferential statistics was conducted with 250 students. For this sample size, L value calculated as 16.1 for medium effect size of 0.15 by using the formula of “ n ” given by Cohen et al. (2003, p.177). Thus, the calculated power of the present study is between 0.95 and 0.99 power at the L table given at Cohen et al. (2003, pp.650-651).

3.11 Unit of Analysis

In an experimental study, if the experimental unit and the unit of analysis are the same, it can be said that independence of observation was met. In this study, the unit of analysis is each participant and experimental unit is each intact group to which treatment was given. Since unit of analysis and experimental unit are not same in this study, it is not possible to generate a claim about the independence of observation. In addition, by considering possible interactions among the students may occur during the instruction when the unit of analysis is class, it is again difficult to say that independence of observations was met during the treatment for this study. On the other hand, since the participants were not allowed to interact with each other during the data collection procedure, it can be said that independence of observations was met at least during the measurement process.

3.12 Assumptions and Limitations

The assumptions of the study are given below.

1. Students completed the items on the measurement tools seriously, consciously, and truthfully.
2. Independence of observations was met during the measurement process.

The limitations of the study are given below.

1. The results of this study are limited to 9th grade students who are mostly low or medium achievers.
2. The results are limited to “energy” unit.
3. Although it was expected that the students would use their tablets during interactive simulation processes, computer laboratories has had to be used because of a problem about not distributing the tablets to the students in the study before the study. Then, the study was limited to the schools which had computer laboratories.
4. Due to number of computers at the computer laboratories students had to work with groups of two in front of one computer.

CHAPTER 4

RESULTS

This chapter includes the results of the current study. The results of this study are divided into seven sections: missing data analysis, descriptive statistics, inferential statistics, classroom observations, teachers' view about teaching method enriched interactive simulation, students' view about teaching method enriched interactive simulation, and summary of the results.

4.1 Missing Data Analysis

Before starting to perform descriptive and inferential statistics, missing analysis was performed. Total number of the students at the selected classes was 269. Missing values of all the variables at the beginning of the study are presented in Table 4.1. As seen in the table, the achievement and attitude tests were administered to 256 students as pre-tests, 261 students as post-tests and 265 students as retention-tests.

Table 4.1 Missing values at the beginning of the study

Variables	Present (N)	Missing (N)	Missing (%)
PreAch	256	13	4.8
PreAtt	256	13	4.8
PostAch	261	8	3
PostAtt	261	8	3
RetentionAch	265	4	1.5
RetentionAtt	265	4	1.5
Gender	269	0	0
FTCG	269	0	0
School	269	0	0

There were 8 missing values during the administration of the post-tests and 4 missing values during the administration of the retention-tests. In the case of missing values of the dependent variables, there were totally 12 missing values, which constitute 4.5% of the sample, for the dependent variables of the current study. Then, students who did not enter all the post-tests and retention-tests were excluded from the study.

Missing item analysis was considered for remained 257 students. For both PostAch and RetentionAch tests, students who had total point scores of unanswered items are equal or greater than 25 were considered as missing. That is, students who did not answer more than 25% of the test items for both PostAch and RetentionAch were excluded from the study. There were 7 students at post-test and 2 students at retention-test. Then, these 9 students' (3.5%) scores were dropped from the statistical analysis and number of students, who entered both post and retention tests were decreased to 250. For PreAch test, students who had total point scores of unanswered items are equal or greater than 50 were considered as missing. That is, students who did not answer more than 50% of the test items for PreAch were considered as not participated to this test. Then, 26 students' (10.1%) scores were deleted, marked as not participated to the PreAch test. Then, missing data analysis was conducted with 250 students. For attitude tests, students who marked same choice other than 1 were considered as missing and there were 4 students at only retention-test. As a result, analyses were carried out using the data of these 250 students. Missing values of all the variables in this case are indicated in Table 4.2.

As seen in the table, 14.8 percent of all pre-test scores were missing and it could not be ignored. As suggested by Tabachnick and Fidell (2007, p.63), for missing data in the PreAch and PreAtt, dummy variables were created and independent samples t-test was conducted. By this way, created dummy variables represent these missing independent variables data (0=data not missing, 1=data missing). There were no significant mean differences between students who entered the pretests and who missed the pretests on the all post and retention tests scores. Therefore, it was not necessary to

use the dummy variable as an independent variable for the analysis of data. In addition, the researcher replaced missing data with the corresponding series mean.

Table 4.2 Missing values of the data used in the analyses

Variables	Present (N)	Missing (N)	Missing (%)
PreAch	213	37	14.8
PreAtt	213	37	14.8
PostAch	250	0	0
PostAtt	250	0	0
RetentionAch	250	0	0
RetentionAtt	250	0	0
Gender	250	0	0
FTCG	250	0	0
School	250	0	0

4.2 Descriptive Statistics

After missing data were replaced with the series mean values for the PreAch and PreAtt, descriptive statistics of pre, post and retention-test scores on the achievement and attitude tests were computed for each level of the group membership and interaction among group membership independent variables, by considering the 2x2 factorial experimental design of this study. Table 4.3 represents the descriptive statistics for the PreAch, PostAch, RetentionAch, according to each level of the group membership independent variables.

Students may get a minimum score of zero and a maximum score of 94 from the achievement test. The PreAch scores in all groups are approximately equal to each other. The overall mean score of groups is 19.29, which is 20% of the possible maximum score. This may be the result of students' previous knowledge about the energy, originated from primary school teachings. Moreover, the guessing on the multiple-choice items can be effected on this situation. By considering PostAch, all groups are

slightly different to each other and the overall mean scores of groups is 56.94, which is 60% of the possible maximum score. This is the effect of both teaching method and simulation use because that both inquiry group and 'with simulation' group students seemed more successful than the others did. For RetentionAch test, there are also differences on mean scores among all groups, and the overall mean score of groups is 54.14, which is 57% of the possible maximum score. As a result, the inquiry group has the highest PostAch and RetentionAch mean scores compared to the other groups. The 'with simulation' group has higher PostAch and RetentionAch mean scores than the expository and the 'without simulation' groups. Skewness and kurtosis values are in range between -2 and +2 for pre, post and retention-tests. Then, all distributions can be accepted as approximately normal distribution(George & Mallery, 2003, pp. 98-99).

Table 4.3 Descriptive statistics for the PreAch, PostAch, RetentionAch according to each level of the group membership independent variables

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis
PreAch							
Inquiry	127	11.00	28.00	19.756	3.688	.209	-.281
Expository	123	11.00	26.00	18.807	3.125	.004	.069
With Simulation	125	11.00	28.00	19.294	4.139	.140	-.551
Without Simulation	125	14.00	25.00	19.284	2.598	.356	-.160
Total	250	11.00	28.00	19.289	3.449	.197	-.035
PostAch							
Inquiry	127	41.0	81.0	60.390	8.586	.140	-.441
Expository	123	36.0	70.0	53.378	7.084	-.179	-.299
With Simulation	125	36.0	81.0	58.188	9.217	.291	-.280
Without Simulation	125	37.0	74.0	55.692	7.808	-.090	-.248
Total	250	36.0	81.0	56.940	8.616	.213	-.082
RetentionAch							
Inquiry	127	41.0	81.0	58.854	9.258	.207	-.558
Expository	123	29.0	66.0	49.280	7.766	-.148	-.249
With Simulation	125	33.0	81.0	55.800	10.204	.340	-.443
Without Simulation	125	29.0	77.0	52.488	9.108	-.008	.027
Total	250	29.0	81.0	54.144	9.794	.243	-.098

Associated with the main effects, there is much difference between the mean scores of the groups with inquiry and expository at post-test (60.390 and 53.378, respectively) and retention test (58.854 and 49.280, respectively). Moreover, there is a little difference between the mean scores of the groups 'with simulation' and 'without simulation' at post-test (58.188 and 55.692, respectively) and retention-test (55.800 and 52.488, respectively). As a result, in terms of teaching method and simulation use, there are significant main effects on achievement expected as a result of inferential statistics.

Table 4.4 represents the descriptive statistics for the PreAtt, PostAtt, RetentionAtt with respect to each level of the group membership independent variables.

Table 4.4 Descriptive statistics for the PreAtt, PostAtt, RetentionAtt according to each level of the group membership independent variables

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis
PreAtt							
Inquiry	127	31.0	104.0	65.825	16.399	.088	-.574
Expository	123	28.0	105.0	67.525	15.526	-.026	-.035
With Simulation	125	28.0	97.0	65.495	15.392	-.161	-.357
Without Simulation	125	33.0	105.0	67.828	16.499	.154	-.442
Total	250	28.0	105.0	66.661	15.966	.028	-.358
PostAtt							
Inquiry	127	42	73	56.60	6.923	.223	-.676
Expository	123	41	73	57.02	6.498	.175	-.193
With Simulation	125	41	71	56.20	6.294	.118	-.257
Without Simulation	125	42	73	57.41	7.070	.199	-.703
Total	250	41	73	56.80	6.707	.195	-.478
RetentionAtt							
Inquiry	127	24	102	59.84	16.464	.181	-.229
Expository	123	24	97	60.05	16.710	-.248	-.379
With Simulation	125	24	97	60.27	16.866	-.066	-.499
Without Simulation	125	24	102	59.62	16.293	-.004	-.095
Total	250	24	102	59.94	16.552	-.034	-.328

The minimum and maximum scores that students may get from the attitude scale are in range between 24 and 120. For PreAtt, the overall mean score of groups is 66.66, which is 55% of possible maximum score. For PostAch, the overall mean score of groups is 56.80, which is 47% of possible maximum score and the overall mean score of groups is 59.94 for RetentionAtt, which is 50% of possible maximum score. Then, the mean scores of each level of independent variables with respect to the PreAtt, PostAtt and RetentionAtt are very close to each other. As seen in Table 4.4, the overall mean scores of groups has 9.86 point decrease from pre-test to post-test. On the other hand, for the overall there is a slightly mean increase from post-test to retention-test. It is about 3.14 point increase in their level of attitude from post-test to retention-test. Moreover, all skewness and kurtosis values are in range between -2 and +2 for pre, post and retention-tests. Then, it can be said that the distributions of the attitude scale scores are normal.

Associated with the main effects, there is no much difference between the mean scores of the groups with inquiry and expository at post-test (56.60 and 57.02, respectively) and retention test (59.84 and 60.05, respectively). Additionally, there is no much difference between the mean scores of the groups 'with simulation' and 'without simulation' at post-test (56.20 and 57.41, respectively) and retention-test (60.27 and 59.62, respectively). Consequently, in terms of teaching method and simulation use, there is any significant main effects on attitude are not expected as a result of inferential statistics.

Figure 4.1, 4.2, 4.3, and 4.4 show the histograms with normal curves for pre, post and retention-test on the achievement and attitude for each level of the group membership independent variables. These are also evidence for normal distribution of the dependent variables.

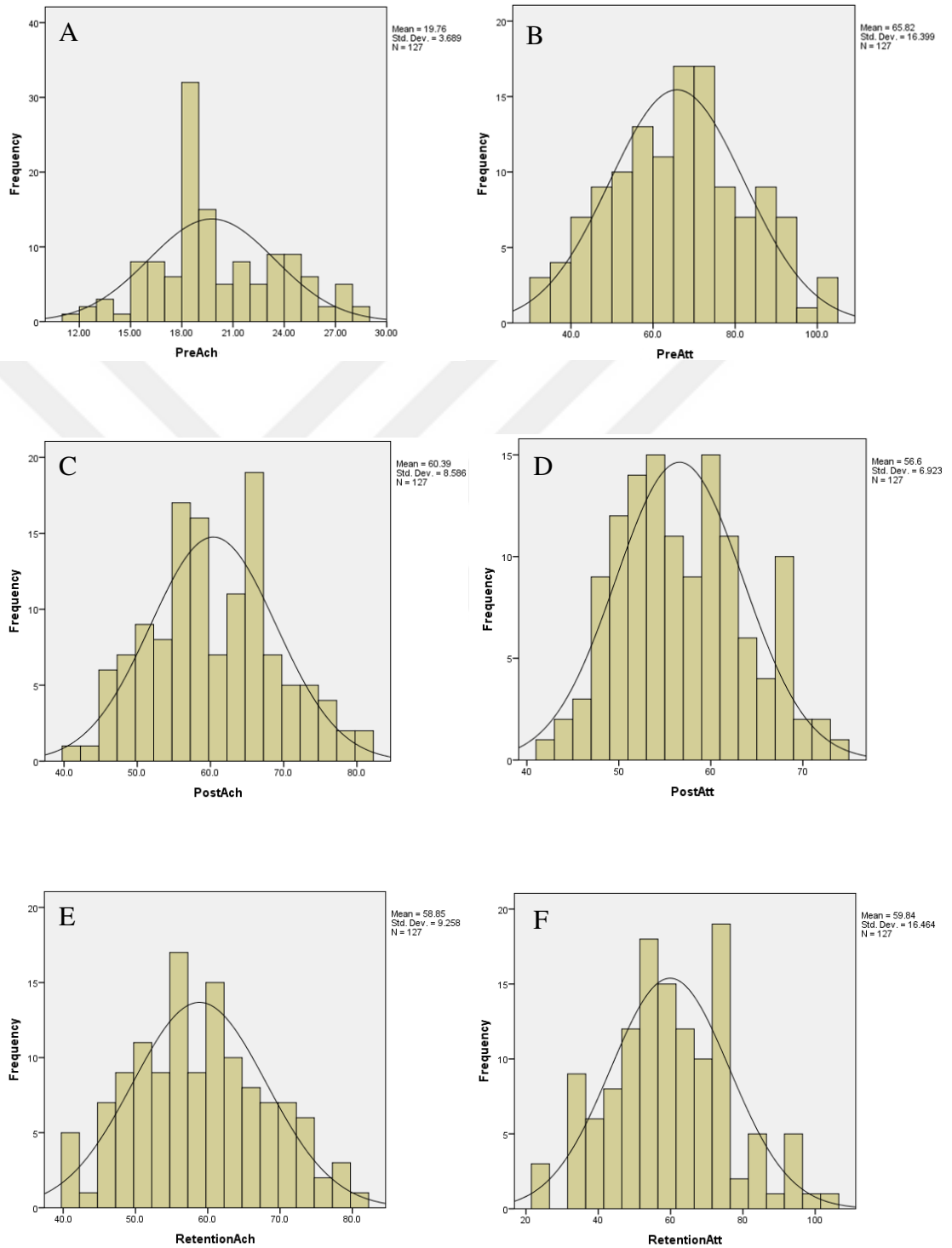


Figure 4.1 Histograms with normal curves for inquiry group of pre, post and retention-test on the achievement and attitude

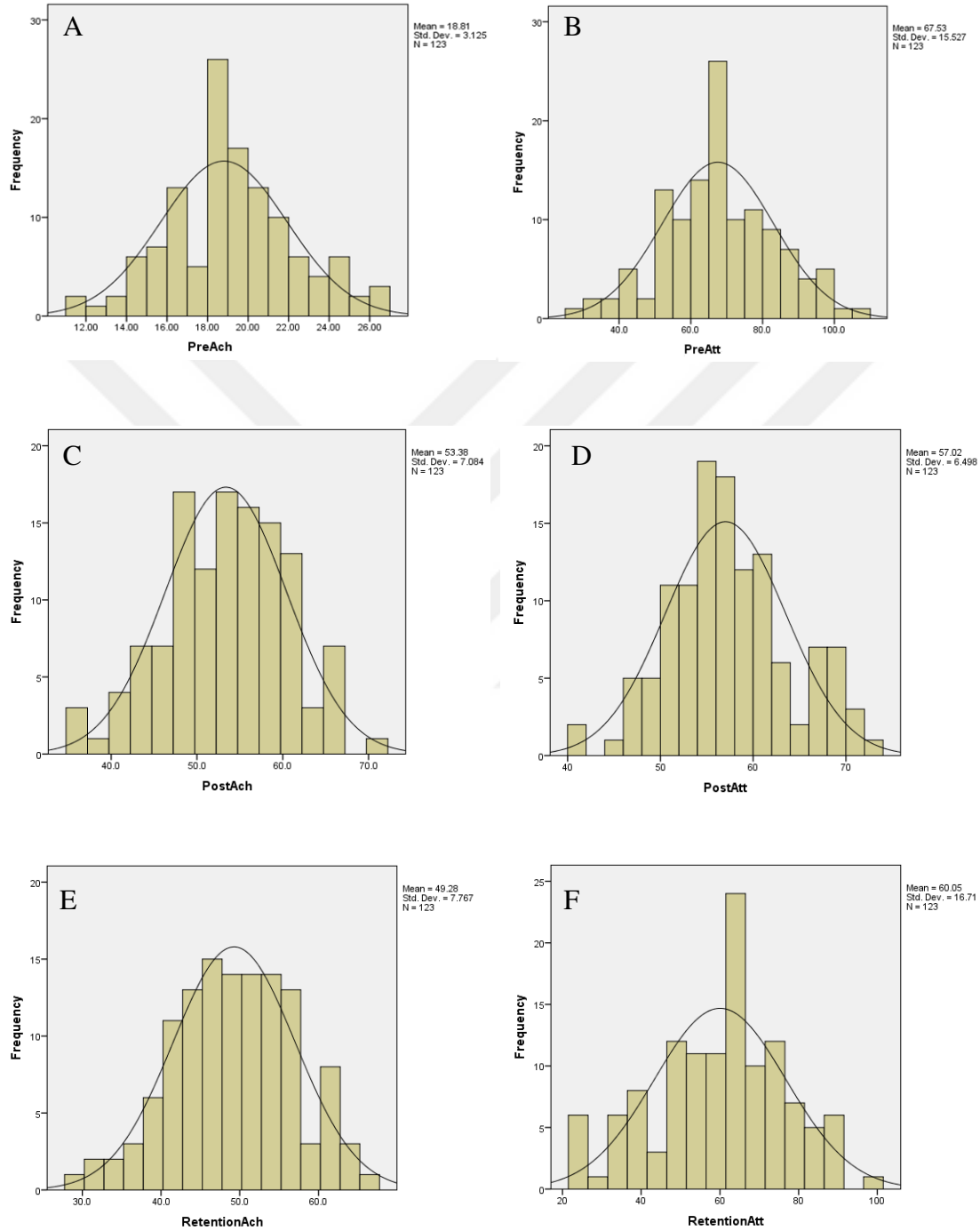


Figure 4.2 Histograms with normal curves for expository group of pre, post and retention-test on the achievement and attitude

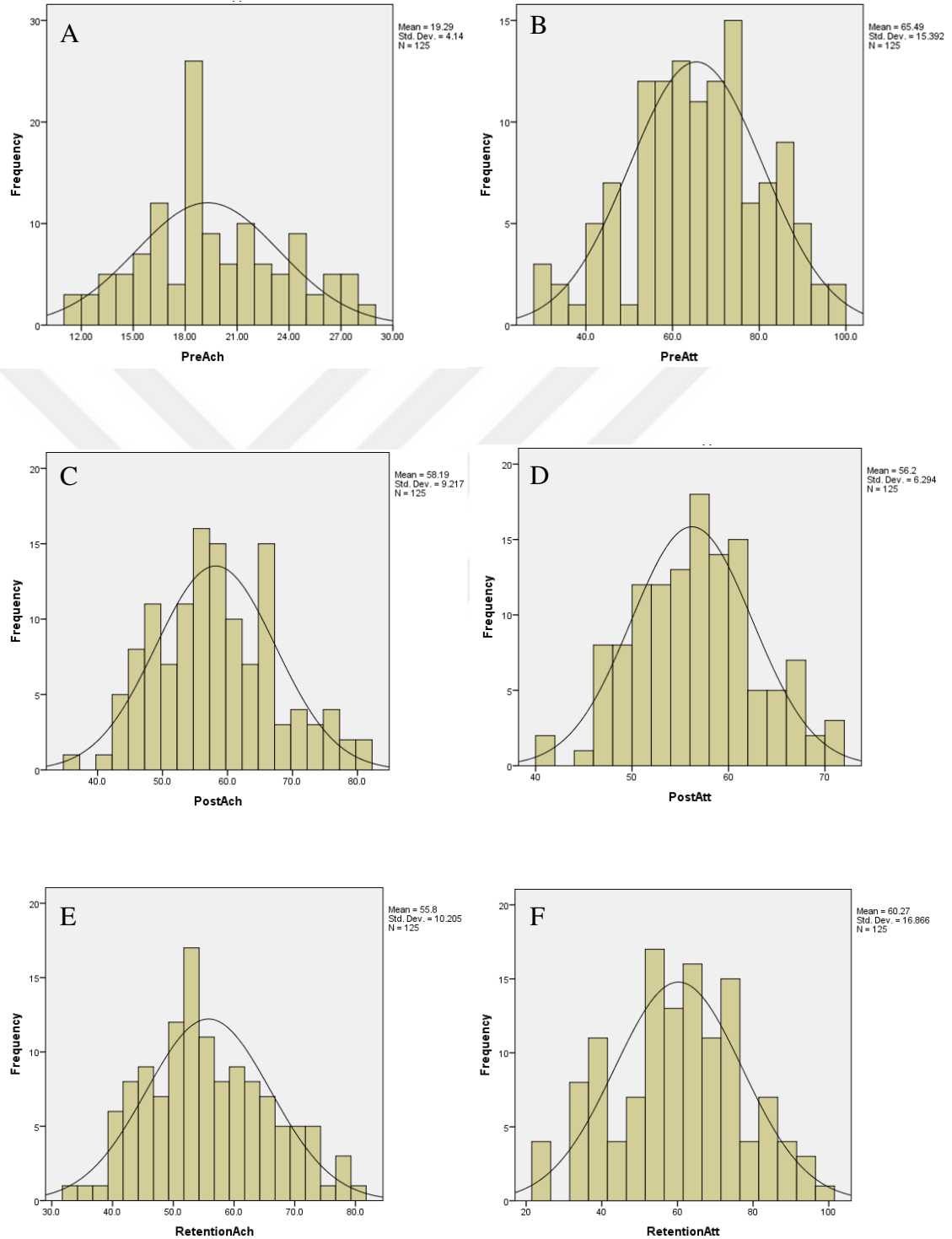


Figure 4.3 Histograms with normal curves for ‘with simulation’ group of pre, post and retention-test on the achievement and attitude

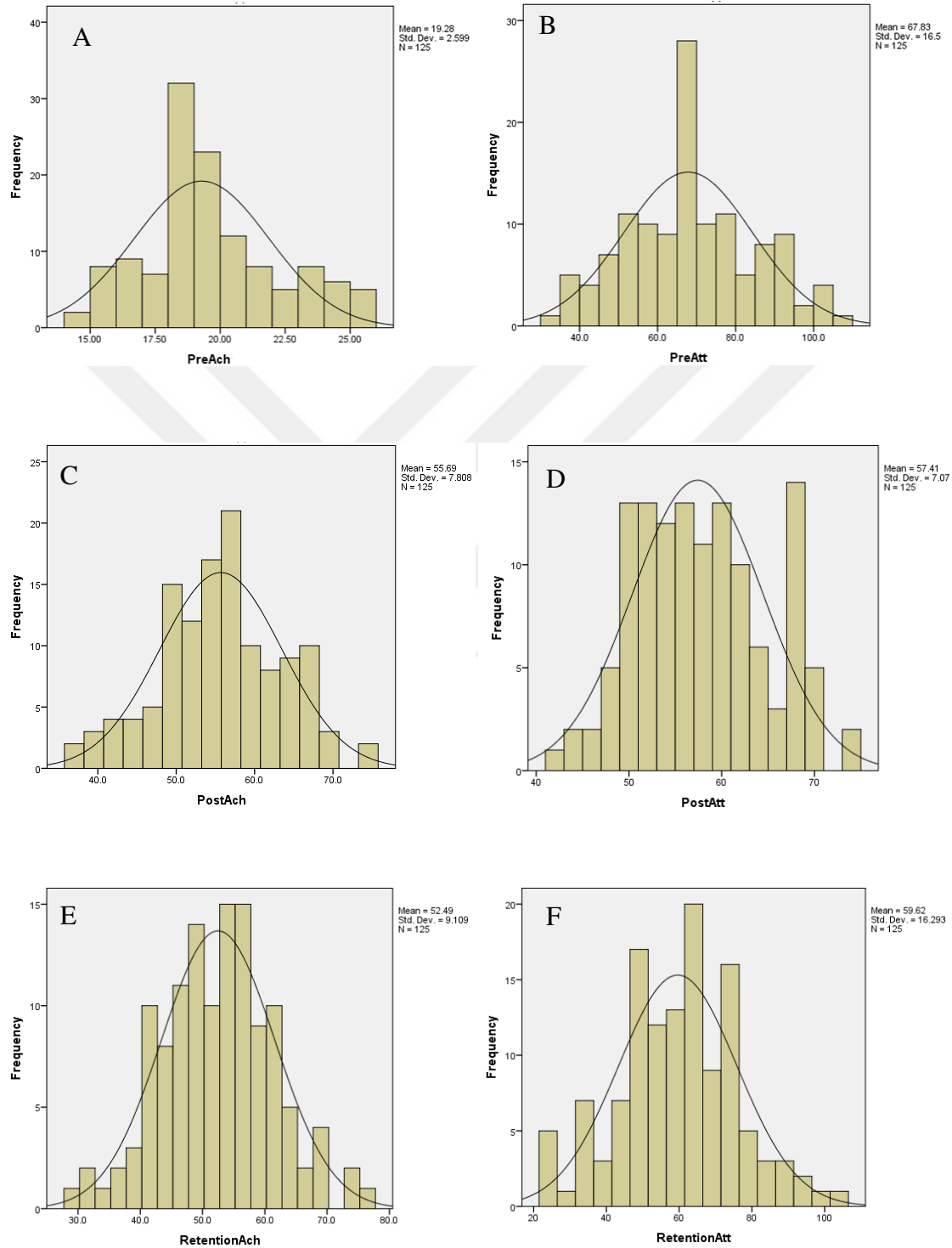


Figure 4.4 Histograms with normal curves for ‘without simulation’ group of pre, post and retention-test on the achievement and attitude

The effect sizes for each level of group membership independent variables on the achievement and attitude tests are represented in Table 4.5 and Table 4.6, respectively. Both group and student gain scores between two measurement points on the same variable were used to measure the effect sizes, separately. For these measurements, Cohen's d was used and Cohen suggested that $d= 0.2$ be considered a 'small' effect size, 0.5 represents a 'medium' effect size and 0.8 a 'large' effect size. According to Table 4.5, effect sizes of all groups on the achievement scores are between 9.39 and 14.01 for the group gain scores and between 3.91 and 4.44 for the student gain scores. It can be said that there is a very large effect size for all groups on the achievement scores. On the contrary, the effect sizes of all groups on the attitude scores are negative close to zero. Then, there is no effect on the attitude scores in terms of both group and student gain scores (posttest-pretest). By considering Table 4.6, effect sizes of all groups on the attitude scores are between 0.31 and 0.65 for the group gain scores and between 0.12 and 0.23 for the student gain scores. Then, it can be said that although there is a medium effect size for all groups on the attitude scores in terms of the group gain scores, there is small effect size for all groups on the attitude scores in terms of the student gain scores. In contrast, there is no effect on the achievement scores in terms of both group and student gain scores (retentiontest-posttest) since effect sizes are negative close to zero.

Table 4.5 Effect sizes between posttest and pretest scores for students' achievement and attitude according to the each level of group membership independent variables

Test	Group	Effect Size (GroupGainScore _{posttest-pretest} /SD _{pre})	Effect Size (StudentGainScore _{posttest- pretest} /SD _{Gainscore})
Achievement	inquiry	11.01	4.44
	expository	11.06	4.04
	with simulation	9.39	4.2
	without simulation	14.01	3.91
Attitude	inquiry	-0.56	-0.52
	expository	-0.68	-0.63
	with simulation	-0.60	-0.57
	without simulation	-0.63	-0.58

Table 4.6 Effect sizes between retentiontest and posttest scores for students' achievement and attitude according to the each level of group membership independent variables

Test	Group	Effect size (GroupGainScore _{posttest-pretest} /SD _{pre})	Effect Size (StudentGainScore _{posttest- pretest} /SD _{Gainscore})
Achievement	inquiry	-0.18	-0.61
	expository	-0.58	-0.99
	with simulation	-0.26	-0.74
	without simulation	-0.41	-0.8
Attitude	inquiry	0.47	0.18
	expository	0.47	0.17
	with simulation	0.65	0.23
	without simulation	0.31	0.12

Moreover, the effect sizes were also calculated for the mean differences between related groups on post-test and retention-test scores. The effect sizes of related groups on the achievement and attitude tests are represented in Table 4.7 and Table 4.8, respectively. Between inquiry and expository groups, although there is a large to very large effect size for both post and retention achievement scores, no effect for both post and retention attitude scores. Between 'with simulation' and 'without simulation' groups, while there is a small effect size for both post and retention achievement scores, no effect for both post and retention attitude scores. When the effect sizes of related groups on the achievement test were compared, it is seen that although the effect sizes between 'with simulation' and 'without simulation' groups on post-test and retention-test scores are very closer to each other, the effect sizes between inquiry and expository groups on post-test and retention-test scores clearly points out how large differences are.

Table 4.7 Effect sizes between inquiry and expository groups on post-test and retention-test scores

Test	Mean difference (mean _{inq.} – mean _{exp.})	Effect size (Mean difference/SD _{exp.})
Post-Achievement	7.01	0.99
Post-Attitude	-0.42	-0.06
Retention-Achievement	9.57	1.23
Retention-Attitude	-0.21	-0.01

Table 4.8 Effect sizes between ‘with simulation’ and ‘without simulation’ groups on post-test and retention-test scores

Test	Mean difference ($\text{mean}_{\text{withsimulation}} - \text{mean}_{\text{withoutsimulation}}$)	Effect size (Mean difference/ $\text{SD}_{\text{withoutsimulation}}$)
Post-Achievement	2.50	0.32
Post-Attitude	-1.21	-0.17
Retention-Achievement	3.31	0.36
Retention-Attitude	0.65	0.04

As mentioned at the beginning of this section, descriptive statistics of pre, post and retention-test scores on the achievement and attitude tests were also computed for each level of the interactions among the group membership independent variables. Table 4.9 represents the descriptive statistics for the PreAch, PostAch, RetentionAch with respect to each level of the interactions among the independent variables.

Table 4.9 Descriptive statistics for the PreAch, PostAch, RetentionAch according to each level of the interactions among the group membership independent variables

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis
PreAch							
Inquiry Enriched	65	11.00	28.00	19.973	4.371	.037	-.661
Inquiry	62	15.00	25.00	19.528	2.820	.488	-.535
Expository Enriched	60	11.00	26.00	18.558	3.772	.127	-.456
Expository	63	14.00	24.00	19.044	2.357	.010	.080
Total	250	11.00	28.00	19.289	3.449	.197	-.035
PostAch							
Inquiry Enriched	65	41.0	81.0	62.800	8.980	-.115	-.233
Inquiry	62	45.0	74.0	57.863	7.415	.179	-.793
Expository Enriched	60	36.0	67.0	53.192	6.499	.000	-.276
Expository	63	37.0	70.0	53.556	7.648	-.304	-.332
Total	250	36.0	81.0	56.940	8.616	.213	-.082
RetentionAch							
Inquiry Enriched	65	41.5	81.0	61.938	8.933	.060	-.564
Inquiry	62	41.0	77.0	55.621	8.517	.373	-.327
Expository Enriched	60	33.0	65.0	49.150	6.768	.221	.151
Expository	63	29.0	66.0	49.405	8.664	-.331	-.528
Total	250	29.0	81.0	54.144	9.794	.243	-.098

If the interaction is investigated, there is a significant interaction between teaching method and simulation use because groups with inquiry methods seem to differ in ‘with simulation’ and ‘without simulation’ groups at post-test (62.800 and 57.863, respectively) and retention-test (61.938 and 55.621, respectively) while groups with expository do not seem to differ at post-test (53.192 and 53.556, respectively) and at retention-test (49.150 and 49.405, respectively). Then, simulation use may have worked with the inquiry method in increasing achievement of physics content. Consequently, the teaching method-simulation use interaction on achievement scores is expected to be significant in inferential statistics.

Table 4.10 represents the descriptive statistics for the PreAtt, PostAtt, RetentionAtt with respect to each level of the interactions among the group membership independent variables.

Table 4.10 Descriptive statistics for the PreAtt, PostAtt, RetentionAtt according to each level of the interactions among the group membership independent variables

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis
PreAtt							
Inquiry Enriched	65	31.0	91.0	64.260	14.696	-.121	-.574
Inquiry	62	33.0	104.0	67.466	17.987	.116	-.771
Expository Enriched	60	28.0	97.0	66.832	16.128	-.243	-.130
Expository	63	35.0	105.0	68.185	15.030	.249	.059
Total	250	28.0	105.0	66.661	15.966	.028	-.358
PostAtt							
Inquiry Enriched	65	46	71	56.42	6.090	.345	-.488
Inquiry	62	42	73	56.79	7.746	.130	-.904
Expository Enriched	60	41	70	55.97	6.551	-.063	-.076
Expository	63	47	73	58.02	6.339	.475	-.626
Total	250	41	73	56.80	6.707	.195	-.478
RetentionAtt							
Inquiry Enriched	65	24	97	59.85	16.722	.119	-.240
Inquiry	62	25	102	59.84	16.325	.257	-.133
Expository Enriched	60	24	91	60.73	17.150	-.258	-.657
Expository	63	24	97	59.40	16.390	-.257	.005
Total	250	24	102	59.94	16.552	-.034	-.328

If the interaction is investigated, groups with inquiry and expository methods do not seem to differ in both 'with simulation' and 'without simulation' groups. In 'without simulation' groups, mean scores are 56.79 at post-test and 59.84 at retention-test for inquiry group and 58.02 at post-test and 59.40 at retention-test for expository group. Similarly, they are 56.42 at post-test and 59.85 at retention-test for inquiry group and 55.97 at post-test and 60.73 at retention-test for expository group in the 'with simulation' groups. Therefore, the teaching method-simulation use interaction on attitude scores is expected to be non-significant in inferential statistics.

Figure 4.5, 4.6, 4.7, and 4.8 show the histograms with normal curves for pre, post and retention-test on the achievement and attitude for each level of the interactions among the group membership independent variables. These are also evidence for normal distribution of the dependent variables.

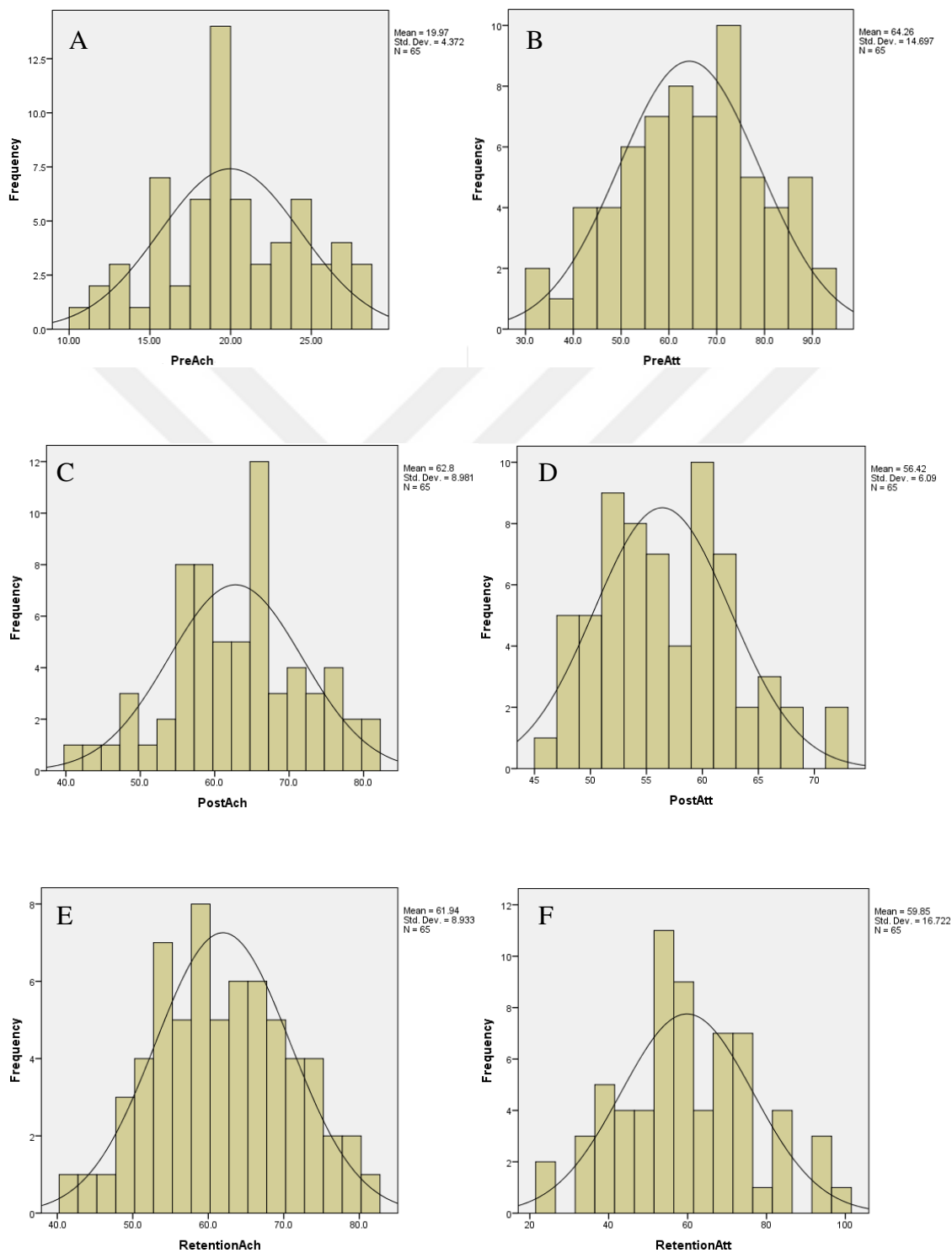


Figure 4.5 Histograms with normal curves for inquiry enriched method group of pre, post and retention-test on the achievement and attitude

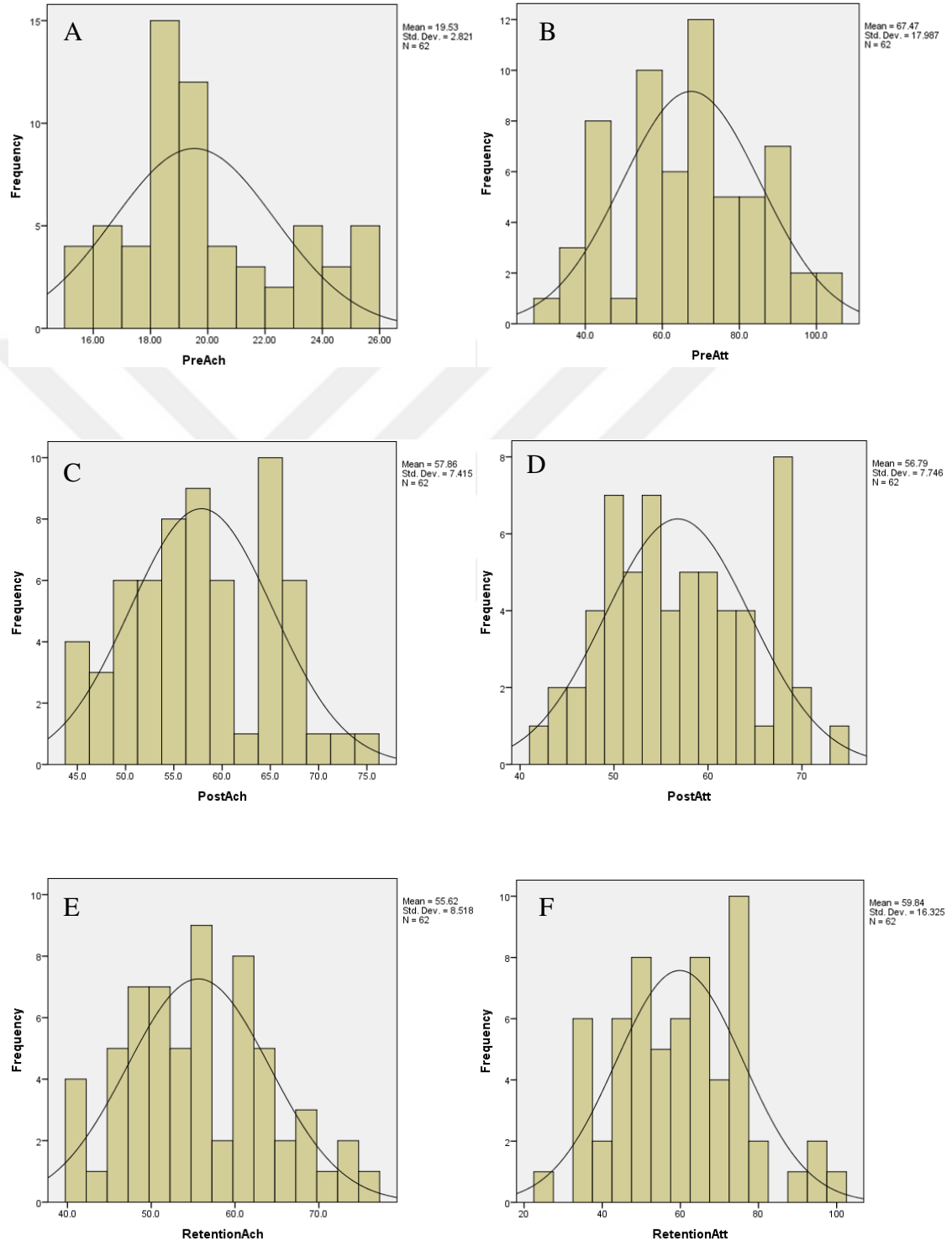


Figure 4.6 Histograms with normal curves for inquiry method group of pre, post and retention-test on the achievement and attitude

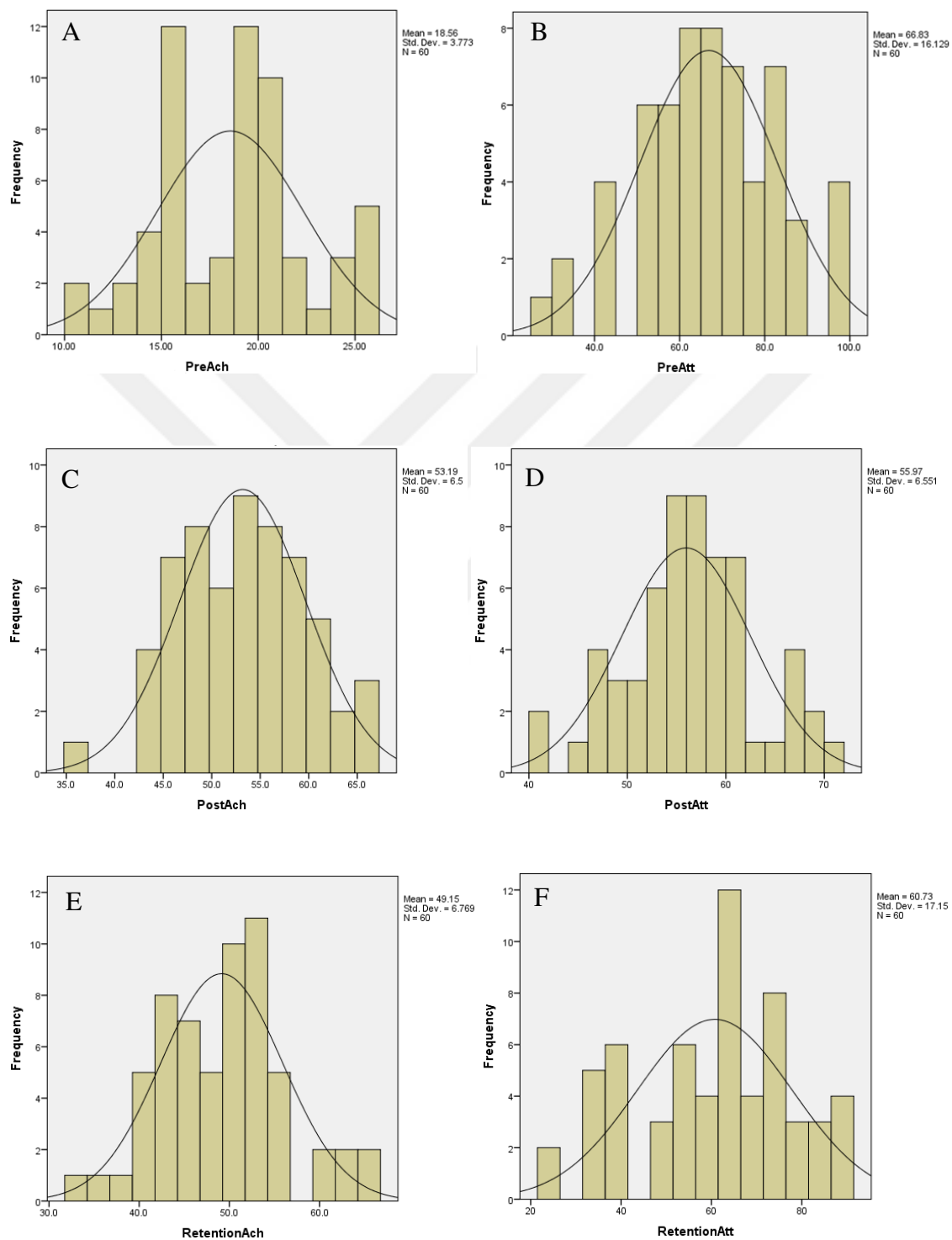


Figure 4.7 Histograms with normal curves for expository enriched method group of pre, post and retention-test on the achievement and attitude

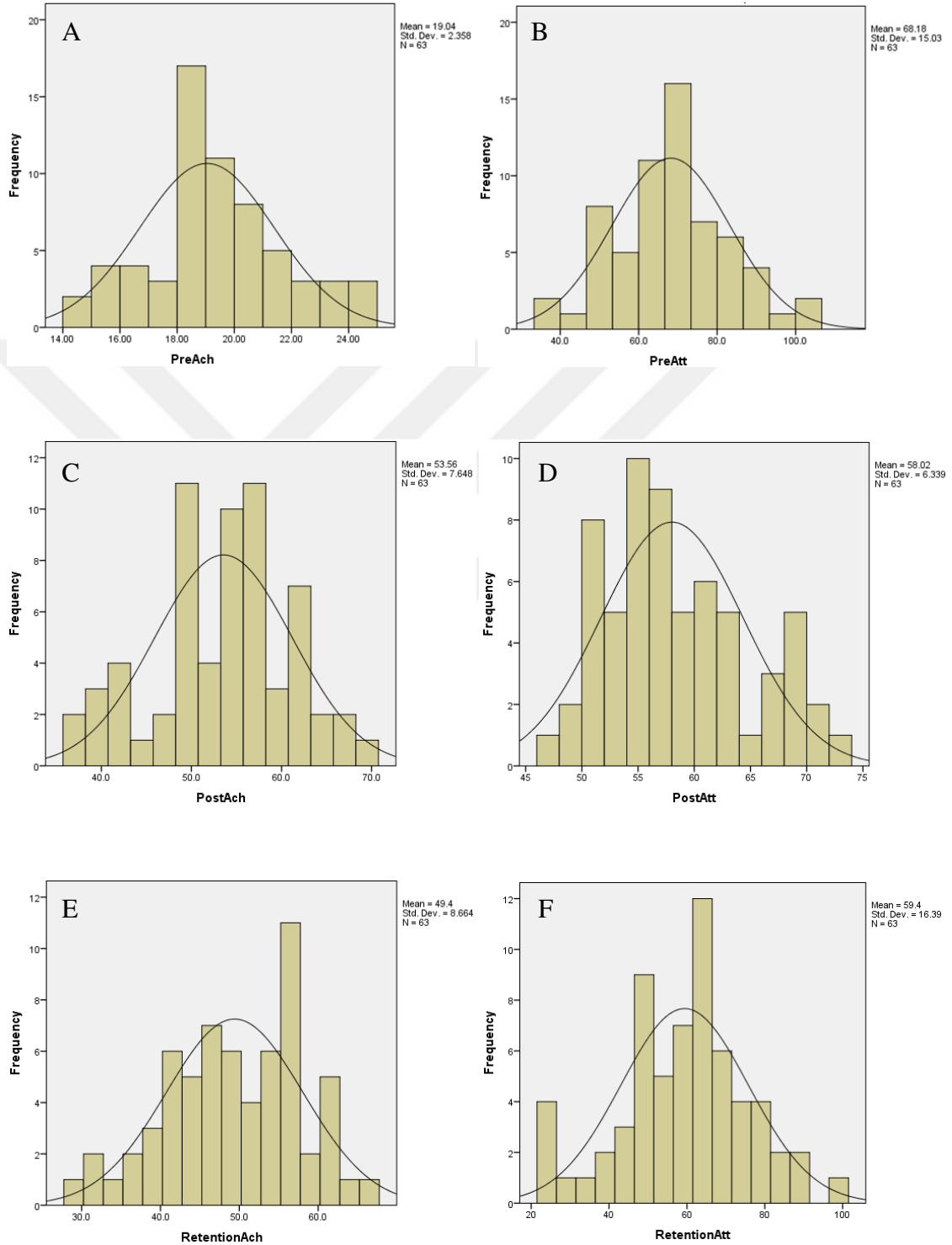


Figure 4.8 Histograms with normal curves for expository method group of pre, post and retention-test on the achievement and attitude

The effect sizes for teaching method-simulation use interactions on the achievement and attitude tests are represented in Table 4.11 and Table 4.12, respectively. According to Table 4.11, it can be said that there is a very large effect size between posttest and pretest scores for all interactions on the achievement scores, but no effect on the attitude scores in terms of both group and student gain scores.

Table 4.11 Effect sizes between posttest and pretest scores for students' achievement and attitude according to the group membership interactions

Test	Group	Effect Size	Effect Size
		(GroupGainScore _{posttest-pretest} /SD _{pre})	(StudentGainScore _{posttest-pretest} /SD _{Gainscore})
Achievement	inquiry enriched	9.80	4.5
	inquiry	13.59	4.6
	expository	9.18	4.79
	enriched		
	expository	14.64	3.54
Attitude	inquiry enriched	-0.53	-0.51
	inquiry	-0.59	-0.53
	expository	-0.63	-0.63
	enriched		
	expository	-0.68	-0.63

Table 4.12 Effect sizes between retentiontest and posttest scores for students' achievement and attitude according to the group membership interactions

Test	Group	Effect size	Effect Size
		(GroupGainScore _{posttest-pretest} /SD _{pre})	(StudentGainScore _{posttest-pretest} /SD _{Gainscore})
Achievement	inquiry enriched	-0.1	-0.40
	inquiry	-0.30	-0.84
	expository	-0.62	-1.20
	enriched		
	expository	-0.54	-0.87
Attitude	inquiry enriched	0.56	0.19
	inquiry	0.39	0.17
	expository	0.73	0.28
	enriched		
	expository	0.21	0.08

By considering Table 4.12, although there is no effect on the achievement scores in terms of both group and student gain scores (retentiontest-posttest), there is a medium effect size between posttest and retentiontest scores for all interactions on the attitude score for the group gain scores and a small effect size for the student gain scores.

Moreover, the effect sizes were also calculated for the mean differences between related interactions (inquiry enriched-inquiry and expository enriched-expository) on post-test and retention-test scores. The effect sizes of related interactions on the achievement and attitude tests are represented in Table 4.13 and Table 4.14, respectively. Between inquiry enriched and inquiry interactions, although there is a large effect size for both post and retention achievement scores, no effect for both post and retention attitude scores. Between expository enriched and expository interactions, there is no effect for both post and retention achievement and attitude scores.

Table 4.13 Effect sizes between inquiry enriched and inquiry groups membership interaction on post-test and retention-test scores

Test	Effect size (Mean difference/ $SD_{\text{inq.}}$)
Post-Achievement	0.67
Post-Attitude	-0.05
Retention-Achievement	0.74
Retention-Attitude	0.0006

Table 4.14 Effect sizes between expository enriched and expository groups membership interaction on post-test and retention-test scores

Test	Effect size (Mean difference/ $SD_{\text{exp.}}$)
Post-Achievement	-0.05
Post-Attitude	-0.32
Retention-Achievement	-0.03
Retention-Attitude	0.08

4.3 Inferential Statistics

As it is known, parametric techniques are more powerful than the non-parametric alternatives when the researcher satisfies the assumptions they require and hence much more likely to reveal a true difference or relationship if one really exists. However, if the assumptions are not met, the non-parametric techniques may be more powerful. In order to analyze data of this study in inferential statistics, it was planned to use both parametric and non-parametric techniques. It was found that both parametric and non-parametric results were consistent. Then, the interpretation of the finding results were reinforced as recommended by Frankel, Wallen, and Hyun (2012, p.259).

In this section, firstly, covariates were determined. Secondly, homogeneity of regression was checked through the use of Multivariate Regression Correlation (MRC) analysis and statistical model MANCOVA was performed to test the null hypotheses of this study. Later, the results of the MANCOVA and follow-up ANCOVAs were discussed. Finally, non-parametric analysis results were given.

4.3.1 Determination of Covariates

In order to specify which independent variables can be used as covariates, the independent variables should be significantly correlated at least one of the dependent variables and correlations between the possible covariates should be less than 0.80 (Stevens, 2009, p. 292; Tabachnick & Fidell, 2007, p. 211). Then, correlations between potential covariates and dependent variables in the study were calculated. The results are presented in Table 4.15. As seen in Table 4.15, FTPCG and PreAch independent variables had a significant correlation with at least one of the post-test dependent variables. The results showed that FTPCG and PreAch had significant correlation with PostAch. In addition, correlations among these independent variables are less than 0.80. Then, FTPCG and PreAch can be used as covariates for post-test dependent variables for the following inferential statistics.

Table 4.15 Correlations between potential covariates and dependent variables

Variables	Gender	FTP CG	PreAch	PreAtt	PostAch	PostAtt	RetentionAch
FTP CG	.059						
PreAch	-.011	.143 [*]					
PreAtt	.100	-.105	-.105				
PostAch	-.041	.171 ^{**}	.160 [*]	-.042			
PostAtt	.106	.022	.058	.013	.006		
RetentionAch	-.064	.183 ^{**}	.166 ^{**}	-.066	.930 ^{**}	-.021	
RetentionAtt	.157 [*]	-.129 [*]	-.080	.387 ^{**}	-.060	-.029	-.038

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

According to the Table 4.15, gender, FTPCG, PreAch, PreAtt, and PostAch independent variables had a significant correlation with at least one of the retention-test dependent variables. The results showed that FTPCG had significant correlation with both RetentionAch and RetentionAtt; whereas Gender and PreAtt had significant correlation with only RetentionAtt; and PreAch and PostAch had significant correlation with only RetentionAch. In addition, correlations among these independent variables are less than 0.80. Then, gender, FTPCG, PreAch, PreAtt, and PostAch can be used as covariates for retention-test dependent variables for the following inferential statistics.

4.3.2 Homogeneity of Regression

In order to determine if MANCOVA can be performed to test the null hypotheses of this study, homogeneity of regression was checked through the use of MRC analysis. This analysis was conducted for both post and retention tests dependent variables. For post-test dependent variables (PostAch and PostAtt), covariates which are FTPCG and PreAch constituted Set A. Set B included group memberships that are method, simulation and method by simulation. These group memberships were represented by dummy coded variables in the data file. Set C covered interaction variables obtained by multiplying Set A and Set B. The results of MRC analyses for post-test dependent variables are shown in Table 4.16 and Table 4.17. According to these tables, there is no

significant interaction between covariates and group memberships for the PostAch and PostAtt.

Table 4.16 MRC results for homogeneity of regression for the PostAch

Model	Change Statistics for PostAch				
	R ² Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
Set A (Covariates)	.048	6.227	2	247	.002
Set B (Group memberships)	.204	22.166	3	244	.000
Set C (Set A*Set B)	.024	1.339	6	238	.241

Table 4.17 MRC results for homogeneity of regression for the PostAtt

Model	Change Statistics for PostAtt				
	R ² Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
Set A (Covariates)	.004	.436	2	247	.647
Set B (Group memberships)	.013	1.068	3	244	.363
Set C (Set A*Set B)	.017	.684	6	238	.663

For retention-test dependent variables (RetentionAch and RetentionAtt), covariates which are FTPCG, gender, PreAch, PreAtt, and PostAch constituted Set A. Set B included group memberships that are method, simulation and method by simulation. These group memberships were represented by dummy coded variables in the data file. Set C covered interaction variables obtained by multiplying Set A and Set B. The results of MRC analyses for retention-test dependent variables are shown in Table 4.18 and Table 4.19. According to these tables, there is no significant interaction between covariates and group memberships for the RetentionAch and RetentionAtt.

Table 4.18 MRC results for homogeneity of regression for the RetentionAch

Model	Change Statistics for RetentionAch				
	R ² Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
Set A (Covariates)	.867	318.948	5	244	.000
Set B (Group memberships)	.018	12.775	3	241	.000
Set C (Set A*Set B)	.005	.693	15	226	.791

Table 4.19 MRC results for homogeneity of regression for the RetentionAtt

Model	Change Statistics for RetentionAtt				
	R ² Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
Set A (Covariates)	.175	10.336	5	244	.000
Set B (Group memberships)	.003	.267	3	241	.849
Set C (Set A*Set B)	.051	.992	15	226	.465

As a result, homogeneity of regression was controlled for each dependent variables and it is found that the MANCOVA statistical model can be performed to test the null hypotheses of this study.

4.3.3 MANCOVA Model

As mentioned at the beginning of this section, it was planned to use both parametric and non-parametric statistical techniques to analyze data. Then, MANCOVA Model was directly used to test the null hypotheses aforementioned instead of checking the assumptions of MANCOVA. The dependent variables were post and retention-test scores of achievement and post and retention-test scores of attitude. The independent variables were teaching method (inquiry versus expository) and simulation use ('with simulation' versus 'without simulation'). The covariates were FTPCG and PreAch for post-test dependent variables and gender, FTPCG, PostAch, pretest scores of achievement (PreAch) and attitude (PreAtt) for retention-test dependent variables. Group membership with respect to two groups (inquiry or expository) was named here

as “Method” and two groups (‘with simulation’ or ‘without simulation’) was named here as “Simulation”. Then, both Method and Simulation used as fixed factor of this study.

4.3.3.1 Results of MANCOVA

Table 4.20 represents the results of MANCOVA Model for post-test dependent variables described at the above. As it is seen from the table, FTPCG, one of the covariates, contribute significantly to adjustment of the combined dependent variables of post-test scores of achievement and attitude (Wilks’ $\lambda = .956$, $F(2,243) = 5.627$, $p = .004$ for FTPCG).

Table 4.20 MANCOVA results for post-test dependent variables

Effect	Wilks' Lambda	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared	Observed Power
Intercept	.344	231.510	2.000	243.000	.000	.656	1.000
PreAch	.991	1.063	2.000	243.000	.347	.009	.235
FTPCG	.956	5.627	2.000	243.000	.004	.044	.856
Method	.823	26.166	2.000	243.000	.000	.177	1.000
Simulation	.968	4.064	2.000	243.000	.018	.032	.719
Method-Simulation Interaction	.966	4.286	2.000	243.000	.015	.034	.743

When the main effects are checked, there is evidence that differences in the combined dependent variables of post-test scores of achievement and attitude for method and simulation are statistically significant (Wilks’ $\lambda = .823$, $F(2,243) = 26.166$, $p = .000$ for Method, and Wilks’ $\lambda = .968$, $F(2,243) = 4.064$, $p = .018$ for Simulation). Therefore, there is a significant difference between mean combined scores of inquiry and expository students. Moreover, there is a significant difference between mean combined scores of the students in ‘with simulation’ and ‘without simulation’. Furthermore, the eta square value, 0.177 for Method indicates a medium effect size while .032 for Simulation

indicates a small effect size. Additionally, the observed power values, 1.000 for Method and 0.719 for Simulation, were larger than the pre-calculated power.

When the interaction effect is checked, there is evidence that method by simulation interaction is statistically significant (Wilks' $\lambda = .966$, $F(2,243) = 4.286$, $p = .015$). In addition, the eta square value, 0.034 for method by simulation indicates a small effect size.

Table 4.21 represents the results of MANCOVA Model for retention-test dependent variables described at the above. As it is seen from the table, all covariates except PreAch and Gender contribute significantly to adjustment of the combined dependent variables of achievement and attitude (Wilks' $\lambda = .973$, $F(2,240) = 3.322$, $p = .038$ for FTPCG, Wilks' $\lambda = .861$, $F(2,240) = 19.415$, $p = .000$ for PreAtt, and Wilks' $\lambda = .173$, $F(2,240) = 573.123$, $p = .000$ for PostAch).

Table 4.21 MANCOVA results for retention-test dependent variables

Effect	Wilks' Lambda	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared	Observed Power
Intercept	.913	11.437	2.000	240.000	.000	.087	.993
Gender	.975	3.017	2.000	240.000	.051	.025	.581
FTPCG	.973	3.322	2.000	240.000	.038	.027	.625
PreAch	.999	.099	2.000	240.000	.906	.001	.065
PreAtt	.861	19.415	2.000	240.000	.000	.139	1.000
PostAch	.173	573.123	2.000	240.000	.000	.827	1.000
Method	.876	17.002	2.000	240.000	.000	.124	1.000
Simulation	.983	2.053	2.000	240.000	.131	.017	.420
Method-Simulation Interaction	.988	1.418	2.000	240.000	.244	.012	.302

When the main effects are checked, there is evidence that differences in the combined dependent variables of retention-test scores of achievement and attitude for

method (Wilks' $\lambda = .876$, $F(2,240) = 17.002$, $p = .000$ for Method). In contrast, there is no differences in the combined dependent variables of retention-test scores of achievement and attitude for simulation (Wilks' $\lambda = .983$, $F(2,240) = 2.053$, $p = .131$ for Simulation). Therefore, there is a significant difference between mean combined scores of inquiry and expository students, the eta square value, 0.124 for Method indicates a medium effect size. Additionally, the observed power value, 1.000 for Method, was larger than the pre-calculated power.

When the interaction effect is checked, the method by simulation interaction for the combined dependent variables of retention-test scores was not statistically significant (Wilks' $\lambda = .988$, $F(2,240) = 1.418$, $p = .244$).

4.3.3.2 Results of Follow-up ANCOVA

Analysis of covariance (ANCOVA) was conducted as follow-up tests to the MANCOVA to test the outcomes of teaching method and simulation use as main effects and method by simulation as interaction effects on each dependent variable. Moreover, interaction plots are also investigated.

Table 4.22 presents the univariate ANCOVA results for post-test dependent variables. Since Bonferroni type adjustment is required for the inflated Type I error case of separate univariate tests instead of multivariate test, the alpha value, which is usually set at 0.05 level, is divided by the number of separate univariate tests (Tabachnick & Fidell, 2007, p. 270). Then the alpha (0.05) is divided to 2, which is the number of post-test dependent variables in this study. The new alpha is set at 0.025 levels for the univariate tests.

When we check the effects of the covariates on the dependent variables, FTPCG significantly contributes to adjustment of PostAch ($F(1,243) = 11.282$, $p = .001$). However, PreAch do not significantly contribute to adjustment of any dependent variables on the new alpha level 0.025.

Table 4.22 Follow-up ANCOVA results for post-test dependent variables

Source	Dependent Variable	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Observed Power
Corrected Model	PostAch	5	931.208	16.431	.000	.252	1.000
	PostAtt	5	36.821	.815	.540	.016	.291
Intercept	PostAch	1	9474.631	167.176	.000	.407	1.000
	PostAtt	1	13754.628	304.624	.000	.555	1.000
FTP CG	PostAch	1	639.375	11.282	.001	.044	.917
	PostAtt	1	1.556	.034	.853	.000	.054
PreAch	PostAch	1	78.956	1.393	.239	.006	.217
	PostAtt	1	34.924	.773	.380	.003	.141
Method	PostAch	1	2952.122	52.089	.000	.176	1.000
	PostAtt	1	14.400	.319	.573	.001	.087
Simulation	PostAch	1	342.091	6.036	.015	.024	.687
	PostAtt	1	91.001	2.015	.157	.008	.293
Method-Simulation Interaction	PostAch	1	443.596	7.827	.006	.031	.796
	PostAtt	1	38.760	.858	.355	.004	.152
Error	PostAch	244	56.674				
	PostAtt	244	45.153				
Total	PostAch	250					
	PostAtt	250					
Corrected Total	PostAch	249					
	PostAtt	249					

When the main effect of teaching method on each dependent variable are checked, there is evidence that inquiry and expository groups significantly differ in PostAch ($F(1,243) = 52.089$, $p = .000$). In addition, the eta square value, 0.176 for PostAch indicates a medium effect size. According to the main effect of simulation use on each dependent variable, we have evidence that there is significant difference between ‘with simulation’ and ‘without simulation’ groups based on the adjusted alpha level in PostAch ($F(1,243) = 6.036$, $p = .015$). Furthermore, the eta square values, 0.024 for PostAch indicates a small effect size. If the interactions are investigated, method by

simulation interactions for the PostAch is observed to be statistically significant ($F(1,243) = 7.827, p = .006$). Furthermore, the eta square value, 0.031 for PostAch indicates a small effect size.

Table 4.23 presents the univariate ANCOVA results for retention-test dependent variables. Since Bonferroni type adjustment is required for the inflated Type I error case of separate univariate tests instead of multivariate test, the alpha value, which is usually set at 0.05 level, is divided by the number of separate univariate tests (Tabachnick & Fidell, 2007, p. 270). Then the alpha (0.05) is divided to 2, which is the number of retention-test dependent variables in this study. The new alpha is set at 0.025 levels for the univariate tests.

When we check the effects of the covariates on the dependent variables, PreAtt ($F(1,240) = 37.894, p = .000$) is observed to significantly contribute to adjustment of RetentionAtt. PostAch significantly contributes to adjustment of RetentionAch ($F(1,240) = 1137.216, p = .000$). However, Gender, FTPCG, and PreAch do not significantly contribute to adjustment of any dependent variables on the new alpha level 0.025.

When the main effect of teaching method on each dependent variable are checked, there is evidence that inquiry and expository groups significantly differ in RetentionAch ($F(1,240) = 34.146, p = .000$). In addition, the eta square value, 0.124 for RetentionAch indicates a medium effect size. Since main effect of simulation use and interaction effect method by simulation for the retention-test dependent variables were observed to be statistically not significant by considering related MANCOVA results, there is no need to control these effects.

Table 4.23 Follow-up ANCOVA results for retention-test dependent variables

Source	Dependent Variable	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Observed Power
Corrected Model	RetentionAch	8	2643.940	232.993	.000	.886	1.000
	RetentionAtt	8	1513.835	6.502	.000	.178	1.000
Intercept	RetentionAch	1	15.536	1.369	.243	.006	.214
	RetentionAtt	1	4758.753	20.440	.000	.078	.995
Gender	RetentionAch	1	14.323	1.262	.262	.005	.201
	RetentionAtt	1	1005.573	4.319	.039	.018	.544
FTPCG	RetentionAch	1	47.921	4.223	.041	.017	.535
	RetentionAtt	1	437.363	1.879	.172	.008	.276
PreAch	RetentionAch	1	.007	.001	.981	.000	.050
	RetentionAtt	1	46.270	.199	.656	.001	.073
PreAtt	RetentionAch	1	2.616	.231	.632	.001	.077
	RetentionAtt	1	8822.414	37.894	.000	.136	1.000
PostAch	RetentionAch	1	12904.799	1137.216	.000	.825	1.000
	RetentionAtt	1	88.344	.379	.538	.002	.094
Method	RetentionAch	1	387.478	34.146	.000	.124	1.000
	RetentionAtt	1	69.194	.297	.586	.001	.084
Simulation	RetentionAch	1	43.272	3.813	.052	.016	.494
	RetentionAtt	1	125.086	.537	.464	.002	.113
Method-Simulation Interaction	RetentionAch	1	32.055	2.825	.094	.012	.388
	RetentionAtt	1	.001	.000	.999	.000	.050
Error	RetentionAch	241	11.348				
	RetentionAtt	241	232.816				
Total	RetentionAch	250					
	RetentionAtt	250					
Corrected Total	RetentionAch	249					
	RetentionAtt	249					

The adjusted means for the dependent variables at all groups are given in Table 4.24. The difference between both groups adjusted means was 6.96 for the PostAch and

9.499 for the RetentionAch at teaching method groups. In brief, the significant difference between inquiry and expository groups in achievement scores seems to be in favor of the inquiry group. In addition, the difference between both groups adjusted means of the PostAch is 2.35 and RetentionAch is 3.169 at simulation use groups. Then, the significant difference between ‘with simulation’ and ‘without simulation’ in both PostAch and RetentionAch seems to be in favor of the ‘with simulation’ group. At method-simulation use interaction groups, although the difference between inquiry enriched and inquiry groups adjusted means of the PostAch is 5.014 and RetentionAch is 6.484, expository enriched and expository groups seem not to differ at post-test and retention-test. Then, simulation use may have worked with the inquiry method in increasing achievement of physics content.

Table 4.24 Adjusted means for the PostAch and RetentionAch at all groups

Group	Dependent Variable	
	PostAch Mean	RetentionAch Mean
<i>Teaching Method</i>		
inquiry	60.332	58.778*
expository	53.372*	49.279*
<i>Simulation Use</i>		
with simulation	58.032*	55.613
without simulation	55.682*	52.444
<i>Method-Simulation Interaction</i>		
Inquiry Enriched	62.839*	62.020*
Inquiry	57.825	55.536*
Expository	53.206*	49.206*
Enriched	53.539	49.351
Expository		

*Adjusted mean that are equal or greater than preset mean.

To check whether there is a significant difference between these groups, post hoc analysis indicating multiple comparisons were conducted in the aim of determining which groups significantly differ from the other ones. According to Table 4.25, the inquiry enriched and inquiry groups significantly differ from the other ones for both PostAch and RetentionAch. On the other hand, this table indicates that there is no significant mean difference between expository enriched and expository groups for both PostAch and RetentionAch.

Table 4.25 Post hoc analysis for the PostAch and RetentionAch at the teaching method-simulation use interactions

Dependent Variable	(I) Group	(J) Group	Mean Difference (I-J)	Std. Error
PostAch	InqEnriched	Inquiry	4.9371 [*]	1.3692
		ExpEnriched	9.6083 [*]	1.3809
		Expository	9.2444 [*]	1.3637
	Inquiry	InqEnriched	-4.9371 [*]	1.3692
		ExpEnriched	4.6712 [*]	1.3968
		Expository	4.3073 [*]	1.3798
	ExpEnriched	InqEnriched	-9.6083 [*]	1.3809
		Inquiry	-4.6712 [*]	1.3968
		Expository	-.3639	1.3914
	Expository	InqEnriched	-9.2444 [*]	1.3637
		Inquiry	-4.3073 [*]	1.3798
		ExpEnriched	.3639	1.3914
RetentionAch	InqEnriched	Inquiry	6.3175 [*]	1.4710
		ExpEnriched	12.7885 [*]	1.4835
		Expository	12.5337 [*]	1.4650
	Inquiry	InqEnriched	-6.3175 [*]	1.4710
		ExpEnriched	6.4710 [*]	1.5006
		Expository	6.2162 [*]	1.4823
	ExpEnriched	InqEnriched	-12.7885 [*]	1.4835
		Inquiry	-6.4710 [*]	1.5006
		Expository	-.2548	1.4947
	Expository	InqEnriched	-12.5337 [*]	1.4650
		Inquiry	-6.2162 [*]	1.4823
		ExpEnriched	.2548	1.4947

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

The teaching method-simulation use interactions for each dependent variable are given in Figure 4.9. “1” indicates “inquiry” for method and “with simulation” for simulation. According to plot of post-test on achievement scores, inquiry method seems to be more effective in the ‘with simulation’ group. In other words, the students instructed ‘with simulation’ seem to work better with inquiry teaching method rather than expository method. Although the interaction effect for retention-test on achievement scores was not statistically significant, it was observed from the plot of retention-test on achievement scores that the effect of treatment continued more on interaction group than the other groups.

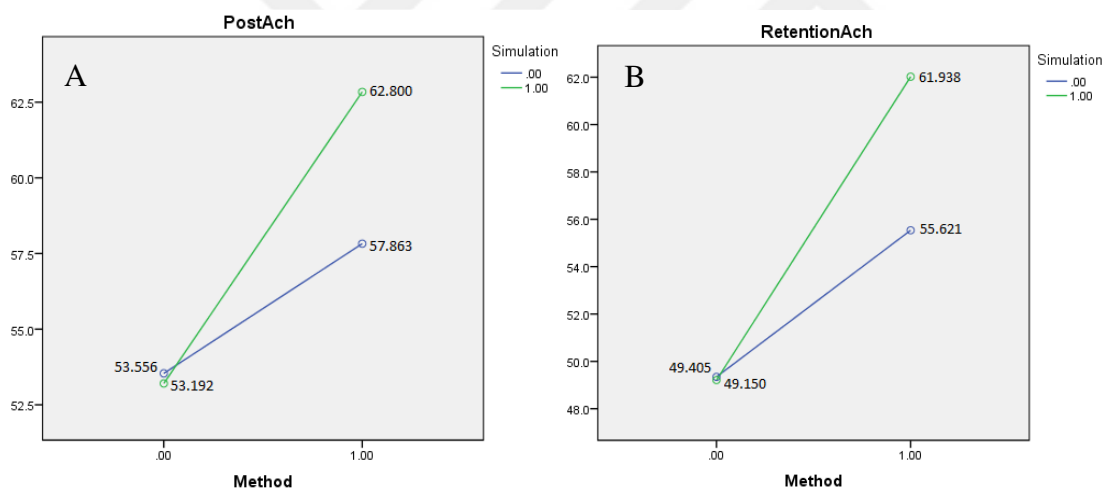


Figure 4.9 Teaching method-simulation use interaction plots for the PostAch and RetentionAch

4.3.4 Non-parametric Analysis

As mentioned before, a non-parametric analysis was also conducted in addition to the MANCOVA. If the both parametric and non-parametric results were consistent, the interpretation of the results will be reinforced. In order to test the difference between related measures, gain scores of related measures were calculated and Kruskal Wallis

Test was conducted to assess for significant differences on these gain score dependent variables by an independent variable.

For main effect of teaching method, the result of Kruskal Wallis Test for post and retention test on achievement and attitude scores can be seen in Table 4.26. According to this table, there was a significant population mean difference ($p = .000$) between the inquiry and expository groups on both $AchGain_{score_{Posttest-Pretest}}$ and $AchGain_{score_{Retentiontest-Posttest}}$. On the contrary, significant population mean difference ($p = .551$ and $p = .912$, respectively) was not found between the students instructed with inquiry and expository on both $AttGain$ scores. In addition, Table 4.27 represents the results of non-parametric analysis for post and retention test at simulation use on achievement and attitude scores.

Table 4.26 Results of non-parametric analysis for post and retention test scores at teaching method

	AchGain score Posttest-Pretest	AttGain score Posttest-Pretest	AchGain score Retentiontest-Posttest	AttGain score Retentiontest-Posttest
Chi-Square	23.509	.355	47.384	.012
df	1	1	1	1
Asymp. Sig.	.000	.551	.000	.912

Table 4.27 Results of non-parametric analysis for post and retention test scores at simulation use

	AchGain score Posttest-Pretest	AttGain score Posttest-Pretest	AchGain score Retentiontest-Posttest	AttGain score Retentiontest-Posttest
Chi-Square	3.731	.078	8.245	.744
df	1	1	1	1
Asymp. Sig.	.033	.780	.054	.388

For main effect of simulation use, although there was a significant population mean difference between the ‘with simulation’ and ‘without simulation’ groups on $AchGain_{score_{Posttest-Pretest}}$ ($p = .033$), there was no significant mean difference between these groups on $AchGain_{score_{Retentiontest-Posttest}}$ ($p = .054$). In addition, significant

population mean difference ($p = .780$ and $p = .388$, respectively) was not found between the students instructed ‘with simulation’ and ‘without simulation’ on both AttGain scores.

Results of Kruskal Wallis Test for post and retention test at teaching method-simulation use interactions on achievement and attitude scores can be seen in Table 4.28. For interaction effect of method by simulation, although there was a significant population mean difference between the inquiry enriched and expository enriched groups on $\text{AchGain score}_{\text{Posttest-Pretest}}$ ($p = .000$), there was no significant mean difference between these groups on $\text{AchGain score}_{\text{Retentiontest-Posttest}}$ ($p = .075$). Additionally, significant population mean difference ($p = .340$ and $p = .888$, respectively) was not found between the students instructed with inquiry enriched and expository enriched on both AttGain scores.

Table 4.28 Results of non-parametric analysis for post and retention test scores at teaching method-simulation use interactions

	AchGain score Posttest-Pretest	AttGain score Posttest-Pretest	AchGain score Retentiontest-Posttest	AttGain score Retentiontest-Posttest
Chi-Square	22.340	.911	48.140	.020
df	1	1	1	1
Asymp. Sig.	.000	.340	.075	.888

When all inferential statistics analysis results were summarized with a table, it can be seen in Table 4.29 that the results related to the sub-problems’ hypotheses found in parametric test analysis overlap with the results found in non-parametric test analysis. As a result, since the both parametric and non-parametric results were consistent, the interpretation of the results of this study was reinforced.

Table 4.29 Summary of result of the parametric and non-parametric test analysis according to hypothesis

Hypothesis	Parametric results	Non-parametric results
MANCOVA		
H ₀₁	Method* Simulation* Method by Simulation*	There is no corresponding non-parametric inferential statistics.
H ₀₄	Method* Simulation Method by Simulation	
ANCOVA		
		Kruskal Wallis Test
H ₀₂	Method* Simulation* Method by Simulation*	Method* Simulation* Method by Simulation*
H ₀₅	Method* Simulation (do not need to analyze) Method by Simulation (do not need to analyze)	Method* Simulation Method by Simulation
ANCOVA		
		Kruskal Wallis Test
H ₀₃	Method Simulation Method by Simulation	Method Simulation Method by Simulation
H ₀₆	Method Simulation Method by Simulation	Method Simulation Method by Simulation

* Correlation is significant at the .05 level (2-tailed).

4.4 Results of Classroom Observations

Throughout the treatment, the researcher observed all lessons to ensure that the teachers conducted treatment groups in the way as it was planned. A total of 112 lecture hours observations were made to ensure treatment verification in two schools with eight groups. During observations researcher was sat in the back of the classroom at a desk and completed a copy of the observation checklist. 14 observations for each group were made during 7 week-treatment period.

In addition, in order to obtain reliable result from the observation checklist, 12 lecture hours (two of them are from the inquiry enriched group, two from the expository enriched group, one from the inquiry, and one from the expository group) were observed out of 112 by two observers. Hence, 10.7% of the lectures were observed by two observers. The other observations were made by only the researcher as mentioned at the above. The correlation coefficients between these two observers are given in Table 4.30. As seen from Table 4.30, the correlations between observers are high. Then, this result could also indicate the reliability of the observations made by only one observer.

Table 4.30 Correlations between two observers

Lectures	1	2	3	4	5	6
	(expository)	(inquiry)	(expository enriched)	(expository enriched)	(inquiry enriched)	(inquiry enriched)
r	.844	.944	.945	.942	.758	.805

Items in the checklist can be divided into four overlapping categories: items related to the inquiry enriched, inquiry, expository enriched, and expository. Items related to groups can be seen in Table 4.31. Items related to the inquiry and expository groups indicate the basic characteristics of related instruction. The difference between inquiry enriched and inquiry or expository enriched and expository is that enriched groups include additional eight items which are related with interactive simulation. Some of the items are the same in all groups. The items related to the common groups are Items 3, 6, 7, 8, 22, 23, and 24. These items are common for all treatments. Each alternative that could be possible answer of the items was coded as “1” for “no”, “2” for “partially”, and “3” for “yes”.

Table 4.31 Items in the checklist related to groups

Inquiry Enriched	Inquiry	Expository Enriched	Expository
2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25	1, 3, 6, 7, 8, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34	1, 3, 6, 7, 8, 22, 23, 24, 26

In order to examine whether the treatment groups were conducted in the way as it was planned, descriptive statistics were investigated. Mean scores and standard deviation of each item related to the treatment groups were calculated and presented in Table 4.32. Items belong to each group are represented with bold characters to provide the data in the table easy to be analyzed. It is clear from the table that items related with the expository enriched and expository groups have higher mean scores in the expository related groups than the inquiry related groups. Items associated with the inquiry enriched and inquiry groups have higher mean scores in the inquiry related groups than the expository related groups except Items 5, 14, 19. Although these three items belongs to the inquiry related treatment groups, mean scores say nothing about which group they are. This is because that these three items were about the teacher role that has not to be presented at inquiry related treatment groups. This is why these items were not signed to the related treatment groups.

Table 4.32 Observation results that show mean and standard deviation of each item

Item no	Inquiry enriched		Inquiry		Expository enriched		Expository	
	Mean (out of 3)	S.D.	Mean (out of 3)	S.D.	Mean (out of 3)	S.D.	Mean (out of 3)	S.D.
1	1.0	0.0	1.0	0.0	2.9	0.3	2.7	0.5
2	2.9	0.3	3.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0
3	2.9	0.3	2.4	0.5	1.9	0.3	1.6	0.5
4	2.4	0.6	2.6	0.5	1.2	0.6	1.0	0.0
5	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0
6	3.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0
7	3.0	0.0	3.0	0.0	2.9	0.3	2.8	0.4
8	3.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0
9	3.0	0.0	3.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0
10	3.0	0.0	3.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0
11	3.0	0.0	2.8	0.4	1.0	0.0	1.0	0.0
12	2.9	0.3	2.8	0.4	1.0	0.0	1.0	0.0
13	2.8	0.4	2.8	0.4	1.0	0.0	1.0	0.0
14	1.1	0.5	1.1	0.5	1.0	0.0	1.0	0.0
15	2.6	0.5	2.4	0.5	1.0	0.0	1.0	0.0
16	2.9	0.3	2.9	0.3	1.0	0.0	1.0	0.0
17	3.0	0.0	2.9	0.3	1.0	0.0	1.0	0.0
18	2.4	0.5	2.5	0.5	1.0	0.0	1.0	0.0
19	1.1	0.3	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0
20	2.5	0.5	2.8	0.4	1.0	0.0	1.0	0.0
21	2.5	0.5	2.7	0.5	1.4	0.5	1.1	0.4
22	3.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0
23	3.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0
24	3.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0
25	3.0	0.0	2.6	0.5	1.8	0.4	1.0	0.0
26	1.0	0.0	1.9	0.4	2.6	0.5	3.0	0.0
27	3.0	0.0	1.0	0.0	3.0	0.0	1.0	0.0
28	3.0	0.0	1.0	0.0	3.0	0.0	1.0	0.0
29	3.0	0.0	1.0	0.0	3.0	0.0	1.0	0.0
30	3.0	0.0	1.0	0.0	3.0	0.0	1.0	0.0
31	3.0	0.0	1.0	0.0	3.0	0.0	1.0	0.0
32	3.0	0.0	1.0	0.0	3.0	0.0	1.0	0.0
33	3.0	0.0	1.0	0.0	3.0	0.0	1.0	0.0
34	3.0	0.0	1.0	0.0	3.0	0.0	1.0	0.0

Additional to descriptive statistics, frequency percentage of each item related to the treatment groups were also calculated and presented in Table 4.33. All of the Items 1 to 20 was about the methodologies used in the lessons and Items 27 to 34 was about the

interactive simulation. It is clear from the table that items in the checklist show same categorization as mentioned in Table 4.31 except Items 5, 14, and 19. Frequency percentages say nothing about which group these three items are. As mentioned above, since these three items were about the teacher role that has not to be presented at inquiry related treatment groups, they were coded as “1”. Then, this is why these items were not signed to the related treatment groups.

At the observation checklist, Items 8 and 27 include an explanation part to collect detailed data. Item 8 was about the materials used at the instruction. It is seen from the results that the teachers used graphs, figures, and tables with the aim of lecturing and emphasizing the content in expository group. In expository enriched group, the teachers used interactive simulation additional to the expository group’s materials with the aim of lecturing, summarizing, and strengthening the learning outcomes. In inquiry group, the teachers used activities, graphs, figures, and tables with the aim of lecturing, exploring, explaining and exemplifying. Lastly, the teachers used interactive simulation, graphs, figures, and tables with the aim of lecturing, exploring, explaining and exemplifying in inquiry enriched group. Item 27 was about the interactive simulation. Observations showed that interactive simulation is used for summarizing and strengthening the learning outcomes as the way of deduction in expository enriched group. In inquiry enriched group, interactive simulation is mostly used for exploring and explaining as the way of induction.

Table 4.33 Observation results that show frequency percentage of each item

Question number	Inquiry Enriched			Inquiry			Expository Enriched			Expository		
	Yes %	No %	P %	Yes %	No %	P %	Yes %	No %	P %	Yes %	No %	P %
1	0	100	0	0	100	0	92.9	0	7.1	71.4	0	28.6
2	92.9	0	7.1	100	0	0	0	100	0	0	100	0
3	92.9	0	7.1	35.7	0	64.3	0	7.1	92.9	0	42.9	57.1
4	50	7.1	42.9	57.1	0	42.9	7.1	85.7	7.1	0	100	0
5	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0
6	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
7	100	0	0	100	0	0	92.9	0	7.1	85.7	0	14.3
8	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
9	100	0	0	100	0	0	0	100	0	0	100	0
10	100	0	0	100	0	0	0	100	0	0	100	0
11	100	0	0	85.7	0	14.3	0	100	0	0	100	0
12	92.9	0	7.1	78.6	0	21.4	0	100	0	0	100	0
13	78.6	0	21.4	78.6	0	21.4	0	100	0	0	100	0
14	7.1	92.9	0	7.1	92.9	0	0	100	0	0	100	0
15	57.1	0	42.9	42.9	0	57.1	0	100	0	0	100	0
16	92.9	0	7.1	92.9	0	7.1	0	100	0	0	100	0
17	100	0	0	92.9	0	7.1	0	100	0	0	100	0
18	42.9	0	57.1	50	0	50	0	100	0	0	100	0
19	0	92.9	7.1	0	100	0	0	100	0	0	100	0
20	50	0	50	78.6	0	21.4	0	100	0	0	100	0
21	50	0	50	71.4	0	28.6	0	57.1	42.9	0	85.7	14.3
22	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
23	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
24	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
25	100	0	0	57.1	0	42.9	0	21.4	78.6	0	100	0
26	0	100	0	0	14.3	85.7	64.3	0	35.7	100	0	0
27	100	0	0	0	100	0	100	0	0	0	100	0
28	100	0	0	0	100	0	100	0	0	0	100	0
29	100	0	0	0	100	0	100	0	0	0	100	0
30	100	0	0	0	100	0	100	0	0	0	100	0
31	100	0	0	0	100	0	100	0	0	0	100	0
32	100	0	0	0	100	0	100	0	0	0	100	0
33	100	0	0	0	100	0	100	0	0	0	100	0
34	100	0	0	0	100	0	100	0	0	0	100	0

P indicates 'partially' as answer

‘What percentage method is applied’ is also calculated by considering the observer’s scoring. During calculation, total scores for each teaching method were determined and in the view of possible maximum score for each method, percentages were calculated. The results of these are given in Table 4.34. All percent values related to the method groups are greater than 80. It is clear from the table that all treatment methods were conducted in the way as it was planned by considering the observer’s scoring.

Table 4.34 What percentage method is applied

Percent	Inquiry Enriched	Inquiry	Expository Enriched	Expository
%	92.85	86.61	96.92	93.11

In order to check whether the treatment groups were conducted different from each other, inferential statistics were calculated. In other words, to see whether the observed differences between groups in Table 4.32 and 4.33 are statistically significant or not, parametric tests were used. One-Way ANOVA was used for parametric test while comparing the groups. For this aim, item score according to each level of the interaction among the group membership independent variables, which are inquiry enriched score (InqEnriched-S), inquiry score (Inquiry-S), expository enriched score (ExpEnriched-S), and expository score (Expository-S) were computed by adding up corresponding related items. Descriptive statistics and homogeneity of variances of the One-Way ANOVA for item score according to each level of the interaction among the group membership independent variables are presented in Table 4.35 and Table 4.36, respectively. In addition, results of the One-Way ANOVA with multiple comparisons are presented in Table 4.37 and 4.38, respectively.

Table 4.35 Descriptive statistics of the One-Way ANOVA for item score according to each level of the interaction among the group membership independent variables

Dependent Variables	Group	N	Mean	Std. Deviation
Inquiry-S	Inquiry	14	50.00	1.240
	ExpEnriched	14	42.43	.756
	Expository	14	25.14	.363
	InqEnriched	14	42.21	1.672
	Inquiry	14	42.00	1.240
	ExpEnriched	14	18.43	.756
	Expository	14	17.14	.363
ExpEnriched-S	InqEnriched	14	26.00	.000
	Inquiry	14	10.86	.363
	ExpEnriched	14	29.57	.514
	Expository	14	13.71	.469
Expository-S	InqEnriched	14	2.00	.000
	Inquiry	14	2.86	.363
	ExpEnriched	14	5.57	.514
	Expository	14	5.71	.469

Table 4.36 Test of homogeneity of variance for the One-Way ANOVA for item score according to each level of the interaction among the group membership independent variables

Dependent Variable	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
InqEnriched-S	9.663	3	52	.000
Inquiry-S	9.663	3	52	.000
ExpEnriched-S	23.111	3	52	.000
Expository-S	23.111	3	52	.000

According to Table 4.36, variances among groups are not equal with respect to the all groups' scores so Dunnett C test was used in the multiple comparisons given in Table 4.38.

According to Table 4.37, there are significant mean differences between groups on all of the dependent variables. Then, post hoc analysis indicating multiple comparisons were conducted in the aim of determining which groups significantly differ from the other ones.

Table 4.37 Results of the One-Way ANOVA for item score according to each level of the interaction among the group membership independent variables

Dependent Variable		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
InqEnriched-S	Between Groups	12213.339	3	4071.113	3232.029	.000
	Within Groups	65.500	52	1.260		
Inquiry-S	Between Groups	8293.339	3	2764.446	2194.675	.000
	Within Groups	65.500	52	1.260		
ExpEnriched-S	Between Groups	3509.929	3	1169.976	7604.845	.000
	Within Groups	8.000	52	.154		
Expository-S	Between Groups	149.929	3	49.976	324.845	.000
	Within Groups	8.000	52	.154		

Table 4.38 Multiple Comparisons in the One-Way ANOVA for item score according to each level of the interaction among the group membership independent variables

Dependent Variable	(I) Group	(J) Group	Mean Difference (I-J)	Std. Error
InqEnriched-S	InqEnriched	Inquiry	16.214*	.556
		ExpEnriched	23.786*	.490
		Expository	41.071*	.457
Inquiry-S	Inquiry	InqEnriched	-.214	.556
		ExpEnriched	23.571*	.388
		Expository	24.857*	.345
ExpEnriched-S	ExpEnriched	InqEnriched	3.571*	.137
		Inquiry	18.714*	.168
		Expository	15.857*	.186
Expository-S	Expository	InqEnriched	3.714*	.125
		Inquiry	2.857*	.158
		ExpEnriched	.143	.186

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

It is seen from Table 4.38 that the inquiry enriched group has significantly higher mean score than the all other groups on the inquiry enriched score as expected. This result supports the mean difference between the inquiry enriched group and all the other groups. Additionally, the inquiry group has significantly higher mean score than the expository enriched and expository groups on the inquiry score as expected. This means that although inquiry group is different from expository related groups, it has similarities with inquiry enriched group. Moreover, the expository enriched group has significantly higher mean score than the all other groups on the expository enriched score, and expository group has significantly higher mean score than the inquiry enriched and inquiry groups on the expository score as expected.

One-Way ANOVA was also used for parametric test while comparing the groups on common items. For this aim, common score (common-S) according to each level of the interaction among the group membership independent variables were computed by adding up corresponding related items. Descriptive statistics, homogeneity of variances, and results of the One-Way ANOVA for common score according to each level of the interaction among the group membership independent variables are presented in Tables 4.39, 4.40, and 4.41, respectively.

Table 4.39 Descriptive statistics of the One-Way ANOVA for common score according to each level of the interaction among the group membership independent variables

Dependent				
Variables	Group	N	Mean	Std. Deviation
Common-S	InqEnriched	14	18.00	.000
	Inquiry	14	18.00	.000
	ExpEnriched	14	17.93	.267
	Expository	14	17.86	.363

Table 4.40 Test of homogeneity of variance for the One-Way ANOVA for common score according to each level of the interaction among the group membership independent variables

Dependent Variable	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Common-S	6.537	3	52	.001

According to Table 4.40, variance among each group is not equal on the common score so Dunnett C test would be used in the multiple comparisons. It is clear from Table 4.41 that there is no significant mean difference between groups on the common scores as expected. Then, there is no need to analyze post hoc analysis indicating multiple comparisons.

Table 4.41 Results of the One-Way ANOVA for common score according to each level of the interaction among the group membership independent variables

Dependent Variable		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Common-S	Between Groups	.196	3	.065	1.288	.288
	Within Groups	2.643	52	.051		

In summary, descriptive statistics indicated that the treatment groups were conducted in the way as it was planned and the treatment verification is supported for each group. In addition, the result of One-Way ANOVA indicated that the treatment groups were conducted different from each other and the characteristics of each treatment were applied in the associated group. Then, it can be concluded that the treatment verification is supported in the current study.

4.5 Students' Views about Interactive Simulation Enriched Teaching Methods

At the end of the treatment process, group interviews was conducted with the students at the interactive simulation enriched teaching method (inquiry enriched and expository enriched) groups. By this way, the views of the students about teaching

methods enriched by interactive simulation were taken with a questionnaire and qualitative analysis was conducted to analyze these views. The student's view questionnaire is modified from Gökalp (2011) and given in Appendix J. It was answered by 133 students at the interactive simulation enriched teaching method groups. The analysis of the students' views about interactive simulation enriched teaching methods was done by considering the frequency of students who participated in the opinion of any student in group interviews. By using the students' frequencies, the percentages were calculated based on the total number of students in group interviews ($n=133$). The first question in the questionnaire aimed to get students' views about their perceptions about the differences between the traditional method and teaching methods enriched by interactive simulation. Some of the students' answers were as follow: "In the traditional method the teacher was lecturing and solving questions on the books, and we were just listening (70.1%)", "In the new method, there were interactive activities and we researched ourselves and learned better (53.7%)", "In the traditional method, there were no activity, we were just following the examples on the book (92.5%)". As the students' answers indicated that the students had a chance to work with different instructional materials, to research and learn by doing, and to participate on learning process in the interactive simulation enriched teaching methods.

The next two questions in the questionnaire were about the positive and negative effects of the interactive simulation enriched teaching method on their achievements. Some of the answers were as follow: This teaching method has positive effect on my achievement because the use of interactive activities was amusing and promoted my understanding (49.3%)", "The new method increased my interest towards physics and I actively involved in the lessons. Then, it had a positive effect on my achievement (64.2%)", "By the help of this method; I have learned how to interpret the collected data (22.4%)". Although no answer is given as negative effect, a few students' answers indicated that there were no effects of the interactive simulation enriched teaching method on their achievement because learning physics is not easy and it is very hard.

The fourth question was asked the students to determine if they like the interactive simulation enriched teaching method and the reasons behind their opinions. Most of the students stated that the learning process with the new method was interactive and amusing (55.2%). The students also indicated that it was nice to have interactive simulation (55.2%) and to use technology (50.7%). Moreover, in terms of structure of the interactive simulation enriched methods, 28.4% of the students mentioned that they liked to follow interactive activities and to interpret the collected data from these activities by the help of work sheets.

At the fifth and sixth questions, the students were asked about positive/negative aspects of interactive simulation enriched method that students like/do not like. Some of the answers about positive aspects were as follow: “Interactive activities were so effective on my lecture listening and increased my interest towards physics and developed my skills based on activities (47.8%)”, “Both questions directed by the teacher and interactive activities gave me chance to involve lessons actively (22.4%)”, “This method increased my understanding capability and developed my study skills (53.7%)”. In contrast, 9% of the students indicated that it was hard to follow lessons in some times because of load noise.

The students were also asked about the effect of the instruction with interactive simulation enriched method on the students’ views of physics and the ways to learn it. Some of the answers were as follow: “At the before I did not like physics but by the use of interactive simulation I have changed my opinion and it is one of my favorite courses. Then, by this method my views changed positively (46.3%).”, “I used to think that I had to memorize the formulas. In this method, I learned how to interpret the relationships between concepts (28.3%).”, “Before this method, physics was very hard and boring for me. With this method lessons were enjoyable, pleasant and colorful and I actively involved (40.3%)”. On the contrary, a few students’ answers (5.9%) indicated that they did not like physics and it was still like that.

At the eighth question, the students were asked about the contribution of the instruction with interactive simulation enriched method to the students. Some of the students' answers indicated that instead of memorizing formulas, the students learned how to interpret the relationships between concepts (29.9%). In addition, it is noted that the students have had an increase on their interest towards physics lessons (55.2%). They also pointed that the new method improved their reasoning capabilities by the help of questions directed by the teacher (20.9%). 9% of the students indicated that they got aware of how to study physics lesson by the help of this method.

The students were also asked if they want to have the instruction with interactive simulation enriched method in the other topics of physics. More than half of the students' answers (68%) indicated that they want to have this method in other topics of physics. In addition, a few students (9%) were pointed that they would prefer to have this method at other courses, like chemistry, to help them understanding.

The tenth question was about to determine whether the university entrance exam affected the students' attitude towards the new method. The students' answers were as follow: In this method, I had a chance to research and learn by doing. I understood the relationships between concepts and formulas better. So, having the university entrance exam affected my attitude towards the new method in a positive way (62.7%)", "Having the university entrance exam did not affected my attitude towards this method (29.9%)", "In this method, there were less time for solving problem, so I do not believe that this method could be effected in the preparation of university entrance exam. Then, having the university entrance exam affected my attitude towards this method in a negative way (7.5%)".

At the last question, the students were asked if they want to add anything about the treatment of interactive simulation enriched method. Almost all students expressed their satisfaction about the use of interactive simulation in a teaching method and they explained that they enjoyed with physics and researched and learned by doing.

4.6 Teachers' Views about Interactive Simulation Enriched Teaching Methods

Views of the teachers about the interactive simulation enriched methods were taken with a questionnaire which is parallel to the student's one. It was answered by two teachers from two schools and the teachers answered the given questionnaire in written. Answered questionnaires are given in Appendix K. The both teachers indicated that the enriched teaching methods increased the students' interest towards physics and they are actively involved in lessons. The teachers also stated that they enjoyed implementing interactive simulation enriched methods in their classes; although teachers emphasized that they made a habit of lecturing with traditional method. Moreover, the teachers mentioned that the uses of interactive activities that are based on learn by doing motivated most of the student to learn and the physics achievement of the students increased. By considering the inquiry enriched groups, one of the teachers observed that questions posed to the students starting from the lesson made them focus the topic and increased their reasoning skills. Then, the students increased their understanding capabilities rather than memorizing the facts. The other teacher emphasized that there should be more time to solve questions since teaching process took more time in these methods. Both teachers mentioned that although they wanted to implement the interactive simulation enriched methods on different content topics, finding appropriate activity and preparing work sheet need hard effort. According to the teachers' opinions, they were more willingness compared with the traditional method during the instruction of "Energy Sources" topic, by the help of visual and interactive activities.

The teachers' opinions about difficulties during implementing interactive simulation enriched teaching methods were as follows: "In terms of students, in the first week of the treatments some of the students were forced to follow the instruction, in the following weeks all students adapted the new method. In terms of me, I had also difficulty at the beginning of the implementation of these methods", "There is a need of technological support and there should be more computers in the schools", "There were much need attention for checking classroom management and for controlling students'

computer screen whether they were really interested on interactive activities”. One of the teachers indicated the classroom management was harder in order to control whether all students showed equal active engagement in the lessons. Same teacher also mentioned that since the classrooms are crowded, there was much noise during application of interactive activities. The other teacher emphasized that it was hard to complete all content in the time stated at the curriculum, since teaching process ought to be planned in this method.

4.7 Summary of the Results

The results obtained by statistical analyses could be summarized as follows:

1. Missing data analysis, conducted for 14.8 percent of missing pre-test scores, indicated that there were no significant mean differences between students who entered the pretests and who missed the pretests on the all post and retention tests scores. Then, missing data is replaced with series mean.
2. The descriptive statistics showed that the distribution of the data at each variable was normal.
3. Independent variables of FTPCG and PreAch were used as the covariates for the post-test MANCOVA. In addition, independent variables gender, FTPCG, PreAch, PreAtt and PostAch had a significant correlation with at least one of the retention-test dependent variables. Then, these variables were used as the covariates for the retention-test MANCOVA.
4. In order to determine if MANCOVA can be performed to test the null hypotheses of this study, homogeneity of regression was checked through the use of MRC analysis. The results of MRC analysis for both post and retention tests dependent variables showed that there is no significant interaction between covariates and group memberships. As a result, it is found that the MANCOVA statistical model can be performed to test the null hypotheses of this study.
5. The results of the MANCOVA for post-test dependent variables showed that there is significant difference with a medium effect size between mean combined

scores of achievement and attitude of the students in inquiry and expository groups. According to follow-up ANCOVAs for each dependent variable, inquiry and expository groups significantly differ in the achievement scores with a medium effect size. Finally, this significant difference seems to be in favor of the inquiry groups.

6. The results of the MANCOVA for post-test dependent variables showed that there is significant difference with a small effect size between mean combined scores of achievement and attitude of the students in 'with simulation' and 'without simulation' groups. According to follow-up ANCOVAs for each dependent variable, 'with simulation' and 'without simulation' groups significantly differ in the achievement scores with a small effect size. Finally, this significant difference seems to be in favor of the 'with simulation' groups.
7. The results of the MANCOVA for post-test dependent variables showed that there is significant interaction with a small effect size between teaching method and simulation use on the combined dependent variables of achievement and attitude. According to follow-up ANCOVAs for each dependent variable, there is a significant interaction effect between teaching method and simulation use is observed for achievement scores. Especially, inquiry enriched and inquiry groups significantly differ in the achievement scores with a small effect size. As a result, simulation use may have worked with the inquiry method in increasing achievement of physics content.
8. The results of MANCOVA for retention-test dependent variables showed that there is significant difference with a medium effect size between mean combined scores of achievement and attitude of the students in inquiry and expository groups. According to follow-up ANCOVAs for each dependent variable, inquiry and expository groups significantly differ in the achievement scores with a medium effect size. Finally, this significant difference seems to be in favor of the inquiry groups.

9. The results of MANCOVA for retention-test dependent variables showed that there is no difference in the combined dependent variables of retention-test scores of achievement and attitude for simulation use. In addition, the method by simulation interaction for the combined dependent variables of retention-test scores was not statistically significant.
10. The results of Kruskal Wallis Test as a non-parametric test at main effect of teaching method showed that there is significant population mean difference between inquiry and expository groups on both $AchGainscore_{Posttest-Pretest}$ and $AchGainscore_{Retentiontest-Posttest}$. For main effect of simulation use, although there was a significant population mean difference between the 'with simulation' and 'without simulation' groups on $AchGainscore_{Posttest-Pretest}$, there was no significant mean difference between these groups on $AchGainscore_{Retentiontest-Posttest}$.
11. The results of Kruskal Wallis Test as a non-parametric test at interaction effect showed that although there was a significant population mean difference between the inquiry enriched and expository enriched groups on $AchGainscore_{Posttest-Pretest}$, there was no significant mean difference between these groups on $AchGainscore_{Retentiontest-Posttest}$.
12. In order to analyze data of this study in inferential statistics, both parametric and non-parametric techniques were used. It was found that both parametric and non-parametric results were consistent. Then, the interpretations of the finding results were reinforced.
13. The results of the observation checklist showed that the treatment groups were conducted in the way as it was planned and the treatment verification is supported for each group. In addition, the result of One-Way ANOVA indicated that the treatment groups were conducted different from each other and the characteristics of each treatment were applied in the associated group. Then, it can be concluded that the treatment verification is supported in the current study.
14. The students' views showed that most of the students liked interactive simulation enriched teaching methods since they found learning process interactive and

amusing. Moreover, they thought that this method increased their interest towards physics and they actively involved in lessons. However, a few students' answers indicated that there were no effects of the interactive simulation enriched teaching method on their achievement. As a result, almost all students expressed their satisfaction about the use of interactive simulation in a teaching method and they explained that they enjoyed with physics and researched and learned by doing.

15. The teachers' views showed that they enjoyed implementing interactive simulation enriched methods in their classes; although teachers emphasized that they made a habit of lecturing with traditional method. Moreover, the teachers mentioned that the uses of interactive activities that are based on learn by doing motivated most of the student to learn and the physics achievement of the students increased. However, there were some difficulties for them to implement it in their lessons. These difficulties were about the adaptation to these methods, insufficient number of computers, classroom management, technological support and time.



CHAPTER 5

DISCUSSIONS, CONCLUSIONS, AND IMPLICATIONS

This section includes internal validity of study, external validity of study, discussion of results, conclusions, implications and, recommendations for further researches.

5.1 Internal Validity of Study

When an experimental study has internal validity, it means that observed differences on the dependent variables are directly related to the independent variables and there is no effect of extraneous variables on the dependent variable (Freankel, Wallen & Hyun, 2012, p.268). There are some possible threats to internal validity of a study. The common treats are; subject characteristics, mortality, location, instrumentation, testing, history, maturation, attitude of subjects, regression, and implementer threats. The quality of experimental study depends on how well the various treats to internal validity are controlled. At that point, although research design of this study (factorial design) has some control on some of the treats as defined by Freankel, Wallen, and Hyun (2012, p.280), the current study is checked in terms of other threats in the following paragraphs.

By considering purposive sampling, subject characteristics of intact groups may differ from group to group. To check this threat, groups were compared with respect to

their average first term physics course grade and gender distribution. Groups were approximately equal on these characteristics. Then, the treatments were randomly assigned to the intact classes. In addition, MANCOVA model was used in statistical analysis to match the subjects of groups on some variables which were gender, first term physics course grade, PreAch, and PreAtt. Because use of covariates means statistical matching, subject characteristics threat is assumed to have been controlled.

To control mortality threat, loss of subjects that is students who missed the post- and retention- tests were removed from the data. The number of the students who did not attend post- and retention-tests was low and the result findings did not affected. Secondly, missing data analysis was conducted by considering pre-tests. There was no statistically significant mean difference between students who missed the tests and students who took the tests. Then, missing values were replaced with the series mean. As a result, mortality is assumed to be minimized.

In each school, there were four treatment groups and classes participated in the study were almost equal with respect to number of students. Moreover, computer numbers in school laboratories were almost equal in each school. Then, two treatment groups ‘with simulation’ groups were implemented in computer laboratories in both schools with similar circumstances. Additionally, two treatment groups ‘without simulation’ groups were implemented in classes in each school and all the classes in both schools had similar conditions. Thus, the location threat is assumed to be controlled.

The instruments used as pre-, post- and retention- tests during the study contained either likert-type or multiple-choice items. Only the third part of the EUAT contained six open-ended items and the researcher used the detailed answer key given in Appendix E to make scoring more reliable. Therefore, the coding and scoring process of these instruments did not lead to the instrument decay threat. In order to control data collector characteristics, the researcher participated all of the data collection sessions in

each school. Then, the data collector characteristics were same for all the treatment groups. In addition, there were the teachers of the each classroom at the data collection process and the teachers were warned about any cheating behavior of the students, administering tests in a standard way. As a result, data collector bias is assumed to have been controlled.

The design of the study required the use of pre-, post-, and retention- tests. Although the use of pre-test would have influenced the performance on the post-test and post-test would have influenced the performance on the retention-test, these effects are at similar degrees for all groups. Moreover, there were two months between the pre-tests and post-tests and one month between the post-tests and retention-tests. Thus, testing threat is assumed to be minimized.

During the treatment were being implemented, the researcher observed the lessons and any unexpected or unplanned events that may influenced the groups were not reported. Then, history threat was not a problem for this study.

In each treatment group, the students were almost the same ages and from similar environments. In addition, the study lasted for only three months with the application of instruments. Consequently, maturation is not a serious problem for this study.

As attitudinal threats, although students in ‘with simulation’ groups were aware of the computer technology enriched instruction given to them, to control Hawthorn effect the teachers said the students in these groups that the other groups could also receive the same instruction in the future. In terms of John Henry effect, although ‘without simulation’ groups may have extra efforts to exceed the performance of the ‘with simulation’ groups, this situation could not be controlled for this study.

In this study, all treatment groups were intact groups and there were no significant differences among them with respect to the pre-tests. That is, participated

learners do not have extremely high and/or extremely low scores on their PreAch and PreAtt tests. Therefore, regression threat is assumed to be controlled.

Before treatments were given, the teachers were informed about the purpose of the study. Teacher training were administered with each teacher and the lesson plans were prepared and submitted to the teachers. Additionally, all treatment groups were implemented by all teachers. Moreover, the researcher observed all of the sessions with classroom observation checklist. The implementation threat is thus assumed to be controlled.

5.2 External Validity of Study

The accessible population was all ninth grade public Anatolian high school students in Çankaya, Ankara. The subjects of the study were not randomly selected from the accessible population and two high schools were selected purposively for the study. The number of students ($n=269$) participated in the study exceeds 10% of the accessible population. Therefore, the results of this study can be generalized to the Anatolian high schools in Çankaya district of Ankara. Additionally, the students in these schools were mostly medium or low achievers and their socioeconomic status of the parents was moderate. Therefore, the results of the current study can be generalized to the other populations, which have similar characteristics.

In terms of ecological validity, the treatments ‘with simulation’ were carried out in computer laboratories and treatments ‘without simulation’ were carried out in classrooms during scheduled class times at all schools. In addition, all instruments were carried out in classrooms. In the computer laboratories, there were about 15 to 18 computers and the students were completed simulation activities with group of two students. Since the conditions were similar in two of the schools participated in this study, all the threats related to the ecological validity was controlled. As a result, the results of the study can be generalized to the similar ecological conditions described above.

5.3 Discussion of Results

In this study, the main effects of teaching methods (inquiry and expository), simulation use ('with simulation' and 'without simulation') and the interaction effects between them on ninth grade students' achievement in and attitude towards energy was investigated. For this 2x2 factorial design, the results of the MANCOVA showed that (1) there was a significant main effect of teaching methods (inquiry vs. expository) on the population means of the collective dependent variables of the ninth grade students' energy achievement post-test and retention-test scores in the favor of inquiry method, (2) there was a significant main effect of simulation use ('with simulation' vs. 'without simulation') on the population means of the collection dependent variables of the ninth grade students' energy achievement post-test and retention-test scores in the favor of 'with simulation' groups, and (3) there was a significant interaction effect of teaching method by simulation use on the population means of the collection dependent variables of the ninth grade students' energy achievement post-test and retention-test scores in the favor of simulation enriched inquiry method. In the literature, although the main effects of the independent variables and the interaction effect among them were separately investigated in some previous studies, the researcher could not find any study that investigated the all effects (both main and interaction effects) together in a study. Then, it is not possible to compare the whole results of the current study with the previous studies at similar design. At that point, the main and interaction effect results of this research can be separately compared with those of previous studies.

The research design of the study had an advantage of exploring the effect of simulation use for two different teaching methods. That is the interaction between teaching method and simulation use was tested and simulation use seems to work significantly better with inquiry teaching method rather than expository method on achievement scores. The most similar study to the interaction effect of this study was the study of Nugraha, Kaniawati, Rusdiana and Kirana (2016). It was the only study that comparing the effect of the inquiry learning model aided computer simulations to

teacher-centered method aided simulation on high school students' mastery physics concepts and the correlation with critical thinking skills. Likewise, the research was a quasi-experimental research with randomized pretest-posttest control group design. In addition, to analyze the data, the parametric statistical tests by using t-tests on N-gain scores were used. Besides these differences, they found that enhancement of "mastery physics concepts" with inquiry learning model aided computer simulations are significantly higher than traditional learning model aided computer simulation. These results support the interaction effect results of the current study. In addition, they found that critical thinking skills greatly contribute to the students' mastery physics concept with a correlation coefficient of 0.697 and quite contribute to the enhancement mastery concept with a correlation coefficient of 0.603. In the current study, critical thinking skills of the students were not investigated. However, computer technology literacy or skills of the students could be taken into account in order to support the findings about the effect of simulation enriched instruction.

Considering the main effect of simulation use, 'with simulation' and 'without simulation' instruction groups were chosen to compare the possible effects of simulation use. The results of this study supported that simulation enriched instruction provided students got significantly higher achievement scores on energy than 'without simulation' instruction. Based on the review of empirical studies that compared 'with simulation' versus 'without simulation' instructions, they are most commonly about the laboratory instruction. Başer and Durmuş (2010) compared the changes in conceptual understanding of direct current electricity in simulation supported inquiry and real laboratory inquiry environment among 87 pre-service elementary school teachers. They conducted a pretest-posttest experimental design and used ANCOVA as inferential statistics. The results of the study showed that there was no significant difference between the two groups in terms of learning direct current electricity concepts. However, the researchers did not give detailed info if they controlled any extraneous variables.

One other study related with inquiry based laboratory instruction in undergraduate level physics course was carried out by Finkelstein, Adams, Keller, Kohl, Perkins, Podolefsky and Reid (2005). They compared the effects of using computer simulations with the effects of using real light bulbs, meters, and wires in the direct current circuit laboratory. Two groups of students, who used real equipment and who used a computer simulation, were compared in terms of their mastery of physics concepts and skills with real equipment. It was found that students who used computer simulations in place of real equipment performed better on conceptual questions related to simple circuit, and developed a greater facility at manipulating real components. Thus, the researchers suggested that computers simulations that are properly designed are useful tools for a variety of contexts that can promote student learning. These results support the results of the current study considering the main effect of simulation use, 'with simulation' and 'without simulation' instruction groups.

In a qualitative research study at postgraduate level by Zacharia (2003), the effects of the use of laboratory inquiry-based experiment (LIBE) and the use of combinations of an interactive computer-based simulation (ICBS) and a LIBE was investigated, in a conceptually oriented physics on science teachers' beliefs, attitudes, and intentions. There were three instructional topics (Mechanics, Waves/optics, and Thermal Physics) in this study and a self-control design was used for assigning the thirteen prospective physics teachers to either an experimental or control condition. It was advantage of the study that the treatments were implemented into a 16-week semester physics content class. In addition, the data were collected with individualized structured pre-post interviews. Despite the differences, qualitative data analysis showed that beliefs affect attitudes and these attitudes then affect intentions. Moreover, science teachers' attitudes toward the use of LIBEs and the use of a combination of ICBS and LIBE were highly positive. Although neither of the treatment groups had significant effect on students' attitude towards energy in the current study; according to the results obtained from the analysis of qualitative data of the current study, the students' view

indicated that they like to have the simulation enriched instruction in their physics course. Moreover, they would like to have this instruction in their other courses. Consequently, it can be concluded that even the simulation enriched instruction did not affect their attitude towards energy according to the quantitative analysis; the students enjoyed having simulation enriched instruction at energy unit with respect to the qualitative data obtained from the group interviews. The reason of the difference between the quantitative and qualitative data might be due to existence of test anxiety.

With respect to the main effects of teaching methods, inquiry and expository were selected to investigate the possible effects of teaching methods. The analysis of data mentioned that the students instructed with the inquiry got significantly higher achievement scores on energy than the students instructed with the expository. In the literature, inquiry method is mainly compared to expository teaching method on students' achievements and attitudes (Chang & Mao, 1999; Koksall & Berberoglu, 2014; Nwagbo, 2006) and commonly positive results are reported from all school age students to university level. The study designed by Nwagbo (2006) similarly compared guided inquiry to expository teaching methods regarding their effects on students' achievement in and attitude towards biology of students of different levels of scientific literacy. A quasi-experimental pretest-posttest non-equivalent control group design was used. Additionally, a science literacy test was used as instrument near biology achievement and biology attitude tests. Despite of differences, the guided inquiry method was found significantly better than the expository method in enhancing cognitive achievement in biology according to the results of the study. This finding supports the results of the current study. Moreover, all the groups showed positive attitude towards biology for the two teaching methods and there were no statistically significant interactions between teaching methods and scientific literacy on achievement in and attitude towards to biology. Furthermore, this study was at secondary school level.

Besides the results obtained from the analysis of quantitative data of the current study, the group interviews with learners in interactive simulation enriched instructions

indicated that most of the students liked interactive simulation enriched teaching methods since they found learning process interactive and amusing. Moreover, they thought that this method increased their interest towards physics and they actively involved in lessons. This result also supported by the results of the previous studies (Başer & Durmus, 2010; Zacharia, 2003). As a result, almost all students expressed their satisfaction about the use of interactive simulation in a teaching method and they explained that they enjoyed with physics and researched and learned by doing. In addition, the views of the teachers pointed out that the uses of interactive simulation activities that are based on learn by doing motivated most of the student to learn and the students were more engaged with inquiry learning process.

In summary, the simulation enriched instruction had positive effects on students' achievement in energy. Especially, in simulation enriched inquiry groups, the students were active participants of the lesson. During the implementation of simulations, they worked as groups and each student performed research to find the information needed to complete activity handout. They took notes from the interactive simulation and discussed their findings with the peers and teachers. Therefore, the significant increase of the achievement scores in the simulation enriched inquiry groups may be caused by these actions. In addition, students' attitudes toward the simulation enriched instruction seem usually positive with the data derived from group interviews. However, neither of the treatment groups had significant effect on students' attitude towards energy. The reason of the difference between the quantitative and qualitative data might be due to existence of test anxiety.

5.4 Conclusions

In the previous sections, the internal and external validity of this study were sufficiently controlled. Since the sample of the study chosen from the intact groups, the generalizability of the conclusions was limited. Then, the conclusions presented here can

be applied to other populations or settings only under the conditions described in the previous sections.

The conclusions of the study are presented as follow:

- In terms of main effects, inquiry instruction is more effective than expository instruction on 9th grade students' achievement in energy. There is a statistically and practically significant mean difference between the inquiry and expository teaching methods in favor of the inquiry method. This means that the students who are instructed with the inquiry method have better achievement scores than the students who are instructed with the expository method. Similarly, 'with simulation' instruction is more effective than 'without simulation' instruction on 9th grade students' achievements in energy. There is a statistically and practically significant mean difference between 'with simulation' and 'without simulation' instructions in favor of the 'with simulation' instruction. This means that 'with simulation' instruction seems to help increasing students' achievement in energy concepts.
- On the basis of interaction effects, 'with simulation' instruction seems to work better with the inquiry teaching method rather than expository learning method on 9th grade students' achievement in energy. Teaching method by simulation use interaction effect is statistically and practically significant on students' achievement in energy.
- Although, there is no significant difference was found for attitude towards energy between the all groups, students' attitude toward energy are positive in simulation enriched instructions. Their participation to the course increases through the simulation enriched instruction. That is the students in simulation enriched instructions are more active than the students in without simulation instructions both in physically and mentally.

- According to the students' and teachers' thoughts, the simulation enriched instructions are more interactive and entertaining and they want to have the simulation enriched instructions in their other courses.

5.5 Implications

The following suggestions can be offered based on the findings of this study.

For teachers:

- The current physics curriculum in Turkey aims to improve students' scientific process skills in the context of scientific knowledge and science-technology-society-environment relation. In addition, the FATİH Project has been conducted by MEB, aims the active use of information technology tools in the process of learning and teaching to facilitate students' understanding by appealing to more senses. At that point, a well-developed simulation enriched instruction should be used for physics courses in any content of the physics in high schools.
- The results of the inferential statistics showed that the students from 'with simulation' groups have significantly higher achievement score than the students from 'without simulation' groups. Then, teachers should enrich their instructions with the use of simulations for helping their students increase achievement level.
- The results of the teachers' views about simulation enriched instruction indicated that the students were active participants of the lesson and teachers who want to create a student-centered classroom environment can use simulation enriched instruction in their courses.
- The results of the students' views about simulation enriched instruction showed that they enjoy during the simulation enriched teaching method instruction and find it interactive and entertaining. By this way, the teachers can use interactive simulations that are based on learn by doing to increase students' participants to the learning process and to motivate them on learning physics.

For Turkish Ministry of Education (MEB):

- The results of the teachers' views about simulation enriched instruction showed that they had difficulty to control students' work at the computer for the big class sizes. In order to control students' work at the computers effectively and to increase efficiency of the simulation enriched instruction implementation, class sizes should be decreased.
- The results of the teachers' views about simulation enriched instruction point out that the teachers have difficulties about the use of technological tools such as computers and it is hard for the teachers to overcome computer related technical problems. In order to help teachers to overcome these difficulties, MEB could prepare in-service training for the teachers in which they would develop their technological pedagogical content knowledge.

For publishers:

- By considering the aim of FATİH Project, publishers can work textbook writers and simulation developers together and invest on developing the active use of information technology tools such as interactive computers with the textbooks.

5.6 Recommendations for Further Researches

The following suggestions can be offered based on the results of this study for future studies.

- This study suggest to explore and compare the effects of studying the unit of energy more in depth with more students from different high schools and backgrounds so researchers can create a better overall picture of the effectiveness of learning with interactive computer enriched instruction methods.
- In order to assist teachers in selecting the best learning environment for specific domains, this study recommends exploring more domains beside energy to see if findings extend beyond energy across subject areas within physics.

- In this study, the effect of simulation enriched instruction on students' achievement and attitude was investigated. Future research could examine other variables such as scientific process skills that were not assessed in this study. Science process skills can be improved with the use of appropriate teaching method and material together. Therefore, it is valuable to investigate the effect of simulation enriched instruction methods on students' science process skills.
- In this study, the students were given an 'interactive simulation' handout indicated all steps that students must do during the implementation of interactive simulations. However, a few students needed extra guidance to complete the steps of simulation. This might be related with their backgrounds on the use of computer technologies. In order to support the findings about the effect of simulation enriched instruction, computer technology literacy or skills of the students could also be examined near achievement and attitude variables.



REFERENCES

- Alessi, S., & Trollip, S. (2001). *Multimedia for learning: Methods and development* (3rd ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Arbuckle, J. L. (2014). Amos (Version 23.0) [Computer Program]. Chicago: IBM SPSS.
- Barab, S. & Duffy, T. (2000). From practice fields to communities of practice. In D. H. Jonassen, & S. M. Land (Eds.), *Theoretical foundations of learning environments*. pp. 25-55. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Barrett, P. (2007). Structural equation modelling: Adjudging model fit. *Personality and Individual Differences*, 42(5), 815-824.
- Bass, J. E., Contant, T. L., & Carin, A. A. (2009). *Teaching science as inquiry* (11th ed.). Boston, MA: Allyn & Bacon.
- Başer, M., & Durmuş, S. (2010). The effectiveness of computer supported versus real laboratory inquiry learning environments on the understanding of direct current electricity among pre-service elementary school teachers. *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 6(1), 47-61.
- Beishuizen, J., Wilhelm, P., & Schimmel, M. (2004). Computer-supported inquiry learning: effects of training and practice. *Computers & Education*, 42(4), 389-402.
- Bell, R.L., & Trundle, K.C. (2008). The use of a computer simulation to promote scientific conceptions of moon phases. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 346–372.

- Bell, B., & Kozlowski, S. (2008). Active learning: Effects of core training design elements on self-regulatory processes, learning, and adaptability. *Journal of Applied Psychology*, 93(2), 296-316.
- Bernhard, J. (2007). Humans, intentionality, experience and tools for learning: Some contributions from post-cognitive theories to the use of technology in physics education. In L. Hsu, C. Henderson, & L. McCullough (Eds.), *2007 Physics Education Research Conference* (pp.45-48). Melville, NY: AIP conference proceedings.
- Blumenfeld, P., Soloway, E., Marx, R., Krajcik, J., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26(3& 4), 369-398.
- Chang, C. Y., & Mao, S. L. (1999). Comparison of Taiwan science students' outcomes with inquiry-group versus traditional instruction. *The Journal of Educational Research*, 92(6), 340-346.
- Cobcroft, R. S., Towers, S., Smith, J., & Bruns, A. (2006). Mobile learning in review: Opportunities and challenges for learners, teachers, and institutions. In *Proceedings Online Learning and Teaching (OLT) Conference 2006*, pp. 21-30.
- Cohen, J., Cohen, P., West, S. G., & Aiken, L.S. (2003). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences* (3rd ed.). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Colburn, A. (2000). An inquiry primer. *Science Scope*, 23(6), 42-44.
- Concari, S., Giorgi, S., Cámara, C., & Giacosa, N. (2006). Didactic strategies using simulations for physics teaching. *Current Developments in Technology-Assisted Education*, 3, 2042-2046.

- Conway, C. J. (2014). Effects of guided inquiry versus lecture instruction on final grade distribution in a one-semester organic and biochemistry course. *Journal of Chemical Education*, 91(4), 480-483.
- Edelson, D. (2001). Learning-for-use: A framework for integrating content and process learning in the design of inquiry activities. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 355–385.
- Edelson, D., Gordin, D., & Pea, R. (1999). Addressing the challenges of inquiry-based learning through technology and curriculum design. *The Journal of the Learning Sciences* 8(3-4), 391– 450.
- Finkelstein, N. D., Adams, W. K., Keller, C. J., Kohl, P. B., Perkins, K. K., Podolefsky, N. S., Reid, S., & LeMaster, R. (2005). When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 1(1), 010103.
- Fishbein, M. & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention and behavior: An introduction to theory and research*. Reading, Massachusetts: Addison- Wesley Publishing Company.
- Flick, L., & Bell, R. (2000). Preparing tomorrow's science teachers to use technology: Guidelines for science educators. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 1(1), 39-60.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E. & Hyun, H.H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Fraser, B. (1998). Science learning environments: Assessment, effects and determinants. In B.J. Fraser & K.G. Tobin (Eds.), *International handbook of science education* (pp.527-564). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

- Friedler, Y., Nachmias, R., & Linn, M. (1990). Learning scientific reasoning skills in microcomputer-based laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(2), 173-191.
- George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step a simple guide and reference 11.0 update* (4th Ed.). Boston, MA: Pearson Education.
- Goldberg, F., & Bendall, S. (1995). Making the invisible visible: A teaching/ learning environment that builds on a new view of the physics learner. *American Journal of Physics*, 63(11), 978-991.
- Gökalp, M. S. (2011). *The effect of webquest based instruction on ninth grade students' achievement and attitude towards force and motion*. Unpublished PhD thesis, Middle East Technical University, Ankara.
- Gredler, M. (2004). Games and simulations and their relationships to learning. In D.H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology* (2nd ed.) (pp. 571-581). Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Hmelo-Silver, C. (2006). Design principles for scaffolding technology-based inquiry. In A. M. O'Donnell, C. E. Hmelo-Silver, & G. Erkens (Eds.), *Collaborative reasoning, learning and technology* (pp. 147–170). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Hmelo-Silver, C., Duncan, R., & Chinn, C. (2007). Scaffolding and achievement in problem based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark. *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107.
- Hsu, Y.S., (2008). Learning about seasons in a technologically enhanced environment: The impact of teacher-guided and student-centered instructional approaches on the process of students' conceptual change. *Science Education*, 92(2), 320 - 344.

- Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, 6(1), 1-55.
- Huffman, D., Goldberg, F. & Michlin, M. (2003). Using computers to create constructivist learning environments: Impact on pedagogy and student achievement. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 22(2), 153-170.
- Jackson, D. N. (1999). *Personality Research Form manual*. Goshen, NY: Research Psychologists Press. (Original work published 1974)
- Jimoyiannis, A., & Komis, V. (2001). Computer simulations in physics teaching and learning: A case study on students' understanding of trajectory motion. *Computers and Education*, 36, 183–204.
- de Jong, T., Martin, E., Zamarro, J.-M., Esquembre, F., Swaak, J., & van Joolingen, W. R. (1999). The integration of computer simulation and learning support: An example from the physics domain of collisions. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(5), 597–615.
- de Jong, T. (2006). The design of effective simulation-based inquiry learning environments. In R. Mizoguchi, P. Dillenbough, & Z. Zhu (Eds.) *Learning by Effective Utilization of Technologies: Facilitating Intercultural Understanding - Proceedings of the 14th International Conference on Computer in Education* (pp. 3-6). IOS Press: Amsterdam.
- vanJoolingen, W. R., & de Jong, T. (1991). Characteristics of simulations for instructional settings. *Education and Computing*, 6(3-4), 241-262.
- vanJoolingen, W. R. (1998). Cognitive tools for discovery learning. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 10, 385-397.

- vanJoolingen, W. R., de Jong, T., & Dimitrakopoulout, A. (2007). Issues in computer supported inquiry learning in science. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23(2), 111-119.
- Jöreskog, K. G., & Sörbom, D. (1982). Recent developments in structural equation modeling. *Journal of Marketing Research*, 19, 404–416.
- Koksal, E. A., & Berberoglu, G. (2014). The effect of guided-inquiry instruction on 6th grade Turkish students' achievement, science process skills, and attitudes toward science. *International Journal of Science Education*, 36(1), 66-78.
- Kubicek, J. P. (2005). Inquiry-based learning, nature of science, and computer technology: New possibilities in science education. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 31(1), Winter.
- Lakkala, M., Lallimo, J., & Hakkarainen, K. (2005). Teachers' pedagogical designs for technology-supported collective inquiry: A national case study. *Computers & Education*, 45(3), 337–356.
- Lin, X., & Lehman, J., (1999). Supporting learning of variable control in a computer based biology environment: effects of prompting college students to reflect on their own thinking. *Journal of Research in Science Teaching*. 36(7), 837-858.
- Lunetta, V. N. (2003). The school science laboratory: Historical perspectives and contexts for contemporary teaching. In B. J. Fraser and K. G. Tobin (Eds.), *International handbook of science education* (pp. 249-262). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Manlove, S., Lazonder, A., & de Jong, T. (2007). Software scaffolds to promote regulation during scientific inquiry to promote regulation during scientific Inquiry learning. *Metacognition & Learning*, 2(2-3), 141-155.
- Melhuish, K. & Falloon, G. (2010). Looking to the future: M-learning with the iPad. *Computer in New Zealand Schools: Learning, Leading Technology*, 22(3), 1-15.

- Mokros, J. & Tinker, R. (1987). The Impact of Microcomputer-Based Science Labs on Children's Ability to Interpret Graphs. *Journal of Research in Science Teaching* 24(4), 369–383.
- National Research Council. (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, D. C.: National Academies Press.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Nugraha, M. G., Kaniawati, I., Rusdiana, D., & Kirana, K. H. (2016). Combination of inquiry learning model and computer simulation to improve mastery concept and the correlation with critical thinking skills (CTS). In *American Institute of Physics Conference Series*, 1708(7), 070008.
- Nwagbo, C. (2006). Effects of two teaching methods on the achievement in and attitude to biology of students of different levels of scientific literacy. *International Journal of Educational Research*, 45(3), 216–229.
- Olson, S., & Loucks-Horsley, S. (Eds.). (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.
- On Purpose Associates. (1998). Constructivism. Retrieved August 25, 2012 from <http://www.funderstanding.com/theory/constructivism/>.
- Orrill, C.H. (2001). Building technology-based, learner-centered classrooms: The evolution of a professional development framework. *Educational Technology Research and Development*, 49(1), 15–34.
- PHET. (2015). PHET: Interactive science simulations. Retrieved March 12, 2015, from <https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/eating-and-exercise>

- Rezaei, A., & Katz, L. (2002). Using computer assisted instruction to compare the inventive model and the radical constructivist approach to teaching physics. *Journal of Science Education and Technology*, 11(4), 367-380.
- Rieber, L. P. (1990). Using computer animated graphics in science instruction with children. *Journal of Educational Psychology*. 82(1), 135-140.
- Rieber, L.P. (2002). Supporting Discovery-Based Learning within Simulations. University of Georgia. Retrieved November, 20, 2016 from <https://www.iwm-tuebingen.de/workshops/visualization/rieber.pdf>.
- Singh, C., & Haileselassie, D. (2010). Developing problem-solving skills of students taking introductory physics via Web-based tutorials. *Journal of College Science Teaching*, 39(4), 42.
- Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). Computer simulations to support science instruction and learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337-1370.
- Snell, S. & C. Snell-Siddle (2013). 'Mobile Learning: The Effects of Gender and Age on Perceptions of the Use of Mobile Tools'. The Second International Conference on Informatics Engineering & Information Science, Kuala Lumpur, The Society of Digital Information and Wireless Communications.
- Snir, J., Smith, C., & Grosslight, L. (1993). Conceptually enhanced simulations: A computer tool for science teaching. *Journal of Science Education and Technology*, 2(2), 373-388.
- Steiger, J. H. (1990). Structural model evaluation and modification: An interval estimation approach. *Multivariate Behavioral Research*, 25(2), 173–180.
- Stevens, J. P. (2009). *Applied multivariate statistics for the social sciences* (5th Ed.). New York, NY: Routledge

- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics*. Boston: Pearson Education, Inc.
- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2013, 2017). Ortaöğretim Fizik Dersi 9. Sınıf Öğretim Programı. Retrieved from the Web October 28, 2013.
<http://ttkb.meb.gov.tr/program2.aspx/program2.aspx?islem=2&kno=217>.
- Tao, P.K., & Gunstone, R. (1999). The process of conceptual change in force and motion during computer-supported physics instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 859 - 882.
- TAP. (2016). TAP: A classical and item analysis program. Retrieved April 12, 2016, from <http://www.ohio.edu/people/brooksg/software.htm#TAP>
- Taşlıdere, E. (2002). *The effect of conceptual approach on students' achievement and attitudes toward physics*. Unpublished master's thesis, Middle East Technical University, Ankara.
- Thornton, R. K. (1987). Tools for scientific thinking-microcomputer-based laboratories for teaching physics. *Physics Education*, 22(4), 230-238.
- Traxler, J. (2007). Defining, discussing and evaluating mobile learning: The moving finger writes and having writ. *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, 8(2), 1-12.
- Trundle, K.C., & Bell, R.L. (2010). The use of a computer simulation to promote conceptual change: A quasi-experimental study. *Computers & Education*, 54(4), 1078-1088.
- White, B. Y. (1993). ThinkerTools: Causal models, conceptual change, and science education. *Cognition and Instruction*, 10(1), 1-100.
- Windschitl, M. (2001). Using simulations in the middle school: Does assertiveness of dyad partners influence conceptual change? *International Journal of Science Education*, 23(1), 17-32.

- Windschitl, M., & Andre, T. (1998). Using computer simulations to enhance conceptual change: The roles of constructivist instruction and student epistemological beliefs. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(2), 145-160.
- Wiser, M., & Amin, T. (2002). Computer-based interactions for conceptual change in science. In M. Limon & L. Mason (Eds.), *Reconsidering Conceptual Change: Issues in Theory and Practice* (pp. 357-388). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Van Dusen, B. & Otero, V. (2012). Influencing students' relationships with physics through culturally relevant tools. *2012 Physics Education Research Conference*, 410-413.
- Verma, R., Gupta, A. & Singh K. (2008). Simulation software evaluation and selection: A comprehensive framework. *J. Automation & Systems Engineering*, 2-4, 221-234.
- Vreman-de Olde, G.C., de Jong, T., Gijlers, H.(2013). Learning by designing instruction in the context of simulation-based inquiry learning. *Educational Technology & Society*, 16(4), 47-58.
- Zacharia, Z. (2003). Beliefs, attitudes, and intentions of science teachers regarding the educational use of computer simulations and inquiry-based experiments in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(8), 792-823.
- Zacharia, Z. & Anderson, O. R. (2003). The effects of an interactive computer-based simulation prior to performing a laboratory inquiry-based experiment on students' conceptual understanding of physics. *American Association of Physics Teachers*, 71(6), 618-629.

APPENDIX A

INSTRUCTIONAL OBJECTIVES OF ENERGY UNIT

ENERJİ ÜNİTESİ KAZANIMLARI	
*Üstü taralı maddeler belirtke tablosunda yer almamaktadır.	
1. İş, Enerji ve Güç (2 saat)	1. İş, enerji ve güç kavramlarını açıkla ve birbirleriyle ilişkilendirir. (0,5 saat) 1a. Mekanik enerji, elektrik enerjisi, nükleer enerji gibi farklı enerji türleri için verilen örnekler ile öğrencilerin iş ve enerji kavramlarını ilişkilendirmeleri sağlanır. (0,5 saat) 1b. Öğrencilerin iş ve güç kavramlarının matematiksel modellerini incelemeleri sağlanır. (0,5 saat) 1c. Öğrenciler iş ve güç kavramları ile ilgili günlük hayattan mekanik ile ilgili problemler çözer. (0,5 saat)
2. Mekanik Enerji (4 saat)	2. Mekanik enerji kavramını, kinetik ve potansiyel enerji kavramları ile ilişkilendirerek açıkla. (0,7 saat) 2a. Kinetik enerji ve potansiyel enerjinin bağlı olduğu değişkenleri günlük hayat örnekleri üzerinden analiz eder. (0,8 saat) 2b. Öğrenciler iş, kinetik enerji ve potansiyel enerji ile ilgili hesaplamalar yapar. (0,7 saat) 2c. Öğrencilerin kinetik enerji ve potansiyel enerjinin matematiksel modellerini kullanarak hesaplama yapmaları sağlanır. (0,8 saat) 2ç. Öğrencilerin iş ve enerjideki değişim ile ilgili hesaplamalar yapmaları sağlanır. (1 saat) 2d. Kinetik ve potansiyel enerji dönüşüm hesaplamalarına girilmez.
3. Enerjinin Korunumu ve Enerji Dönüşümleri (4 saat)	3.1. Enerji korunumu, aktarımını açıkla ve enerjinin bir türden diğerine dönüşebileceği çıkarımını yapar. (0,7 saat) 3.1a. Öğrencilerin sürtünmeden dolayı enerjinin tamamının hedeflenen işe dönüştürülemeyeceğini anlamaları sağlanır. (0,7 saat) 3.1b. Öğrencilerin enerjinin bir cisim veya sistemden diğerine aktarılabilmesini günlük hayat örnekleri üzerinden açıklamaları sağlanır. (0,6 saat) 3.1c. Enerji dönüşüm hesaplamalarına girilmez. 3.2. Canlıların besinlerden kazandıkları enerjiyi ile günlük aktiviteler için

	harcadıkları enerjiyi karşılaştırır. (1 saat) 3.2a. Öğrencilerin dengeli beslenmeye yönelik farkındalık kazanmaları sağlanır. (1 saat)
4. Verim (1 saat)	4. Verim kavramını açıklar ve teknolojiye uygulamalarla ilişkilendirir. (0,4 saat) 4a. Öğrencilerin tarihsel süreçte tasarlanmış devir daim araçlarını incelemeleri ve verimi artırmaya yönelik çabaları tartışmaları sağlanır. (0,2 saat) 4b. Öğrencilerin verimi artırmak için farklı tasarımlar yapmaları ve modeller geliştirmeleri sağlanır. (0,4 saat)
5. Enerji Kaynakları (2 saat)	5. Yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarının avantaj ve dezavantajlarını toplum, teknoloji ve çevre faktörlerini göz önünde bulundurarak karşılaştırır ve sunar. (1 saat) 5a. Öğrencilerin enerji tasarruf yollarını sorgulayarak enerji tasarrufuna yönelik farkındalık düzeyinin artırılması sağlanır. (1 saat) 5b. Enerji kaynakları üzerine öğrencilerin bireysel araştırma yapmaları desteklenir.

APPENDIX B

ENERGY UNIT ACHIEVEMENT TEST

Adı-Soyadı: _____ Okul Adı: _____
Öğrenci No: _____ Sınıf/Şube: _____
Cinsiyet: ☐Kız☐Erkek

ENERJİ ÜNİTESİ BAŞARI TESTİ

Sevgili öğrenciler;

Bugün cevaplandıracağınız bu test daha etkili fizik dersleri tasarlayabilmek amacıyla yürütülen bir araştırma için geliştirilmiştir. Testin amacı “Enerji” ünitesi ile ilgili bilgi düzeyinizi tespit etmektir. Testte 3 farklı soru çeşidi yer almaktadır: boşluk doldurma, çoktan seçme ve açık uçlu.

Açıklamalar:

- Testte 20 çoktan seçmeli, 6 açık uçlu ve 9 boşluk doldurma olmak üzere toplam 35 soru yer almaktadır.
- Her bir soruyu dikkatlice okuyunuz ve soru ile verilmiş şekli dikkatlice inceleyiniz.
- Açık uçlu soruları cevaplarken sorudan sonra verilmiş olan özel alanı kullanınız.
- Çoktan seçmeli sorularda sadece tek şık seçiniz ve doğru şıkkı yuvarlak içine alınız.
- Boşluk doldurma tipi sorularda size verilen kelimelerden doğru olanı belirleyip, boşluğa yazınız.
- Kurşun kalem kullanmanız cevabınızı değiştirmenize olanak sağlayacağı için kurşun kalem kullanmalısınız.
- Soru çözümlerinde hesap makinesi gibi elektronik aletlerin kullanılması yasaktır.
- Yanlışlar doğru cevapları götürmeyecektir. Lütfen, bütün sorulara cevap veriniz.
- Soruları çözmek için test üzerindeki boş alanları kullanabilirsiniz.
- Test için ayrılan süre 60 dakikadır. Bu süre içinde testi tamamlayınız.
- Sınav toplam 100 puandır.

Teşekkürler.

BÖLÜM 1 – Boşluk Doldurmalı sorular

Kutu içindeki kelimeleri yalnız bir kez kullanarak aşağıdaki cümlelerdeki boşlukları cümle doğru olacak şekilde tamamlayınız.

çekim potansiyel enerji	kimyasal	verilen enerjiye	kinetik	iş	potansiyel	
güçlü	harcanan enerjiye	hızını	güç	yüksekliğin	kuvvetli	kimyasal enerji

1. Bir sistem üzerine yapılan toplam, sistemin mekanik enerji değişimine eşittir.
2. Elektrik enerjisi, çamaşır makinasında enerjiye ve/veya ısıya dönüşür.
3. Aynı işi yapan işçilerden, işi daha kısa sürede tamamlayana daha denir.
4. Bir cismin kütesini dört katına ve ise yarıya düşürürsek kinetik enerjisi aynı kalır.
5. Pil, ...enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürmek için tasarlanmıştır.
6. Aynı yükseklikteki cisimlerden kütesi büyük olanın yere göre enerjisi daha büyüktür.
7. Besinlerden alınan enerji eşitse hep aynı kiloda kalınır.
8. Sporcunun koşu esnasında iş yaparken, harcadığı enerji dir.
9. Baraj kapakları açılınca, barajda biriken suyun iş yapmak için harcadığı enerji dir.

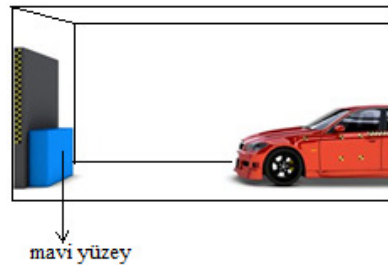
BÖLÜM 2 – Çoktan seçmeli sorular

Her sorunun yalnızca bir doğru cevabı vardır. Cevabınızı yuvarlak içine alınız.

Çözümünde ihtiyaç duyduğunuz sorularda:

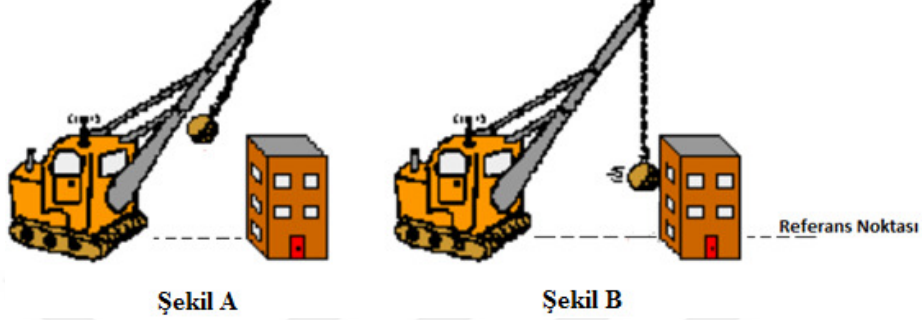
- Yerçekimi ivme değerini $g=10 \text{ m/s}^2$ alınız.
- Aksi belirtilmediği sürece, tüm kütlelerin potansiyel enerji değerleri yere göre hesaplanacaktır.

10. Ön tampon dayanıklılık testi için kullanılan 700 kg kütleli test arabası, 6 m/s ilk hızla şekildeki mavi yüzeye çarpmaktadır. Test arabasının zarar görmeden 0,3 s’de durduğu ölçülmüştür. Buna göre, çarpışma esnasında mavi yüzeyin gücü nedir?



- A) 40 kW B) 42 kW C) 44 kW D) 46 kW E) 48 kW

11. Şekil A'da yıkım makinesinin yıkım topunun geriye doğru gerildiği son noktadaki hali görülmektedir. Şekil B'de yıkım topunun geri dönmüş ve yeryüzüne dik olacak şekilde binaya zarar vermeden önceki hali görülmektedir.



Yukarıdaki şekilde belirtilen referans noktasına göre, yıkım makinesinin yıkım topunun şekil A'da ve şekil B'de sahip olduğu mekanik enerjinin bağlı olduğu enerji türleri nelerdir?

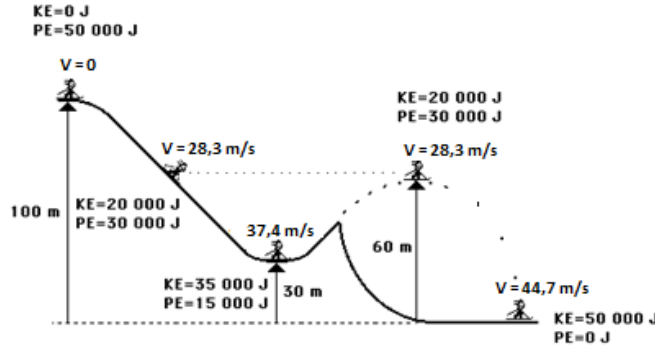
Şekil A

- A) Potansiyel Enerji
- B) Potansiyel Enerji
- C) Kinetik Enerji
- D) Potansiyel Enerji+Kinetik Enerji
- E) Potansiyel Enerji+Kinetik Enerji

Şekil B

- Kinetik Enerji
- Potansiyel Enerji+Kinetik Enerji
- Potansiyel Enerji
- Potansiyel Enerji+Kinetik Enerji
- Kinetik Enerji

12. Şekilde 50 kg kütleli bir kayakçının, kaymaya başladığı andan itibaren hareketi gözlemlenebilmektedir.



Sadece verilen bilgiler kullanılarak, kayakçının sahip olduğu kinetik enerji (KE) ve potansiyel enerji (PE) değerleri hangi büyüklüklere bağlı olduğu söylenebilir?

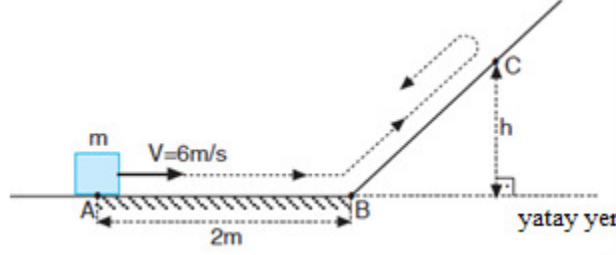
KE

- A) kütle
- B) kütle, hız
- C) kütle, hız
- D) hız
- E) hız

PE

- kütle, yükseklik
- yükseklik
- kütle
- yükseklik
- kütle, yükseklik

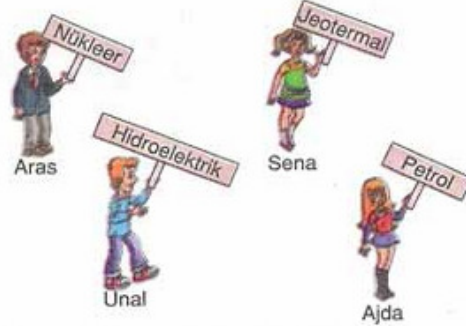
13. Düşey kesiti şekildeki gibi olan **ABC** yolunun yalnız **AB** bölümü sürtünmelidir. Cisim ile yatay yol arasındaki sürtünme katsayısı 0,3'tür.



A noktasından 6 m/s hızla fırlatılan m kütleli cisim C noktasına kadar çıkıp geri dönüyor. Buna göre, şekildeki h yüksekliği kaç metredir?

- A) 0,8 B) 1 C) 1,2 D) 1,4 E) 1,6

14. Sloganı “Toplum sağlığını korumak ve çevre kirliliğini önlemek için doğaya dost enerji kaynaklarını kullanın.” olan yürüyüşe izin alarak katılmak isteyen kişilerin hazırladıkları pankartlar aşağıdaki gibidir.



Buna göre, hangi iki kişinin bu yürüyüşe katılması **uygun olur**?

- A) Aras ve Sena B) Ünal ve Sena C) Aras ve Ajda
D) Ajda ve Ünal E) Ajda ve Sena

15. Aşağıda enerji kaynaklarından bazıları verilmiştir.

- I. Doğalgaz
- II. Güneş
- III. Kömür
- IV. Rüzgar

Bu enerji kaynaklarından hangileri çevreye zararlı gazlar yayarak insan sağlığını ve çevre kirliliğini tehdit ederler?

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

16. Site sakinleri, yöneticiden sitenin ısınması için gerekli yakıt paralarının çok fazla toplandığı konusunda şikayetçi olur. Yönetici makine mühendisler odasından görevliyle bu konuda bir görüşme yapar ve mühendisin önerisi: “Binanın ısı yalıtımının yapılmasıdır.” Yönetici aldığı bu öneriyi site sakinlerine iletir. Sizce, mühendisin ısı yalıtımı önerisini uygulamak, aşağıdakilerden hangisini yapmaya **kesinlikle katkı sağlamaz**?

- A) Küresel ısınma etkilerini azaltmaya.
- B) Enerji tasarrufu sağlamaya.
- C) İklimlerin ve doğal kaynakların korunmasını sağlamaya.
- D) Dünyamızdaki sera etkisini arttırmaya.
- E) Ülke ekonomisine katkıda bulunmaya.

17. Aşağıda bazı davranışlar verilmiştir.

- I. Bulaşık makinesini tam doldurmadan çalıştırmak.
- II. Bozuk muslukları tamir etmek.
- III. Elektrik süpürgesinin torbasını çok sık değiştirmek.

Bu davranışlardan hangileri enerji verimliliği ve tasarrufu ile ilgili bir örnektir?

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

18. Aşağıda enerji kaynaklarının kontrolsüz kullanılmasının neden olabileceği bazı toplum ve çevre problemleri verilmiştir.

- I. Kentlerde hava kirliliğinin artması
- II. Sera etkisi ve küresel ısınmanın artması
- III. Radyoaktif kirliliğinin artması

Bu problemlerden hangileri fosil enerji kaynaklarının zararlarındandır?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) I ve II
- D) II ve III
- E) I, II ve III

19. Bir saat yüzmek için gereken enerji miktarı yaklaşık 400 kcal'dir. Bazı meyvelerden 100 g yediğimizde alacağımız enerji değerleri tabloda verilmiştir.

Besin (100g)	Enerji Değerleri (kcal)
Şeftali	40
Elma	60
İncir	80

Buna göre bir kişi, bir günde 0,5 kg şeftali, 1 kg elma ve 250 g incir yiyerek kazandığı enerjiyi, kaç saat sadece yüzerek harcayabilir?

- A) 0,5
- B) 1
- C) 1,5
- D) 2
- E) 2,5

20. Aşağıdaki şekil, sağlıklı beslenme piramididir.



Besin piramidine göre, dengeli beslenmek için aşağıdakilerden hangisinin yapılması söylenemez?

- A) Yağ ve şeker oranı yüksek besinler mümkün oldukça az tüketilmelidir.
- B) Et ve süt ürünleri meyve ve sebzeden daha çok tüketilmelidir.
- C) Sebzeler meyvelerden biraz daha çok tüketilmelidir.
- D) Et ve süt ürünleri eşit oranda tüketilmelidir.
- E) Ekmek, pirinç ve makarna gibi besinler bol miktarda tüketilmelidir.

21. Bir yetişkinin temel enerji gereksinimi günlük yaklaşık olarak 2000 kcal civarındadır.

Aşağıda, bu yetişkinin iki farklı güne ait temel enerji gereksinimini karşıladığı besin değerleri verilmiştir.

Birinci gün: 800 kcal karbonhidrat, 600 kcal yağ ve 600 kcal protein olmak üzere toplam 2000 kcal değerinde besin tüketmiştir.

İkinci gün: 606 kcal karbonhidrat, 834 kcal yağ ve 560 kcal protein olmak üzere toplam 2000 kcal değerinde besin tüketmiştir.

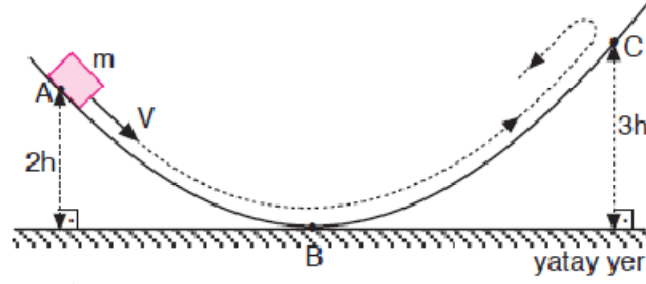
Bu yetişkinin sürekli bu şekilde beslendiğini düşünürsek,

- I. Bu yetişkin kilo verir.
- II. Bu yetişkinin kilosunda değişiklik gözlenmez.
- III. Bu yetişkin dengeli (sağlıklı) beslenmektedir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

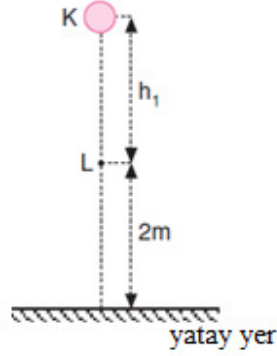
22. Düşey kesiti şekildeki gibi olan sürtünmesiz yolun A noktasından V hızıyla fırlatılan m kütleli cisim, C noktasına kadar çıkıp geri dönüyor.



Buna göre, cismin A noktasındaki başlangıç kinetik enerjisi KE_A ve A noktasındaki potansiyel enerjisi PE_A ise; $\frac{PE_A}{KE_A}$ oranı kaçtır?

- A) 2 B) 5/2 C) 3 D) 7/2 E) 4

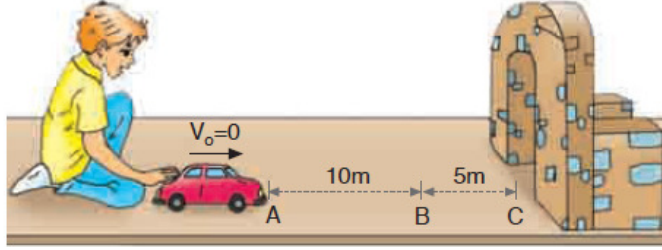
23. Aşağıda verilen şekilde, K noktasından m kütleli cisim serbest bırakılıyor. Cismin yerden 2 m yüksekteki L noktasındaki kinetik enerjisinin potansiyel enerjisine oranı, $\frac{E_{\text{kinetik}}}{E_{\text{potansiyel}}} = 2$ 'dir.



Buna göre, cismin bırakıldığı noktanın yere olan uzaklığı kaç m'dir?

- A) 6 B) 7 C) 8 D) 9 E) 10

24. Mert, 4 kg kütleli oyuncak arabasını sabit kuvvetle **A** noktasından **B** noktasına kadar itiyor. **B** noktasında arabayı itmeyi bırakıp, hareketini izliyor.

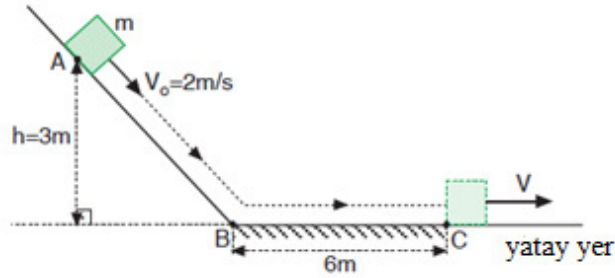


Yol sürtünmesiz ve arabanın **B** noktasında hızı 10 m/s ise;

- I. Mert'in **A-B** arasında yaptığı iş 200 J'dür.
 - II. Mert'in arabayla uyguladığı kuvvet 20 N'dur.
 - III. **C** noktasında arabanın hızı 15 m/s'dir.
- yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

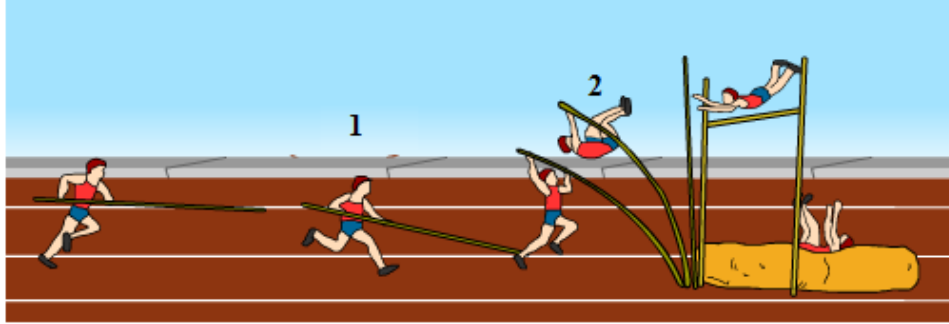
25. Düşey kesiti aşağıdaki şekilde görülen **ABC** yolunun yalnız **BC** bölümü sürtünmelidir. Yolun **BC** bölümünde cisim ile yatay yol arasındaki sürtünme katsayısı 0,4'tür.



A noktasından 2 m/s hızla fırlatılan **m** kütleli cismin **C** noktasından geçtikten hemen sonra hızı kaç m/s olur?

A) 2 B) 3 C) 4 D) 5 E) 6

26. Yüksek atlama yapan bir sporcu düşünelim. Aşağıdaki resimde, sporcunun farklı konumlardaki görüntüsü numaralandırılarak verilmiştir.



Aşağıdaki seçeneklerin hangisinde sporcunun 1. ve 2. konumlarda sahip olduğu enerji türleri doğru olarak sıralanmıştır?

1. konum

- A) Kinetik Enerji
- B) Kinetik Enerji
- C) Kimyasal Enerji
- D) Kimyasal Enerji
- E) Kimyasal Enerji

2. konum

- Çekim Potansiyel Enerjisi + Kinetik Enerji
- Çekim Potansiyel Enerjisi
- Çekim Potansiyel Enerjisi + Kinetik Enerji
- Çekim Potansiyel Enerjisi
- Kinetik Enerji

27. Mekanik enerji ile ilgili verilen,

- I. Bir cismin yerden yüksekliği değişmeden hızı artarsa mekanik enerjisi artar.
- II. Bir cismin yerden yüksekliği artarken hızı da artarsa mekanik enerjisi artar.
- III. Bir cismin yerden yüksekliği azalırken hızı atarsa mekanik enerjisi artar.

ifadelerinden hangileri kesinlikle doğrudur?

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

28. Bir çocuk, O noktasında durmakta olan 2 kg kütleli oyuncak arabasını itirmeye başlıyor.

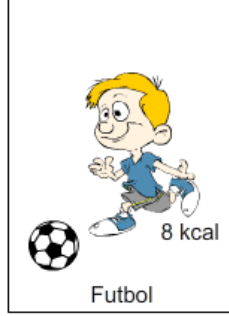
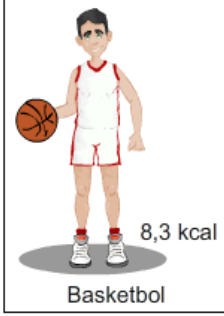


Sürtünmesiz yatay düzlemde harekete başlayan arabanın K noktasındaki hızı 4 m/s olarak ölçülüyor. Çocuğun K-L noktaları arasında arabaya kazandırdığı enerji 48 J ise, L noktasına ulaştığında arabanın hızı kaç m/s olur?

- A) 6 B) 7 C) 8 D) 9 E) 10

29. Aşağıda bazı kuruyemişlerin enerji miktarları ile bazı takım sporlarında harcanan enerji miktarları verilmiştir.

TAKIM SPORLARI
(Bir saatte kilo başına harcanan kilokalori değerleri)



Kuruyemişler	Miktar	kcal
Badem	100 g	600
Hindistan cevizi	100 g	603
Fındık	100 g	600
Fıstık	100 g	560

Yedek kulübesinde canı sıkıldığı için 50 gram badem ve 100 gram fındık yiyen 75 kg kütleli bir futbolcunun yediklerini eritmek için kaç dakika futbol oynaması gerekir?

- A) 45 B) 50 C) 60 D) 75 E) 90

BÖLÜM 3 – Açık uçlu sorular

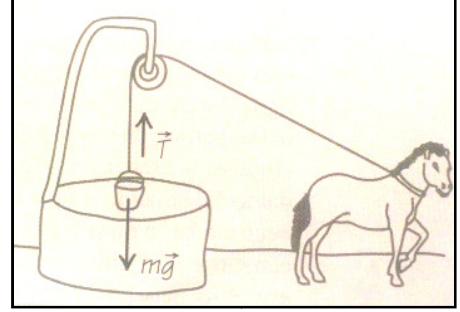
Bu bölümde yer alan sorulara cevaplarınızı sorulardan hemen sonra cevap için ayrılan boşluklara yazınız. Çözümünde ihtiyaç duyduğunuz sorularda yer çekim ivme değerini $g=10 \text{ m/s}^2$ alınız.

30. Mobilya satış dükkanında çalışan bir görevli, bir kanepayı halı döşeli zemin üzerinde itmektedir. Görevli, kanepeye yatay düzleme paralel F kuvveti uygulamakta, görevli ve kanepa sabit hızla hareket etmektedir.

Bu hareket boyunca kanepenin kinetik enerji değerini göz önünde bulundurarak, görevlinin ve sürtünmenin yaptığı işin, kanepenin hareketine etkisini açıklayınız.



31. Ondokuzuncu yüzyılın erken dönemlerinde, kuyudan su çıkarmak için at gücünden faydalanılırdı. Şekilde gördüğünüz kuyunun dibindeki su seviyesinden yüzeye çıkana kadar olan mesafe d , su dolu kovanın kütlesi m 'dir. At kovayı sabit hızla yukarı çekmekte ve her bir kovanın yüzeye çıkma süresi t kadardır.



Kovanın kuyunun dibinden yüzeye çıkana kadar geçen sürede, atın, yaptığı işin ve bu işi yaparkenki gücünü hesaplayınız.

32. X ve Y su pompaları aynı kuyudan ve aynı derinlikten tarla sulamak için su pompalamaktadır. Her pompanın bir saatte pompaladığı su miktarı ve kullandığı yakıt miktarı aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

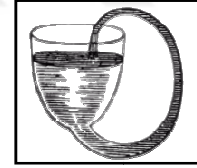
	1 saatte pompalanan su (litre)	1 saatte tüketilen yakıt (litre)
X pompası	1500	3,75
Y pompası	750	1,5

Buna göre, hangi pompa yakıt enerjisini işe dönüştürmekte daha verimlidir? Açıklayınız.

33. Pek çok tepe yolu, dik bir yokuş yerine tepenin etrafında dönerek yükselecek şekilde inşa edilir. Sırt çantası takılı bir bisikletçinin bir tepenin zirvesine, aynı yerden başlayarak, hem dik yokuştan hem de etrafında dönerek yükselen yoldan ayrı ayrı tepeye çıktığını düşünelim.

İki farklı yoldan zirveye çıkan bisikletçinin yerçekimine karşı yaptığı işi, harcadığı enerjiyi ve gücünü karşılaştırarak açıklayınız.

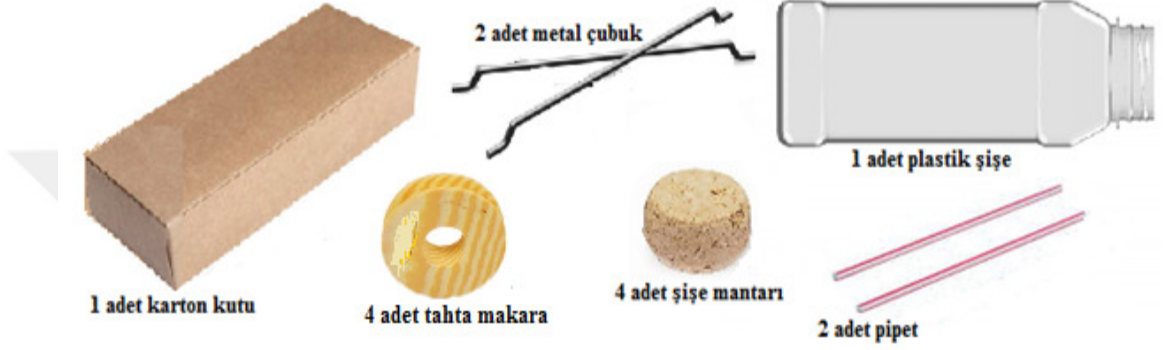
34. Devridaim makinelerinin en basitlerinden biri olan kapiler yükseltme makinesinde, ince bir cam boru içinde, sıvı ile boru yüzeyi arasındaki kütle çekim kuvvetiyle sıvıların yükselmesi amaçlanmıştır. Bu sistemin ilk versiyonlarında, kütle çekim yasası sadece yer ile maddeler arasında hesaplandığı için sıvı yükselmesi sağlanamamıştır. Sonraki versiyonlarında, bütün maddelerin kendi arasında olan çekim yasası hesaba katıldıysa da, uç kısımda damlacıkların tutunması sebebiyle, sistem başarısız olmuştur.



Yukarıda, bir kez çalıştıktan sonra dışarıdan enerjiye ihtiyaç duymadan sürekli döngüsel enerji sağlayacağı düşünülen bir makinenin geliştirme süreci hakkında bilgi verilmektedir. Sizce bu makinenin çalışması mümkün olabilir mi? Verim kavramıyla ilişkilendirerek açıklayınız.

35. Araçlarda verimliliği etkileyen birçok etmen vardır. Bunlardan bazıları; lastiklerin yapısının küçük ya da büyük oluşu, dış kaplama malzeme türünün hafif ya da ağır olması ve arabanın yapısal şeklinin büyük ya da küçük olması gibi. Verimi yüksek olan arabaların, verimi düşük olanlara göre üstünlüğü, sürtünmeden kaynaklanan enerji kaybını daha aza indirmesidir.

Aşağıda basit bir araba yapımında kullanabileceğiniz malzemeler verilmiştir.



Eğer siz bir araba tasarlayacak olsaydınız, geliştirdiğiniz tasarımın yüksek verimliliğe sahip olması için yukarıda verilen malzemelerden hangilerini tercih ederiniz. Tercihlerinizin sebebini belirtiniz.



APPENDIX C

TABLE OF SPECIFICATION

Table of Specification O: Open-ended questions M: Multiple choice questions B: Fill in the blanks questions *Question that has a lower taxonomy level than its objective.		Revised Bloom's Taxonomy				Total teaching time (point)	Percent
		Objective(teaching time of objective in annual plan)[Question(point of question)]					
		Understanding	Applying	Analyzing	Creating		
Concepts	Work, Energy & Power (where related concepts used together)	1(0.5)[33O(4)]				0.5(4)	3.8(4)
	Work & Energy (where related concepts used together)	1a(0.5)[8B(2), 9B(2)]				0.5(4)	3.8(4)
	Work & Power (where related concepts used together)		1b(0.5)[31O(2), 3B*(2)] 1c(0.5)[10M(3)]			1(7)	7.7(7)
	Kinetic Energy (KE) & Potential Energy (PE)	2a(0.8)[12M(3), 6B(2)]	2c(0.8)[22M(3), 23M(3), 4B*(2)]			1.6(13)	12.3(13)
	Mechanical Energy(ME) (where ME=KE+PE)	2(0.7)[11M(3), 27M(3)]				0.7(6)	5.4(6)
	Work, KE & PE (where related concepts used together)		2b(0.7)[13M(3), 25M (3)]			0.7(6)	5.4(6)
	Work &KE Change		2ç(1)[24M(3), 28M*(3), 1B*(2)]			1(8)	7.7(8)
	Energy Conservation & Energy	3.1(0.7)[26M(3)] 3.1b(0.6)[2B(2), 5B(2)]		3.1a(0.7) [30O(7)]		2(14)	15.4(14)

	Transformation						
	Balanced Diet & Energy Gained From Nutrition		3.2(1)[19M(3), 21M(3), 29M(3)]	3.2a(1) [20M(3), 7B*(2)]		2(14)	15.4(14)
	Efficiency	4a(0.2) [34O(2)]		4(0.4) [32O(4)]	4b(0.4) [35O(3)]	1(9)	7.7(9)
	Energy Sources	5(1) [14M(3), 15M(3), 18M(3)]				1(9)	7.7(9)
	Energy Saving	5a(1) [16M(3), 17M(3)]				1(6)	7.7(6)
Total		6(43)	4.5(38)	2.1(16)	0.4(3)	13(100)	100
Percent		46.1(43)	34.7(38)	16.1(16)	3.1(3)	100	

APPENDIX D

ENERGY UNIT ACHIEVEMENT TEST– EXPERT EVALUATION FORM

Enerji Ünitesi Başarı Testi – Uzman Değerlendirme Formu

Amaç: 9. Sınıf fizik öğrencilerinin “Enerji” konusundaki *Ortaöğretim Fizik Dersi Öğretim Programı*’nda verilen kazanımları edinip edinmediklerinin belirlenmesi

Kazanım sayısı: 5

Madde tipi	Çoktan seçmeli	Boşluk doldurma	Açık uçlu	Toplam
Madde sayısı	20	9	6	35

Genel Değerlendirme

Lütfen aşağıda ifadeler içinde düşüncenizi uygun yeri işaretleyerek belirtiniz. Eğer eklemek istediğiniz yorum var ise ifadelerin yanında yer alan boşlukları kullanabilirsiniz.

(1: katılmıyorum – 2: geliştirilebilir – 3: katılıyorum)

Ekleme istediğiniz yorumlar

1	Testin yönergeleri açık ve eksiksizdir.	1	2	3
2	İfade dili hedef öğrencilere uygundur.	1	2	3
3	Testin tamamlanması için ayrılan süre yeterlidir.	1	2	3
4	Kullanılan yazı fontu ve boyutu okumayı zorlaştırıyor.	1	2	3
5	Test maddeleri diğer maddeler için ipucu bilgiler içermiyor.	1	2	3
6	Kazanımlara ayrılan süre ile testteki kazanımı ölçen sorulara ayrılan puan oranları paraleldir.	1	2	3
7	Kazanımlar uygun sayıda soru ile temsil edilmiştir.	1	2	3
8	Her sorunun cevabı cevap anahtarında doğru verilmiştir.	1	2	3
9	Madde tipleri kazanımlara uygun seçilmiştir.	1	2	3
10	Madde tipleri olması gerektiği gibi hazırlanmıştır.	1	2	3

Kazanım No	Kazanımı ölçen soru numarası	Soru(lar) içerik olarak ilgili kazanımı ölçmekte midir? (Evet/Hayır)	Sorulardan en az biri Bloom taksonomisine göre kazanım seviyesinde midir? (Evet/Hayır)	Soru bilimsel olarak hata içeriyor mu? (Evet/Hayır)	Önerileriniz
1	33				
1a	8, 9				
1b	31, 3				
1c	10				
2	11, 27				
2a	12, 6				
2b	13, 25				
2c	22, 23, 4				
2ç	24, 28, 1				
3.1	26				
3.1a	30				
3.1b	2, 5				
3.2	19, 21, 29				
3.2a	20, 7				
4	32				
4a	34				
4b	35				
5	14, 15, 18				
5a	16, 17				



APPENDIX E

ENERGY UNIT ACHIEVEMENT TEST ANSWER KEY

Enerji Ünitesi Başarı Testi Cevap Anahtarı

Soru #	Doğru Cevap	Soru #	Doğru Cevap
1	iş	16	D
2	kinetik	17	E
3	güçlü	18	C
4	hızını	19	E
5	kimyasal	20	B
6	potansiyel	21	B
7	harcanan enerjiye	22	A
8	kimyasal enerji	23	A
9	çekim potansiyel enerji	24	D
10	B	25	C
11	B	26	A
12	D	27	D
13	C	28	C
14	B	29	E
15	D		

Soru

Mobilya satış dükkanında çalışan bir görevli, bir kanepayı halı döşeli zemin üzerinde itmektedir. Görevli, kanepeye yatay düzleme paralel F kuvveti uygulamakta, görevli ve kanepa sabit hızla hareket etmektedir.

Kanepenin kinetik enerji değerini göz önünde bulundurarak, görevlinin ve sürtünmenin yaptığı işin, kanepenin hareketine etkisini açıklayınız.

**Cevap anahtarı****Tam doğru cevap (7 puan):**

Kanepa sabit hızla hareket etmekte olduğundan, ivmesi sıfırdır. Dolayısıyla, kanepeye etki eden F_{net} kuvveti de sıfırdır. Bu durumda görevli kanepeye F kuvveti uyguladığından, kanepa ile zemin arasındaki sürtünme kuvveti görevlinin uyguladığı kuvvetle aynı büyüklükte ve ters yönde olmalıdır.

Eğer F_{net} kuvveti sıfırsa, kanepa üzerinde iş yapılmıyordur ve kanepenin kinetik enerjisi değişmiyordur. Görevli, kanepayı hareket ettirmesinden dolayı iş yapar fakat bu iş kanepenin kinetik enerji değerini değiştirmediğinden, sadece sürtünmenin yaptığı işe karşılık gelmektedir.

Çoğunlukla doğru cevap: (4 puan)

- Kanepenin ivmesi ve kanepeye etki eden F_{net} kuvvetini doğru açıklanıp, sadece kanepeye yapılan işle ve kanepenin kinetik enerji değeriyle doğru ilişkilendiren cevaplar.
- Kanepenin ivmesi ve kanepeye etki eden F_{net} kuvvetini doğru açıklanıp, sadece görevlinin yaptığı işle ve kanepenin kinetik enerji değeriyle doğru ilişkilendiren cevaplar.

Kısmi doğru cevap (2 puan):

- Sadece kanepenin ivmesi ve kanepeye etki eden F_{net} kuvvetini doğru olarak anlatan cevaplar.

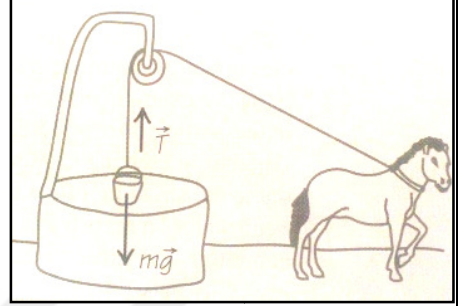
Yanlış cevap (0 puan):

Yukarıdaki cevaplar dışındaki tüm ifadeler yanlış cevap olarak değerlendirilecektir.

Soru

Ondokuzuncu yüzyılın erken dönemlerinde, kuyudan su çıkarmak için at gücünden faydalanılırdı. Şekilde gördüğünüz kuyunun dibindeki su seviyesinden yüzeye çıkana kadar olan mesafe d , su dolu kovanın kütlesi m 'dir. At kovayı sabit hızla yukarı çekmekte ve her bir kovanın yüzeye çıkma süresi t kadardır.

Kovanın kuyunun dibinden yüzeye çıkana kadar geçen sürede, atın, yaptığı işin ve bu işi yaparkenki gücünün matematiksel değerini hesaplayınız.

**Cevap anahtarı****Tam doğru cevap (2 puan):**

Atın yaptığı işi hesaplamak için T kuvvetinin değerini bilmeliyiz. At sabit hızla hareket ettiğinden, ivme ve dolayısıyla F_{net} kuvveti sıfırdır. Buradan, $T = mg$.

Atın yaptığı iş: $W = T \Delta d = mgd$

Atın gücü: $P = \frac{W}{t} = \frac{mgd}{t}$

Çoğunlukla doğru cevap (1 puan):

- T kuvvetinin büyüklüğünü doğru belirtilip, sadece atın yaptığı işin doğru hesaplandığı cevaplar.
- T kuvvetinin büyüklüğünü doğru belirtilip, sadece atın gücünün doğru hesaplandığı cevaplar.

Kısmi doğru cevap (0,5 puan)

- Sadece T kuvvetinin büyüklüğünün doğru belirtildiği cevaplar.

Yanlış cevap (0 puan):

Yukarıdaki cevaplar dışındaki tüm ifadeler yanlış cevap olarak değerlendirilecektir.

32

Soru

X ve Y su pompaları aynı kuyudan ve aynı derinlikten tarla sulamak için su pompalamaktadır. Her pompanın bir saatte pompaladığı su miktarı ve kullandığı yakıt miktarı aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

	1 saatte pompalanan su (litre)	1 saatte tüketilen yakıt (litre)
X pompası	1500	3,75
Y pompası	750	1,5

Buna göre, hangi pompa yakıt enerjisini işe dönüştürmekte daha verimlidir? Açıklayınız.

Cevap anahtarı**Tam doğru cevap (4 puan):**

$$\text{Verim} = \frac{\text{Yapılan iş}}{\text{Harcanan enerji}}$$

Bu soru için; verim = $\frac{1 \text{ saatte pompalanan su}}{1 \text{ saatte tüketilen yakıt}}$ olarak ele alırsak;

X pompasının verimi; $\text{Verim}_{\text{X pompası}} = 400$

Y pompasının verimi; $\text{Verim}_{\text{Y pompası}} = 500$

Buradan, pompaların 1 saatte tükettikleri yakıt miktarlarına göre verim değerler incelendiğinde, Y pompası yakıt enerjisini işe döndürmekte daha verimlidir.

Çoğunlukla doğru cevap (2 puan):

- Verimin doğru tanımlanıp, pompaların verimlerinin doğru hesaplandığı cevaplar.

Kısmi doğru cevap (1 puan)

- Verimin doğru tanımlanıp, sadece X pompasının veya sadece Y pompasının veriminin doğru hesaplandığı cevaplar.

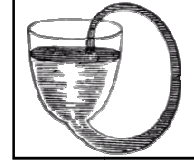
Yanlış cevap (0 puan):

Yukarıdaki cevaplar dışındaki tüm ifadeler yanlış cevap olarak değerlendirilecektir.

33	
Soru Pek çok tepe yolu, dik bir yokuş yerine tepenin etrafında dönerek yükselecek şekilde inşa edilir. Sırt çantası takılı bir bisikletçinin bir tepenin zirvesine, aynı yerden başlayarak, hem dik yokuştan hem de etrafında dönerek yükselen yoldan ayrı ayrı tepeye çıktığını düşünelim. İki farklı yoldan zirveye çıkan bisikletçinin yerçekimine karşı yaptığı işi, harcadığı enerjiyi ve gücünü karşılaştırarak açıklayınız.	
Cevap anahtarı Tam doğru cevap (4 puan): Bisikletçi tepenin zirvesine ister dik yokuştan çıksın, isterse etrafında dönerek yükselen yoldan çıksın; yerçekimine karşı yaptığı iş her iki yolda da eşittir. Bisikletçinin etrafında dönerek yükselen yoldan zirveye çıkmak için harcadığı enerji daha fazladır. Dik yokuştan zirveye çıkmak için daha fazla güce ihtiyacı vardır. Çoğunlukla doğru cevap (2,5 puan): - İki farklı yoldan zirveye çıkan bisikletçinin yerçekimine karşı yaptığı iş, harcadığı enerji ve gücü kavramlarından herhangi iki tanesini doğru karşılaştırıldığı cevaplar. Kısmi doğru cevap (1) - İki farklı yoldan zirveye çıkan bisikletçinin yerçekimine karşı yaptığı iş, harcadığı enerji ve gücü kavramlarından herhangi bir tanesini doğru karşılaştırıldığı cevaplar. Yanlış cevap (0 puan): Yukarıdaki cevaplar dışındaki tüm ifadeler yanlış cevap olarak değerlendirilecektir.	

Soru

Devridaim makinelerinin en basitlerinden biri olan kapiler yükseltme makinesinde, ince bir cam boru içinde, sıvı ile boru yüzeyi arasındaki kütle çekim kuvvetiyle sıvıların yükselmesi amaçlanmıştır. Bu sistemin ilk versiyonlarında, kütle çekim yasası sadece yer ile maddeler arasında hesaplandığı için sıvı yükselmesi sağlanamamıştır. Sonraki versiyonlarında, bütün maddelerin kendi arasında olan çekim yasası hesaba katıldıysa da, uç kısımda sürtünmeden kaynaklı damlacıkların tutunması sebebiyle, sistem başarısız olmuştur.



Yukarıda, bir kez çalıştıktan sonra dışarıdan enerjiye ihtiyaç duymadan sürekli döngüsel enerji sağlayacağı düşünülen bir makinenin geliştirme süreci hakkında bilgi verilmektedir. Sizce bu makinenin çalışması mümkün olabilir mi? Verim kavramıyla ilişkilendirerek açıklayınız.

Cevap anahtarı**Tam doğru cevap (2 puan):**

Verim matematiksel olarak alınan yararlı enerjinin verilen enerjiye oranı olarak ifade edilir. Diğer bir ifade ile verim, makinenin ya da sistemin işe yararlılığının bir ölçüsüdür. Devridaim makinelerinde, her ne kadar dışarıdan enerji almaya gereksinim duyulmadan kendi kendine , %100 verimle, sonsuza kadar çalışması beklenilmişse de; sürtünmenin neden olduğu enerji kayıpları bu sistemlerin çalışmasını mümkün kılmaz. Çünkü sürtünmeden dolayı enerjinin bir bölümü ısı ile dış ortama aktarılır. Dolayısıyla devridaim makineleri, enerji korunum yasasına ters düşerler.

Eğer, sürtünmeyi azaltabilirsek, sadece bu makinelerin çalışma sürelerini uzatabiliriz. Bu uygulama sonsuza kadar çalışmalarını sağlamasa da, işe yararlılıklarını artırmayı sağlar.

Çoğunlukla doğru cevap (1 puan):

- Verim kavramını doğru ifade edip, devridaim makinelerinin temel sorunu olan sürtünmeyle doğru ilişkilendiren cevaplar.
- Verim kavramını doğru ifade edip, devridaim makinelerinin enerji korunum yasasına ters düşüklerini belirten doğru cevaplar.

Kısmi doğru cevap (0,5)

- Verim kavramını doğru ifade edip, ilişkilendirmeden sadece devridaim makinelerinin sonsuza kadar çalışamayacağını belirten cevaplar.

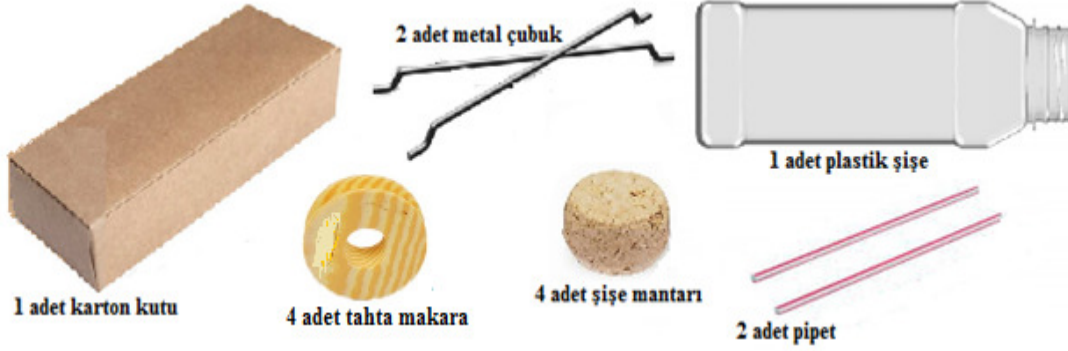
Yanlış cevap (0 puan):

Yukarıdaki cevaplar dışındaki tüm ifadeler yanlış cevap olarak değerlendirilecektir.

Soru

Araçlarda verimliliği etkileyen birçok etmen vardır. Bunlardan bazıları; lastiklerin yapısının küçük ya da büyük oluşu, dış kaplama malzeme türünün hafif ya da ağır olması ve arabanın yapısal şeklinin büyük ya da küçük olması gibi. Verimi yüksek olan arabaların, verimi düşük olanlara göre üstünlüğü, sürtünmeden kaynaklanan enerji kaybını daha aza indirmesidir.

Aşağıda basit bir araba yapımında kullanabileceğiniz malzemeler verilmiştir.



Eğer siz bir araba tasarlayacak olsaydınız, geliştirdiğiniz tasarımın yüksek verimliliğe sahip olması için yukarıda verilen malzemelerden hangilerini tercih ederdiniz. Tercihlerinizin sebebini belirtiniz.

Cevap anahtarı**Tam doğru cevap (3 puan):**

Tasarımdaki temel amaç sürtünmeden kaynaklı enerji kaybını en aza indirmek olduğundan, seçilen malzemeler en hafifleri olmalıdır. Bu durumda: arabanın gövdesini plastik şişe, lastiklerini şişe mantarı ve lastik birleşimlerini de pipetler oluşturursa, tasarımı yapılan araba diğer malzemelerle yapılabilecek arabalara oranla daha yüksek verimliliğe sahip olur.

Çoğunlukla doğru cevap (2 puan):

- Araba tasarımında 3 malzemenin doğru olarak verilmesi gerekmektedir. Herhangi iki tanesinin doğru belirtildiği cevaplar.

Kısmi doğru cevap (1)

- Araba tasarımında 3 malzemenin doğru olarak verilmesi gerekmektedir. Herhangi bir tanesinin doğru belirtildiği cevaplar.

Yanlış cevap (0 puan):

Yukarıdaki cevaplar dışındaki tüm ifadeler yanlış cevap olarak değerlendirilecektir.



APPENDIX F

PILOT STUDY ANALYSIS OF ENERGY UNIT ACHIEVEMENT TEST

Enerji Ünitesi Başarı Testi Pilot Çalışması Analizi

Sorular	Kız(başarılı)	Erkek (başarılı)	Kız (orta)	Erkek (orta)	Kız (başarısız)	Erkek (başarısız)
Testi bitirme süresi	50 dakika	50 dakika	58 dakika	60 dakika	40 dakika	45 dakika
1	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, yanlış çözdü. (güç)
2	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.
3	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi. “Çalışan için kolay.” dedi. Yanlış çözdü. (kuvvetli)	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.
4	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, yanlış çözdü. (yüksekliğini)	Soruyu anladığını söyledi, yanlış çözdü. (yüksekliğini)
5	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Boş bıraktı.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.
6	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.
7	Soruyu anladığını söyledi, yanlış çözdü. (verilen enerjiye)	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, yanlış çözdü. (verilen enerjiye)	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, yanlış çözdü. (verilen enerjiye)
8	“Çok fazla anlayamadım, kelimelerin hiç birini cümlede oturtamadım.” dedi. Boş bıraktı.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Seçeneklerden uygun kelime bulamadığını söyledi. Boş bıraktı.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.
9	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladım ama bir fikrim	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.

	söyledi, doğru çözdü.	çözdü.	yok dedi. Boş bıraktı.	çözdü.	çözdü.	çözdü.
10	Soruyu anladığını söyledi. “Formülleri hatırlayamadım.” dedi. Boş bıraktı.	“Soruyu tam anlayamadım, zor geldi.” dedi. Boş bıraktı.	“Formülleri hatırlayamadım.” dedi. Boş bıraktı.	Soruyu anladığını söyledi. “Formülleri hatırlayamadım.” dedi. Boş bıraktı.	“Soruyu anlayamadım, zor geldi” dedi. Boş bıraktı.	“Formülleri hatırlayamadım.” dedi. Boş bıraktı.
11	Soruyu anladığını söyledi, “kolay” dedi. Yanlış çözdü. (D)	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Çelişkide kaldım dedi. Yanlış çözdü. (D)	Soruyu anladığını söyledi. “Sıkıntısız rahat çözebilirim.” dedi . Yanlış çözdü. (D)	Soruyu anladığını söyledi. Yanlış çözdü. (D)	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.
12	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, “şıklar test tekniki ile çözmeye çok müsait.” dedi. Yanlış çözdü. (E)	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi. “Çok basit” dedi. Yanlış çözdü. (B)	Soruyu anlamak için birkaç kez okuma ihtiyacı duydu. Boş bıraktı.
13	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Formülleri hatırlayamadığını belirtti. Boş bıraktı.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi. “Formülleri hatırlayamadım.” dedi. Boş bıraktı.	Soruyu anladığını söyledi. “Formülleri hatırlayamadım.” dedi. Boş bıraktı.
14	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.
15	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını, zor bir soru olmadığını belirtti. Yanlış çözdü. (E)	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.
16	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi. “Çok basit, keşke fizik yazılısında çıksa” dedi. Yanlış çözdü. (B)	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.
17	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, “kolay” dedi. Yanlış çözdü. (B)	Kararsız kaldığını söyledi. Yanlış çözdü. (B)	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi. “Çok basit” dedi. Yanlış çözdü. (B)	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.
18	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.
19	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, “kolay” dedi. Yanlış çözdü. (A)	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, “kolay” dedi. Yanlış çözdü. (C)
20	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	“Servis” derken ne demek istendiğini anlamadığını söyledi. Doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını ama seçenekleri çok uzun buldu. Yanlış çözdü. (C)	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.
21	Soruyu anladığını söyledi, “kolay” dedi. Yanlış çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, “kolay” dedi. Yanlış çözdü. (E)	Soruyu anlamasında bir sorun olmadığını belirtti. Yanlış çözdü. (C)	Soruyu anladığını söyledi. 2. gün daha fazla yağ alınmasının olumsuz etkisini	Soruyu anladığını söyledi. Çözemedi, boş bıraktı.	Soruyu anladığını söyledi. Şıklar arasında kararsız kaldı. Boş bıraktı.

	(E)			göz önünde bulundurdu. Yanlış çözdü. (E)		
22	Soru ifadesini ters anladı. Boş bıraktı. (cevabı ½ buldu.)	Soruyu anladığını söyledi. "Formülleri hatırlayamadım." dedi. Boş bıraktı.	Oran kısmını ters anladı ama soruyu doğru çözdü.	Soruda A noktasındaki potansiyel enerji değeri atılmadan önce mi yoksa sonra mı diye belirtilmeli dedi. Boş bıraktı.	"Soruyu anlamadım. Formülleri de hatırlamıyorum." dedi. Boş bıraktı.	Soruyu anladığını söyledi. "Formülleri hatırlayamadım." dedi. Boş bıraktı.
23	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi. "Formülleri hatırlayamadım." dedi. Boş bıraktı.	Soruyu anladığını belirtti, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi. "Formülleri hatırlayamadım." dedi. Boş bıraktı.	"Soruyu anlamadım. Formülleri de hatırlamıyorum." dedi. Boş bıraktı.	Soruyu anladığını söyledi. "Formülleri hatırlayamadım." dedi. Boş bıraktı.
24	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi. "Formülleri hatırlayamadım." dedi. Boş bıraktı.	Soruyu anladı, öncüllerden bir kısmını test edebildi fakat formülleri unuttuğu için soru çözümünü tamamlamadı. Boş bıraktı.	Soruyu anladığını söyledi. "Formülleri hatırlayamadım." dedi. Boş bıraktı.	Soruyu anladığını söyledi. Çözemedi. Boş bıraktı.	Soruyu anladığını söyledi. "Formülleri hatırlayamadım." dedi. Boş bıraktı.
25	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi. "Formülleri hatırlayamadım." dedi. Boş bıraktı.	Soruyu anladı. Sürtünme il ilgili bilgilerimi hatırlayamadığım dan bir yerden sonra tıkanıyorum dedi. Boş bıraktı.	Soruyu anladığını söyledi. "Formülleri hatırlayamadım." dedi. Boş bıraktı.	Soruyu anladığını söyledi. Çözemedi. Boş bıraktı.	Soruyu anladığını söyledi. "Formülleri hatırlayamadım." dedi. Boş bıraktı.
26	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladı, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.
27	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.
28	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	"Soruyu anlamadım." dedi.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.
29	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Kolay soru okuyunca anlaşıyor dedi. Doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi, doğru çözdü.
30	Soruyu anladığını söyledi. Yanlış cevap verdi.	Soruyu anladığını söyledi. Kısmi doğru cevapladı.	Kısmi doğru cevapladı.	Soruyu anladığını söyledi. Kısmi doğru cevapladı.	Yorumsuz kaldı. Anlamadığın yeri var mı diye sordum. "Anladım ama çözmem." dedi. Boş bıraktı.	Soruyu anladığını söyledi. Kısmi doğru cevapladı.
31	Soruyu uzun buldu. "Çözebilirim." dedi. Kısmi doğru çözdü.	Soruyu anladığını söyledi. "Formülleri hatırlayamadım." dedi. Boş bıraktı.	İş ve gücün formülünü hatırlamıyorum, formülü hatırlasam çözerim dedi.	Soruyu anladığını söyledi. Çoğunlukla doğru cevapladı.	Soruyu anladığını söyledi. "Formülleri hatırlayamadım." dedi. Boş bıraktı.	"Soru uzun olduğu için biraz kafa karıştırıcı." dedi. Boş bıraktı.
32	Soruyu	Soruyu anladığını	Çözülebilir bir	Soruyu anladığını	Soruyu anladığını	Soruyu anladığını

	anladığını söyledi, doğru çözdü.	söyledi, doğru çözdü.	soru dedi. Ters mantık kurup, yanlış çözdü.	söyledi, doğru çözdü.	söyledi, doğru çözdü.	söyledi, doğru çözdü.
33	Soruyu anladığını söyledi. Kısmi doğru cevapladı. Soruyu uzun buldu.	Soruyu anladığını söyledi. Çoğunlukla doğru cevapladı.	Soruyu anlayamadım dedi. Anlaşılmayan yeri belirtir misin dedim. Net bir yer belirtmedi.	Soruyu anladığını söyledi. Kısmi doğru cevapladı. Soruyu uzun buldu.	Soruyu uzun buldu. Cevaplamak istemedi.	Soruyu anladığını söyledi. Kısmi doğru cevapladı. Soruyu uzun buldu.
34	Soruyu anladığını söyledi. Kısmi doğru cevapladı.	Soruyu anladığını söyledi. Kısmi doğru cevapladı.	Soruyu uzun bulduğunu söyledi. Kısmi doğru cevapladı.	Soruyu anladığını söyledi. Kısmi doğru cevapladı.	Soruyu uzun buldu. Cevaplamak istemedi.	Soruyu anladığını söyledi. Kısmi doğru cevapladı.
35	Soruyu anladığını söyledi. Soruyu kısmi doğru cevapladı.	Soruyu anladığını söyledi. Soruyu kısmi doğru cevapladı. “Kütle ve yol mesafeleri verilse daha iyi olabilir.” dedi.	Soruyu anladı. Yanlış cevap verdi.	Soruyu anladığını söyledi. Yanlış cevapladı.	Soruyu anladığını söyledi. Soruyu kısmi doğru cevapladı.	Soruyu anladığını söyledi. Soruyu kısmi doğru cevapladı.
Genel görüş	Sorulardaki sözel ifadeler çok uzundu. Genel olarak test kolaydı. Klasik sorular herkesin yapabileceği düzeydeydi. Çoktan seçmeliler basitti.	Boşluk doldurma soruları kolaydı. İşlemleri sorularda formülleri bilmek, çözmek için yeterliydi. Klasik soruları beğendim, sorular daha kısa olabilirdi ancak bu haliyle de kalabilir.	Formülleri hatırlasaydım rahatlıkla çözebilirdim. Klasik sorular biraz uzundu.	Sorular genelde kolaydı. Formülleri unutmuşum o yüzden yapamadım. Sorular biraz uzun olduğundan, 50 dakikada bitiremedim.	Klasik sorular uzundu. Soruların yarısından çoğu kolaydı.	Çoktan seçmeli sorular basitti. Açık uçlu sorular uzun, anlaması ve okuması zaman alıyor.

APPENDIX G

ATTITUDE TOWARDS “ENERGY” SCALE

“Enerji Konusu” Tutum Ölçeği

Sevgili Öğrenciler;

Bu ölçekte ENERJİ ünitesindeki konulara ilişkin görüş veya yargı bildiren cümleler yer almaktadır. Bu cümleleri dikkatlice okuyunuz. Belirtilen ifadelere ne ölçüde katılıp katılmadığınızı sağ taraftaki sütunda yanıt olarak verilen beş seçenektan birine (X) işareti yazarak belirtiniz. Lütfen testi içten ve samimi olarak cevaplayınız. Bu araştırmada toplanılan ad/soyad bilgileri sadece diğer verilerle eşleştirme amaçlı kullanılacak olup, tüm bilgiler kesinlikle gizli tutulacaktır.

Adı Soyadı:		Cinsiyeti: E / K				
Sınıfı:		Doğum Tarihi (Ay/Yıl):				
#	‘ENERJİ’ konuları; 1. İş, Enerji ve Güç 2. Mekanik Enerji 3. Enerjinin Korunumu ve Enerji Dönüşümleri 4. Verim 5. Enerji Kaynakları	Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
1	‘ENERJİ’ konularını severim.					
2	‘ENERJİ’ konularına karşı olumlu hislerim var.					
3	Benim için ‘ENERJİ’ konuları eğlencidir.					
4	Okulda ‘ENERJİ’ konularını çalışmaktan hoşlanırım.					
5	Diğer konulara göre ‘ENERJİ’ konuları daha ilgi çekicidir.					
6	‘ENERJİ’ konularının, ilerideki meslek hayatımda önemli bir yeri olacağını düşünüyorum.					
7	‘ENERJİ’ konularında öğrendiklerimin, gündelik hayatta işime yarayacağını düşünüyorum.					
8	Günlük hayatta arkadaşlarla ‘ENERJİ’ konuları hakkında konuşmak zevklidir.					

9	Güncel yayınlarda 'ENERJİ' konuları veya teknolojiye uygulamaları ile ilgili yazıları okumaktan hoşlanırım.					
10	'ENERJİ' konularının, ilerideki çalışmalarında bana yararlı olacağına inanıyorum.					
11	'ENERJİ' konuları ve teknolojiye uygulamaları ile ilgili kitaplar okumaktan hoşlanırım.					
12	Bana hediye olarak 'ENERJİ' konuları ile ilgili bir kitap veya aletler verilmesinden hoşlanırım.					
13	'ENERJİ' konuları ve teknoloji ile ilgili televizyon programlarını izlemekten hoşlanırım.					
14	Arkadaşlarımla 'ENERJİ' konuları veya teknolojiye uygulamaları ile ilgili meseleleri konuşmaktan hoşlanırım.					
15	'ENERJİ' konularında öğrendiklerimin, hayatımı kolaylaştıracağını düşünüyorum.					
16	'ENERJİ' konularında başarılı olmak için elimden geleni yaparım.					
17	'ENERJİ' konularında elimden gelenin en iyisini yapmaya çalışırım.					
18	'ENERJİ' konularında başarısız olduğumda daha çok çabalarım.					
19	'ENERJİ' konularının geçerli olduğu problemler ne kadar zor olursa olsun, elimden geleni yaparım.					
20	'ENERJİ' konularını öğrenebileceğimden eminim.					
21	Daha zor 'ENERJİ' konuları ile ilgili problemlerle başa çıkabileceğimden eminim.					
22	'ENERJİ' konularında başarılı olabileceğimden eminim.					
23	'ENERJİ' konularının kullanıldığı zor problemleri çözebileceğimden eminim.					
24	Yeterince vaktim olursa en zor 'ENERJİ' konuları ile ilgili problemleri bile çözebileceğimden eminim.					

APPENDIX H

CONFIRMATORY FACTOR ANALYSIS (AMOS)

Analysis Summary

Date and Time

Date: Tuesday, March 8, 2016

Time: 21:53:44

Notes for Group (Group number 1)

The model is recursive.
Sample size = 239

Variable Summary (Group number 1)

Your model contains the following variables (Group number 1)

Observed, endogenous variables

PreAtt24

PreAtt23

PreAtt22

PreAtt21

PreAtt20

PreAtt15

PreAtt10

PreAtt7

PreAtt6

PreAtt14

PreAtt13

PreAtt12

PreAtt11

PreAtt9
PreAtt8
PreAchMot19
PreAchMot18
PreAchMot17
PreAchMot16
PreAtt5
PreAtt4
PreAtt3
PreAtt2
PreAtt1
Unobserved, exogenous variables
e1
e2
SelfEfic
e3
e4
e5
ImpPhy
e6
e7
e8
e9
e10
Interest
e11
e12
e13
e14
e15
AchMot
e16
e17
e18
e19
e20
e21
e22
e23
e24
Enjoy

Variable counts (Group number 1)

Number of variables in your model: 53
 Number of observed variables: 24
 Number of unobserved variables: 29
 Number of exogenous variables: 29
 Number of endogenous variables: 24

Parameter Summary (Group number 1)

	Weights	Covariances	Variances	Means	Intercepts	Total
Fixed	29	0	0	0	0	29
Labeled	0	0	0	0	0	0
Unlabeled	19	12	29	0	0	60
Total	48	12	29	0	0	89

Notes for Model (Default model)

Computation of degrees of freedom (Default model)

Number of distinct sample moments: 300
 Number of distinct parameters to be estimated: 60
 Degrees of freedom (300 - 60): 240

Result (Default model)

Minimum was achieved
 Chi-square = 439.476
 Degrees of freedom = 240
 Probability level = .000

Estimates (Group number 1 - Default model)

Scalar Estimates (Group number 1 - Default model)

Maximum Likelihood Estimates

Regression Weights: (Group number 1 - Default model)

		Estimate	S.E.	C.R.	P	Label
PreAtt22	<--- SelfEfic	.969	.071	13.696	***	
PreAtt15	<--- ImpPhy	.891	.089	10.021	***	
PreAtt10	<--- ImpPhy	1.000				
PreAtt7	<--- ImpPhy	.917	.095	9.645	***	
PreAtt6	<--- ImpPhy	.982	.103	9.554	***	
PreAtt13	<--- Interest	.867	.087	9.983	***	
PreAtt12	<--- Interest	.995	.092	10.826	***	
PreAtt11	<--- Interest	1.000				
PreAtt9	<--- Interest	.942	.086	10.925	***	
PreAchMot19	<--- AchMot	.813	.065	12.584	***	
PreAchMot18	<--- AchMot	.885	.067	13.140	***	
PreAchMot17	<--- AchMot	1.000				
PreAchMot16	<--- AchMot	.904	.059	15.431	***	
PreAtt5	<--- Enjoy	.820	.080	10.300	***	
PreAtt4	<--- Enjoy	.870	.075	11.600	***	
PreAtt3	<--- Enjoy	1.000				
PreAtt2	<--- Enjoy	.976	.067	14.584	***	
PreAtt1	<--- Enjoy	.986	.065	15.123	***	
PreAtt24	<--- SelfEfic	.903	.090	10.017	***	
PreAtt23	<--- SelfEfic	.944	.077	12.219	***	
PreAtt21	<--- SelfEfic	1.000				
PreAtt20	<--- SelfEfic	.746	.065	11.535	***	
PreAtt14	<--- Interest	.792	.085	9.345	***	
PreAtt8	<--- Interest	.848	.086	9.895	***	

Standardized Regression Weights: (Group number 1 - Default model)

		Estimate
PreAtt22	<--- SelfEfic	.842
PreAtt15	<--- ImpPhy	.709
PreAtt10	<--- ImpPhy	.761
PreAtt7	<--- ImpPhy	.681
PreAtt6	<--- ImpPhy	.674
PreAtt13	<--- Interest	.663

	Estimate
PreAtt12 <--- Interest	.715
PreAtt11 <--- Interest	.774
PreAtt9 <--- Interest	.721
PreAchMot19 <--- AchMot	.722
PreAchMot18 <--- AchMot	.744
PreAchMot17 <--- AchMot	.866
PreAchMot16 <--- AchMot	.833
PreAtt5 <--- Enjoy	.632
PreAtt4 <--- Enjoy	.694
PreAtt3 <--- Enjoy	.826
PreAtt2 <--- Enjoy	.824
PreAtt1 <--- Enjoy	.846
PreAtt24 <--- SelfEfic	.647
PreAtt23 <--- SelfEfic	.763
PreAtt21 <--- SelfEfic	.790
PreAtt20 <--- SelfEfic	.725
PreAtt14 <--- Interest	.628
PreAtt8 <--- Interest	.661

Covariances: (Group number 1 - Default model)

	Estimate	S.E.	C.R.	P	Label
SelfEfic <--> ImpPhy	.380	.069	5.522	***	
SelfEfic <--> Interest	.413	.072	5.718	***	
SelfEfic <--> AchMot	.526	.072	7.288	***	
SelfEfic <--> Enjoy	.441	.065	6.740	***	
ImpPhy <--> Interest	.596	.091	6.530	***	
ImpPhy <--> AchMot	.441	.076	5.813	***	
ImpPhy <--> Enjoy	.436	.073	6.009	***	
Interest <--> AchMot	.393	.076	5.194	***	
Interest <--> Enjoy	.528	.079	6.668	***	
AchMot <--> Enjoy	.482	.070	6.867	***	
e1 <--> e2	.191	.047	4.035	***	
e10 <--> e15	.247	.070	3.508	***	

Correlations: (Group number 1 - Default model)

	Estimate
SelfEfic <--> ImpPhy	.506
SelfEfic <--> Interest	.515
SelfEfic <--> AchMot	.698
SelfEfic <--> Enjoy	.626
ImpPhy <--> Interest	.669
ImpPhy <--> AchMot	.525
ImpPhy <--> Enjoy	.556
Interest <--> AchMot	.439
Interest <--> Enjoy	.631
AchMot <--> Enjoy	.613
e1 <--> e2	.333
e10 <--> e15	.274

Variances: (Group number 1 - Default model)

	Estimate	S.E.	C.R.	P	Label
SelfEfic	.675	.096	6.999	***	
ImpPhy	.837	.132	6.345	***	
Interest	.951	.142	6.691	***	
AchMot	.843	.104	8.070	***	
Enjoy	.735	.097	7.558	***	
e1	.765	.078	9.774	***	
e2	.431	.049	8.878	***	
e3	.260	.035	7.441	***	
e4	.406	.047	8.550	***	
e5	.339	.036	9.354	***	
e6	.657	.076	8.631	***	
e7	.607	.078	7.792	***	
e8	.816	.091	8.971	***	
e9	.971	.107	9.043	***	
e10	.916	.094	9.720	***	
e11	.910	.095	9.576	***	
e12	.900	.099	9.125	***	

	Estimate	S.E.	C.R.	P	Label
e13	.638	.076	8.358	***	
e14	.779	.086	9.061	***	
e15	.882	.093	9.517	***	
e16	.512	.054	9.502	***	
e17	.532	.057	9.296	***	
e18	.280	.040	6.943	***	
e19	.303	.038	7.888	***	
e20	.743	.073	10.138	***	
e21	.597	.061	9.823	***	
e22	.342	.041	8.362	***	
e23	.332	.040	8.408	***	
e24	.283	.036	7.917	***	

Matrices (Group number 1 - Default model)

Residual Covariances (Group number 1 - Default model)

	Pre Att 1	Pre Att 2	Pre Att 3	Pre Att 4	Pre Att 5	PreAc hMot1 6	PreAc hMot1 7	PreAc hMot1 8	PreAc hMot1 9	Pre Att 8	Pre Att 9	Pre Att 11	Pre Att 12	Pre Att 13	Pre Att 14	Pre Att 6	Pre Att 7	Pre Att 10	Pre Att 15	Pre Att 20	Pre Att 21	Pre Att 22	Pre Att 23	Pre Att 24
PreAtt 1	0																							
PreAtt 2	0.0 38	0																						
PreAtt 3	0.0 13	0.0 05	-	0																				
PreAtt 4	0.0 4	0.0 19	0.0 15	-	0																			
PreAtt 5	0.0 36	0.0 46	0.0 04	0.0 94	-	0																		
PreAc hMot1 6	0.0 06	0.0 14	0.0 04	0.0 24	0.0 16		0																	
PreAc hMot1 7	0.0 21	0.0 01	0.0 14	0.0 39	0.0 33	0.018		0																
PreAc hMot1 8	0.0 43	0.0 45	0.0 01	0.0 1	0.0 26	-0.037	0.025		0															
PreAc hMot1 9	0.0 51	0.0 33	0.0 22	0.0 71	0.0 21	-0.028	-0.013	0.018		0														
PreAtt 8	0.0 33	0.0 25	0.0 91	0.1 26	0.3 04	0.11	0.059	0.083	0.301	0														
PreAtt 9	0.0 58	0.0 16	0.0 2	0.1 04	0.1 47	0.081	-0.004	-0.038	0.021	0.0 83	0													
PreAtt 11	0.0 33	0.0 19	0.0 44	0.0 45	0.0 98	-0.028	-0.044	-0.105	0.012	0.0 45	0.0 79	0												
PreAtt 12	0.0 93	0.0 43	0.1 5	0.0 79	0.1 28	-0.031	-0.102	-0.061	0.02	0.0 31	0.0 63	0.06 3	0											

[illegible]

200

[illegible]

Modification Indices (Group number 1 - Default model)

Covariances: (Group number 1 - Default model)

	M.I.	Par Change
e24 <--> Interest	5.208	-.073
e23 <--> e24	5.575	.058
e20 <--> Interest	7.983	.131
e20 <--> e21	5.498	.109
e18 <--> SelfEfic	5.543	-.062
e16 <--> SelfEfic	6.004	.078
e16 <--> e24	5.512	-.071
e15 <--> Interest	6.489	-.123
e15 <--> ImpPhy	6.425	.123
e15 <--> e24	4.728	-.080
e15 <--> e20	8.139	.154
e15 <--> e16	11.665	.157
e13 <--> ImpPhy	6.687	-.119
e13 <--> e14	4.163	.110
e12 <--> e22	9.993	-.137
e11 <--> e15	5.202	-.138
e10 <--> ImpPhy	5.951	.120
e10 <--> e13	4.027	-.109
e9 <--> AchMot	7.933	-.140
e9 <--> e22	6.889	.119
e9 <--> e17	4.492	-.114
e8 <--> e19	15.524	-.157
e8 <--> e17	5.560	.117
e8 <--> e15	8.249	.170
e8 <--> e11	5.733	-.153
e7 <--> e9	5.855	.144
e6 <--> AchMot	7.454	.113
e6 <--> e10	5.973	.133
e6 <--> e8	5.704	.132
e5 <--> Enjoy	5.586	-.063
e5 <--> ImpPhy	9.206	.098

	M.I.	Par Change
e4 <--> e16	5.737	.083
e4 <--> e15	4.780	.093
e4 <--> e9	7.394	.132
e4 <--> e8	5.682	-.107
e4 <--> e6	5.626	-.096
e2 <--> e15	4.157	.081
e2 <--> e7	5.513	-.088
e2 <--> e6	6.996	.100
e1 <--> Enjoy	6.149	.089
e1 <--> e14	5.485	-.121
e1 <--> e10	4.879	.113

Variances: (Group number 1 - Default model)

M.I. Par Change

Regression Weights: (Group number 1 - Default model)

	M.I.	Par Change
PreAtt1 <--- PreAtt8	6.722	-.082
PreAtt3 <--- PreAtt12	4.687	-.068
PreAtt4 <--- ImpPhy	4.389	.132
PreAtt4 <--- PreAtt7	4.233	.088
PreAtt4 <--- PreAtt10	6.328	.110
PreAtt5 <--- Interest	5.835	.154
PreAtt5 <--- PreAtt8	13.670	.171
PreAtt5 <--- PreAtt12	5.285	.098
PreAtt5 <--- PreAtt14	4.988	.105
PreAtt5 <--- PreAtt7	4.747	.102
PreAchMot16 <--- PreAtt7	5.582	-.078
PreAchMot17 <--- PreAtt13	5.111	-.073
PreAchMot17 <--- PreAtt21	5.495	-.093
PreAchMot19 <--- PreAtt8	13.407	.144
PreAchMot19 <--- PreAtt20	4.605	.125
PreAchMot19 <--- PreAtt21	6.911	.124

		M.I.	Par Change
PreAtt8	<--- ImpPhy	4.775	.158
PreAtt8	<--- SelfEfic	4.565	.167
PreAtt8	<--- PreAtt5	8.198	.156
PreAtt8	<--- PreAchMot19	12.752	.209
PreAtt8	<--- PreAtt6	4.491	.096
PreAtt8	<--- PreAtt7	10.920	.162
PreAtt8	<--- PreAtt21	7.844	.163
PreAtt8	<--- PreAtt23	7.420	.162
PreAtt9	<--- PreAtt24	5.348	-.125
PreAtt12	<--- PreAtt3	5.942	-.156
PreAtt12	<--- PreAtt20	5.391	-.182
PreAtt13	<--- PreAtt7	5.213	-.121
PreAtt14	<--- PreAtt15	7.722	.148
PreAtt14	<--- PreAtt24	4.935	.118
PreAtt6	<--- PreAchMot18	5.887	-.153
PreAtt7	<--- PreAchMot16	7.847	-.178
PreAtt7	<--- PreAtt8	4.900	.112
PreAtt15	<--- PreAchMot18	4.070	.106
PreAtt15	<--- PreAchMot19	4.424	.117
PreAtt20	<--- PreAtt10	4.096	.068
PreAtt20	<--- PreAtt15	4.953	.078
PreAtt21	<--- PreAtt7	5.939	-.090
PreAtt21	<--- PreAtt15	5.668	-.095
PreAtt24	<--- PreAtt1	5.193	.124
PreAtt24	<--- PreAtt2	5.235	.122
PreAtt24	<--- PreAtt14	4.057	.089

Model Fit Summary

CMIN

Model	NPAR	CMIN	DF	P	CMIN/DF
Default model	60	439.476	240	.000	1.831
Saturated model	300	.000	0		

Model	NPAR	CMIN	DF	P	CMIN/DF
Independence model	24	3312.961	276	.000	12.003

RMR, GFI

Model	RMR	GFI	AGFI	PGFI
Default model	.077	.874	.843	.700
Saturated model	.000	1.000		
Independence model	.463	.227	.160	.209

Baseline Comparisons

Model	NFI Delta1	RFI rho1	IFI Delta2	TLI rho2	CFI
Default model	.867	.847	.935	.924	.934
Saturated model	1.000		1.000		1.000
Independence model	.000	.000	.000	.000	.000

Parsimony-Adjusted Measures

Model	PRATIO	PNFI	PCFI
Default model	.870	.754	.812
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	1.000	.000	.000

NCP

Model	NCP	LO 90	HI 90
Default model	199.476	144.552	262.229
Saturated model	.000	.000	.000
Independence model	3036.961	2855.206	3226.062

FMIN

Model	FMIN	F0	LO 90	HI 90
Default model	1.847	.838	.607	1.102
Saturated model	.000	.000	.000	.000
Independence model	13.920	12.760	11.997	13.555

RMSEA

Model	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
Default model	.059	.050	.068	.045
Independence model	.215	.208	.222	.000

AIC

Model	AIC	BCC	BIC	CAIC
Default model	559.476	573.560	768.063	828.063
Saturated model	600.000	670.423	1642.939	1942.939
Independence model	3360.961	3366.595	3444.396	3468.396

ECVI

Model	ECVI	LO 90	HI 90	MECVI
Default model	2.351	2.120	2.614	2.410
Saturated model	2.521	2.521	2.521	2.817
Independence model	14.122	13.358	14.916	14.145

HOELTER

Model	HOELTER	HOELTER
	.05	.01
Default model	151	160
Independence model	23	24

Execution time summary

Minimization: .004
Miscellaneous: .471
Bootstrap: .000
Total: .475

APPENDIX I

CLASSROOM OBSERVATION CHECKLIST

Sınıf Gözlem Formu

Bu gözlem formu, dersin işlenişi sırasında kullanılan yöntemler ve uygulamalar hakkında detaylı bilgi toplamak için oluşturulmuştur. Bu araştırmadaki gruplarda kullanılacak olan yöntemlerin ve etkileşimli simülasyon uygulamasının kontrol edildiği maddeler aşağıda belirtilmiştir.

Grup			
Etkileşimli Simülasyonla Zenginleştirilmiş Sorgulayıcı-Araştırma Yöntemi	Sorgulayıcı-Araştırma Yöntemi	Etkileşimli Simülasyonla Zenginleştirilmiş Açıklayıcı Yöntem	Açıklayıcı Yöntem
2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25	1, 3, 6, 7, 8, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34	1, 3, 6, 7, 8, 22, 23, 24, 26

SINIF GÖZLEM FORMU

Okul ve Şube : Tarih:.....

Süre..... Değerlendiren :

#	Yargılar	EVET	KISMEN	HAYIR	Açıklama
1	Öğretmen derse konuyu doğrudan anlatarak mı başladı?				
2	Öğretmen ilgi çekici bir örnekle ve düşündürücü sorularla mı derse başladı?				
3	Öğretmen öğrencilerin dikkatini/ilgilerini çekebildi mi?				
4	Öğrenciler öğretmenin yönelttiği düşündürücü sorularla ilgili sahip oldukları ön bilgi, fikir ve düşüncelerini söylediler mi?				
5	Öğretmen sorduğu düşündürücü soruların cevaplarını kendisi mi verdi?				
6	Öğretmen öğrencilere örnekler verdi mi?				
7	Öğrenciler konuyla ilgili yeni örnekler verdiler mi?				
8	Öğretmen içerikle ilgili görsel araçlar (eğitim uygulaması, etkinlik, video, grafik, resim, tablo, vb.) kullandı mı?				
8 A	Hangi görsel araçlar kullanıldı? ve Ne amaçla (Isındırma, Araştırma, Açıklama, Genişletme, Değerlendirme)kullanıldı?				
9	Öğretmen dersi doğrudan anlatmak yerine öğrencilerin beraberce araştırma yapmalarını sağlayacak etkinlik/deney sundu mu?				
10	Öğretmen öğrencilerin araştırmaları için onlara yeterince zaman tanıdı mı?				
11	Öğrenciler deneydeki değişkenleri tek tek inceledi mi?				
12	Öğrenciler serbestçe gözlem yapıp, diğer arkadaşları ile konuştular mı?				
13	Gerektiğinde öğrencilerin araştırmalarına yeniden yön vermek amacıyla öğretmen öğrencilere ırdeleyici sorular sordu mu?				
14	Öğretmen araştırma sorularını kendisi mi cevapladı?				
15	Öğrenciler gözlem ve bulgularını kendi ifadeleriyle açıkladılar mı?				
16	Öğretmen öğrencilerden açıklamaları için kanıt talep etti mi?				
17	Öğretmen bilimsel açıklamaları öğrencilerin gözlem ve bulgularını kullanarak mı yaptı?				
18	Öğretmen öğrencilere yeni bilgilerini				

	kullanmalarına olanak sağlayan başka bir uygulama sağlayıp, öğrencileri sorularla teşvik etti mi?				
19	Yeni uygulama sırasındaki soruları cevaplayan bilgileri öğretmen mi verdi?				
20	Öğrenciler yeni bilgilerini dersin başında sunulan örnek üzerinden ele aldılar mı?				
21	Öğretmen öğrencilerin yeni bilgileri doğru anlayıp anlamadıklarını ölçtü mü?				
22	Konuyla ilgili örnek sorular çözdü mü?				
23	Örnek soru çözümlerinde öğrencilere de fırsat verildi mi?				
24	Açık uçlu sorular sordu mu?				
25	Dersin genelinde daha çok öğrenciler mi konuştu?.				
25	Yüzde olarak belirtiniz				%
A					
26	Dersin genelinde daha çok öğretmen mi konuştu?				
26	Yüzde olarak belirtiniz.				%
A					
27	Dersin işlenişinde etkileşimli simülasyon uygulaması kullanıldı mı?				
27	Uygulama ne amaçla(Isındırma, Araştırma, A Açıklama, Genişletme, Değerlendirme) ve hangi yöntemle (Tümevarım, Tümdengelim)kullanıldı?				
28	Uygulamalar dersin içeriğine uygun mu?				
29	Uygulama ve içerik arası geçiş uygun bir şekilde yapıldı mı?				
30	Uygulamalar öğrencilerin yaparak öğrenmelerine imkan sağlıyor mu?				
31	Uygulamadaki değişkenler ihtiyaca uygun şekilde ayarlanabiliyor mu?				
32	Uygulamalar öğrencilerin ilgilerini çekip, derse katılımlarını artırdı mı?				
33	Uygulamaların kullanımı basit ve kolay mı?				
34	Etkileşimli simülasyon uygulamaları sırasında, öğretmen bir danışman /rehber gibi davrandı mı?				



APPENDIX J

STUDENTS' VIEW QUESTIONNAIRE ABOUT INTERACTIVE SIMULATION ENRICHED TEACHING METHODS

Öğrenci Görüş Soruları

1. Enerji ünitesini öğrenirken kullandığınız etkileşimli simülasyonla zenginleştirilmiş öğretim yöntemi, eski öğretim yönteminden hangi açılardan farklılık gösterdi?
2. Enerji ünitesini öğrenirken kullanılan etkileşimli simülasyonla zenginleştirilmiş öğretim yönteminin başarınız üzerinde olumlu etkileri nelerdir?
3. Enerji ünitesini öğrenirken kullanılan etkileşimli simülasyonla zenginleştirilmiş öğretim yönteminin başarınız üzerinde olumsuz etkileri nelerdir?
4. Etkileşimli simülasyonla zenginleştirilmiş öğretim yöntemine göre dersin işlenişini sevdiniz mi? Niye?
5. Etkileşimli simülasyonla zenginleştirilmiş öğretim yönteminin hoşunuza giden, olumlu yönleri nelerdir?
6. Etkileşimli simülasyonla zenginleştirilmiş öğretim yönteminin hoşunuza gitmeyen ya da olumsuz, eksik yönleri nelerdir?
7. Etkileşimli simülasyonla zenginleştirilmiş öğretim yöntemiyle dersin işlenmesinin fiziğin nasıl öğrenildiği ve fizik hakkındaki hangi görüşlerinizi değiştirmiştir? Önceden bu görüşleriniz nasıldı?
8. Etkileşimli simülasyonla zenginleştirilmiş öğretim yöntemine göre dersin işlenmesi sizin hangi yönlerinizi geliştirdiğini düşünüyorsunuz?
9. Fizik dersinin bundan sonraki konularında da ders işlenişinde etkileşimli simülasyonla zenginleştirilmiş öğretim yönteminin kullanılmasını ister misiniz?
10. YGS/LYS (ÖSS) sınavına girecek olmanız gerçeği, etkileşimli simülasyonla zenginleştirilmiş öğretim yöntemiyle dersin işlenmesi sizi olumlu ya da olumsuz yönde etkiledi mi? Etkilediyse nasıl?

11. İlave etmek istediğiniz şeyler ya da uygulamalar sırasında yaşadığınız ve paylaşmak istediğiniz durumlar varsa lütfen yazınız.



APPENDIX K

TEACHERS' VIEW QUESTIONNAIRE ABOUT INTERACTIVE SIMULATION ENRICHED TEACHING METHODS

Öğretmen Görüş Soruları

1. Enerji ünitesini işlerken kullandığınız etkileşimli simülasyonla zenginleştirilmiş öğretim yöntemi, eski öğretim yönteminden hangi açılardan farklılık gösterdi?
2. Enerji ünitesini işlerken kullandığınız etkileşimli simülasyonla zenginleştirilmiş öğretim yönteminin öğrencinin başarısı üzerinde olumlu etkileri nelerdir?
3. Enerji ünitesini işlerken kullandığınız etkileşimli simülasyonla zenginleştirilmiş öğretim yönteminin öğrencinin başarısı üzerinde olumsuz etkileri nelerdir?
4. Etkileşimli simülasyonla zenginleştirilmiş öğretim yöntemine göre ders anlatmayı sevdiniz mi? Nedenleri ile birlikte açıklayınız.
5. Etkileşimli simülasyonla zenginleştirilmiş öğretim yöntemine göre dersin işlenmesinin yararlı bulduğunuz kısımları nelerdir? Nedenleri ile birlikte açıklayınız.

6. Etkileşimli simülasyonla zenginleştirilmiş öğretim yöntemine göre hazırlanmış etkinliklerin beğenmediğiniz ve/ veya değiştirilmesini istediğiniz kısımları var mı? Nedenleri ile birlikte açıklayınız.
7. Etkileşimli simülasyonla zenginleştirilmiş öğretim yöntemiyle dersin işlenmesinin fiziğin nasıl öğrenildiği ve fizik hakkındaki hangi görüşlerinizi değiştirmiştir? Önceden bu görüşleriniz nasıldı?
8. Etkileşimli simülasyonla zenginleştirilmiş öğretim yöntemine göre dersin işlenmesi sizin hangi yönlerinizi geliştirdiğini düşünüyorsunuz?
9. Etkileşimli simülasyonla zenginleştirilmiş öğretim yöntemine göre dersin işlenmesi öğrencilerinizin hangi yönlerini geliştirdiğini düşünüyorsunuz?
10. Etkileşimli simülasyonla zenginleştirilmiş öğretim yöntemine göre dersin işleniş sırasında sınıfa olumlu ne gibi değişimler gözlemlediniz?
11. Etkileşimli simülasyonla zenginleştirilmiş öğretim yöntemine göre dersin işleniş sırasında sınıfta olumsuz ne gibi değişimler gözlemlediniz?
12. Fizik dersinin bundan sonraki konularında da konularda da ders işlenişinde etkileşimli simülasyonla zenginleştirilmiş öğretim yöntemini kullanmak ister misiniz?
13. İlave etmek istediğiniz şeyler ya da uygulamalar sırasında yaşadığınız ve paylaşmak istediğiniz durumlar varsa lütfen yazınız.

APPENDIX L

CRITERIA FOR INTERACTIVE SIMULATION (SOFTWARE) DEVELOPMENT, EVALUATION, AND SELECTION

#	Items for General Features	Yes			No	
1	Match with curriculum	X				
2	Evidence of effectiveness	X				
3	Misconceptions				X	
4	Scientific errors				X	
		Very High	High	Medium	Low	Very Low
5	User Friendliness		X			
6	Arouse motivation/Maintain interest		X			
		Very Easy	Easy	Moderate	Tough	Very Tough
7	Ease of learning		X			
8	Ease of using		X			
	Item for Efficiency	Provided			Not Provided	
9	Learner participation	X				
10	Interactive handling of parameters during run time	X				
11	Real-time simulation	X				
	Items for Technical Features	Provided			Not Provided	
12	Availability of software on windows/android operating systems	X				
13	Display of attributes for different resolutions	X				
	Items for User Support	Provided			Not Provided	
14	Instructions that point out the steps of run-time	X				

15	Directions during run time		X
16	Warning messages		X
17	Bubble help that points out the function of related button	X	
18	Evaluation		X
19	Print screen facility	Optional	
20	Change in simulation speed	Optional	
	Items for Visual Aspects		
21	3-D Animator	If necessary	
22	Play Mode	X	
23	Pause Mode	X	
24	Playback mode	If necessary	
25	Reset	X	
26	Data Charting	Optional	
27	Zoom function	Optional	
28	Appropriate use of color	X	

Item Explanations of Criteria for Interactive Simulation (Software) Development, Evaluation and Selection

#	Items	Explanations
1	Match with curriculum	Simulation that provides appropriateness with the objectives of energy unit stated in new high school physics curriculum developed in 2013.
2	Evidence of effectiveness	Simulation that provides evidence for the effectiveness during teaching and learning.
3	Misconceptions	Misconception free simulation that is common misconceptions in the literature were taken into account in the development process.
4	Scientific errors	Simulation that includes any mistakes by considering physics law and principles.
5	User Friendliness	Simulation that can be easily operated and understood.
6	Arouse motivation	Simulation that can maintain interest of learner to use/investigate/learn.
7	Ease of learning	Simulation that is able to make discrete concepts to more concrete.
8	Ease of using	Simulation that provides necessary information about how to use.
9	Learner participation	Simulation that makes possible to manipulate parameters.
10	Handling of parameters during run time	Simulation that allows interactive handling parameters during run time to see spontaneous effects.
11	Real-time simulation	Simulation that runs at the same rate as the actual physical system.
12	Availability of software on windows/android operating systems	Simulation that runs on windows/android operating systems.
13	Display of attributes for different resolutions	Simulation that is able to adapt to different screen sizes.
14	Instructions that point out the steps of run-time	Simulation that provides clearly stated step-by-step instructions that give information about how to use.
15	Directions (written or voiced)during run time	Simulation that provides written or voiced directions when using the Simulation.

16	Warning messages	Simulation that provides written or voiced warning messages as a response to the learners' movement.
17	Bubble help	Simulation that provides necessary explanation about the function of related button.
18	Evaluation	Simulation that evaluates the performance of learner at the end.
19	Print screen facility	Simulation that allows printing out the charts.
20	Change in simulation speed	Simulation that allows user to change the motion speed: low to high.
21	3-D Animation	Simulation that provides a three-dimensional representation of geometric data.
22	Play Mode	Icon that makes simulation start after learner's customization.
23	Pause Mode	Icon that makes simulation temporary stop.
24	Playback Mode	Icon that makes simulation replay.
25	Reset	Icon that restarts simulation from non-empty state.
26	Data Charting	Simulation that provides charting of collected data.
27	Zoom function	Simulation that allows zooming for data charting.
28	Appropriate use of color	Simulation that provides color appropriateness of visuals.

APPENDIX M

SIMULATION SCENARIOS

Simülasyon Senaryosu 1

* Üstü taranmış kısımlar senaryolara dahil edilememiştir.

Kazanım: 9. Sınıf Enerji Ünitesi

4.5. Enerji Kaynakları

4.5.1. Yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarının avantaj ve dezavantajlarını toplum, teknoloji ve çevre faktörlerini göz önünde bulundurarak karşılaştırır ve sunar.

a. Öğrencilerin enerji tasarruf yollarını sorgulayarak enerji tasarrufuna yönelik farkındalık düzeyinin artırılması sağlanır.

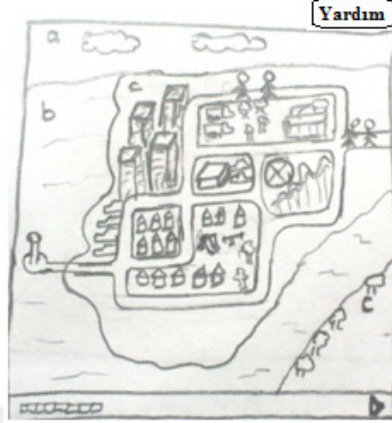
b. Enerji kaynakları üzerine öğrencilerin bireysel araştırma yapmaları desteklenir.*

AÇIKLAMALAR

Ekran Görüntüsü
Bu kısımda kullanıcının uygulama sırasında göreceği ekrana yer verilmektedir. Görülen şekiller yazılımcı ve grafik tasarımcısına fikir vermek amaçlı koyulmuştur.
Bu kısımda, basamak basamak, yazılımcı ve grafikçi için ayrıntılı açıklamalara ve arka planda kullanılacak bilgi, tablo ve hesaplamalara yer verilmektedir.

1. Ekran Görüntüsü

Deniz Kenarında Bir Şehir



→1. ekran görüntüsünde Türkiye tıklandığında, üstten gökyüzünün de görüldüğü, deniz kenarında bulunan küçük bir şehir modeli ekranda görülür.

→a. gökyüzü

b. deniz

c. kara parçası

→ Şekillerin açıklaması



►→Başlat tuşu (Tüm ekranlar için geçerli)

→Değiştirilebilir parametreler: Enerji kaynakları



→ Seçilen enerji kaynağı fare ile sürüklenerek bir yere yerleştirilmek istenildiğinde uygun yerde beyaz daireler görülecektir ve o noktada tıklama bırakıldığında kaynak santrali oraya yerleşecektir. Mesela kömür seçilip, kara üzerinde uygun bir yere bırakılınca bacasından dumanlar çıkan bir kömür santrali o noktada belirecektir.

→Yardım

1. Enerji kaynağını şehir üzerine yerleştirmek için, kaynağın üzerine tıklayıp, şehir üzerinde enerji kaynağının kurulumu uygun bir noktaya sürükleyiniz.

2. Beyaz dairelerin görüldüğü yer uygun noktadır ve bu noktaya seçili enerji kaynağını bırakınız.

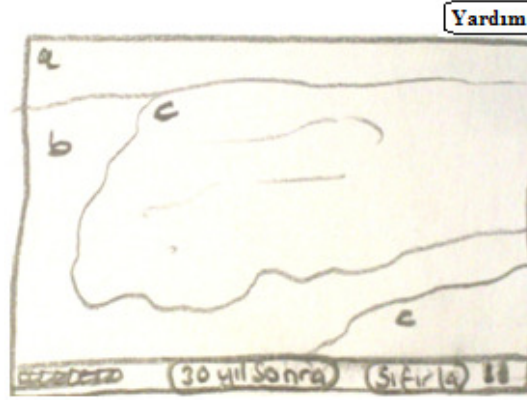
3. Seçilen kaynağın etkisini gözlemlemek için, “Başlat” tuşuna basınız.

4. Seçilen kaynağın 30 yıl sonra etkisini gözlemlemek için, “30 yıl sonra” tuşuna basınız.

5. Yeni bir enerji kaynağı seçmek için, “Sıfırla” tuşuna basınız.

2. Ekran Görüntüsü

Deniz Kenarında Bir Şehir



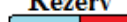
Tek bir parametre seçilip, şehir üzerinde uygun yere yerleştirilince, “Başlat” yeşile döner ve kullanıcının tıklaması beklenilir. Tıklamadan sonra “Beklet” işareti ekranda görülür.

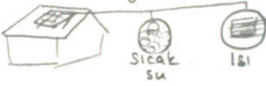
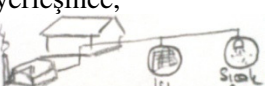
→ Seçilen parametrenin etkisi gözlemlenirken “Beklet” tuşunun sol tarafında “30 yıl sonra” ve “Sıfırla” tuşları görülür.

→ Konu içeriği verileri: Seçilen Enerji Kaynakları ve Etkileri

Enerji Kaynağının Adı ve Şekli	Şehirdeki Değişiklikler	Enerji Kaynağının Yerleştirilebileceği Yer	30 Yıl Sonra Şehirdeki Değişiklikler
Fosil Yakıtlar Kömür 	. Şehirdeki evlerin lambaları yanar ve bacalarından duman çıkar. . Şehirdeki plazaların lambaları yanar ve fabrikanın bacasından duman çıkar. . Yerleştirilen kömür santralinin üzerinde CO₂ (Karbondiyoksit), SO₂ (Kükürt dioksit), NO₂ (Azot dioksit) yazıları çıkar. . Yolda yürüyen insanlardan birinin kafasının üzerinde baloncuk içerisinde sağlıklı bir akciğer resmi görülür. . Ekranın sol alt köşesinde, çevre koşullarını gösteren çubuk gösterge görülür.	. Kara üzerindeki boş alanlar.	. İlk halinde yeşil olan boş kara parçalarının ve ağaçların %70si sararmıştır. (Sera etkisi) . Ekranın sol alt köşesinde, çevre koşullarını gösteren çubuk gösterge görülür. Çevre  . Deniz üzerinde buharlaşma görülür. (Sera etkisi) . Baloncukta sağlıklı, siyah süngerimsi bir akciğer resmi görülür. . Şehirde yanan lambaların

		Çevre . Ekranın sol alt köşesinde, rezerv değerini gösteren çubuk gösterge görülür. Rezerv		parlaklığında gözle görülebilecek azalma izlenecektir. (Rezervlerin azalması) . Ekranın sol alt köşesinde, rezerv değerini gösteren çubuk gösterge görülür. Rezerv
Petrol 	. Evlerin ve plazaların lambaları yanar ve evlerin bacalarından duman çıkar. . Araba ve kamyonlar çalışır. . Petrol santrali üzerinden CO₂ yazısı çıkar. . Yolda yürüyen insanlardan birinin kafasının üzerinde baloncuk içerisinde sağlıklı bir akciğer resmi görülür. . Ekranın sol alt köşesinde, çevre koşullarını gösteren çubuk gösterge görülür. Çevre . Ekranın sol alt köşesinde, rezerv değerini gösteren çubuk gösterge görülür. Rezerv	. Deniz veya kara üzerindeki boş alanlar.	. İlk halinde yeşil olan boş kara parçalarının ve ağaçların %50si sararmıştır. (Sera etkisi) . Ekranın sol alt köşesinde, çevre koşullarını gösteren çubuk gösterge görülür. Çevre . Deniz üzerinde buharlaşma görülür. (Sera etkisi) . Baloncukta sağlıklı, siyah süngerimsi bir akciğer resmi görülür. . Şehirde yanan lambaların parlaklığında gözle görülebilecek azalma izlenecektir. (Rezervlerin azalması) . Ekranın sol alt köşesinde, rezerv	

				değerini gösteren çubuk gösterge görülür. Rezerv 
Doğalgaz 	. Evlerin ve plazaların lambaları yanar. . Evlerin ve fabrikaların bacalarından duman çıkar. . Doğalgaz santrali üzerinden CO ₂ yazısı çıkar. . Yolda yürüyen insanlardan birinin kafasının üzerinde baloncuk içerisinde sağlıklı bir akciğer resmi görülür. . Ekranın sol alt köşesinde, çevre koşullarını gösteren çubuk gösterge görülür. Çevre  . Ekranın sol alt köşesinde, rezerv değerini gösteren çubuk gösterge görülür. Rezerv 	. Deniz veya kara üzerindeki boş alanlar.	. İlk halinde yeşil olan boş kara parçalarının ve ağaçların %30u sararmıştır. (Sera etkisi) . Ekranın sol alt köşesinde, çevre koşullarını gösteren çubuk gösterge görülür. Çevre  . Deniz üzerinde buharlaşma görülür. (Sera etkisi) . Baloncukta sağlıklı, siyah süngerimsi bir akciğer resmi görülür. . Şehirde yanan lambaların parlaklığında gözle görülebilecek azalma izlenecektir. (Rezervlerin azalması) . Ekranın sol alt köşesinde, rezerv değerini gösteren çubuk gösterge görülür. Rezerv 	
Nükleer 	. Evlerin ve plazaların lambaları yanar. . Nükleer santralin etrafında nükleer ve kuru kafa işaretleri	. Deniz kenarına çok yakın kara üzerindeki boş alanlar.	. Deniz üzerinde yoğun buharlaşma gözlemlenir. . Deniz üzerinde ölü balıklar	

	çıkır. . Ekranın sol alt köşesinde, çevre koşullarını gösteren çubuk gösterge görülür. Çevre 		gözlemlenir. . Etraftaki ağaç sayısında %50 oranında azalma gözlemlenir. . Ekranın sol alt köşesinde, çevre koşullarını gösteren çubuk gösterge görülür. Çevre 
Rüzgar 	. Evlerinde ve plazaların lambaları yanar. . Rüzgar pervaneleri yerleşince, rüzgarın yönünü gösteren oklar ekranda görülür.	. Kara üzerindeki boş alanlar.	. Genel durumda bir değişiklik gözlenmez. . Pervaneye çarpıp yere düşen bir kuş görülür.
Güneş 	. Evlerin ve plazaların lambaları yanar. . Çatı üzerinde yerleştirilince, 	. Çatı üzerine.	. Genel durumda bir değişiklik gözlenmez.
Jeotermal 	. Evlerin yakınına yerleşince, 	. Evlere çok yakın kara üzerindeki boş alanlar.	. Genel durumda bir değişiklik gözlenmez.
Hidroelektrik 	. Evlerin ve plazaların lambaları yanar.	. Nehir üzerinde kurulur.	. Nehir üzerinde ölü balıklar görülür.

Referanslar:

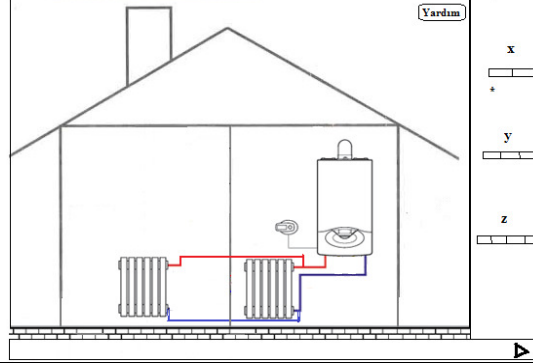
<http://www.ibb.gov.tr/SITES/AYDINLATMAENERJI/Pages/EnerjiKaynaklari.aspx>

<http://www.eia.gov/kids/energy.cfm?page=2>

<http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm#tab3>

3. Ekran Görüntüsü

Evimizin Sıcaklığını 2 °C Azaltmanın Etkisi



→ Temel bir ısıtma sistemi ve termostatında ekranda görüldüğü bir model veriliyor.

→ Şekillerin açıklaması

→ x
Ev sıcaklık değeri


21°C 19°C

* Dünya Sağlık Örgütü'nün oturma odası için koyduğu standart sıcaklık 21 derecedir. Örgüt, diğer odalar içinse 18 dereceyi uygun görüyor. (ekranda olacak bilgi)(* işareti bulunan tüm ekran görüntülerinde ekran üzerinde yazacak olan bilgi)

→ y
Konut yüzdesi


%25 %50 %75 %100

→ z
Yıl


1 5 10 20 30

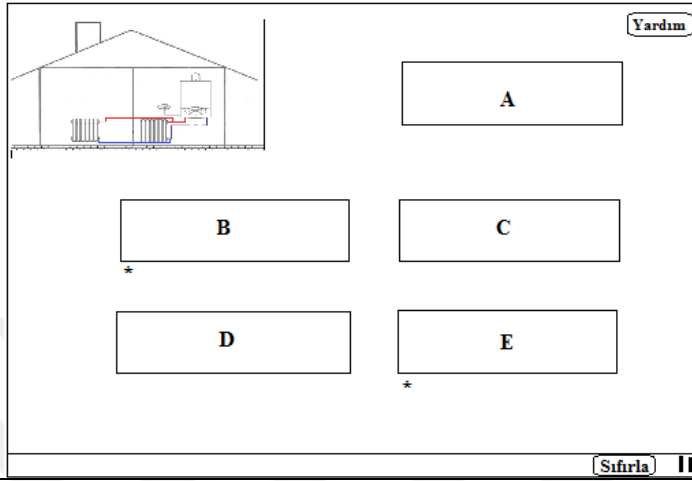
→ Tüm tercihler yapıldığında, “Başlat tuşu” yeşile döner ve kullanıcının tıklaması beklenilir.

→ Yardım

1. Oturma odası sıcaklığını 2° C azaltmak için, “sıcaklık” tuşunu kullanınız.
2. “Tasarruf Edilen Konut Oranı” tuşunu kullanarak, istediğiniz konut yüzde değerini seçiniz.
3. “Tasarruf Edilen Yıl” tuşunu kullanarak, istediğiniz yıl değerini seçiniz.
4. Seçilen değerlerin etkisini gözlemlemek için, “Başlat” tuşuna basınız.
5. Seçimlerinizde değişiklik yapmak için, “Sıfırla” tuşuna basınız.

4. Ekran Görüntüsü

Evimizin Sıcaklığını 2°C Azaltmanın Etkisi



→ Sistem sadece sıcaklığı azaltmaya izin verecektir. Tekrar 21° ye dönmek için sıfırla tuşu kullanılacaktır.

→ Kullanıcının tıklamasıyla “Başlat” tuşu “Beklet” tuşuna dönüşür ve sol tarafında “Sıfırla” tuşu görünür.

→ Tercihler yapıp “Başlat” tuşuna basılınca, ekranda:

- A. Türkiye’deki enerji tasarrufundaki yüzdelik oran
- B. Türkiye bütçesindeki ekonomik tasarruf
- C. Bu tasarrufa karşılık gelen kömür (kg) ve doğalgaz (m³) miktarları
- D. Türkiye deki CO₂ salınımındaki azalma
- E. Bu CO₂ salınım değerini temizleyebilecek ağaç sayısı

Değerlerini gösteren rakamlar kutular içinde görülecektir.

→ Konu içeriği verileri:

A.

	Türkiye Geneline Tasarruf Eden Konutların Yüzdesi			
	%25	%50	%75	%100
Tasarruf Eden Konut Yüzdesine Karşılık Gelen Enerji Tasarrufu	%5	%10	%15	%20

B.

Türkiye’deki Ekonomik Tasarruf		Türkiye Geneline Tasarruf Eden Konutların Yüzdesi			
		%25	%50	%75	%100
Geçen Yıl Sayısı	1	500 Milyon \$	1 Milyar \$	1,5 Milyar \$	2 Milyar \$
	5	2,5 Milyar \$	5 Milyar \$	7,5 Milyar \$	10 Milyar \$
	10	5 Milyar \$	10 Milyar \$	15 Milyar \$	20 Milyar \$
	20	10 Milyar \$	20 Milyar \$	30 Milyar \$	40 Milyar \$
	30	15 Milyar \$	30 Milyar \$	45 Milyar \$	60 Milyar \$

* Ülkemiz alım-satımında yurtdışına bağlı olduğu için, ekonomik tasarruf değerleri dolar (\$) cinsinden verilmiştir.

C.

Türkiye'deki Ekonomik Tasarrufa Karşılık Gelen Doğalgaz (m ³) ve Kömür (kg) Miktarları		Türkiye Geneline Tasarruf Eden Konutların Yüzdesi							
		Doğalgaz (m ³)				Kömür (kg)			
		%25	%50	%75	%100	%25	%50	%75	%100
Geçen Yıl Sayısı	1	95	190	282	376	80	170	248	330
	5	190	376	1420	1880	170	330	1225	1627
	10	376	760	2825	3780	330	660	2450	3280
	20	760	1508	5675	7525	660	1310	4900	6510
	30	1135	2258	8500	11290	970	1953	7325	9780

D. & E.

Türkiye'deki CO ₂ Salınımındaki Azalma ve Bu CO ₂ Salınım Değerini Temizleyebilecek Ağaç Sayısı		Türkiye Geneline Tasarruf Eden Konutların Yüzdesi							
		CO ₂ Salınımındaki Azalma (ton)				Bu CO ₂ Salınım Değerini Temizleyebilecek Ağaç Sayısı			
		%25	%50	%75	%100	%25	%50	%75	%100
Geçen Yıl Sayısı	1	0,2	0,4	0,6	0,8	22	44	67	88
	5	0,4	0,8	3	4	44	88	333	444
	10	0,8	1,6	6	8	88	178	667	889
	20	1,6	3,2	12	16	178	356	1333	1778
	30	2,4	4,8	18	24	267	533	2000	2667

*1 ağaç yıllık ortalama 9 kg CO₂ salınımlarında azalma sağlıyor.

Referanslar:<http://www.zeytinburnu.bel.tr/Sayfa/631/karbon-ayak-izi/karbon-ayak-izi-hesaplama-araci.aspx>

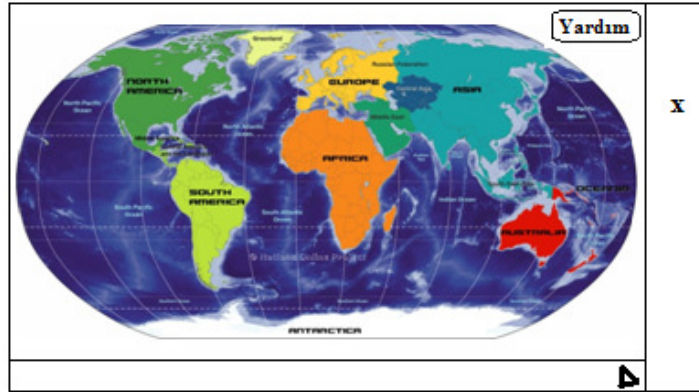
<http://www.karbonayakizi.com/>

<http://finans.mynet.com/haber/detay/ekonomi/kazakla-2-milyar-dolarlik-tasarruf/83758>

<http://www.climatechange.boun.edu.tr/belgeler/CO2salinimi.pdf>

5. Ekran Görüntüsü

Dünyadaki Bütün Evlerin Sıcaklığını 2 °C Azaltmanın Etkisi

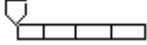


→ Harita üzerinde bir kıta tıklandığında, seçilen kıtanın rengi koyulaşır ve “Başlat” tuşu

yeşile döner ve kullanıcının tıklaması beklenir.

→ Aynı kıtanın üzerine ikinci kez tıkladığında rengi normale döner ve seçimden çıkar.

→ x
Yıl



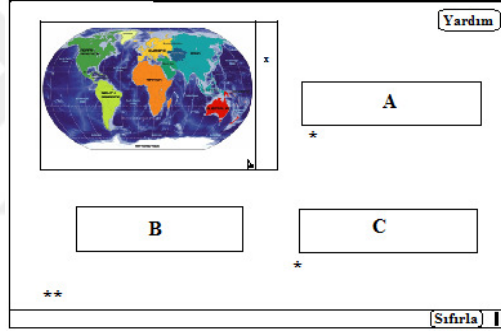
1 5 10 20 30

→ Yardım

1. Oturma odası sıcaklığını 2⁰ C azaltmak için, “sıcaklık” tuşunu kullanınız.
2. “Tasarruf Edilen Yıl” tuşunu kullanarak, istediğiniz yıl değerini seçiniz.
3. “Kıta” tuşunu kullanarak, istediğiniz kıtayı seçiniz.
4. Seçilen değerlerin etkisini gözlemlemek için, “Başlat” tuşuna basınız.
5. Seçimlerinizde değişiklik yapmak için, “Sıfırla” tuşuna basınız.

6. Ekran Görüntüsü

Dünyadaki Bütün Evlerin Sıcaklığını 2 ⁰C Azaltmanın Etkisi



→ Kullanıcının tıklamasıyla “Başlat” tuşu “Beklet” tuşuna dönüşür ve sol tarafında “Sıfırla” tuşu görünür.

→ Tercihler yapıp “Başlat” tuşuna basılınca, ekranda her bir kıta için:

- A. Dünya bütçesindeki ekonomik tasarruf
- B. Dünyadaki CO₂ salınımindaki azalma
- C. Bu CO₂ salınım değerini temizleyebilecek ağaç sayısı

Değerlerini gösteren rakamlar ekranda görülür.

→ Konu içeriği verileri:

A. Dünya bütçesindeki ekonomik tasarruf

		Kıtalar						
		Hepsi	Asya	Amerika	Avrupa	Afrika	Avustralya	Antarktika
Yıl sayısı	1	173,98 Milyar \$	103 Milyar \$	24 Milyar \$	19 Milyar \$	27 Milyar \$	952 Milyon \$	26 Bin \$
	5	871,8 Milyar \$	513 Milyar \$	120 Milyar \$	97 Milyar \$	137 Milyar \$	4,8 Milyar \$	132 Bin \$
	10	1742,5 Milyar \$	1026 Milyar \$	241 Milyar \$	193 Milyar \$	273 Milyar \$	9.5 Milyar \$	264 Bin \$
	20	3485 Milyar \$	2051 Milyar \$	482 Milyar \$	387 Milyar \$	546 Milyar \$	19 Milyar \$	529 Bin \$
	30	5230 Milyar \$	3077 Milyar \$	723 Milyar \$	582 Milyar \$	819 Milyar \$	29 Milyar \$	793 Bin \$

* Ülkemiz alım-satımda yurtdışına bağlı olduğu için, ekonomik tasarruf değerleri dolar (\$) cinsinden verilmiştir.

B.

Dünya'daki CO ₂ Salınımındaki Azalma		Kıtalar						
		Hepsi	Asya	Amerika	Avrupa	Afrika	Avustralya	Antarktika
Geçen Yıl sayısı	1	69,6 ton	41 ton	9,6 ton	7,7 ton	10,9 ton	0,4 ton	10,6 gr
	5	348,1 ton	205 ton	48 ton	38,6 ton	54,6 ton	1,9 ton	53 gr
	10	695,8 ton	410 ton	96 ton	77 ton	109 ton	3,8 ton	105,8 gr
	20	1394,6 ton	821 ton	193 ton	154,6 ton	218,4 ton	7,6 ton	212 gr
	30	2081 ton	1231 ton	289 ton	232 ton	327,6 ton	11,4 ton	317,3 gr

C.

Bu CO ₂ Salınım Değerini Temizleyebilecek Ağaç Sayısı		Kıtalar						
		Hepsi	Asya	Amerika	Avrupa	Afrika	Avustralya	Antarktika
Geçen Yıl sayısı	1	7734	4556	1067	856	1211	44	--
	5	38678	22778	5333	4289	6067	211	--
	10	69612	45556	10667	8556	12111	422	--
	20	154955	91222	21444	17178	24267	844	--
	30	209134	136778	32111	25778	36400	1267	--

*1 ağaç yıllık ortalama 9 kg CO₂ salınımında azalma sağlıyor.

** Türkiye nüfusunun, kıtaların nüfusuna olan oranı düşünülerek tahmini değerler belirlenmiştir. 2012 yılı nüfus sayımına göre, Türkiye nüfusu 75.627.384 olarak belirlenmiştir.

7. Ekran Görüntüsü

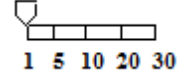
Evimizde Kullanılan Bütün Elektrikli Ev Aletlerinin ve Ampullerin Enerji Tasarruflu Seçilmesinin Etkisi



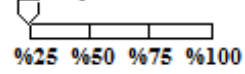
→Kullanıcı evde kullanılan elektrikli ev aletlerinin ve ampullerin hepsinin enerji tasarruflu tercih edildiği bir ev modeli görür.

→ Şekillerin açıklaması

→ x
Yıl



→ y
Konut yüzdesi



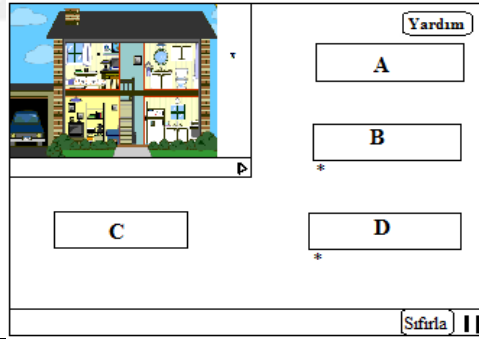
→ Tüm tercihler yapıldığında, “Başlat tuşu” yeşile döner ve kullanıcının tıklaması beklenilir.

→ Yardım

1. “Tasarruf Edilen Konut Oranı” tuşunu kullanarak, istediğiniz konut yüzde değerini seçiniz.
2. “Tasarruf Edilen Yıl” tuşunu kullanarak, istediğiniz yıl değerini seçiniz.
3. Seçilen değerlerin etkisini gözlemlemek için, “Başlat” tuşuna basınız.
4. Seçimlerinizde değişiklik yapmak için, “Sıfırla” tuşuna basınız.

8. Ekran Görüntüsü

Evimizde Kullanılan Bütün Elektrikli Ev Aletlerinin ve Ampullerin Enerji Tasarruflu Seçilmesinin Etkisi



→ Kullanıcının tıklamasıyla “Başlat” tuşu “Beklet” tuşuna dönüşür ve sol tarafında “Sıfırla” tuşu görünür.

→ Tercihler yapıp “Başlat” tuşuna basılınca, ekranda:

- A. Türkiye’deki elektrik tasarrufu
- B. Bu tasarrufa karşılık gelen Keban barajı miktarı
- C. Türkiye deki CO₂ salınımındaki azalma
- D. Bu CO₂ salınım değerini temizleyebilecek ağaç sayısı

Değerlerini gösteren rakamlar kutular içinde görülecektir.

→ Konu içeriği verileri:

A.

Türkiye'deki Elektrik Tasarrufu		Türkiye Geneline Tasarruf Eden Konutların Yüzdesi			
		%25	%50	%75	%100
Geçen Yıl Sayısı	1	367 GWh	734 GWh	1101 GWh	1468 GWh
	5	1835 GWh	3670 GWh	5505 GWh	7340 GWh
	10	3670 GWh	7340 GWh	11010 GWh	14680 GWh
	20	7340 GWh	14680 GWh	22020 GWh	29360 GWh
	30	11010 GWh	22020 GWh	33030 GWh	44040 GWh

B.

Elektrik Tasarrufuna Karşılık Gelen Keban Barajı Miktarı		Türkiye Geneline Tasarruf Eden Konutların Yüzdesi			
		%25	%50	%75	%100
Geçen Yıl Sayısı	1	0,06	0,1	0,2	0,25
	5	0,3	0,6	0,9	1,2
	10	0,6	1,2	1,8	2,5
	20	1,2	2,4	3,7	5
	30	1,8	3,7	5,5	7,3

* Keban Barajı yıllık 6000 GWh elektrik enerjisi üretiyor.

C. & D.

Türkiye'deki CO ₂ Salınımındaki Azalma ve Bu CO ₂ Salınım Değerini Temizleyebilecek Ağaç Sayısı		Türkiye Geneline Tasarruf Eden Konutların Yüzdesi							
		CO ₂ Salınımındaki Azalma (kiloton)				Bu CO ₂ Salınım Değerini Temizleyebilecek Ağaç Sayısı (Milyon)			
		%25	%50	%75	%100	%25	%50	%75	%100
Geçen Yıl Sayısı	1	135	270	405	540	15	30	45	60
	5	675	1350	2025	2700	75	150	225	300
	10	1350	2700	4050	5400	150	300	450	600
	20	2700	5400	8100	10800	300	600	900	1200
	30	4050	8100	12150	16200	450	900	1350	1800

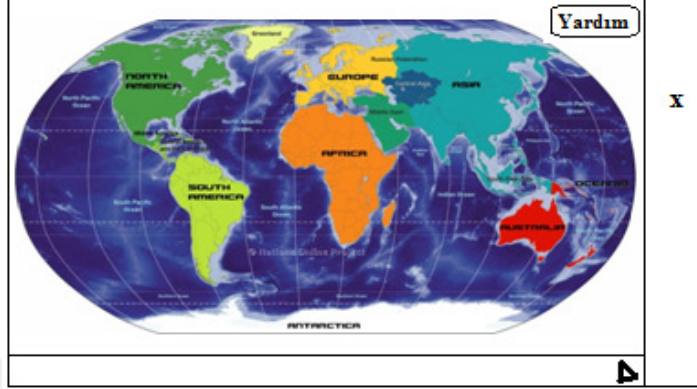
*1 ağaç yıllık ortalama 9 kg CO₂ salınımında azalma sağlıyor.

Referanslar:

<http://www.starhop.com/library/pdf/studyguide/high/brsp-17ReduceCO2.pdf>
http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/728306c33e38495_ek.pdf?tipi=..
<http://www.enerjihanim.com/tr/icerik/tasarruf-rakamlari/7>
<http://www.enerji.gov.tr/index.php>

9. Ekran Görüntüsü

Dünyadaki Tüm Evlerde Kullanılan Bütün Elektrikli Ev Aletlerinin ve Ampullerin Enerji Tasarruflu Seçilmesinin Etkisi



→ Harita üzerinde bir kıta tıklandığında, seçilen kıtanın rengi koyulaşır ve “Başlat” tuşu yeşile döner ve kullanıcının tıklaması beklenir.

→ Aynı kıtanın üzerine ikinci kez tıklandığında rengi normale döner ve seçimden çıkar.

→ x
Yıl

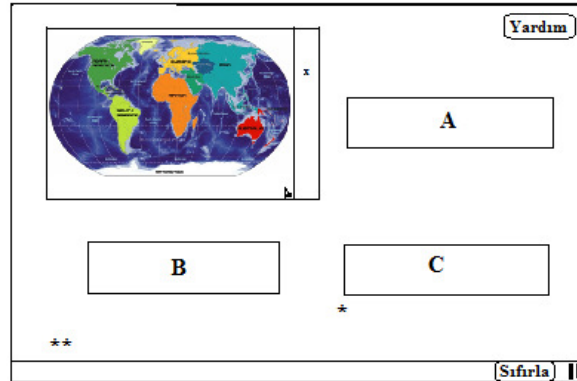
1 5 10 20 30

→ Yardım

1. “Tasarruf Edilen Yıl” tuşunu kullanarak, istediğiniz yıl değerini seçiniz.
2. “Kıta” tuşunu kullanarak, istediğiniz kıtayı seçiniz.
3. Seçilen değerlerin etkisini gözlemek için, “Başlat” tuşuna basınız.
4. Seçimlerinizde değişiklik yapmak için, “Sıfırla” tuşuna basınız.

10. Ekran Görüntüsü

Dünyadaki Tüm Evlerde Kullanılan Bütün Elektrikli Ev Aletlerinin ve Ampullerin Enerji Tasarruflu Seçilmesinin Etkisi



→ Kullanıcının tıklamasıyla “Başlat” tuşu “Beklet” tuşuna dönüşür ve sol tarafında “Sıfırla” tuşu görünür.

→ Tercihler yapılıp “Başlat” tuşuna basılınca, ekranda her bir kıta için:

- A. Dünyadaki elektrik tasarrufu
B. Dünyadaki CO₂ salınımindaki azalma
C. Bu CO₂ salınım değerini temizleyebilecek ağaç sayısı

Değerlerini gösteren rakamlar ekranda görülür. → Konu içeriği verileri:

A.Dünya'daki Elektrik Tasarrufu		Kıtalar						
		Hepsi	Asya	Amerika	Avrupa	Afrika	Avustralya	Antarktika
Geçen Yıl Sayısı	1	127903 GWh	75295 GWh	17678 GWh	14189 GWh	20042 GWh	699 GWh	1,9 kWh
	5	639517 GWh	376476 GWh	88390 GWh	70945 GWh	100212 GWh	3494 GWh	9,7 kWh
	10	1,3 milyon GWh	752951 GWh	176780 GWh	141890 GWh	200425 GWh	6988 GWh	19 kWh
	20	2,5 milyon GWh	1,5 milyon GWh	353559 GWh	283780 GWh	400849 GWh	13976 GWh	39 kWh
	30	3,8 milyon GWh	2,2 milyon GWh	530339 GWh	425670 GWh	601273 GWh	20964 GWh	58 kWh
B. Dünya'daki CO ₂ Salınımindaki Azalma (Megaton)		Kıtalar						
		Hepsi	Asya	Amerika	Avrupa	Afrika	Avustralya	Antarktika
Geçen Yıl sayısı	1	46,9	27,6	6,5	5,2	7,3	257 kiloton	7 ton
	5	234,5	138	32,5	26	36,8	1,2	36 ton
	10	470,2	277	65	52	73,7	2,5	71 ton
	20	940,1	554	130	104	147	5,1	143 ton
	30	1211,2	831	195	156,5	221	7,7	214 ton
C. Bu CO ₂ Salınım Değerini Temizleyebilecek Ağaç Sayısı		Kıtalar						
		Hepsi	Asya	Amerika	Avrupa	Afrika	Avustralya	Antarktika
Geçen Yıl sayısı	1	5,1 trilyon	3 trilyon	722 milyon	577 milyon	811 milyon	28,5 milyon	--
	5	26,1 trilyon	15,4 trilyon	3,6 trilyon	2,9 trilyon	4,1 trilyon	133 milyon	--
	10	52,3 trilyon	30,8 trilyon	7,2 trilyon	5,8 trilyon	8,2 trilyon	277 milyon	--
	20	104,3 trilyon	61,5 trilyon	14,4 trilyon	11,5 trilyon	16,3 trilyon	566 milyon	--
	30	156,2 trilyon	92 trilyon	21,6 trilyon	17,3 trilyon	24,5 trilyon	855 milyon	--

*1 ağaç yıllık ortalama 9 kg CO₂ salınımlarında azalma sağlıyor.

** Türkiye nüfusunun, kıtaların nüfusuna olan oranı düşünülerek tahmini değerler belirlenmiştir.2012 yılı nüfus sayımına göre, Türkiye nüfusu 75.627.384 olarak belirlenmiştir.

Simülasyon Senaryosu 2

* Üstü taranmış kısımlar senaryolara dahil edilememiştir.

Kazanım: 9. Sınıf Enerji Ünitesi

4.1. İş, Enerji ve Güç

4.1.1. İş, enerji ve güç kavramlarını açıklar ve birbirleriyle ilişkilendirir.

- Mekanik enerji, elektrik enerjisi, nükleer enerji gibi farklı enerji türleri için verilen örnekler ile öğrencilerin iş ve enerji kavramlarını ilişkilendirmeleri sağlanır.
- Öğrencilerin iş ve güç kavramlarının matematiksel modellerini incelemeleri sağlanır.
- Öğrenciler iş ve güç kavramları ile ilgili günlük hayattan mekanik ile ilgili problemler çözer.
- Kinetik ve potansiyel enerji dönüşüm hesaplamalarına girilmez.

4.2. Mekanik Enerji

4.2.1. Mekanik enerji kavramını, kinetik ve potansiyel enerji kavramları ile ilişkilendirerek açıklar.

- Kinetik enerji ve potansiyel enerjinin bağlı olduğu değişkenleri günlük hayat örnekleri üzerinden analiz eder.
- Öğrenciler iş, kinetik enerji ve potansiyel enerji ile ilgili hesaplamalar yapar.
- Öğrencilerin kinetik enerji ve potansiyel enerjinin matematiksel modellerini kullanarak hesaplama yapmaları sağlanır.
- Öğrencilerin iş ve enerjideki değişim ile ilgili hesaplamalar yapmaları sağlanır.

4.4. Verim

4.4.1. Verim kavramını açıklar ve teknolojiye uygulamalarla ilişkilendirir.

- Öğrencilerin tarihsel süreçte tasarlanmış devir daim araçlarını incelemeleri ve verimi artırmaya yönelik çabaları tartışmaları sağlanır.
- Öğrencilerin verimi artırmak için farklı tasarımlar yapmaları ve modeller geliştirmeleri sağlanır.

AÇIKLAMALAR

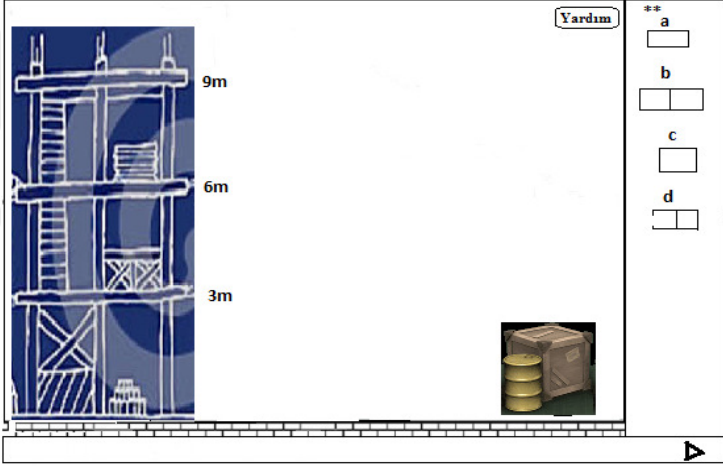
Ekran Görüntüsü

Bu kısımda kullanıcının uygulama sırasında göreceği ekrana yer verilmektedir. Görülen şekiller yazılımcı ve grafik tasarımcısına fikir vermek amaçlı koyulmuştur.

Bu kısımda, basamak basamak, yazılımcı ve grafikçi için ayrıntılı açıklamalara ve arka planda kullanılacak bilgi, tablo ve hesaplamalara yer verilmektedir.

1. Ekran Görüntüsü

Plaza İnşaatı



→ İnşaat halindeki çok katlı bina (plaza) yakınına kutular/variller içinde malzemeler bırakılmıştır. 10m’lik düz yol ve makara gibi farklı yol tercihi kullanılarak, malzemelerin binanın farklı katlarına taşındığı bir model veriliyor. (Yatay yol düzleminde kutu itilerek yol alırken, dikey düzlemde basit makara sistemiyle yukarıya çekilmektedir.)

→ Şekillerin açıklaması

→ **Hava sürtünmesinin ihmal edildiği bir ortama göre hesaplamalar yapılmıştır. (Bundan sonraki tüm ekranlarda olacak)

→ a: Sürtünme katsayısı (ekranda yazacak değer)

0,1

→ b: Kütle

Kutu	Varil
100kg	150kg

→ c: İşçinin sabit hızı (m/s)'''

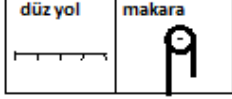
100 kg kutu için;

0,4

150 kg varil için;

0,2

→ d: Yol Tercihi

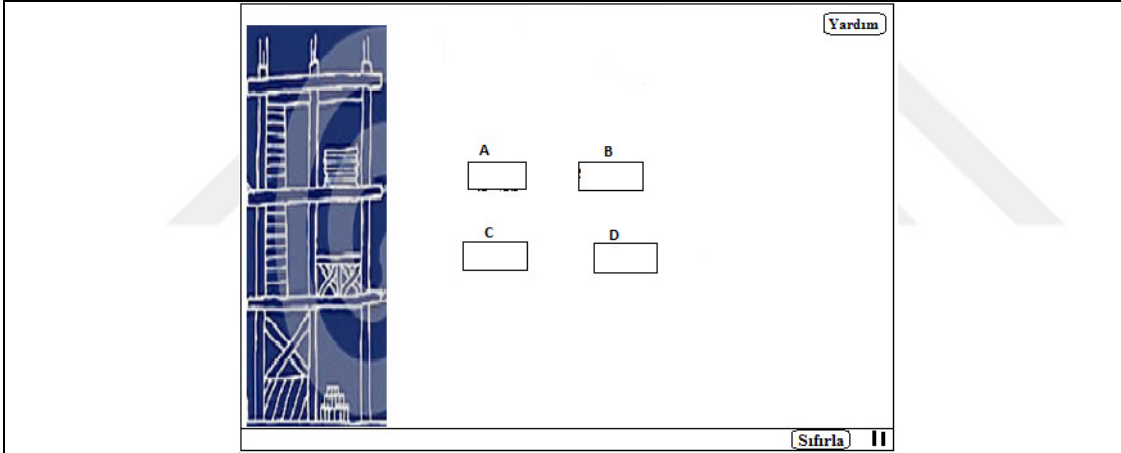


→ Tüm tercihler yapıldığında, “Başlat tuşu” yeşile döner ve kullanıcının tıklaması beklenilir.

→ Yardım

1. Taşımak istediğiniz malzemeyi seçiniz.
2. “Yapılacak iş” bölümünü kullanarak, kutu veya varil taşıma yönteminizi belirleyiniz.
3. Seçilen değerlerin etkisini gözlemlemek için, “Başlat” tuşuna basınız.
4. Seçimlerinizde değişiklik yapmak için, “Sıfırla” tuşuna basınız.

2. Ekran Görüntüsü



→ Kullanıcının tıklamasıyla “Başlat” tuşu “Beklet” tuşuna dönüşür ve sol tarafında “Sıfırla” tuşu görünür.

→ Tercihler yapıp “Başlat” tuşuna basılınca, ekranda:

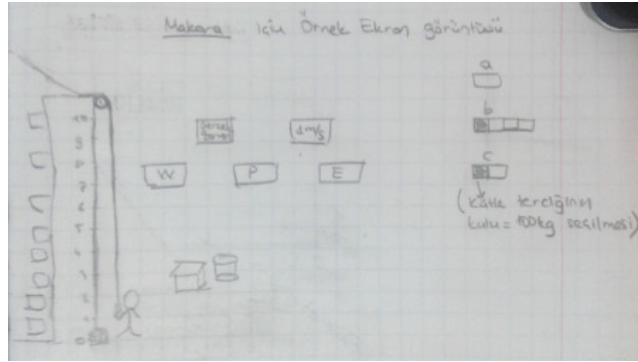
- A. Hareket süresi
- B. İşçinin sabit hızı
- C. İşçinin kütleye yaptığı iş
- D. İşçinin kütleye sağladığı güç

Değerlerini gösteren rakamlar kutular içinde görülecektir.

→ Konu içeriği verileri:

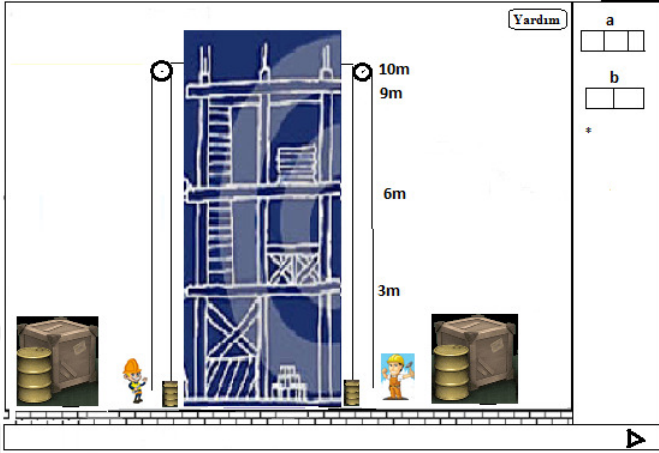
10m'lik Düz Yolda						
Kütlenin Aldığı Yol Mesafesi (m)	100kg'lık kutu için			150kg'lık varil için		
	Hareket Süresi (s)	İşçinin Kütleye Yaptığı İş (J)	İşçinin Kütleye Sağladığı Güç (W)	Hareket Süresi (s)	İşçinin Kütleye Yaptığı İş (J)	İşçinin Kütleye Sağladığı Güç (W)
1	2,5	98	39,2	5	147	29,4
2	5	196	39,2	10	294	29,4
3	7,5	294	39,2	15	441	29,4
4	10	392	39,2	20	588	29,4
5	12,5	490	39,2	25	735	29,4
6	15	588	39,2	30	882	29,4
7	17,5	686	39,2	35	1029	29,4
8	20	784	39,2	40	1176	29,4
9	22,5	882	39,2	45	1323	29,4
10	25	980	39,2	50	1470	29,4

Makara Kullanırken						
Kütlenin Aldığı Yol Mesafesi (m)	100kg'lık kutu için			150kg'lık varil için		
	Hareket Süresi (s)	İşçinin Kütleye Yaptığı İş (J)	İşçinin Kütleye Sağladığı Güç (W)	Hareket Süresi (s)	İşçinin Kütleye Yaptığı İş (J)	İşçinin Kütleye Sağladığı Güç (W)
1	2,5	980	392	5	1470	294
2	5	1960	392	10	2940	294
3	7,5	2940	392	15	4410	294
4	10	3920	392	20	5880	294
5	12,5	4900	392	25	7350	294
6	15	5880	392	30	8820	294
7	17,5	6860	392	35	10290	294
8	20	7840	392	40	11760	294
9	22,5	8820	392	45	13230	294
10	25	9800	392	50	14700	294



3. Ekran Görüntüsü

Plaza İnşaatı



→ İnşaat halindeki çok katlı bina (plaza) yakınına kutular/variller içinde malzemeler bırakılmıştır. 2 farklı noktadan makara kullanılarak, malzemelerin yukarıya çekildiği yukarı çekildiği bir model veriliyor.

→ Sekillerin açıklaması

→ a: Makara Çalışma Şekli

Motor	İri yarı işçi	Ufak tefek işçi
		

→ b: Kütle

Kutu	Varil
100kg	150kg

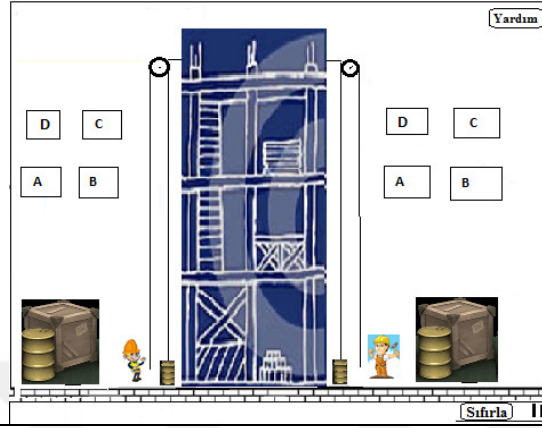
→ * Her bir çalışma şekli için makara sabit hızla, kütleleri yukarı çekmektedir.

→ Tüm tercihler yapıldığında, “Başlat tuşu” yeşile döner ve kullanıcının tıklaması beklenilir.

→ Yardım

1. Taşımak istediğiniz malzemeyi seçiniz.
2. “Makara Çalışma Şekli” bölümünü kullanarak, kutu veya varil taşıma yönteminizi belirleyiniz.
3. Seçilen değerlerin etkisini gözlemlemek için, “Başlat” tuşuna basınız.
4. Seçimlerinizde değişiklik yapmak için, “Sıfırla” tuşuna basınız.

4. Ekran Görüntüsü



→ Kullanıcının tıklamasıyla “Başlat” tuşu “Beklet” tuşuna dönüşür ve sol tarafında “Sıfırla” tuşu görünür.

→ Tercihler yapıp “Başlat” tuşuna basılınca, ekranda:

- A. Taşınan kütleye uygulanan iş
- B. Taşınan kütleye uygulanan güç
- C. Hareket süresi
- D. Sabit çekme hızı

Değerlerini gösteren rakamlar kutular içinde görülecektir.

100kg'lık kutu için; motorun sabit çekme hızı= 0,4 m/s
 iri-işçinin sabit çekme hızı= 0,3 m/s
 ufak-işçinin sabit çekme hızı= 0,2 m/s
 150kg'lık varil için; motorun sabit çekme hızı= 0,3 m/s
 iri-işçinin sabit çekme hızı= 0,2 m/s
 ufak-işçinin sabit çekme hızı= 0,1 m/s

→ Konu içeriği verileri:

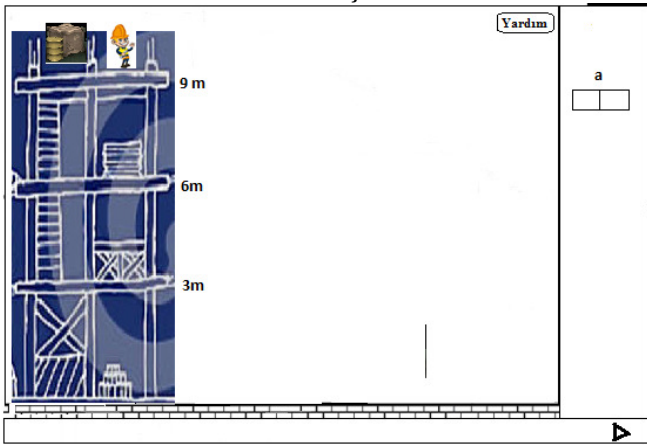
Makara Çalışırken						
Kütlenin Aldığı Yol Mesafesi (m)	Motorun 100kg'lık kutunun hareketi için			Motorun 150kg'lık varilin hareketi için		
	Hareket Süresi (s)	Yaptığı İş (J)	Sağladığı Güç (W)	Hareket Süresi (s)	Yaptığı İş (J)	Sağladığı Güç (W)
1	2,5	980	392	3,3	1470	445,4
2	5	1960	392	6,6	2940	445,4
3	7,5	2940	392	9,9	4410	445,4
4	10	3920	392	13,2	5880	445,4
5	12,5	4900	392	16,5	7350	445,4
6	15	5880	392	19,8	8820	445,4
7	17,5	6860	392	23,1	10290	445,4
8	20	7840	392	26,4	11760	445,4
9	22,5	8820	392	29,7	13230	445,4
10	25	9800	392	33	14700	445,4

Makara Çalışırken						
Kütlenin Aldığı Yol Mesafesi (m)	İri İşçinin 100kg'lık kutunun hareketi için			İri İşçinin 150kg'lık varilin hareketi için		
	Hareket Süresi (s)	Yaptığı İş (J)	Sağladığı Güç (W)	Hareket Süresi (s)	Yaptığı İş (J)	Sağladığı Güç (W)
1	3,3	980	296,9	5	1470	294
2	6,6	1960	296,9	10	2940	294
3	9,9	2940	296,9	15	4410	294
4	13,2	3920	296,9	20	5880	294
5	16,5	4900	296,9	25	7350	294
6	19,8	5880	296,9	30	8820	294
7	23,1	6860	296,9	35	10290	294
8	26,4	7840	296,9	40	11760	294
9	29,7	8820	296,9	45	13230	294
10	33	9800	296,9	50	14700	294

Makara Çalışırken						
Kütlenin Aldığı Yol Mesafesi (m)	Ufak İşçinin 100kg'lık kutunun hareketi için			Ufak İşçinin 150kg'lık varilin hareketi için		
	Hareket Süresi (s)	Yaptığı İş (J)	Sağladığı Güç (W)	Hareket Süresi (s)	Yaptığı İş (J)	Sağladığı Güç (W)
1	5	980	196	10	1470	147
2	10	1960	196	20	2940	147
3	15	2940	196	30	4410	147
4	20	3920	196	40	5880	147
5	25	4900	196	50	7350	147
6	30	5880	196	60	8820	147
7	35	6860	196	70	10290	147
8	40	7840	196	80	11760	147
9	45	8820	196	90	13230	147
10	50	9800	196	100	14700	147

5. Ekran Görüntüsü

Plaza İnşaatı



→ İnşaat halindeki çok katlı bina (plaza) yakınına kutular/variller içinde malzemeler

bırakılmıştır. En üst noktadan (9m'den) kutu/varillerin bir işçi tarafından aşağıya itilerek serbest bırakıldığı bir model veriliyor.

→ Şekillerin açıklaması

→ a: Kütle

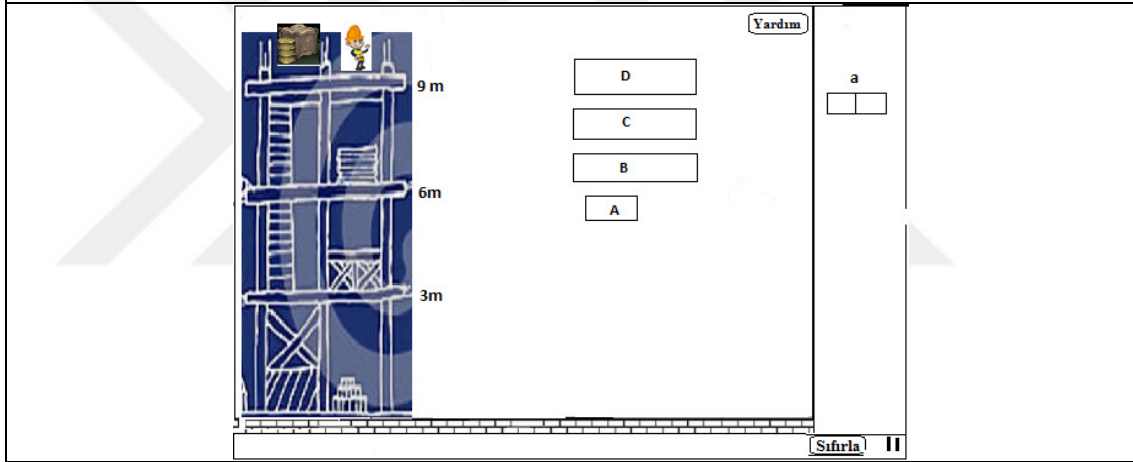
Kutu	Varil
100kg	150kg

→ Tüm tercihler yapıldığında, “Başlat tuşu” yeşile döner ve kullanıcının tıklaması beklenilir.

→ Yardım

1. Taşımak istediğiniz malzemeyi seçiniz.
2. Seçilen değerlerin etkisini gözlemlemek için, “Başlat” tuşuna basınız.
3. Seçimlerinizde değişiklik yapmak için, “Sıfırla” tuşuna basınız.

6. Ekran Görüntüsü



→ Kullanıcının tıklamasıyla “Başlat” tuşu “Beklet” tuşuna dönüşür ve sol tarafında “Sıfırla” tuşu görünür.

→ Tercihler yapıp “Başlat” tuşuna basılınca, ekranda:

- A. Varilin kazandığı hız
- B. Varilin potansiyel enerjisi
- C. Varilin kinetik enerjisi
- D. Varilin toplam mekanik enerjisi

Değerlerini gösteren rakamlar kutular içinde görülecektir.

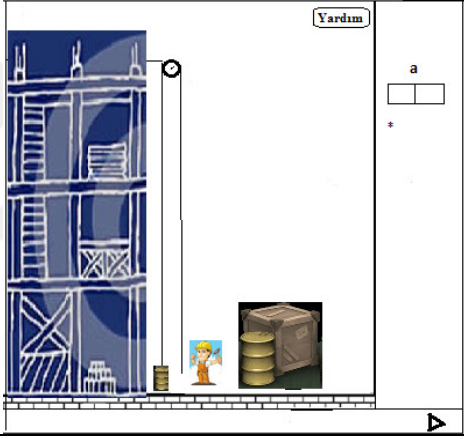
→ Konu içeriği verileri:

100kg'lık kutunun					
Aldığı Yol Mesafesi (m)	9m'den Serbest Bırakıldığında				
	Geçen Süre (s)	Kazandığı Hız (m/s)	Potansiyel Enerjisi (J)	Kinetik Enerjisi (J)	Mekanik Enerjisi (J)
9m'de	0	0	8820	0	8820
6m'de	0,78	7,66	5880	2490	8820
3m'de	1,1	10,84	2940	5880	8820

	zeminde	1,35	13,28	0	8820	8820
150kg'lık varilin						
9m'den Serbest Bırakıldığında						
Aldığı Yol Mesafesi (m)	Geçen Süre (s)	Kazandığı Hız (m/s)	Potansiyel Enerjisi (J)	Kinetik Enerjisi (J)	Mekanik Enerjisi (J)	
9m'de	0	0	13230	0	13230	
6m'de	0,78	7,66	8820	4410	13230	
3m'de	1,1	10,84	4410	8820	13230	
zeminde	1,35	13,28	0	13230	13230	

7. Ekran Görüntüsü

Plaza İnşaatı



→ İnşaat halindeki çok katlı bina (plaza) yakınına kutular/variller içinde malzemeler bırakılmıştır. Sadece makara kullanılarak sabit hızla üst katlara malzeme taşıyan model veriliyor.

→ Şekillerin açıklaması

→ a: Kütle

Kutu 100kg	Varil 150kg

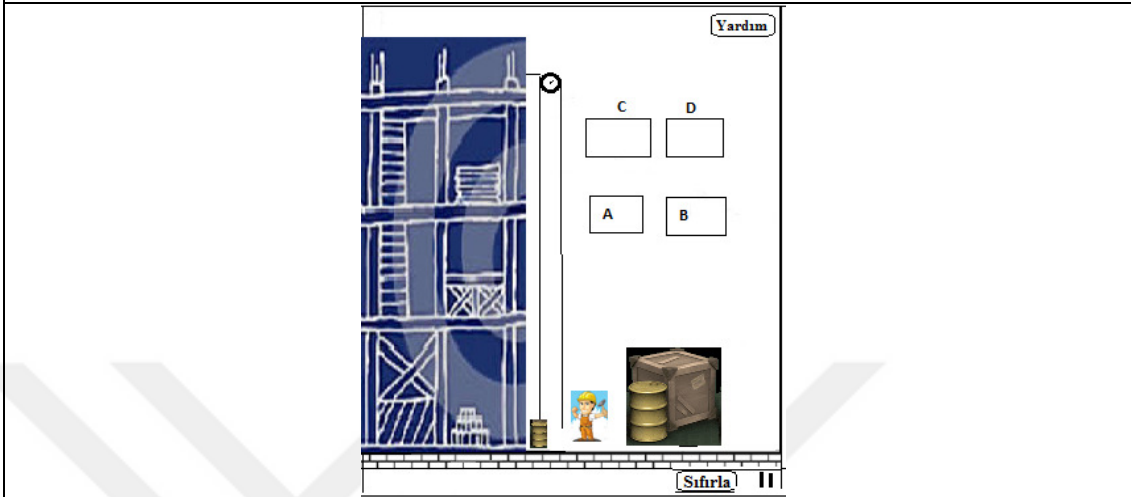
→ * Makara sabit hızla, kütleleri yukarı çekmektedir.

→ Tüm tercihler yapıldığında, “Başlat tuşu” yeşile döner ve kullanıcının tıklaması beklenilir.

→ Yardım

1. Taşımak istediğiniz malzemeyi seçiniz.
2. Seçilen değerlerin etkisini gözlemlemek için, “Başlat” tuşuna basınız.
3. Seçimlerinizde değişiklik yapmak için, “Sıfırla” tuşuna basınız.

8. Ekran Görüntüsü



→ Kullanıcının tıklamasıyla “Başlat” tuşu “Beklet” tuşuna dönüşür ve sol tarafında “Sıfırla” tuşu görünür.

→ Tercihler yapıp “Başlat” tuşuna basılınca, ekranda:

- A. Kütleye işçinin yaptığı iş
- B. Kütlenin potansiyel enerjisi
- C. Hareket süresi
- D. Kütlenin Sabit Hızı

Değerlerini gösteren rakamlar kutular içinde görülecektir.

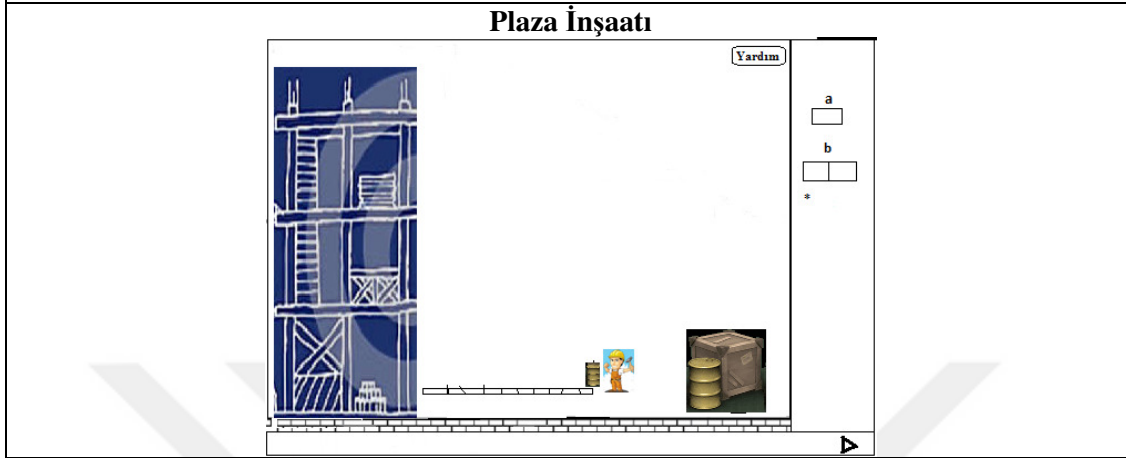
→ Konu içeriği verileri:

100kg'lık kutu için işçinin sabit çekme hızı= 0,4 m/s
150kg'lık varil için işçinin sabit çekme hızı= 0,2 m/s

İşçi Makarayı Kullanırken

Kütlenin Aldığı Yol Mesafesi (m)	100kg'lık kutu için			150kg'lık varil için		
	Hareket Süresi (s)	Kütleye Yaptığı İş (J)	Kütlenin Potansiyel Enerjisi (J)	Hareket Süresi (s)	Kütleye Yaptığı İş (J)	Kütlenin Potansiyel Enerjisi
1	2,5	980	980	5	1470	1470
2	5	1960	1960	10	2940	2940
3	7,5	2940	2940	15	4410	4410
4	10	3920	3920	20	5880	5880
5	12,5	4900	4900	25	7350	7350
6	15	5880	5880	30	8820	8820
7	17,5	6860	6860	35	10290	10290
8	20	7840	7840	40	11760	11760
9	22,5	8820	8820	45	13230	13230
10	25	9800	9800	50	14700	14700

9. Ekran Görüntüsü



→ İnşaat halindeki çok katlı bina (plaza) yakınına kutular/variller içinde malzemeler bırakılmıştır. Sadece sürtünmeli 1m'lik yatay düzlem kullanılıyor ve itilerek ilk hız kazandırılan kutu taşındığı bir model veriliyor.

→ Sekillerin açıklaması

→ a: Sürtünme katsayısı= 0,1

→ b: Kütle

Kutu	Varil
100kg	150kg

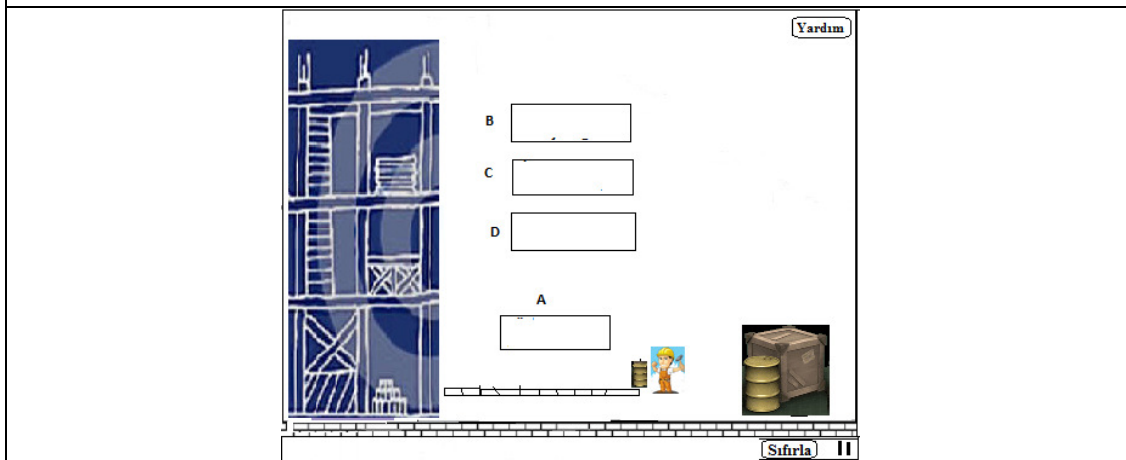
→ * İşçinin her iki kutuya uyguladığı ilk hız 1,4 m/s'dir.

→ Tüm tercihler yapıldığında, "Başlat tuşu" yeşile döner ve kullanıcının tıklaması beklenilir.

→ Yardım

1. Taşımak istediğiniz malzemeyi seçiniz.
2. Seçilen değerlerin etkisini gözlemlemek için, "Başlat" tuşuna basınız.
3. Seçimlerinizde değişiklik yapmak için, "Sıfırla" tuşuna basınız.

10. Ekran Görüntüsü



→ Kullanıcının tıklamasıyla “Başlat” tuşu “Beklet” tuşuna dönüşür ve sol tarafında “Sıfırla” tuşu görünür.

→ Tercihler yapıp “Başlat” tuşuna basılınca, ekranda:

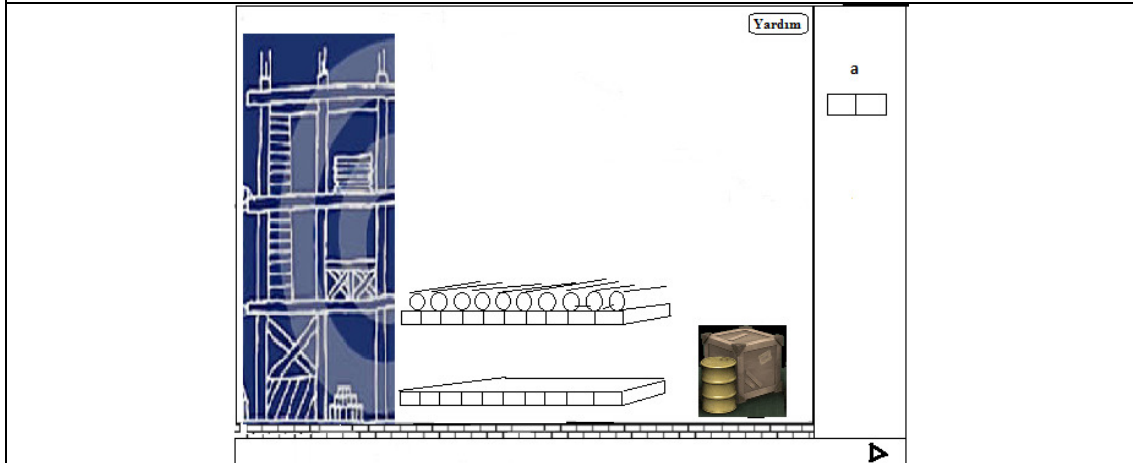
- A. İlk Hız kazandırılmış Kütlenin Alınan Mesafe ile Değişen Hızı
- B. Kütlenin son kinetik enerjisi
- C. Kütlenin ilk kinetik enerjisi
- D. Kütlenin yaptığı iş

Değerlerini gösteren rakamlar kutular içinde görülecektir.

→ Konu içeriği verileri:

		1m'lik Düz Yolda					
Kütlenin Aldığı Yol Mesafesi (m)	Geçen Süre (s)	100kg'lık kutu için			150kg'lık varil için		
		İlk Hız kazandırılmış Kütlenin Alınan Mesafe ile Değişen Hızı (m/s)	Kütlenin Kinetik Enerji (J)	Kütlenin Yaptığı iş (J)	İlk Hız kazandırılmış Kütlenin Alınan Mesafe ile Değişen Hız (m/s)	Kütlenin Kinetik Enerji (J)	Kütlenin Yaptığı iş (J)
0	0	1,4	98	0	1,4	147	0
0,1	0,082	1,32	87,12	-10,88	1,32	130,68	-16,32
0,2	0,153	1,25	78,12	-19,87	1,25	117,18	-29,82
0,3	0,235	1,17	68,44	-29,55	1,17	102,66	-44,34
0,4	0,327	1,08	58,32	-39,68	1,08	87,48	-59,52
0,5	0,429	0,98	48,02	-49,98	0,98	72,03	-74,97
0,6	0,530	0,88	38,72	-59,28	0,88	58,08	-88,92
0,7	0,653	0,76	28,88	-69,12	0,76	43,32	-103,6
0,8	0,796	0,62	19,22	-78,78	0,62	28,83	-118,1
0,9	0,980	0,44	9,68	-88,32	0,44	14,52	-132,4
1	1,429	0	0	-98	0	0	-147

11. Ekran Görüntüsü



→ Sadece 2 yatay düzlem kullanılarak (yatay yollardan birinin üzerinde birbirine yakın aralıklarla dizilmiş silindir borular bulunuyor) ve itilerek inşaata kutu/varil taşınılan bir

model veriliyor.

→ Şekillerin açıklaması

→ a
Kütle

Kutu	Varil
100kg	150kg

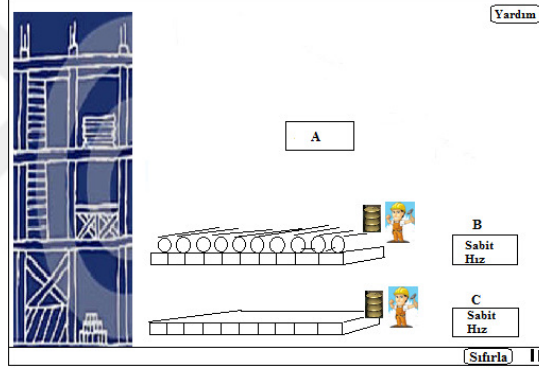
→ Aynı anda iki yatay yoldan benzer işçilerin aynı kütledeki kutuları ittirmelerine izin verilecektir.

→ Tüm tercihler yapıldığında, “Başlat tuşu” yeşile döner ve kullanıcının tıklaması beklenilir.

→ Yardım

1. Taşımak istediğiniz malzemeyi seçiniz.
2. Seçilen değerlerin etkisini gözlemlemek için, “Başlat” tuşuna basınız.
3. Seçimlerinizde değişiklik yapmak için, “Sıfırla” tuşuna basınız.

12. Ekran Görüntüsü



→ Kullanıcının tıklamasıyla “Başlat” tuşu “Beklet” tuşuna dönüşür ve sol tarafında “Sıfırla” tuşu görünür.

→ Tercihler yapıp “Başlat” tuşuna basılınca, ekranda:

- A. Hareket süresi
- B. Silindirik boru döşeli 10m’lik yoldaki işçinin sabit hızı
- C. Normal 10m’lik Düz yoldaki işçinin sabit hızı

Değerlerini gösteren rakamlar kutular içinde görülecektir.

→Kullanıcı kutuların sabit hızla aldığı mesafeyi ölçeklendirilmiş yol üzerinden gözlemleyebilecektir.

→ Konu içeriği verileri:

Silindirik boru döşeli yolda sürtünme katsayısı = 0,2

Normal yolda sürtünme katsayısı = 0,84

C.Silindir Boru Döşeli 10m'lik Düz Yolda					C. Normal 10m'lik Düz Yolda				
Malzemenin Yer Değiştirmesi (m)	100kg'lık kutu için		150kg'lık varil için		Malzemenin Yer Değiştirmesi (m)	100kg'lık kutu için		150kg'lık varil için	
	Hareket Süresi (s)	İşçinin Uyguladığı Kuvvet (N)	Hareket Süresi (s)	İşçinin Uyguladığı Kuvvet (N)		Hareket Süresi (s)	İşçinin Uyguladığı Kuvvet (N)	Hareket Süresi (s)	İşçinin Uyguladığı Kuvvet (N)
1	2	196	2,5	294	1	2	823,2	2,5	1234,8
2	4	196	5	294	2	4	823,2	5	1234,8
3	6	196	7,5	294	3	6	823,2	7,5	1234,8
4	8	196	10	294	4	8	823,2	10	1234,8
5	10	196	12,5	294	5	10	823,2	12,5	1234,8
6	12	196	15	294	6	12	823,2	15	1234,8
7	14	196	17,5	294	7	14	823,2	17,5	1234,8
8	16	196	20	294	8	16	823,2	20	1234,8
9	19	196	22,5	294	9	19	823,2	22,5	1234,8
10	20	196	25	294	10	20	823,2	25	1234,8

Kutuyu 10 m taşımak için işçinin,

$$\frac{\text{Normal yolda harcadığı enerji}}{\text{Silindir boru döşeli yolda harcadığı enerji}} = 4,2$$

Silindir boru döşeli yolda işçinin kutuyu taşıması, normal yolda taşımasına göre 4,2 kat daha verimlidir.



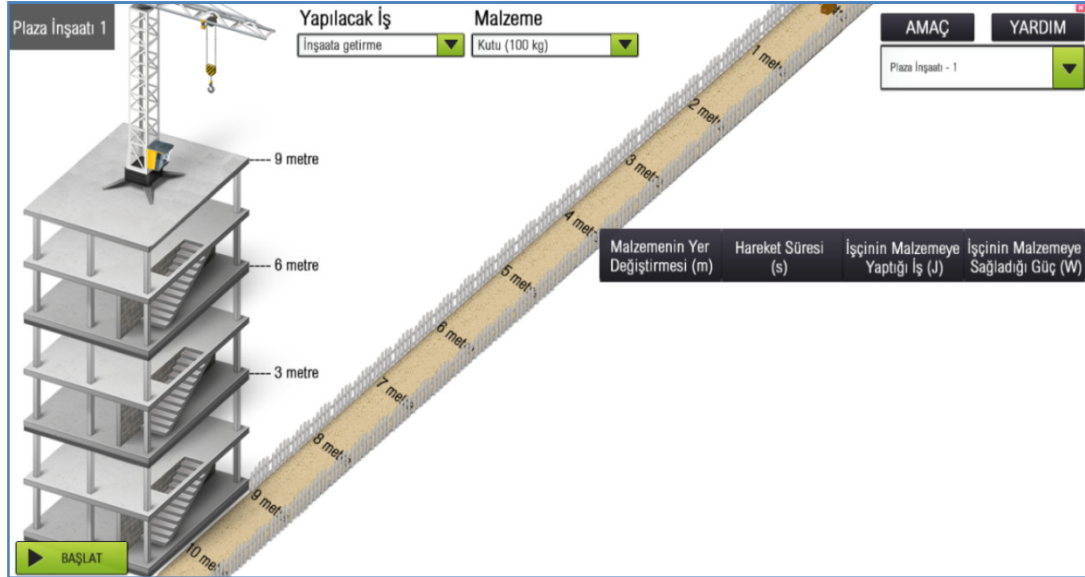
APPENDIX N

SCREENSHOTS OF THE INTERACTIVE COMPUTER SIMULATION

ENERJİ ÜNİTESİ ETKİLEŞİMLİ BİLGİSAYAR UYGULAMASI

Sağ üst köşedeki menüden istediğiniz etkinliği seçip, yönergelere uyarak, etkinliği uygulayabilirsiniz.

Açılış Ekranı



Plaza İnşaatı 2

Makara Çalışma Şekli
Vinci

Malzeme
Kutu (100 kg)

AMAÇ YARDIM

Plaza İnşaatı - 2

9 metre
6 metre
3 metre

BAŞLAT

Malzemenin Yer Değiştirmesi (m)	Hareket Süresi (s)	Vincin Malzemeye Yaptığı İş (J)	Vincin Malzemeye Sağladığı Güç (W)

Plaza İnşaatı 3

Malzeme
Kutu (100 kg)

AMAÇ YARDIM

Plaza İnşaatı - 3

9 metre
6 metre
3 metre

BAŞLAT

Malzemenin Yer Değiştirmesi (m)	Hareket Süresi (s)	Hızı (m/s)	Potansiyel Enerjisi (J)	Kinetik Enerjisi (J)	Mekanik Enerjisi (J)

Plaza İnşaatı 4

Kütle
Kutu (100 kg)

AMAÇ
Plaza İnşaatı - 4

YARDIM

9 metre
6 metre
3 metre

*Malzeme yukarıya çok küçük bir sabit hızla çekildiği için malzemenin kinetik enerjisi ihmal edilecektir.

Malzemenin Yer Değişirnesi (m)	Hareket Süresi (s)	İşçinin Malzemeye Yaptığı İş (J)	Malzemenin Potansiyel Enerjisi (J)

BAŞLAT

Kütle
Kutu (100 kg)

Sürtünme Katsayısı
0,1

Plaza İnşaatı 5

AMAÇ
Plaza İnşaatı - 5

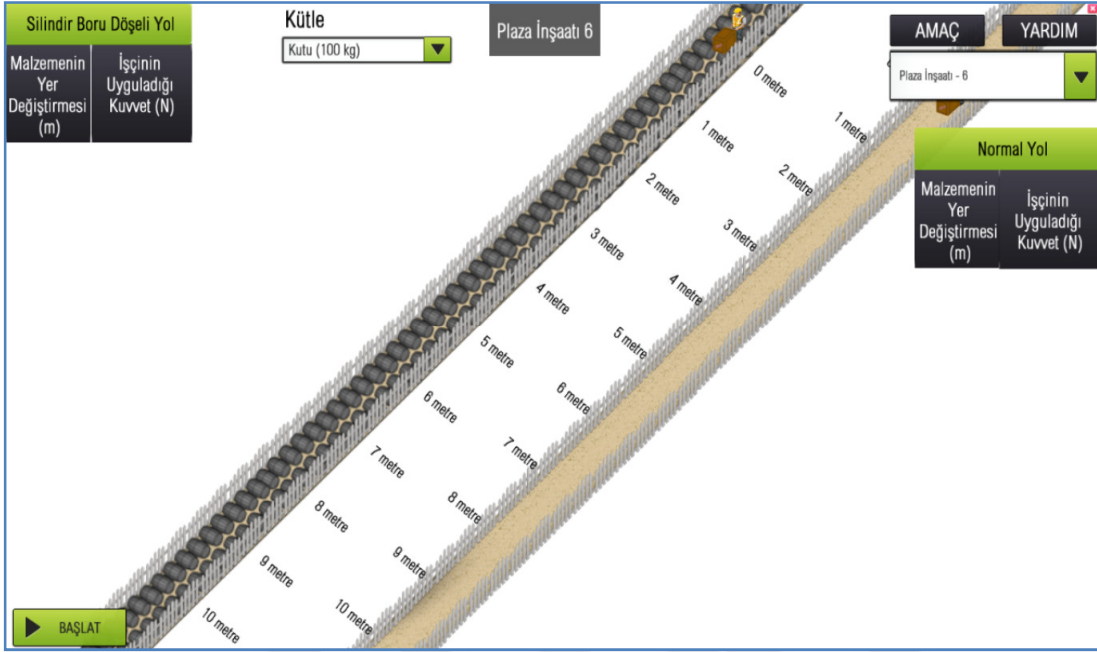
YARDIM

0 metre
0,1 metre
0,2 metre
0,3 metre
0,4 metre
0,5 metre
0,6 metre
0,7 metre
0,8 metre
0,9 metre
1 metre

*Olay yatay bir düzlemde gerçekleşmektedir.

Malzemenin Yer Değişirnesi (m)	Malzemenin Hızı (m/s)	Malzemenin Kinetik Enerjisi (J)	Sürtünme Kuvvetininin Yaptığı İş (J)

BAŞLAT



Sıcaklık
21°C

Tasarruf Edilen
Konut Oranı
%25

Tasarruf Edilen
Yıl
1

Türkiye'deki konutların sıcaklığını 2°C
azaltmanın etkisi

AMAÇYARDIM

Türkiye'deki konutların sıcaklığını
2°C azaltmanın etkisi

*Dünya Sağlık Örgütü'nün oturma odası için koyduğu standart sıcaklık 21 derecedir.
Örgüt, diğer odalar için 18 dereceyi uygun görüyor.



Sıcaklık
21°C

Tasarruf Edilen
Yıl
1

Kıta
Amerika

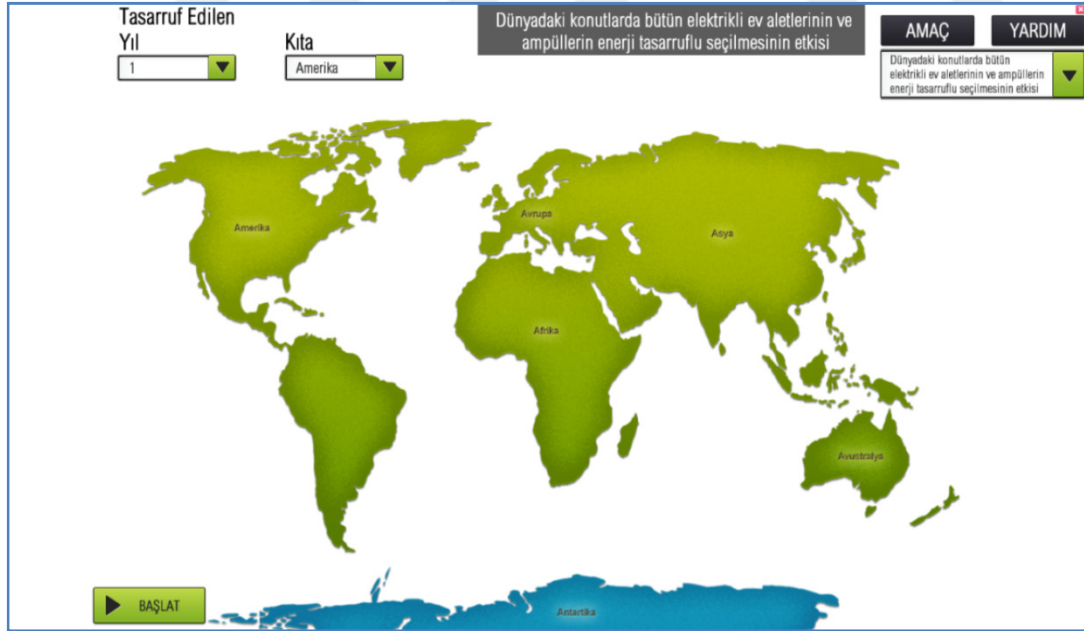
Dünyadaki konutların sıcaklığını 2°C
azaltmanın etkisi

AMAÇYARDIM

Dünyadaki konutların sıcaklığını
2°C azaltmanın etkisi

*Dünya Sağlık Örgütü'nün oturma odası için koyduğu standart sıcaklık 21 derecedir.
Örgüt, diğer odalar için 18 dereceyi uygun görüyor.





APPENDIX O

SAMPLE LESSON PLANS OF FOUR TREATMENT GROUPS FOR A WEEK

Tüm Grupların Bir Haftalık Örnek Ders Planları

9. sınıf Enerji Ünitesi

Bu dosya öğretmen için hazırlanmış ders planlarını içermektedir ve öğretmene kılavuzluk etmesi için hazırlanmıştır. Öğretim programında, enerji ünitesinin anlatımının 7 hafta (13 ders saati) sürmesi beklendiğinden, her haftaya 1 ders planı planlanmıştır. Her ders planı 4 farklı öğretim yöntemiyle anlatılacak şekilde oluşturulmuştur. Yani, aynı içerik; sorgulayıcı-araştırma yöntemi, zenginleştirilmiş sorgulayıcı-araştırma yöntemi, açıklayıcı yöntem ve zenginleştirilmiş açıklayıcı yöntem ile öğrencilere sunulacaktır. Her bir öğretim yönteminin uygulaması sırasında dikkat edilecek hususlar, o öğretim programı için hazırlanmış ders planı kapsamında yer almaktadır. Ders planları 2013 yılında kabul edilen *Ortaöğretim Fizik Dersi Öğretim Programı*'nda verilen kazanımlara uygun bir şekilde geliştirilmiştir. Aşağıdaki tabloda ders planlarının hangi kazanımlarla eşleştiği verilmiştir. Haftalık planların süreleri, bu ünite için ön görülen toplam öğretim süresini etkilemeyecek şekilde öğretmen tarafından değiştirilebilir.

Ders Planı No.	Hafta	Süre (Saat)	Konu Başlığı	Kazanım (9.4.)
1	1	2	İş, Enerji ve Güç	1.1.İş, enerji ve güç kavramlarını açıklar ve birbirleriyle ilişkilendirir. a. Mekanik enerji, elektrik enerjisi, nükleer enerji gibi farklı enerji türleri için verilen örnekler ile öğrencilerin iş ve enerji kavramlarını ilişkilendirmeleri sağlanır. b. Öğrencilerin iş ve güç kavramlarının matematiksel modellerini incelemeleri sağlanır. c. Öğrenciler iş ve güç kavramları ile ilgili günlük hayattan mekanik ile ilgili problemler çözer.

2	2	2	Mekanik Enerji	2.1. Mekanik enerji kavramını, kinetik ve potansiyel enerji kavramları ile ilişkilendirerek açıklar. a. Kinetik enerji ve potansiyel enerjinin bağlı olduğu değişkenleri günlük hayat örnekleri üzerinden analiz eder. b. Öğrenciler iş, kinetik enerji ve potansiyel enerji ile ilgili hesaplamalar yapar.
3	3	2	Mekanik Enerji	c. Öğrencilerin kinetik enerji ve potansiyel enerjinin matematiksel modellerini kullanarak hesaplama yapmaları sağlanır. ç. Öğrencilerin iş ve enerjideki değişim ile ilgili hesaplamalar yapmaları sağlanır. d. Kinetik ve potansiyel enerji dönüşüm hesaplamalarına girilmez.
4	4	2	Enerjinin Korunumu ve Enerji Dönüşümleri	3.1. Enerji korunumu, aktarımını açıklar ve enerjinin bir türden diğerine dönüşebileceği çıkarımını yapar. a. Öğrencilerin sürtünmeden dolayı enerjinin tamamının hedeflenen işe dönüştürülemeyeceğini anlamaları sağlanır. b. Öğrencilerin enerjinin bir cisim veya sistemden diğerine aktarılabilceğini günlük hayat örnekleri üzerinden açıklamaları sağlanır. c. Enerji dönüşüm hesaplamalarına girilmez.
5	5	2	Enerjinin Korunumu ve Enerji Dönüşümleri	3.2. Canlıların besinlerden kazandıkları enerjiyi ile günlük aktiviteler için harcadıkları enerjiyi karşılaştırır. a. Öğrencilerin dengeli beslenmeye yönelik farkındalık kazanmaları sağlanır.
6	6	1	Verim	4.1. Verim kavramını açıklar ve teknolojiye uygulamalarla ilişkilendirir. a. Öğrencilerin tarihsel süreçte tasarlanmış devir daim araçlarını incelemeleri ve verimi artırmaya yönelik çabaları tartışmaları sağlanır. b. Öğrencilerin verimi artırmak için farklı tasarımlar yapmaları ve modeller geliştirmeleri sağlanır.
7	7	2	Enerji Kaynakları	5.1. Yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarının avantaj ve dezavantajlarını toplum, teknoloji ve çevre faktörlerini göz önünde bulundurarak karşılaştırır ve sunar. a. Öğrencilerin enerji tasarruf yollarını sorgulayarak enerji tasarrufuna yönelik farkındalık düzeyinin artırılması sağlanır. b. Enerji kaynakları üzerine öğrencilerin bireysel araştırma yapmaları desteklenir
Toplam	13 saat (Öğretim Programında ayrılan süre)			

Etkileşimli Simülasyonla Zenginleştirilmiş Sorgulayıcı-Araştırma Yöntemiyle Öğretim Esnasında Dikkat Edilecek Hususlar

1. Ders anlatımının içeriğinde yer alan sorular, yerine göre öğrencilerin;
 - önbilgisini yoklama, merakını uyandırma, ilgisini çekme ve motivasyonunu sağlama
 - düşünme/araştırma isteğini sağlama
 - kavramlar arasında ilişki kurmalarını sağlama
 - kendi aralarında tartışarak detaylandırmalarını sağlamaamacıyla sorulmuştur. Bu amaçları değiştirmeden, yönetime müdahale etmeden, sizde mevcut sorulara ilaveler yapabilirsiniz.
2. Ders içeriğinde verilen mevcut örneklerle sizde ilaveler yapabilirsiniz.
3. Ders içeriğinde verilen mevcut sorulara sizde ilaveler yapabilirsiniz.
4. Ders içeriğinde uygulanacak olan bilgisayar tabanlı etkileşimli simülasyon, yöntem anlatımının bir parçasıdır. İlave olarak başka bir bilgisayar tabanlı uygulamanın kullanılması mümkün değildir.
5. Etkileşimli simülasyon uygulaması öncesinde, öğretmen çalışma kağıtlarını dağıtarak, öğrencileri tabletlerini açmaları yönünde bilgilendirir. Tableti olmayan öğrenciler, tüm gruplar makul sayıda olacak şekilde, diğer arkadaşlarının yanına yerleştirilir.
6. Uygulama esnasında, çalışma kağıdında belirtilen içerik ve sorular takip edilir.
7. Uygulama bitiminde, çalışma kağıdındaki soruların cevapları analiz edilir.
8. Uygulama sonrasında, öğretmen elde edilen sonuçları ifade ederek, genel bir konu özeti yapar.
9. Öğrencilerin aktif katılımlarıyla ders işlenir.
10. Haftanın bitiminde, öğrencilere bu hafta öğrenilen bilgilerin özetini içeren kağıtlar dağıtılacaktır.

Etkileşimli Simülasyonla Zenginleştirilmiş Sorgulayıcı-Araştırma Yönteme Dayalı DERS PLANI-1

Süre: 2 saat

Geçen Hafta	- Günlük hayatta gözlemlediğimiz olaylar Newton'un hareket yasalarıyla nasıl ilişkilidir? - Newton'un hareket yasaları ile ilgili çok karşılaşılan kavramsal problemler nelerdir?
Bu Hafta	- Fiziksel anlamda iş nedir? - Enerji nedir? - İş ve enerji nasıl ilişkilidir? - Güç nedir? - İş ve güç nasıl ilişkilidir?
Gelecek Hafta	- Kinetik ve potansiyel enerjinin bağlı olduğu değişkenler nelerdir? - Mekanik enerji nedir (kinetik ve potansiyel enerji kavramlarıyla ilişkilendirerek)? - İş, kinetik enerji ve potansiyel enerji hesaplamaları nasıl yapılır?

Bu haftanın Kazanımları: 9.4.1.1.İş, enerji ve güç kavramlarını açıklar ve birbirleriyle ilişkilendirir.

- Mekanik enerji, elektrik enerjisi, nükleer enerji gibi farklı enerji türleri için verilen örnekler ile öğrencilerin iş ve enerji kavramlarını ilişkilendirmeleri sağlanır.
- Öğrencilerin iş ve güç kavramlarının matematiksel modellerini incelemeleri sağlanır.
- Öğrenciler iş ve güç kavramları ile ilgili günlük hayattan mekanik ile ilgili problemler çözer.

Birinci derse bir soruyla başlanır.

“Günlük hayatta yaptığımız işlerden hangilerini fiziksel anlamda iş olarak tanımlayabiliriz?” (önbilgiyi yoklama)Öğrencilerin düşünmesi ve cevap vermesi için süre tanıyın.

Fen ve teknoloji derslerinde, fiziksel anlamda iş yapabilmenin ancak cisimlerin uygulanan kuvvet doğrultusunda hareket etmesiyle mümkün olduğunu öğrenmişsiniz.

✚ Fen ve teknoloji dersinde öğrendiğiniz iş tanımını hatırlayarak; bir alış veriş arabasını itip hareket ettirdiğimizi, bir kutuyu yerden kaldırdığınızı düşündüğümüzde hangi durumlarda fiziksel anlamda iş yaptığımızı tartışalım. (*Merak uyandırma ve düşünme isteği sağlama*) *Öğrencilerin düşünmesi ve cevap vermesi için süre tanıyın.* Beklenen cevap: Bir alış veriş arabasını itip hareket ettirdiğimizde iş yapmış oluruz çünkü arabayı iterek bir kuvvet uygular ve bu doğrultuda hareket ettiririz. Aynı şekilde, bir kutuyu yerden kaldırırken iş yapmış oluruz.

Tüm örneklerin örnek çizimi tahtada gösterilip, kuvvet doğrultuları gösterilir. Bu noktada toparlayacak olursak; iş yapılabilmesi için kuvvetin hareket yönünde bir bileşeni olmalı ve cisim yer değiştirmelidir. Örneğin, bir kişinin tuğladan yapılmış bir duvarı ittiğini düşünürseniz, duvar hareket etmeyeceği için kuvvet olmasına rağmen iş yapılmamıştır. Fakat kişinin kasları, iç enerji harcayacak şekilde kasılmıştır. Bu olay bize, fizikteki işin anlamının günlük hayattaki işin anlamından çok farklı olduğunu gösterir.

Şimdi soru çözerek öğrendiklerimizi pekiştirelim.

Soru: Öğrencilerin katılımıyla cevaplanacaktır.

1. Aşağıda verilen olaylardan hangisinde kişiler fiziksel olarak iş yapmıştır? Açıklayınız.

- Yerdeki halteri kaldıran sporcu
- Asansörle yukarı çıkan kişi

✚ İncelediğimiz örnekler düşünüldüğünde, bir işin yapılması enerji kavramından bağımsız mıdır?(*ilişki kurmayı sağlama*) *Öğrencilerin düşünmesi ve cevap vermesi için süre tanıyın.*

Bu noktada enerji olmadan bir işin yapılması olanaksızdır. Bir yerde iş yapılıyorsa, mutlaka enerji gerekmektedir. Dolayısıyla, enerji iş yapabilme yeteneğidir.

Fen ve teknoloji derslerinden hatırlarsanız, enerji çok değişik şekillerde karşımıza çıkabilir. Örneğin, treni sürükleyen lokomotifin uyguladığı kuvvetin yaptığı iş, motorda yanan sıvı yakıtın kimyasal enerjisi sonucu oluşur. Yine, barajlarda biriken su, kapaklar açılınca yerçekimi kuvveti etkisinde harekete geçerek çarkları döndürür ve bir iş yapmış olur.

Sonuç olarak, iş ve enerji birlikte düşünüldüğünde iş kavramı daha somut anlaşılır. Ancak yapılan işi hesaplamak için enerji değişimi yaratan kuvvetin işlevini bilmek gerekir.

Şimdi soru çözerek öğrendiklerimizi pekiştirelim.

Soru: Öğrencilerin katılımıyla cevaplanacaktır.

2. Koşmakta olan bir sporcunun enerjisini düşünerek, koşu esnasında yaptığı işle olan ilişkisini açıklayınız.

Yapacağımız etkileşimli uygulama sayesinde enerji değişimi yaratan kuvvetin işlevini ve etkisini gözlemleyeceğiz. Size verdiğim çalışma kağıtlarıyla birlikte, tabletlerinizi açınız.



Sorgulayıcı-Araştırma Yöntemine Dayalı Etkileşimli Simülasyon Uygulaması 1

Plaza İnşaata - 1

Çalışma Kağıdı

Amaç;

Ekranda gördüğünüz plaza inşaata sizin mühendisliğinizi yaptığınız bir inşaat proje olsun. Bu inşaat halindeki çok katlı plaza yakınına kutu ve varil içinde malzemeler bırakılmıştır. Bu inşaatte yapılacak iş türüne göre, yapımda kullanılacak malzemelerin taşınmasını planlamanız isteniyor.

Uygulamada izlenecek basamaklar;

1. “Malzeme” tuşunu kullanarak, taşımak istediğiniz malzemeyi seçiniz.
2. “Yapılacak iş” tuşunu kullanarak, kutu veya varil taşıma yönteminizi belirleyiniz.
3. Seçilen değerlerin etkisini gözlemlemek için, “Başlat” tuşuna basınız.
4. Seçimlerinizde değişiklik yapmak için, “Sıfırla” tuşuna basınız.
1. Tercih ettiğiniz yapılacak iş ve malzemenin etkisini gözlemleyerek, en az 5 farklı malzemenin yer değiştirmesi için hesaplanan veri değerlerini aşağıdaki tablolara not ediniz.
Eğer;

sürtünme katsayısı=
100kg’lık kutu için işçinin sabit hızı=
150kg’lık varil için işçinin sabit hızı=

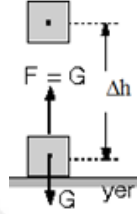
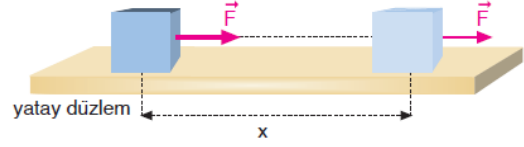
İnşaata getirme				
Malzemenin Yer Değiştirmesi (m)	100kg’lık kutu için		150kg’lık varil için	
	Hareket Süresi (s)	İşçinin Malzemeye Yaptığı İş (J)	Hareket Süresi (s)	İşçinin Malzemeye Yaptığı İş (J)
Makara Kullanırken				
Malzemenin Yer Değiştirmesi (m)	100kg’lık kutu için		150kg’lık varil için	
	Hareket Süresi (s)	İşçinin Malzemeye Yaptığı İş (J)	Hareket Süresi (s)	İşçinin Malzemeye Yaptığı İş (J)

2. Topladığınız verilerden seçtiğiniz herhangi yer değiştirme ve kütle tercihi için, kütlelerin yer değiştirmesi ve işçinin malzemeye yaptığı iş değerlerini incelediğinizde, bu değerler arasında nasıl bir ilişki vardır?
3. Başlangıçta durgun olan kutu ya da varil, işçinin uyguladığı kuvvet sayesinde harekete geçmektedir. Tercih edilen cisim harekete başladıktan sonra, hareketine sabit hızla devam ediyor. Bu durumda; tercih edilen cismi sabit hızla hareket ettiren işçinin uyguladığı minimum kuvvet değeri ne olabilir? Belirleyiniz.
4. Topladığınız verilerden seçtiğiniz herhangi yer değiştirme ve kütle tercihi için, uygulanan kuvvet-yer değiştirme arasındaki ilişkiyi gösteren grafiği çiziniz. Herbir yer değiştirme için; işçinin kütle üzerine yaptığı işin grafiğin eğiminden mi yoksa alanından mı olduğunu belirleyiniz.
5. Uygulamada, farklı yapılacak iş ve malzeme tercihleri doğrultusunda, bir işçinin malzeme üzerine yaptığı iş için hesaplanan değerleri gözlemlediniz. Bu işçinin iş yapabilmesi için bir enerji gereksinimi olduğunu Fen ve Teknoloji derslerinden öğrenmiştiniz. Sizce işçi ihtiyaç duyduğu enerjiyi nereden karşılamaktadır?

Sizlerinde katılımıyla, uygulama esnasındaki topladığımız verileri analiz ettiğimizde gördük ki, fiziksel olarak iş, kuvvet ile kuvvet doğrultusunda alınan yolun çarpımı demektir.

$$\text{İş} = \text{Kuvvet} \cdot (\text{kuvvet etkisinde alınan yol})$$

$$W = F \cdot x$$



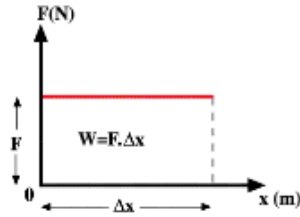
$$W = F \cdot \Delta h$$

$$W = mg \cdot \Delta h$$

İşin birimi, SI birim sisteminde joule (J) olarak kullanılır.

Nicelik	Kuvvet	Yer değişirme	İş
Sembol	F	Δx	W
Birim	N	m	J (Joule) = N · m

Kuvvet-yerdeğişimi ilişkisini gösteren grafiği incelediğimizde, yapılan iş yatay eksen arasındaki alana eşittir.



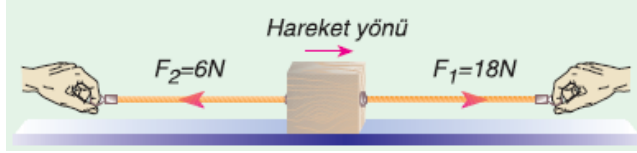
Yapılan iş negative olur mu?(tartışarak detaylandırmalarını sağlama) Öğrencilerin düşünmesi ve cevap vermesi için süre tanıyın.

Eğer hareket eden bir cismin hareket yönünün tersinde kuvvet uygulanırsa negatif iş yapılmış olur. İşin eksi değer alması cismin mekanik enerjisinin azaldığı anlamına gelir. Örneğin, bir kızağın eşek tarafından çekildiği bir modeli düşünelim. Eşğin kızağı çekmek için uyguladığı kuvvet pozitif iş yapılırken, kızak ile yer arasındaki sürtünme kuvveti negatif iş yapar. Yani, iş skaler bir büyüklüktür ve (+) ya da (-) değerler alabilir. Bu durum, uygulanan kuvvetin yönü ile hareket yönüne bağlıdır.

Şimdi soru çözerek öğrendiklerimizi pekiştirelim.

Soru: Öğrencilerin katılımıyla cevaplanacaktır.

3. Yatay ve sürtünmesiz düzlem üzerinde şekildeki yönde hareket etmekte olan bir cisme aynı anda $F_1 = 18\text{N}$ ve $F_2 = 6\text{N}$ değerinde kuvvetler uygulanmaktadır.



- a) $F_1 = 18\text{N}$ değerindeki kuvvetin yaptığı iş kaçtır?
- b) $F_2 = 6\text{N}$ değerindeki kuvvetin yaptığı iş kaçtır?
- c) Cisme etki eden kuvvelerin yaptığı net iş kaçtır?

İkinci derse bir soru ile başlanır.

✚ İnsan gücüyle yapılamayan veya yapımı çok uzun sürecektir olan işleri makinelerin nasıl kısa sürede yaptığını hiç düşündünüz mü? (merak uyandırma, düşünme isteği sağlama) Öğrencilerin düşünmesi ve cevap vermesi için süre tanıyın.

Günlük yaşantımızı kolaylaştırmak için büyük işleri kısa zamanda yapabilecek iş makineleri tercih edilir. Bu noktada, bir işi yapan makinenin o işi ne kadar sürede yaptığı önemlidir. Aynı ağırlığı farklı sürelerde çıkaran iki motorun yaptığı iş aynı olmasına rağmen, aynı işi daha kısa sürede yapmak önemli bir özelliktir. Motorun bu özelliğine güç denir. Yani, iki motordan biri aynı işi diğerine göre daha kısa sürede yaptığına göre iş yapma hızı daha büyük demektir.

Yapacağımız etkileşimli uygulama sayesinde gücün etkilerini gözlemleyerek, nasıl hesaplayacağımızı göreceğiz. Size verdiğim çalışma kağıtlarıyla birlikte, tabletlerinizi açınız.

Sorgulayıcı-Araştırma Yöntemine Dayalı Etkileşimli Simülasyon Uygulaması 2

Plaza İnşaata - 2

Çalışma Kağıdı

Amaç;

Bu uygulamada, ekranda gördüğünüz plaza inşaata sizin mühendisliğini yaptığınız bir inşaat proje olsun. Bu inşaat halindeki çok katlı plaza yakınına kutular/variller içinde malzemeler bırakılmıştır. Bu inşaata 2 farklı noktadan makara kullanarak, yapımda kullanılacak malzemelerin taşınmasını planlamanız isteniyor. İnşaata malzeme taşımak için, her seferinde bir makaranın çalışma şeklini ve malzeme çeşidi seçiniz.

Uygulamada izlenecek basamaklar;

1. “Malzeme” tuşunu kullanarak, taşımak istediğiniz malzemeyi seçiniz.
2. “Makara Çalışma Şekli” tuşunu kullanarak, kutu veya varil taşıma yönteminizi belirleyiniz.
3. Seçilen değerlerin etkisini gözlemlemek için, “Başlat” tuşuna basınız.
4. Seçimlerinizde değişiklik yapmak için, “Sıfırla” tuşuna basınız.
1. Tercih ettiğiniz makara çalışma şeklinin ve malzemenin etkisini gözlemleyerek, en az 5 farklı yer değiştirme için hesaplanan veri değerlerini aşağıdaki tablolara not ediniz.

Not: Herbir makara çalışma şekli için aynı 5 yer değiştirme değerlerini seçmeniz, tabloları yorumlamanızı kolaylaştıracaktır.

Eğer;

100kg'lık kutu için; motorun sabit çekme hızı=
iri-işçinin sabit çekme hızı=
ufak-işçinin sabit çekme hızı=
150kg'lık varil için; motorun sabit çekme hızı=
iri-işçinin sabit çekme hızı=
ufak-işçinin sabit çekme hızı=

Makara Çalışırken						
Malzemenin Yer Değiştirmesi (m)	Vincin 100kg'lık kutunun hareketi için			Vincin 150kg'lık varilin hareketi için		
	Hareket Süresi (s)	Malzemeye Yaptığı İş (J)	Malzemeye Sağladığı Güç (W)	Hareket Süresi (s)	Malzemeye Yaptığı İş (J)	Malzemeye Sağladığı Güç (W)
Makara Çalışırken						
Malzemenin Yer Değiştirmesi (m)	İri İşçinin 100kg'lık kutunun hareketi için			İri İşçinin 150kg'lık varilin hareketi için		
	Hareket Süresi (s)	Malzemeye Yaptığı İş (J)	Malzemeye Sağladığı Güç (W)	Hareket Süresi (s)	Malzemeye Yaptığı İş (J)	Malzemeye Sağladığı Güç (W)

Makara Çalışırken						
Malzemenin Yer Değiştirmesi (m)	Ufak İşçinin 100kg'lık kutunun hareketi için			Ufak İşçinin 150kg'lık varilin hareketi için		
	Hareket Süresi (s)	Malzemeye Yaptığı İş (J)	Malzemeye Sağladığı Güç (W)	Hareket Süresi (s)	Malzemeye Yaptığı İş (J)	Malzemeye Sağladığı Güç (W)

- Topladığınız verilerden farklı makara çalışma şekli ve malzeme tercihleri için, hareket süresi, malzemeye yapılan iş ve malzemeye sağlanan güç değerlerini incelediğinizde, bu değerler arasında nasıl bir ilişki vardır?
- Topladığınız verilerden seçtiğiniz herhangi bir yer değiştirme ve malzeme tercihi için, geçen süre-malzemeye yapılan iş arasındaki ilişkiyi gösteren grafiği çiziniz. Herbir geçen süre için; işçinin malzemenin hareketini sağladığı gücün grafiğin eğiminden mi yoksa alanından mı olduğunu belirleyiniz.
- Topladığınız verilerden seçtiğiniz herhangi bir yer değiştirme ve malzeme tercihi için, geçen süre-malzemeye sağlanan güç arasındaki ilişkiyi gösteren grafiği çiziniz. Herbir geçen süre için; işçinin malzemeye yaptığı işin grafiğin eğiminden mi yoksa alanından mı olduğunu belirleyiniz.
- Topladığınız verilerden farklı makara çalışma şekli ve malzeme tercihleri için, malzemeye yapılan iş ve sağlanan güç değerlerini incelediğinizde, sizce makara çalışma şekillerinden hangisi daha güçlüdür? Açıklayınız.

Sizlerinde katılımıyla, uygulama esnasındaki topladığımız verileri analiz ettiğimizde gördük ki, güç “Birim zamanda yapılan iş” ya da “Birim zamanda aktarılan enerji” olarak ifade edilir. Böylece, bir sistem, bir işi ne kadar hızlı yaparsa o kadar güçlü sayılır.

$$P_{\text{motor}} > P_{\text{iri işçi}} > P_{\text{ufak işçi}}$$

Buradan,

$$P = \frac{W}{\Delta t} \text{ ya da } P = \frac{E}{\Delta t}$$

$$\text{Güç} = \frac{\text{Yapılan iş}}{\text{İş yapmak için geçen zaman}} ; \text{Güç} = \frac{\text{Aktarılan enerji}}{\text{Geçen zaman}}$$

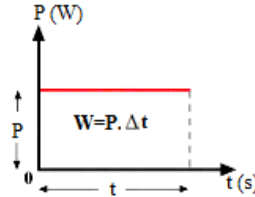
$$P = \frac{W}{t}$$

Güç birimi, SI birim sisteminde watt olarak tanımlanır.

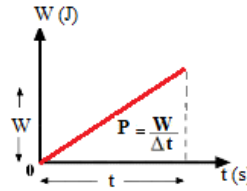
Nicelik	İş	Enerji	Zaman	Güç
Sembol	W	E	t	P
Birim	J	J	s	W (Watt) = $\frac{\text{joule}}{\text{saniye}}$

Güç, skaler bir büyüklüktür.

Güç-geçen süre ilişkisini gösteren grafiği incelediğimizde, yapılan iş yatay eksen arasındaki alana eşittir.



Aynı şekilde, iş-geçen süre ilişkisini veren grafiği incelediğimizde, sağlanan güç grafiğin eğimine eşittir.



- 🌈 Günlük hayatımızda güç kavramını ilişkilendirdiğimiz farklı örnekler var mıdır?(Tartışarak detaylandırmalarını sağlama) Öğrencilerin düşünmesi ve cevap vermesi için süre tanıyın.

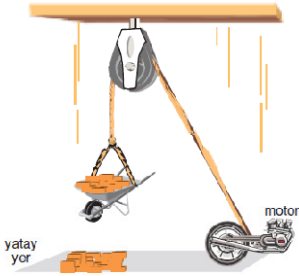
Örneğin evimizde kullandığımız aletlerin çoğu elektrikle çalışır. Herbirinin üzerinde 75 watt, 100 watt, 1500 watt şeklinde yazılan değerler o aletlerin güçleridir. Gücü 75 watt olan bir elektrik lambası, saniyede 75 joule elektrik enerjisi harcar. Motorlar ve makineler için güç, beygir gücü (hp) ile ifade edilir. Otomobilin beygir gücü yüksek ise belli bir hıza daha kısa sürede ulaştığı anlaşılır.

$$1 \text{ beygir gücü (hp)} = 746 \text{ watt}$$

Şimdi soru çözerek öğrendiklerimizi pekiştirelim.

Soru: Öğrencilerin katılımıyla cevaplanacaktır.

4. Şekildeki motor, tuğla dolu el arabasını sabit hızla 20 m yüksekliğindeki binanın çatısına 40 saniyede çıkarıyor.



Tuğla dolu el arabasının kütlesi 400 kg ise

- a) motorun gücü kaç kilowatt'tır?
- b) eğer el arabasını motor yerine, bir işçi binanın çatısına 10 dakikada çıkarıyorsa, işçinin sağladığı güç kaç kilowatt'tır?

Öğretmen dersin sonunda haftanın özetini içeren kağıtları öğrenciye dağıtır.

Bu Haftanın Özeti

İş, güç ve enerji sözcükleri günlük yaşamda çok çeşitli anlamlarda kullanılmaktadır.

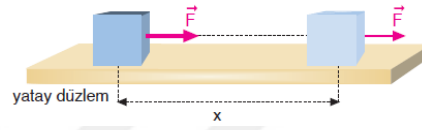
İş

Fiziksel anlamda iş yapılabilmesi için bir kuvvet etkisinde yer değiştirme olması gerekir. Bu nedenle fiziksel anlamda iş şöyle tanımlanır:

Bir kuvvetin etkilediği cisim, bu kuvvetin etkisiyle kuvvet doğrultusunda hareket ediyorsa bu kuvvet cisim üzerinde iş yapmış olur.

Öyleyse iş; alınan yol ile kuvvetin bu yol doğrultusundaki bileşenin çarpımına eşittir.

$$\text{İş} = \text{Kuvvet} \cdot (\text{kuvvet etkisinde alınan yol})$$
$$W = F \cdot x$$



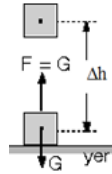
İşin birimi;

Nicelik	Kuvvet	Yer değiştirme	İş
Sembol	F	Δx	W
Birim	N	m	J (Joule) = N · m

İş skaler bir büyüklüktür ve eğer hareket eden bir cismin hareket yönünün tersinde kuvvet uygulanırsa negatif iş yapılmış olur.

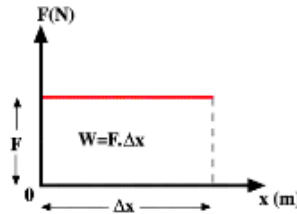
Duran ya da hareket eden bir cisme uygulanan F kuvveti cismin başlangıç şartlarına bağlı olarak değişik hareketlere neden olabilir. Örneğin duran bir cisme sabit bir kuvvet uygulanarak iş yapılırsa, cisim düzgün hızlanan hareket yapar.

Bir cisim yerden yukarı doğru cismin ağırlığına eşit bir kuvvetle hareket ettirilirken yerçekimine karşı iş yapılır. Yerçekimine karşı yapılan iş, kuvvet ile kuvvete paralel Δh yolunun çarpımına eşittir.



$$W = F \cdot \Delta h$$
$$W = mg \cdot \Delta h$$

Kuvvet-yer değişimi ilişkisini gösteren grafiği incelediğimizde, yapılan iş yatay eksen arasındaki alana eşittir.



ENERJİ

Günlük yaşamda çeşitli işleri yaparken enerji harcadığımızı söyleriz. Çünkü enerji harcamadan günlük işlerimizin hiçbirini yapamayacağımızı biliriz. Fizikte iş yapmanın hedefi enerji aktarımıdır. Kuvvet uygulayarak gerçekleştirilen enerji alış-verişine iş denir. Dolayısıyla enerji şöyle tanımlanır:

Enerji; bir sistemin iş yapabilme yeteneğidir ve sistemde değişiklik oluşturabilmek için gerekli olan bir büyüklüktür.

☞ Bir cismin veya bir sistemin enerjisi onun yapabileceği işle ölçülür. Dolayısıyla, iş ile enerji doğrudan ilişkilidir. Eğer bir iş yapılmışsa mutlaka bir enerji harcanmıştır.

GÜÇ

Güç, bazı zaman fiziksel iş yapma hızı bazen de enerji kullanma hızı anlamına gelmekte ve şöyle tanımlanmaktadır:

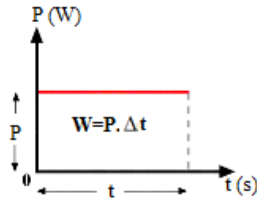
*Birim zamanda yapılan işe ya da birim zamanda kullanılan enerjiye **güç** denir.*

$$P = \frac{W}{\Delta t} \quad \text{ya da} \quad P = \frac{E}{\Delta t}$$

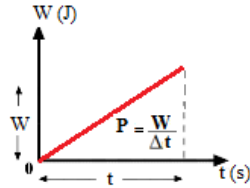
☞ İşin birimi;

Nicelik	İş	Enerji	Zaman	Güç
Sembol	W	E	t	P
Birim	J	J	s	W (Watt)= $\frac{\text{joule}}{\text{saniye}}$

☞ Güç-geçen süre ilişkisini gösteren grafiği incelediğimizde, yapılan iş yatay eksen arasındaki alana eşittir.



☞ Aynı şekilde, iş-geçen süre ilişkisini veren grafiği incelediğimizde, sağlanan güç grafiğinin eğimine eşittir.



Etkileşimli Simülasyonla Zenginleştirilmiş Açıklayıcı Yöntemle Öğretim Esnasında Dikkat Edilecek Hususlar

1. Ders anlatımının içeriğinde yer alan sorular, yerine göre öğrencilerin;
 - önbilgisini yoklama, amacıyla sorulmuştur. Bu amaçı değiştirmeden, yönteme müdahale etmeden, sizde mevcut sorulara ilaveler yapabilirsiniz.
2. Ders içeriğinde verilen mevcut örneklerle sizde ilaveler yapabilirsiniz.
3. Ders içeriğinde verilen mevcut sorulara sizde ilaveler yapabilirsiniz.
4. Ders başlangıcında, öğrenilecek bilgileri içeren çalışma kağıdı dağıtılacaktır.
5. Ders esnasında, zaman zaman, öğrenciden çalışma kağıdındaki notları yüksek sesle okuması istenir. Yine, çalışma kağıdında boş bırakılan yerlerin öğrenciler tarafından doldurulması istenir.
6. Öğretmen, öğrencilerin çalışma kağıdında boş bırakılan yerleri doldurup, doldurmadıklarını sınıf içinde gezerek takip eder.
7. Öğretmen ders anlatımının sonunda bilgisayar tabanlı etkileşimli simülasyon uygulamasını kullanır.
8. Ders içeriğinde uygulanacak olan bilgisayar tabanlı etkileşimli simülasyon uygulaması, yöntem anlatımının bir parçasıdır. İlave olarak başka bir bilgisayar tabanlı uygulamanın kullanılması mümkün değildir.
9. Etkileşimli simülasyon uygulaması öncesinde, öğretmen çalışma kağıtlarını dağıtarak, öğrencileri tabletlerini açmaları yönünde bilgilendirir. Tableti olmayan öğrenciler, tüm gruplar makul sayıda olacak şekilde, diğer arkadaşlarının yanına yerleştirilir.
10. Uygulama esnasında, çalışma kağıdında belirtilen içerik ve sorular takip edilir.
11. Öğretmenin basamak basamak yönlendirmesiyle uygulama yapılır. Dersin genelinde ve uygulama esnasında, öğretmen aktif durumdadır.

Etkileşimli Simülasyonla Zenginleştirilmiş Açıklayıcı Yönteme Dayalı

DERS PLANI-1

Süre: 2 saat

Geçen Hafta	- Günlük hayatta gözlemediğimiz olaylar Newton'un hareket yasalarıyla nasıl ilişkilidir? - Newton'un hareket yasaları ile ilgili çok karşılaşılan kavramsal problemler nelerdir?
Bu Hafta	- Fiziksel anlamda iş nedir? - Enerji nedir? - İş ve enerji nasıl ilişkilidir? - Güç nedir? - İş ve güç nasıl ilişkilidir?
Gelecek Hafta	- Kinetik ve potansiyel enerjinin bağlı olduğu değişkenler nelerdir? - Mekanik enerji nedir (kinetik ve potansiyel enerji kavramlarıyla ilişkilendirerek)? - İş, kinetik enerji ve potansiyel enerji hesaplamaları nasıl yapılır?

Bu haftanın Kazanımları: 9.4.1.1.İş, enerji ve güç kavramlarını açıklar ve birbirleriyle ilişkilendirir.

- Mekanik enerji, elektrik enerjisi, nükleer enerji gibi farklı enerji türleri için verilen örnekler ile öğrencilerin iş ve enerji kavramlarını ilişkilendirmeleri sağlanır.
- Öğrencilerin iş ve güç kavramlarının matematiksel modellerini incelemeleri sağlanır.
- Öğrenciler iş ve güç kavramları ile ilgili günlük hayattan mekanik ile ilgili problemler çözer.

Derse başlamadan, öğrenilecek bilgilerin özetini içeren özet kağıdı dağıtılır.

Bu Haftanın Özeti

İş, güç ve enerji sözcükleri günlük yaşamda çok çeşitli anlamlarda kullanılmaktadır.

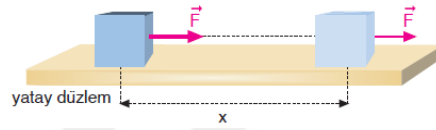
İş

Fiziksel anlamda yapılabilmesi için bir kuvvet etkisinde yer değiştirme olması gerekir. Bu nedenle fiziksel anlamda iş şöyle tanımlanır:

Bir kuvvetin etkilediği cisim, bu kuvvetin etkisiyle kuvvet doğrultusunda hareket ediyorsa bu kuvvet cisim üzerinde iş yapmış olur.

Öyleyse iş; ile çarpımına eşittir.

$$\text{İş} = \text{Kuvvet} \cdot (\text{kuvvet etkisinde alınan yol})$$
$$W = F \cdot x$$



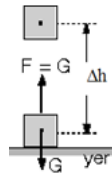
☞ İşin birimi;

Nicelik	Kuvvet	Yer değiştirme	İş
Sembol	F	Δx	W
Birim	N	m	J (Joule) = N . m

☞ İş bir büyüklüktür ve eğer hareket eden bir cismin hareket yönünün tersinde kuvvet uygulanırsa negatif iş yapılmış olur.

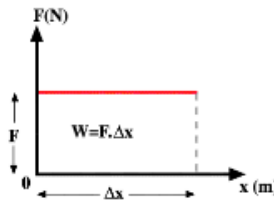
☞ Duran ya da hareket eden bir cisme uygulanan F kuvveti cismin başlangıç şartlarına bağlı olarak değişik hareketlere neden olabilir. Örneğin duran bir cisme sabit bir kuvvet uygulanarak iş yapılırsa, cisim düzgün hızlanan hareket yapar.

☞ Bir cisim yerden yukarı doğru cismin ağırlığına eşit bir kuvvetle hareket ettirilirken yerçekimine karşı iş yapılır. Yerçekimine karşı yapılan iş, kuvvet ile kuvvete paralel Δh yolunun çarpımına eşittir.



$$W = F \cdot \Delta h$$
$$W = mg \cdot \Delta h$$

☞ Kuvvet-yerdeğişimi ilişkisini gösteren grafiği incelediğimizde, yapılan iş yatay eksen arasındaki eşittir.



ENERJİ

Günlük yaşamda çeşitli işleri yaparken enerji harcadığımızı söyleriz. Çünkü enerji harcamadan günlük işlerimizin hiçbirini yapamayacağımızı biliriz. Fizikte iş yapmanın hedefi enerji aktarımıdır. Kuvvet uygulayarak gerçekleştirilen enerji alış-verişine iş denir. Dolayısıyla enerji şöyle tanımlanır:

Enerji; bir sistemin iş yapabilme yeteneğidir ve sistemde değişiklik oluşturabilmek için gerekli olan bir büyüklüktür.

☞ Bir cismin veya bir sistemin enerjisi onun yapabileceği işle ölçülür. Dolayısıyla, iş ile enerji doğrudan ilişkilidir. Eğer bir iş yapılmışsa mutlaka bir enerji harcanmıştır.

GÜÇ

Güç, bazı zaman fiziksel iş yapma hızı bazen de enerji kullanma hızı anlamına gelmekte ve şöyle tanımlanmaktadır:

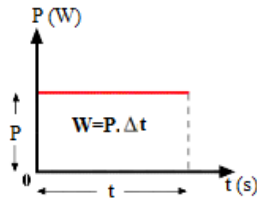
*Birim zamanda yapılan işe ya da birim zamanda kullanılan enerjiye **güç** denir.*

$$P = \frac{W}{\Delta t} \text{ ya da } P = \frac{E}{\Delta t}$$

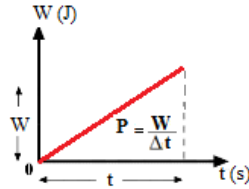
☞ İşin birimi;

Nicelik	İş	Enerji	Zaman	Güç
Sembol	W	E	t	P
Birim	J	J	s	W (Watt)= $\frac{\text{joule}}{\text{saniye}}$

☞ Güç-geçen süre ilişkisini gösteren grafiği incelediğimizde, yapılan iş yatay eksen arasındaki eşittir.



☞ Aynı şekilde, iş-geçen süre ilişkisini veren grafiği incelediğimizde, sağlanan güç grafiğın eşittir.



Birinci derse geçmiş bilgilerle ilişki kurularak başlanır.

Fen ve teknoloji derslerinde, fiziksel anlamda iş yapabilmenin ancak cisimlerin uygulanan kuvvet doğrultusunda hareket etmesiyle mümkün olduğunu öğrenmişsiniz. Bu durumda, bir alış veriş arabasını itip hareket ettirdiğimizde iş yapmış oluruz çünkü arabayı itirek bir kuvvet uygular ve bu doğrultuda hareket ettiririz. Aynı şekilde, bir kutuyu yerden kaldırırken iş yapmış oluruz.

Tüm örneklerin örnek çizimi tahtada gösterilip, kuvvet doğrultuları gösterilir. Bu noktada toparlayacak olursak; iş yapılabilmesi için kuvvetin hareket yönünde bir bileşeni olmalı ve cisim yer değiştirmelidir. Örneğin, bir kişinin tuğladan yapılmış bir duvarı ittiğini düşünürseniz, duvar hareket etmeyeceği için kuvvet olmasına rağmen iş yapılmamıştır. Fakat kişinin kasları, iç enerji harcayacak şekilde kasılmıştır. Bu olay bize, fizikteki işin anlamının günlük hayattaki işin anlamından çok farklı olduğunu gösterir.

Soru: İlk örneği öğretmen açıklar, ikinci örneği öğrencilerin cevaplaması istenilecektir.

1. Aşağıda verilen olaylardan hangisinde kişiler fiziksel olarak iş yapmıştır? Açıklayınız.

- Yerdeki halteri kaldıran sporcu
- Asansörle yukarı çıkan kişi

Bu noktada iş kavramını enerji kavramından bağımsız düşünmek mümkün değildir. Bir yerde iş yapılıyorsa, mutlaka enerji gerekmektedir. Dolayısıyla, enerji iş yapabilme yeteneğidir.

Fen ve teknoloji derslerinden hatırlarsanız, enerji çok değişik şekillerde karşımıza çıkabilir. Örneğin, treni sürükleyen lokomotifin uyguladığı kuvvetin yaptığı iş, motorda yanan sıvı yakıtın kimyasal enerjisi sonucu oluşur. Yine, barajlarda biriken su, kapaklar açılınca yerçekimi kuvveti etkisinde harekete geçerek çarkları döndürür ve bir iş yapmış olur.

Sonuç olarak, iş ve enerji birlikte düşünüldüğünde iş kavramı daha somut anlaşılır.

Soru: Öğrencilerin cevaplaması istenilecektir.

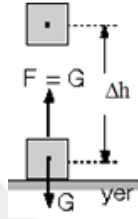
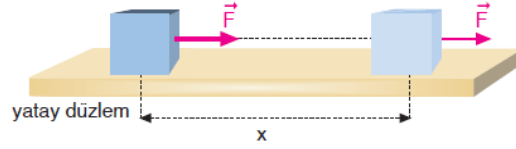
2. Koşmakta olan bir sporcunun enerjisini düşünerek, koşu esnasında yaptığı işle olan ilişkisini açıklayınız.

Bu noktada, yapılan işi hesaplamak için enerji değişimi yaratan kuvvetin işlevini bilmek gerekir. Şimdi, yapacağımız kuvvetin etkisinde yapılan işin nasıl hesaplandığını inceleyelim.

Fiziksel olarak iş, kuvvet ile kuvvet doğrultusunda alınan yolun çarpımı demektir.

$$\text{İş} = \text{Kuvvet} \cdot (\text{kuvvet etkisinde alınan yol})$$

$$W = F \cdot x$$



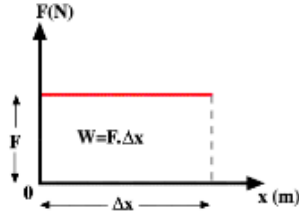
$$W = F \cdot \Delta h$$

$$W = mg \cdot \Delta h$$

İşin birimi, SI birim sisteminde joule (J) olarak kullanılır.

Nicelik	Kuvvet	Yer değiştirme	İş
Sembol	F	Δx	W
Birim	N	m	J (Joule) = N . m

Kuvvet-yerdeğişimi ilişkisini gösteren grafiği incelediğimizde, yapılan iş yatay eksen arasındaki alana eşittir.



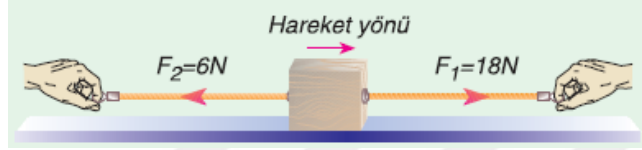
Şimdi, iş skaler bir büyüklüktür ve eğer hareket eden bir cismin hareket yönünün tersinde kuvvet uygulanırsa negatif iş yapılmış olur. İşin eksi değer alması cismin mekanik enerjisinin azaldığı anlamına gelir. Örneğin, bir kızağın eşek tarafından çekildiği bir modeli düşünelim. Eşegin kızağı çekmek için uyguladığı kuvvet pozitif iş yapılırken, kızak ile yer arasındaki sürtünme kuvveti negatif iş yapar. Yani, iş skaler bir büyüklüktür ve (+) ya da (-) değerler alabilir. Bu durum, uygulanan kuvvetin yönü ile hareket yönüne bağlıdır.

Soru çözümüne geçmeden önce, özet kağıdındaki bos bırakılan yerlerin doldurulması sağlanır. Öğrencilere söz hakkı verilerek boş yerler doldurulur. Doğru cevabı veren

öğrenciden cümleyi sesli olarak okuması istenir. Bu sırada, sınıf içinde gezilerek öğrencilerin not alıp almadıkları kontrol edilir.

Soru: İlk şıkkı öğretmen cevaplayacaktır, diğer şıkları öğrencilerin cevaplaması istenir.

3. Yatay ve sürtünmesiz düzlem üzerinde şekildeki yönde hareket etmekte olan bir cisme aynı anda $F_1 = 18\text{N}$ ve $F_2 = 6\text{N}$ değerinde kuvvetler uygulanmaktadır.



- a) $F_1 = 18\text{N}$ değerindeki kuvvetin yaptığı iş kaçtır?
- b) $F_2 = 6\text{N}$ değerindeki kuvvetin yaptığı iş kaçtır?
- c) Cisme etki eden kuvvelerin yaptığı net iş kaçtır?

Bu noktaya kadar öğrendiğimiz bilgilerin doğruluğunu etkileşimli uygulamayı inceleyerek gözlemleyebilir. Size verdiğim çalışma kağıtlarıyla birlikte, tabletlerinizi açınız.

Açıklayıcı Yönteme Dayalı Etkileşimli Simülasyon Uygulaması 1

Plaza İnşaatı - 1

Çalışma Kağıdı

1. Uygulamayı kullanarak, aşağıdaki tablolarda verilen veri değerlerini bilgisayar üzerinde gözlemleyebilirsiniz.

Amaç;

Ekranda gördüğünüz plaza inşaatı sizin mühendisliğini yaptığınız bir inşaat proje olsun. Bu inşaat halindeki çok katlı plaza yakınına kutu ve varil içinde malzemeler bırakılmıştır. Bu inşaatte yapılacak iş türüne göre, yapımda kullanılacak malzemelerin taşınmasını planlamanız isteniyor.

Uygulamada izlenecek basamaklar;

1. “Malzeme” tuşunu kullanarak, taşımak istediğiniz malzemeyi seçiniz.
2. “Yapılacak iş” tuşunu kullanarak, kutu veya varil taşıma yönteminizi belirleyiniz.
3. Seçilen değerlerin etkisini gözlemlemek için, “Başlat” tuşuna basınız.
4. Seçimlerinizde değişiklik yapmak için, “Sıfırla” tuşuna basınız.
2. Aşağıdaki tablolarda, farklı yapılacak iş tercihleri: inşaatı getirme ve inşaatın tepesine çıkarma; farklı malzeme tercihleri: 100kg’lık kutu ve 150kg’lık varil ve 5 farklı malzemenin yer değiştirmesi göz önünde bulundurularak, bir işçinin malzemeye yaptığı iş ve sağladığı güç için hesaplanan değerler verilmiştir. Sizde yukarıda öğrendiğiniz bilgileri kullanarak, bu veri değerlerinin doğruluğunu inceleyebilirsiniz.

Eğer;

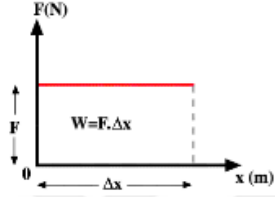
sürtünme katsayısı= 0,1
100kg’lık kutu için işçinin sabit hızı= 0,4 m/s
150kg’lık varil için işçinin sabit hızı= 0,2 m/s

İnşaatı getirme						
Malzemenin Yer Değiştirmesi (m)	100kg’lık kutu için			150kg’lık varil için		
	Hareket Süresi (s)	İşçinin Malzemeye Yaptığı İş (J)	İşçinin Malzemeye Sağladığı Güç (W)	Hareket Süresi (s)	İşçinin Malzemeye Yaptığı İş (J)	İşçinin Malzemeye Sağladığı Güç (W)
1	2,5	98	39,2	5	147	29,4
3	7,5	294	39,2	15	441	29,4
4	10	392	39,2	20	588	29,4
5	12,5	490	39,2	25	735	29,4
8	20	784	39,2	40	1176	29,4

İnşaatın tepesine çıkarma						
Malzemenin Yer Değiştirmesi (m)	100kg’lık kutu için			150kg’lık varil için		
	Hareket Süresi (s)	İşçinin Malzemeye Yaptığı İş (J)	İşçinin Malzemeye Sağladığı Güç (W)	Hareket Süresi (s)	İşçinin Malzemeye Yaptığı İş (J)	İşçinin Malzemeye Sağladığı Güç (W)

2	5	1960	392	10	2940	294
4	10	3920	392	20	5880	294
6	15	5880	392	30	8820	294
7	17,5	6860	392	35	10290	294
9	22,5	8820	392	45	13230	294

3. Aşağıda kuvvet-yerdeğişimi ilişkisini gösteren grafik verilmiştir ve yapılan iş yatay eksen arasındaki alana eşittir. Sizde yukarıda verilen tablolardan herhangi birindeki malzemenin yer değiştmesi-işçinin malzemeye yaptığı iş veri değerlerini inceleyip, aşağıda grafiği verilen kuvvet-yerdeğişimi ilişkisinin doğruluğunu inceleyebilirsiniz.



İkinci derse anlatım ile başlanır.

Günlük yaşantımızı kolaylaştırmak için büyük işleri kısa zamanda yapabilecek iş makineleri tercih edilir. Bu noktada, bir işi yapan makinenin o işi ne kadar sürede yaptığı önemlidir. Aynı ağırlığı farklı sürelerde çıkaran iki mottorun yaptığı iş aynı olmasına rağmen, aynı işi daha kısa sürede yapmak önemli bir özelliktir. Motorun bu özelliğine güç denir. Yani, iki motordan biri aynı işi diğerine göre daha kısa sürede yaptığına göre iş yapma hızı daha büyük demektir. Böylece, bir sistem, bir işi ne kadar hızlı yaparsa o kadar güçlü sayılır. Bütün söylediklerimizden yararlanarak gücün tanımını şöyle yapabiliriz. Güç “Birim zamanda yapılan iş” ya da “Birim zamanda aktarılan enerji” olarak ifade edilir.

$$P = \frac{W}{\Delta t} \text{ ya da } P = \frac{E}{\Delta t}$$

$$\text{Güç} = \frac{\text{Yapılan iş}}{\text{İş yapmak için geçen zaman}} ; \text{Güç} = \frac{\text{Aktarılan enerji}}{\text{Geçen zaman}}$$

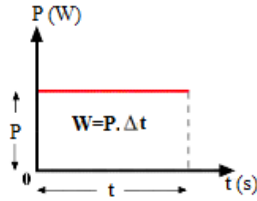
$$P = \frac{W}{t}$$

Güç birimi, SI birim sisteminde watt olarak tanımlanır.

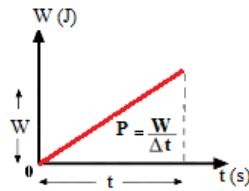
Nicelik	İş	Enerji	Zaman	Güç
Sembol	W	E	t	P
Birim	J	J	s	W (Watt) = $\frac{\text{joule}}{\text{saniye}}$

Güç, skaler bir büyüklüktür.

Güç-geçen süre ilişkisini gösteren grafiği incelediğimizde, yapılan iş yatay eksen arasındaki alana eşittir.



Aynı şekilde, iş-geçen süre ilişkisini veren grafiği incelediğimizde, sağlanan güç grafiğinin eğimine eşittir.



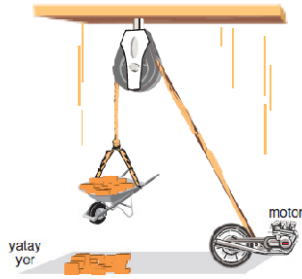
Güç kavramı günlük hayatımızda çok kullandığımız bir kavramdır ve güç kavramını farklı örneklerle ilişkilendiririz. Örneğin evimizde kullandığımız aletlerin çoğu elektrikle çalışır. Herbirinin üzerinde 75 watt, 100 watt, 1500 watt şeklinde yazılan değerler o aletlerin güçleridir. Gücü 75 watt olan bir elektrik lambası, saniyede 75 joule elektrik enerjisi harcar. Motorlar ve makineler için güç, beygir gücü (hp) ile ifade edilir. Otomobilin beygir gücü yüksek ise belli bir hıza daha kısa sürede ulaştığı anlaşılır.

$$1 \text{ beygir gücü (hp)} = 746 \text{ watt}$$

Soru çözümüne geçmeden önce, özet kağıdındaki boş bırakılan yerlerin doldurulması sağlanır. Öğrencilere söz hakkı verilerek boş yerler doldurulur. Doğru cevabı veren öğrenciden cümleyi sesli olarak okuması istenir. Bu sırada, sınıf içinde gezilerek öğrencilerin not alıp almadıkları kontrol edilir.

Soru: İlk şıkkı öğretmen çözer, diğer şıkkı öğrencilerin cevaplaması istenir.

4. Şekildeki motor, tuğla dolu el arabasını sabit hızla 20 m yüksekliğindeki binanın çatısına 40 saniyede çıkarıyor.



Tuğla dolu el arabasının kütlesi 400 kg ise

- a) motorun gücü kaç kilowatt'tır?
b) eğer el arabasını motor yerine, bir işçi binanın çatısına 10 dakikada çıkarıyorsa, işçinin sağladığı güç kaç kilowatt'tır?

Bu noktaya kadar öğrendiğimiz bilgilerin doğruluğunu etkileşimli uygulamayı inceleyerek gözlemleyebilir. Size verdiğim çalışma kağıtlarıyla birlikte, tabletlerinizi açınız.

Açıklayıcı Yönteme Dayalı Etkileşimli Simülasyon Uygulaması 2

Plaza İnşaata - 2

Çalışma Kağıdı

1. Uygulamayı kullanarak, aşağıdaki tablolarda verilen veri değerlerini bilgisayar üzerinde gözlemleyebilirsiniz.

Amaç;

Bu uygulamada, ekranda gördüğünüz plaza inşaata sizin mühendisliği yaptığınız bir inşaat proje olsun. Bu inşaat halindeki çok katlı plaza yakınına kutular/variller içinde malzemeler bırakılmıştır. Bu inşaata 2 farklı noktadan makara kullanarak, yapımda kullanılacak malzemelerin taşınmasını planlamanız isteniyor. İnşaata malzeme taşımak için, her seferinde bir makaranın çalışma şeklini ve malzeme çeşidi seçiniz.

Uygulamada izlenecek basamaklar;

1. “Malzeme” tuşunu kullanarak, taşımak istediğiniz malzemeyi seçiniz.
2. “Makara Çalışma Şekli” tuşunu kullanarak, kutu veya varil taşıma yönteminizi belirleyiniz.
3. Seçilen değerlerin etkisini gözlemlemek için, “Başlat” tuşuna basınız.
4. Seçimlerinizde değişiklik yapmak için, “Sıfırla” tuşuna basınız.
2. Aşağıdaki tablolarda, tercih ettiğiniz makara çalışma tercihleri: vinç ile, iri işçi ile ve ufak işçi ile ve farklı malzeme tercihleri: 100kg’lık kutu ve 150kg’lık varil ve 5 farklı malzemenin yer değiştirmesi göz önünde bulundurularak, bir işçinin malzemeye yaptığı iş ve sağladığı güç için hesaplanan değerler verilmiştir. Sizde yukarıda öğrendiğiniz bilgileri kullanarak, bu veri değerlerinin doğrulunu inceleyebilirsiniz.

Eğer;

100kg’lık kutu için; motorun sabit çekme hızı= 0,4 m/s
iri-işçinin sabit çekme hızı= 0,3 m/s
ufak-işçinin sabit çekme hızı= 0,2 m/s
150kg’lık varil için; motorun sabit çekme hızı= 0,3 m/s
iri-işçinin sabit çekme hızı= 0,2 m/s
ufak-işçinin sabit çekme hızı= 0,1 m/s

Makara Çalışırken						
Malzemenin Yer Değiştirmesi (m)	Vincin 100kg’lık kutunun hareketi için			Vincin 150kg’lık varilin hareketi için		
	Hareket Süresi (s)	Malzemeye Yaptığı İş (J)	Malzemeye Sağladığı Güç (W)	Hareket Süresi (s)	Malzemeye Yaptığı İş (J)	Malzemeye Sağladığı Güç (W)
1	2,5	980	392	3,3	1470	445,4
2	5	1960	392	6,6	2940	445,4
6	15	5880	392	19,8	8820	445,4
7	17,5	6860	392	23,1	10290	445,4
10	25	9800	392	33	14700	445,4

Makara Çalışırken		
Malzemenin	İri İşçinin 100kg’lık kutunun hareketi için	İri İşçinin 150kg’lık varilin hareketi için

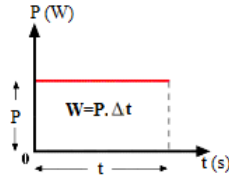
Yer Değiştirmesi (m)	Hareket Süresi (s)	Malzemeye Yaptığı İş (J)	Malzemeye Sağladığı Güç (W)	Hareket Süresi (s)	Malzemeye Yaptığı İş (J)	Malzemeye Sağladığı Güç (W)
1	3,3	980 J	296,9	5	1470	294
2	6,6	1960 J	296,9	10	2940	294
6	19,8	5880 J	296,9	30	8820	294
7	23,1	6860 J	296,9	35	10290	294
10	33	9800 J	296,9	50	14700	294
Makara Çalışırken						
Malzemenin Yer Değiştirmesi (m)	Ufak İşçinin 100kg'lık kutunun hareketi için			Ufak İşçinin 150kg'lık varilin hareketi için		
	Hareket Süresi (s)	Malzemeye Yaptığı İş (J)	Malzemeye Sağladığı Güç (W)	Hareket Süresi (s)	Malzemeye Yaptığı İş (J)	Malzemeye Sağladığı Güç (W)
1	5	980	196	10	1470	147
2	10	1960	196	20	2940	147
6	30	5880	196	60	8820	147
7	35	6860	196	70	10290	147
10	50	9800	196	100	14700	147

3. Aynı işi daha kısa sürede yapan bir kişinin yada bir makinanın daha güçlü olduğu söylenebilir bilgisini öğrenmiştik. Sizdeyukarıda verilen tablolardan farklı makara çalışma ve malzeme tercihleri için malzemeye yapılan iş ve sağlanan güç değerlerini inceleyip,

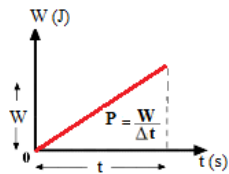
$$P_{vinç} > P_{iri işçi} > P_{ufak işçi}$$

ilişkisinin doğruluğunu inceleyebilirsiniz.

4. Aşağıda malzemeye sağlanan güç-geçen süre ilişkisini gösteren grafik verilmiştir ve malzemeye yapılan iş yatay eksen arasındaki alana eşittir. Sizde yukarıda verilen tablolardan herhangi birindeki malzemeye sağlanan güç-malzemeye yapılan iş-geçen süre veri değerlerini inceleyip, aşağıda grafiği verilen sağlanan güç-geçen süre ilişkisinin doğruluğunu inceleyebilirsiniz.



5. Aşağıda yapılan iş-geçen süre ilişkisini gösteren grafik verilmiştir ve sağlanan güç grafiğin eğimine eşittir. Sizde yukarıda verilen tablolardan herhangi birindeki sağlanan güç-yapılan iş-geçen süre veri değerlerini inceleyip, aşağıda grafiği verilen yapılan iş-geçen süre ilişkisinin doğruluğunu inceleyebilirsiniz.



Sorgulayıcı-Araştırma Yöntemiyle Öğretim Esnasında Dikkat Edilecek Hususlar

1. Ders anlatımının içeriğinde yer alan sorular, yerine göre öğrencilerin;
 - önbilgisini yoklama, merakını uyandırma, ilgisini çekme ve motivasyonunu sağlama
 - düşünme/araştırma isteğini sağlama
 - kavramlar arasında ilişki kurmalarını sağlama
 - kendi aralarında tartışarak detaylandırmalarını sağlamaamacıyla sorulmuştur. Bu amaçları değiştirmeden, yöneme müdahale etmeden, sizde mevcut sorulara ilaveler yapabilirsiniz.
2. Ders içeriğinde verilen mevcut örneklerle sizde ilaveler yapabilirsiniz.
3. Ders içeriğinde verilen mevcut sorulara sizde ilaveler yapabilirsiniz.
4. Ders içeriğinde uygulanacak olan etkinlikler, yöntem anlatımının bir parçasıdır. İlave olarak başka bir etkinliğin uygulaması mümkün değildir.
5. Etkinlik uygulaması öncesinde, öğretmen çalışma kağıtlarını dağıtarak, öğrencileri uygulama hakkında bilgilendirir.
6. Uygulama esnasında, çalışma kağıdında belirtilen içerik ve sorular takip edilir.
7. Uygulama bitiminde, çalışma kağıdındaki soruların cevapları analiz edilir.
8. Uygulama sonrasında, öğretmen elde edilen sonuçları ifade ederek, genel bir konu özeti yapar.
9. Öğrencilerin aktif katılımlarıyla ders işlenir.
10. Öğrencilerin aktif katılımlarıyla uygulama yapılır.
11. Haftanın bitiminde, öğrencilere bu hafta öğrenilen bilgilerin özetini içeren kağıtlar dağıtılacaktır.

Sorgulayıcı-Araştırma Yönteme Dayalı

DERS PLANI-1

Süre: 2 saat

Geçen Hafta	- Günlük hayatta gözlemlediğimiz olaylar Newton'un hareket yasalarıyla nasıl ilişkilidir? - Newton'un hareket yasaları ile ilgili çok karşılaşılan kavramsal problemler nelerdir?
Bu Hafta	- Fiziksel anlamda iş nedir? - Enerji nedir? - İş ve enerji nasıl ilişkilidir? - Güç nedir? - İş ve güç nasıl ilişkilidir?
Gelecek Hafta	- Kinetik ve potansiyel enerjinin bağlı olduğu değişkenler nelerdir? - Mekanik enerji nedir (kinetik ve potansiyel enerji kavramlarıyla ilişkilendirerek)? - İş, kinetik enerji ve potansiyel enerji hesaplamaları nasıl yapılır?

Bu haftanın Kazanımları: 9.4.1.1.İş, enerji ve güç kavramlarını açıkla ve birbirleriyle ilişkilendirir.

- Mekanik enerji, elektrik enerjisi, nükleer enerji gibi farklı enerji türleri için verilen örnekler ile öğrencilerin iş ve enerji kavramlarını ilişkilendirmeleri sağlanır.
- Öğrencilerin iş ve güç kavramlarının matematiksel modellerini incelemeleri sağlanır.
- Öğrenciler iş ve güç kavramları ile ilgili günlük hayattan mekanik ile ilgili problemler çözer.

Birinci derse bir soruyla başlanır.

“Günlük hayatta yaptığımız işlerden hangilerini fiziksel anlamda iş olarak tanımlayabiliriz?” (önbilgiyi yoklama) Öğrencilerin düşünmesi ve cevap vermesi için süre tanıyın.

Fen ve teknoloji derslerinde, fiziksel anlamda iş yapabilmenin ancak cisimlerin uygulanan kuvvet doğrultusunda hareket etmesiyle mümkün olduğunu öğrenmiştiniz.

✚ Fen ve teknoloji dersinde öğrendiğiniz iş tanımını hatırlayarak; bir alışveriş arabasını itip hareket ettirdiğimizi, bir kutuyu yerden kaldırdığınızı düşündüğümüzde hangi durumlarda fiziksel anlamda iş yaptığımızı tartışalım. (*Merak uyandırma ve düşünme isteği sağlama*) *Öğrencilerin düşünmesi ve cevap vermesi için süre tanıyın.* Beklenen cevap: Bir alışveriş arabasını itip hareket ettirdiğimizde iş yapmış oluruz çünkü arabayı iterek bir kuvvet uyguluyor ve bu doğrultuda hareket ettiririz. Bir kutuyu yerden kaldırırken iş yapmış oluruz.

Tüm örneklerin örnek çizimi tahtada gösterilip, kuvvet doğrultuları gösterilir. Bu noktada toparlayacak olursak; iş yapılabilmesi için kuvvetin hareket yönünde bir bileşeni olmalı ve cisim yer değiştirmelidir. Örneğin, bir kişinin tuğladan yapılmış bir duvarı ittiğini düşünürseniz, duvar hareket etmeyeceği için kuvvet olmasına rağmen iş yapılmamıştır. Fakat kişinin kasları, iç enerji harcayacak şekilde kasılmıştır. Bu olay bize, fizikteki işin anlamının günlük hayattaki işin anlamından çok farklı olduğunu gösterir.

Soru: Öğrencilerin katılımıyla cevaplanacaktır.

1. Aşağıda verilen olaylardan hangisinde kişiler fiziksel olarak iş yapmıştır? Açıklayınız.

- Yerdeki halteri kaldıran sporcu
- Asansörle yukarı çıkan kişi

✚ İncelediğimiz örnekler düşünüldüğünde, bir işin yapılması enerji kavramından bağımsız mıdır? (*İlişki kurmayı sağlama*) *Öğrencilerin düşünmesi ve cevap vermesi için süre tanıyın.*

Bu noktada enerji olmadan bir işin yapılması olanaksızdır. Bir yerde iş yapılıyorsa, mutlaka enerji gerekmektedir. Dolayısıyla, enerji iş yapabilme yeteneğidir.

Fen ve teknoloji derslerinden hatırlarsanız, enerji çok değişik şekillerde karşımıza çıkabilir. Örneğin, treni sürükleyen lokomotifin uyguladığı kuvvetin yaptığı iş, motorda yanan sıvı yakıtın kimyasal enerjisi sonucu oluşur. Yine, barajlarda biriken su, kapaklar açılınca yerçekimi kuvveti etkisinde harekete geçerek çarkları döndürür ve bir iş yapmış olur.

Sonuç olarak, iş ve enerji birlikte düşünüldüğünde iş kavramı daha somut anlaşılır. Ancak yapılan işi hesaplamak için enerji değişimi yaratan kuvvetin işlevini bilmek gerekir.

Soru: Öğrencilerin katılımıyla cevaplanacaktır.

2. Koşmakta olan bir sporcunun enerjisini düşünerek, koşu esnasında yaptığı işle olan ilişkisini açıklayınız.

Yapacağımız etkinlik uygulaması sayesinde enerji değışimini yaratan kuvvetin işlevini ve etkisini gözlemleyeceğiz. Size verdiğim çalışma kağıtlarına bakarak etkinliğimize başlayalım.



Sorgulayıcı-Araştırma Yöntemine Dayalı Etkinlik Uygulaması 1

Merdiven Çıkma

Çalışma Kağıdı

Araç Gereçler

- Baskül
- 2 adet dolu 5litre su şişesi
- Kronometre
- Metre

Etkinliğin Yapılışı

- Baskülü kullanarak su şişemizin kütesini ölçelim.
- Ağırlığını $G=mg$ formülünü kullanarak hesaplayalım. ($g=10 \text{ m/s}^2$)
- Çıkılacak katın yüksekliğini bulalım.
- Katı çıkmak için gereken zamanı ölçelim.

Sonuca Ulaşalım

İlk etapta, bir öğrenci bir şişeyi bir kat yukarı çıkarırken, başka bir öğrenci bir şişeyi iki kat yukarı çıkarır. Bu sırada tabloda ihtiyaç duyulan ölçümler yapılarak tabloya not edilir.

Taşınan suyun ağırlığı (N)	Çıkılan yükseklik (m)	Şişeyi taşımada yapılan iş (J)	Geçen süre (s)

- Topladığınız verilerden yola çıkarak, şişeyi taşımada hangi öğrenci daha çok iş yapmıştır?
- İki öğrencinin şişeyi taşımada yaptıkları işin birbirine oranı nedir?

İkinci etapta, bir öğrenci iki şişe suyu bir kat yukarı çıkarırken, ikinci öğrenci bir şişe suyu bir kat yukarı çıkarır. Bu sırada tabloda ihtiyaç duyulan ölçümler yapılarak tabloya not edilir.

Taşınan suyun ağırlığı (N)	Çıkılan yükseklik (m)	Şişeyi taşımada yapılan iş (J)	Geçen süre (s)

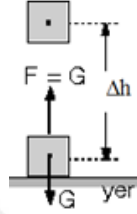
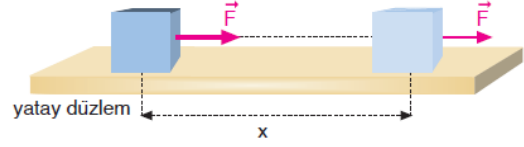
- Topladığınız verilerden yola çıkarak, şişeyi taşımada hangi öğrenci daha çok iş yapmıştır?
- İki öğrencinin şişeyi taşımada yaptıkları işin birbirine oranı nedir?

5. Topladığınız verilerden yararlanarak, taşınan suyun ağırlığı-çıkılan yükseklik arasındaki ilişkiyi gösteren grafiği çiziniz. Şişeyi taşımada yapılan işin grafiğin eğiminden mi yoksa alanından mı olduğunu belirleyiniz.

Sizlerinde katılımıyla, etkinlik esnasındaki topladığımız verileri analiz ettiğimizde gördük ki, fiziksel olarak iş, kuvvet ile kuvvet doğrultusunda alınan yolun çarpımı demektir.

$$\text{İş} = \text{Kuvvet} \cdot (\text{kuvvet etkisinde alınan yol})$$

$$W = F \cdot x$$



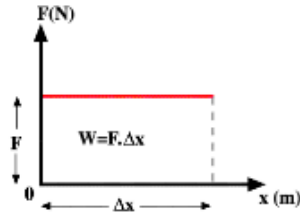
$$W = F \cdot \Delta h$$

$$W = mg \cdot \Delta h$$

İşin birimi, SI birim sisteminde joule (J) olarak kullanılır.

Nicelik	Kuvvet	Yer değişimi	İş
Sembol	F	Δx	W
Birim	N	m	J (Joule) = N · m

Kuvvet-yerdeğişimi ilişkisini gösteren grafiği incelediğimizde, yapılan iş yatay eksen arasındaki alana eşittir.

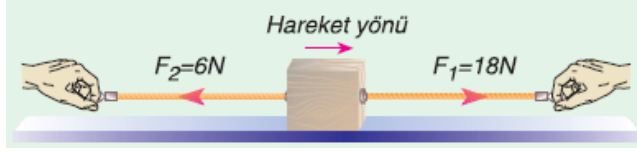


✚ Yapılan iş negatif olur mu? (tartışarak detaylandırmalarını sağlama)
Öğrencilerin düşünmesi ve cevap vermesi için süre tanıyın.

Eğer hareket eden bir cismin hareket yönünün tersinde kuvvet uygulanırsa negatif iş yapılmış olur. İşin eksi değer alması cismin mekanik enerjisinin azaldığı anlamına gelir. Örneğin, bir kızığın eşek tarafından çekildiği bir modeli düşünelim. Eşegin kızığı çekmek için uyguladığı kuvvet pozitif iş yapılırken, kızak ile yer arasındaki sürtünme kuvveti negatif iş yapar. Yani, iş skaler bir büyüklüktür ve (+) ya da (-) değerler alabilir. Bu durum, uygulanan kuvvetin yönü ile hareket yönüne bağlıdır.

Soru: Öğrencilerin katılımıyla cevaplanacaktır.

3. Yatay ve sürtünmesiz düzlem üzerinde şekildeki yönde hareket etmekte olan bir cisme aynı anda $F_1 = 18\text{N}$ ve $F_2 = 6\text{N}$ değerinde kuvvetler uygulanmaktadır.



- a) $F_1 = 18\text{N}$ değerindeki kuvvetin yaptığı iş kaçtır?
- b) $F_2 = 6\text{N}$ değerindeki kuvvetin yaptığı iş kaçtır?
- c) Cisme etki eden kuvvelerin yaptığı net iş kaçtır?

İkinci derse bir soru ile başlanır.

✚ İnsan gücüyle yapılamayan veya yapımı çok uzun sürecektir olan işleri makinelerin nasıl kısa sürede yaptığını hiç düşündünüz mü? (*merak uyandırma, düşünme isteği sağlama*) Öğrencilerin düşünmesi ve cevap vermesi için süre tanıyın.

Günlük yaşantımızı kolaylaştırmak için büyük işleri kısa zamanda yapabilecek iş makineleri tercih edilir. Bu noktada, bir işi yapan makinenin o işi ne kadar sürede yaptığı önemlidir. Aynı ağırlığı farklı sürelerde çıkaran iki motorun yaptığı iş aynı olmasına rağmen, aynı işi daha kısa sürede yapmak önemli bir özelliktir. Motorun bu özelliğine güç denir. Yani, iki motordan biri aynı işi diğerine göre daha kısa sürede yaptığına göre iş yapma hızı daha büyük demektir.

Yapacağımız etkinlik sayesinde gücün etkilerini gözlemleyerek, nasıl hesaplayacağımızı göreceğiz. Size verdiğim çalışma kağıtlarına bakarak etkinliğimize başlayalım.

Sorgulayıcı-Araştırma Yöntemine Dayalı Etkinlik Uygulaması 2

Merdiven Çıkma

Çalışma Kağıdı

Araç Gereçler

- Baskül
- Kronometre
- Metre

Etkinliğin Yapılışı

- Baskülü kullanarak kütleimizi ölçelim.
- Ağırlığımızı $G=mg$ formülünü kullanarak hesaplayalım. ($g=10 \text{ m/s}^2$)
- Bir katın yüksekliğini bulalım.
- Bir kat çıkmak için gereken zamanı ölçelim.

Sonuca Ulaşım

Bir öğrenci bir kat yukarı merdivenlerden koşarak çıkarken, tabloda ihtiyaç duyulan ölçümler yapılarak tabloya not edilir. Aynı uygulama, farklı farklı öğrenciler tarafından da yaptırılır.

Ağırlığımız (N)	Çıkılan yükseklik (m)	Yaptığımız iş (J)	Geçen süre (s)	Bir saniyede yaptığımız iş (J/s)	Bir saniyede aktardığımız enerji (J/s)	Gücümüz (J/s)

1. Topladığınız verilerden yola çıkarak, öğrencilerin ağırlıkları ile yukarı çıkma süreleri arasında nasıl bir ilişki vardır?

2. Topladığınız verilerden yararlanarak, geçen süre-yaptığımız iş arasındaki ilişkiyi gösteren grafiği çizin. Her bir geçen süre için, gücümüzün grafiğin eğiminden mi yoksa alanından mı olduğunu belirleyiniz.

3. Farklı öğrencilerden topladığınız verilerden yararlanarak, sizce hangi öğrenci daha güçlüdür?

Sizlerinde katılımıyla, etkinlik esnasındaki topladığımız verileri analiz ettiğimizde gördük ki, güç “Birim zamanda yapılan iş” ya da “Birim zamanda aktarılan enerji” olarak ifade edilir. Böylece, bir sistem, bir işi ne kadar hızlı yaparsa o kadar güçlü sayılır. Etkinlikteki verilerden faydalanarak diyebiliriz ki,

$$P_A \text{ öğrencisi} > P_B \text{ öğrencisi}$$

Buradan,

$$P = \frac{W}{\Delta t} \text{ ya da } P = \frac{E}{\Delta t}$$

$$\text{Güç} = \frac{\text{Yapılan iş}}{\text{İş yapmak için geçen zaman}} ; \text{Güç} = \frac{\text{Aktarılan enerji}}{\text{Geçen zaman}}$$

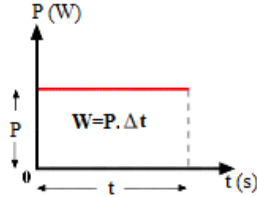
$$P = \frac{W}{t}$$

Güç birimi, SI birim sisteminde watt olarak tanımlanır.

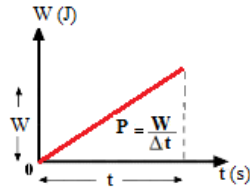
Nicelik	İş	Enerji	Zaman	Güç
Sembol	W	E	t	P
Birim	J	J	s	W (Watt) = $\frac{\text{joule}}{\text{saniye}}$

Güç, skaler bir büyüklüktür.

Güç-geçen süre ilişkisini gösteren grafiği incelediğimizde, yapılan iş yatay eksen arasındaki alana eşittir.



Aynı şekilde, iş-geçen süre ilişkisini veren grafiği incelediğimizde, sağlanan güç grafiğinin eğimine eşittir.



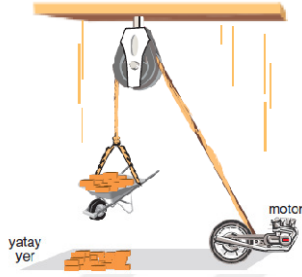
- 🚩 Günlük hayatımızda güç kavramını ilişkilendirdiğimiz farklı örnekler var mıdır? (Tartışarak detaylandırmalarını sağlama) Öğrencilerin düşünmesi ve cevap vermesi için süre tanıyın.

Örneğin evimizde kullandığımız aletlerin çoğu elektrikle çalışır. Her birinin üzerinde 75 watt, 100 watt, 1500 watt şeklinde yazılan değerler o aletlerin güçleridir. Gücü 75 watt olan bir elektrik lambası, saniyede 75 joule elektrik enerjisi harcar. Motorlar ve makineler için güç, beygir gücü (hp) ile ifade edilir. Otomobilin beygir gücü yüksek ise belli bir hıza daha kısa sürede ulaştığı anlaşılır.

$$1 \text{ beygir gücü (hp)} = 746 \text{ watt}$$

Soru: Öğrencilerin katılımıyla cevaplanacaktır.

4. Şekildeki motor, tuğla dolu el arabasını sabit hızla 20 m yüksekliğindeki binanın çatısına 40 saniyede çıkarıyor.



Tuğla dolu el arabasının kütlesi 400 kg ise

- a) motorun gücü kaç kilowatt'tır?
- b) eğer el arabasını motor yerine, bir işçi binanın çatısına 10 dakikada çıkarıyorsa, işçinin sağladığı güç kaç kilowatt'tır?

Öğretmen dersin sonunda haftanın özetini içeren kağıtları öğrenciye dağıtır.

Bu Haftanın Özeti

İş, güç ve enerji sözcükleri günlük yaşamda çok çeşitli anlamlarda kullanılmaktadır.

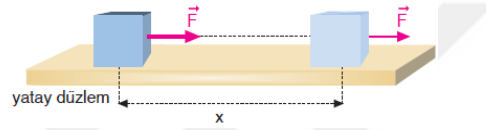
İş

Fiziksel anlamda iş yapılabilmesi için bir kuvvet etkisinde yer değiştirme olması gerekir. Bu nedenle fiziksel anlamda iş şöyle tanımlanır:

Bir kuvvetin etkilediği cisim, bu kuvvetin etkisiyle kuvvet doğrultusunda hareket ediyorsa bu kuvvet cisim üzerinde iş yapmış olur.

Öyleyse iş; alınan yol ile kuvvetin bu yol doğrultusundaki bileşenin çarpımına eşittir.

$$İş = Kuvvet \cdot (kuvvet etkisinde alınan yol)$$
$$W = F \cdot x$$



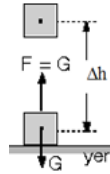
İşin birimi;

Nicelik	Kuvvet	Yer değiştirme	İş
Sembol	F	Δx	W
Birim	N	m	J (Joule) = N . m

İş skaler bir büyüklüktür ve eğer hareket eden bir cismin hareket yönünün tersinde kuvvet uygulanırsa negatif iş yapılmış olur.

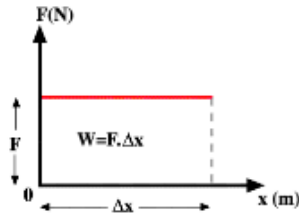
Duran ya da hareket eden bir cisme uygulanan F kuvveti cismin başlangıç şartlarına bağlı olarak değişik hareketlere neden olabilir. Örneğin duran bir cisme sabit bir kuvvet uygulanarak iş yapılırsa, cisim düzgün hızlanan hareket yapar.

Bir cisim yerden yukarı doğru cismin ağırlığına eşit bir kuvvetle hareket ettirilirken yerçekimine karşı iş yapılır. Yerçekimine karşı yapılan iş, kuvvet ile kuvvete paralel Δh yolunun çarpımına eşittir.



$$W = F \cdot \Delta h$$
$$W = mg \cdot \Delta h$$

Kuvvet-yer değişimi ilişkisini gösteren grafiği incelediğimizde, yapılan iş yatay eksen arasındaki alana eşittir.



ENERJİ

Günlük yaşamda çeşitli işleri yaparken enerji harcadığımızı söyleriz. Çünkü enerji harcamadan günlük işlerimizin hiçbirini yapamayacağımızı biliriz. Fizikte iş yapmanın hedefi enerji aktarımıdır. Kuvvet uygulayarak gerçekleştirilen enerji alış-verişine iş denir. Dolayısıyla enerji şöyle tanımlanır:

Enerji; bir sistemin iş yapabilme yeteneğidir ve sistemde değişiklik oluşturabilmek için gerekli olan bir büyüklüktür.

☞ Bir cismin veya bir sistemin enerjisi onun yapabileceği işle ölçülür. Dolayısıyla, iş ile enerji doğrudan ilişkilidir. Eğer bir iş yapılmışsa mutlaka bir enerji harcanmıştır.

GÜÇ

Güç, bazı zaman fiziksel iş yapma hızı bazen de enerji kullanma hızı anlamına gelmekte ve şöyle tanımlanmaktadır:

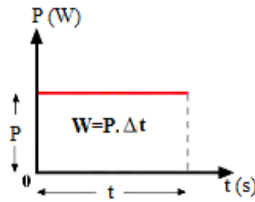
Birim zamanda yapılan işe ya da birim zamanda kullanılan enerjiye **güç** denir.

$$P = \frac{W}{\Delta t} \quad \text{ya da} \quad P = \frac{E}{\Delta t}$$

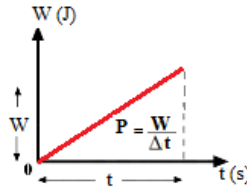
☞ İşin birimi;

Nicelik	İş	Enerji	Zaman	Güç
Sembol	W	E	t	P
Birim	J	J	s	W (Watt) = $\frac{\text{joule}}{\text{saniye}}$

☞ Güç-geçen süre ilişkisini gösteren grafiği incelediğimizde, yapılan iş yatay eksen arasındaki alana eşittir.



☞ Aynı şekilde, iş-geçen süre ilişkisini veren grafiği incelediğimizde, sağlanan güç grafiğinin eğimine eşittir.



Açıklayıcı Yöntemle Öğretim Esnasında Dikkat Edilecek Hususlar

1. Ders anlatımının içeriğinde yer alan sorular, yerine göre öğrencilerin;
 - önbilgisini yoklama,amacıyla sorulmuştur. Bu amaçı değiştirmeden, yöneme müdahale etmeden, sizde mevcut sorulara ilaveler yapabilirsiniz.
2. Ders içeriğinde verilen mevcut örneklere sizde ilaveler yapabilirsiniz.
3. Ders içeriğinde verilen mevcut sorulara sizde ilaveler yapabilirsiniz.
4. Ders başlangıcında, öğrenilecek bilgileri içeren çalışma kağıdı dağıtılacaktır.
5. Ders esnasında, zaman zaman, öğrenciden çalışma kağıdındaki notları yüksek sesle okuması istenir. Yine, çalışma kağıdında boş bırakılan yerlerin öğrenciler tarafından doldurulması istenir.
6. Öğretmen, öğrencilerin çalışma kağıdında boş bırakılan yerleri doldurup, doldurmadıklarını sınıf içinde gezerek takip eder.
7. Öğretmenin basamak basamak yönlendirmesiyle ders işlenir. Dersin genelinde, öğretmen aktif durumdadır.

Açıklayıcı Yönteme Dayalı

DERS PLANI-1

Süre: 2 saat

Geçen Hafta	- Günlük hayatta gözlemlediğimiz olaylar Newton'un hareket yasalarıyla nasıl ilişkilidir? - Newton'un hareket yasaları ile ilgili çok karşılaşılan kavramsal problemler nelerdir?
Bu Hafta	- Fiziksel anlamda iş nedir? - Enerji nedir? - İş ve enerji nasıl ilişkilidir? - Güç nedir? - İş ve güç nasıl ilişkilidir?
Gelecek Hafta	- Kinetik ve potansiyel enerjinin bağlı olduğu değişkenler nelerdir? - Mekanik enerji nedir (kinetik ve potansiyel enerji kavramlarıyla ilişkilendirerek)? - İş, kinetik enerji ve potansiyel enerji hesaplamaları nasıl yapılır?

Bu haftanın Kazanımları: 9.4.1.1.İş, enerji ve güç kavramlarını açıkla ve birbirleriyle ilişkilendirir.

- Mekanik enerji, elektrik enerjisi, nükleer enerji gibi farklı enerji türleri için verilen örnekler ile öğrencilerin iş ve enerji kavramlarını ilişkilendirmeleri sağlanır.
- Öğrencilerin iş ve güç kavramlarının matematiksel modellerini incelemeleri sağlanır.
- Öğrenciler iş ve güç kavramları ile ilgili günlük hayattan mekanik ile ilgili problemler çözer.

Derse başlamadan, öğrenilecek bilgilerin özetini içeren özet kağıdı dağıtılır.

Bu Haftanın Özeti

İş, güç ve enerji sözcükleri günlük yaşamda çok çeşitli anlamlarda kullanılmaktadır.

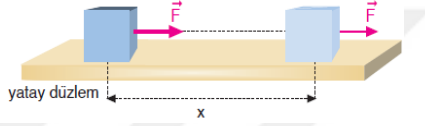
İŞ

Fiziksel anlamda yapılabilmesi için bir kuvvet etkisinde yer değiştirme olması gerekir. Bu nedenle fiziksel anlamda iş şöyle tanımlanır:

Bir kuvvetin etkilediği cisim, bu kuvvetin etkisiyle kuvvet doğrultusunda hareket ediyorsa bu kuvvet cisim üzerinde iş yapmış olur.

Öyleyse iş; ile çarpımına eşittir.

$$İş = Kuvvet \cdot (kuvvet etkisinde alınan yol)$$
$$W = F \cdot x$$



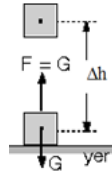
İşin birimi;

Nicelik	Kuvvet	Yer değiştirme	İş
Sembol	F	Δx	W
Birim	N	m	J (Joule) = N . m

İş bir büyüklüktür ve eğer hareket eden bir cismin hareket yönünün tersinde kuvvet uygulanırsa negatif iş yapılmış olur.

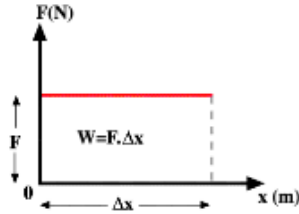
Duran ya da hareket eden bir cisme uygulanan F kuvveti cismin başlangıç şartlarına bağlı olarak değişik hareketlere neden olabilir. Örneğin duran bir cisme sabit bir kuvvet uygulanarak iş yapılsa, cisim düzgün hızlanan hareket yapar.

Bir cisim yerden yukarı doğru cismin ağırlığına eşit bir kuvvetle hareket ettirilirken yerçekimine karşı iş yapılır. Yerçekimine karşı yapılan iş, kuvvet ile kuvvete paralel Δh yolunun çarpımına eşittir.



$$W = F \cdot \Delta h$$
$$W = mg \cdot \Delta h$$

Kuvvet-yerdeğişimi ilişkisini gösteren grafiği incelediğimizde, yapılan iş yatay eksen arasındaki eşittir.



ENERJİ

Günlük yaşamda çeşitli işleri yaparken enerji harcadığımızı söyleriz. Çünkü enerji harcamadan günlük işlerimizin hiçbirini yapamayacağımızı biliriz. Fizikte iş yapmanın hedefi enerji aktarımıdır. Kuvvet uygulayarak gerçekleştirilen enerji alış-verişine iş denir. Dolayısıyla enerji şöyle tanımlanır:

Enerji; bir sistemin iş yapabilme yeteneğidir ve sistemde değişiklik oluşturabilmek için gerekli olan bir büyüklüktür.

☞ Bir cismin veya bir sistemin enerjisi onun yapabileceği işle ölçülür. Dolayısıyla, iş ile enerji doğrudan ilişkilidir. Eğer bir iş yapılmışsa mutlaka bir enerji harcanmıştır.

GÜÇ

Güç, bazı zaman fiziksel iş yapma hızı bazen de enerji kullanma hızı anlamına gelmekte ve şöyle tanımlanmaktadır:

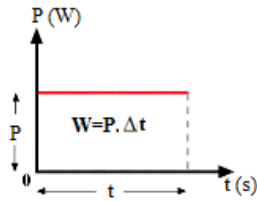
Birim zamanda yapılan işe ya da birim zamanda kullanılan enerjiye **güç** denir.

$$P = \frac{W}{\Delta t} \quad ya \ da \quad P = \frac{E}{\Delta t}$$

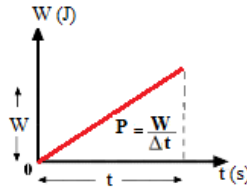
☞ İşin birimi;

Nicelik	İş	Enerji	Zaman	Güç
Sembol	W	E	t	P
Birim	J	J	s	W (Watt)= $\frac{joule}{saniye}$

☞ Güç-geçen süre ilişkisini gösteren grafiği incelediğimizde, yapılan iş yatay eksen arasındaki eşittir.



☞ Aynı şekilde, iş-geçen süre ilişkisini veren grafiği incelediğimizde, sağlanan güç grafiğinin eşittir.



Birinci derse geçmiş bilgilerle ilişki kurularak başlanır.

Fen ve teknoloji derslerinde, fiziksel anlamda iş yapabilmenin ancak cisimlerin uygulanan kuvvet doğrultusunda hareket etmesiyle mümkün olduğunu öğrenmiştiniz. Bu durumda, bir alış veriş arabasını itip hareket ettirdiğimizde iş yapmış oluruz çünkü arabayı iterek bir kuvvet uygular ve bu doğrultuda hareket ettiririz. Aynı şekilde, bir kutuyu yerden kaldırırken iş yapmış oluruz.

Tüm örneklerin örnek çizimi tahtada gösterilip, kuvvet doğrultuları gösterilir. Bu noktada toparlayacak olursak; iş yapılabilmesi için kuvvetin hareket yönünde bir bileşeni olmalı ve cisim yer değiştirmelidir. Örneğin, bir kişinin tuğladan yapılmış bir duvarı ittiğini düşünürseniz, duvar hareket etmeyeceği için kuvvet olmasına rağmen iş yapılmamıştır. Fakat kişinin kasları, iç enerji harcayacak şekilde kasılmıştır. Bu olay bize, fizikteki işin anlamının günlük hayattaki işin anlamından çok farklı olduğunu gösterir.

Soru: İlk örneği öğretmen açıklar, ikinci örneği öğrencilerin cevaplamaı istenilecektir.

1. Aşağıda verilen olaylardan hangisinde kişiler fiziksel olarak iş yapmıştır? Açıklayınız.

- Yerdeki halteri kaldıran sporcu
- Asansörle yukarı çıkan kişi

Bu noktada iş kavramını enerji kavramından bağımsız düşünmek mümkün değildir. Bir yerde iş yapıyorsa, mutlaka enerji gerekmektedir. Dolayısıyla, enerji iş yapabilme yeteneğidir.

Fen ve teknoloji derslerinden hatırlarsanız, enerji çok değişik şekillerde karşımıza çıkabilir. Örneğin, treni sürükleyen lokomotifin uyguladığı kuvvetin yaptığı iş, motorda yanan sıvı yakıtın kimyasal enerjisi sonucu oluşur. Yine, barajlarda biriken su, kapaklar açılınca yerçekimi kuvveti etkisinde harekete geçerek çarkları döndürür ve bir iş yapmış olur.

Sonuç olarak, iş ve enerji birlikte düşünüldüğünde iş kavramı daha somut anlaşılır.

Soru: Öğrencilerin cevaplamaı istenilecektir.

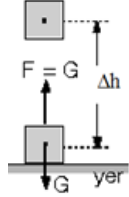
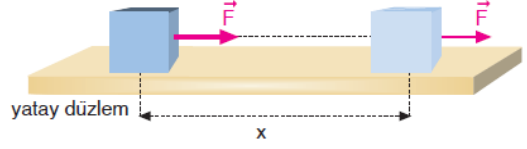
2. Koşmakta olan bir sporcunun enerjisini düşünerek, koşu esnasında yaptığı işle olan ilişkisini açıklayınız.

Bu noktada, yapılan işi hesaplamak için enerji değişimi yaratan kuvvetin işlevini bilmek gerekir. Şimdi, yapacağımız kuvvetin etkisinde yapılan işin nasıl hesaplandığını inceleyelim.

Fiziksel olarak iş, kuvvet ile kuvvet doğrultusunda alınan yolun çarpımı demektir.

$$\text{İş} = \text{Kuvvet} \cdot (\text{kuvvet etkisinde alınan yol})$$

$$W = F \cdot x$$



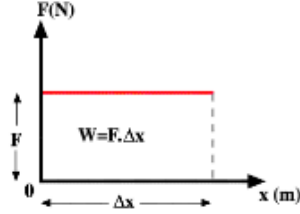
$$W = F \cdot \Delta h$$

$$W = mg \cdot \Delta h$$

İşin birimi, SI birim sisteminde joule (J) olarak kullanılır.

Nicelik	Kuvvet	Yer değiştirme	İş
Sembol	F	Δx	W
Birim	N	m	J (Joule) = N . m

Kuvvet-yerdeğişimi ilişkisini gösteren grafiği incelediğimizde, yapılan iş yatay eksen arasındaki alana eşittir.

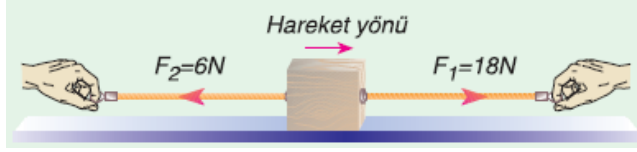


Şimdi, iş skaler bir büyüklüktür ve eğer hareket eden bir cismin hareket yönünün tersinde kuvvet uygulanırsa negatif iş yapılmış olur. İşin eksi değer alması cismin enerjisinin azaldığı anlamına gelir. Örneğin, bir kızağın eşek tarafından çekildiği bir modeli düşünelim. Eşegin kızağı çekmek için uyguladığı kuvvet pozitif iş yapılırken, kızak ile yer arasındaki sürtünme kuvveti negatif iş yapar. Yani, iş skaler bir büyüklüktür ve (+) ya da (-) değerler alabilir. Bu durum, uygulanan kuvvetin yönü ile hareket yönüne bağlıdır.

Soru çözümüne geçmeden önce, özet kağıdındaki boş bırakılan yerlerin doldurulması sağlanır. Öğrencilere söz hakkı verilerek boş yerler doldurulur. Doğru cevabı veren öğrenciden cümleyi sesli olarak okuması istenir. Bu sırada, sınıf içinde gezilerek öğrencilerin not alıp almadıkları kontrol edilir.

Soru: İlk şıkkı öğretmen cevaplayacaktır, diğer şıkları öğrencilerin cevaplaması istenir.

3. Yatay ve sürtünmesiz düzlem üzerinde şekildeki yönde hareket etmekte olan bir cisme aynı anda $F_1 = 18\text{N}$ ve $F_2 = 6\text{N}$ değerinde kuvvetler uygulanmaktadır.



- a) $F_1 = 18\text{N}$ değerindeki kuvvetin yaptığı iş kaçtır?
b) $F_2 = 6\text{N}$ değerindeki kuvvetin yaptığı iş kaçtır?
c) Cisme etki eden kuvvelerin yaptığı net iş kaçtır?

Soru:

Aşağıdaki tablolarda, farklı yapılacak iş tercihleri: inşaata getirme ve inşaatın tepesine çıkarma; farklı malzeme tercihleri: 100kg'lık kutu ve 150kg'lık varil ve 5 farklı malzemenin yer değiştirmesi göz önünde bulundurularak, bir işçinin malzemeye yaptığı iş ve sağladığı güç için hesaplanan değerler verilmiştir. Sizde yukarıda öğrendiğiniz bilgileri kullanarak, bu veri değerlerinin doğrulunu inceleyebilirsiniz.

Eğer;

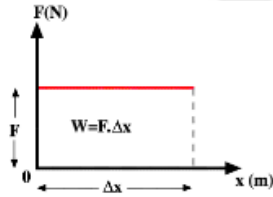
sürtünme katsayısı= 0,1
100kg'lık kutu için işçinin sabit hızı= 0,4 m/s
150kg'lık varil için işçinin sabit hızı= 0,2 m/s

İnşaata getirme						
Malzemenin Yer Değiştirmesi (m)	100kg'lık kutu için			150kg'lık varil için		
	Hareket Süresi (s)	İşçinin Malzemeye Yaptığı İş (J)	İşçinin Malzemeye Sağladığı Güç (W)	Hareket Süresi (s)	İşçinin Malzemeye Yaptığı İş (J)	İşçinin Malzemeye Sağladığı Güç (W)
1	2,5	98	39,2	5	147	29,4
3	7,5	294	39,2	15	441	29,4
4	10	392	39,2	20	588	29,4
5	12,5	490	39,2	25	735	29,4
8	20	784	39,2	40	1176	29,4

İnşaatın tepesine çıkarma						
Malzemenin Yer Değiştirmesi (m)	100kg'lık kutu için			150kg'lık varil için		
	Hareket Süresi (s)	İşçinin Malzemeye Yaptığı İş (J)	İşçinin Malzemeye Sağladığı Güç (W)	Hareket Süresi (s)	İşçinin Malzemeye Yaptığı İş (J)	İşçinin Malzemeye Sağladığı Güç (W)

2	5	1960	392	10	2940	294
4	10	3920	392	20	5880	294
6	15	5880	392	30	8820	294
7	17,5	6860	392	35	10290	294
9	22,5	8820	392	45	13230	294

1. Aşağıda kuvvet-yerdeğişimi ilişkisini gösteren grafik verilmiştir ve yapılan iş yatay eksen arasındaki alana eşittir. Sizde yukarıda verilen tablolardan herhangi birindeki malzemenin yer değiştirmesi-işinin malzemeye yaptığı iş veri değerlerini inceleyip, aşağıda grafiği verilen kuvvet-yerdeğişimi ilişkisinin doğruluğunu inceleyebilirsiniz.



İkinci derse anlatım ile başlanır.

Günlük yaşantımızı kolaylaştırmak için büyük işleri kısa zamanda yapabilecek iş makineleri tercih edilir. Bu noktada, bir işi yapan makinenin o işi ne kadar sürede yaptığı önemlidir. Aynı ağırlılığı farklı sürelerde çıkaran iki mottorun yaptığı iş aynı olmasına rağmen, aynı işi daha kısa sürede yapmak önemli bir özelliktir. Motorun bu özelliğine güç denir. Yani, iki motordan biri aynı işi diğerine göre daha kısa sürede yaptığına göre iş yapma hızı daha büyük demektir. Böylece, bir sistem, bir işi ne kadar hızlı yaparsa o kadar güçlü sayılır. Bütün söylediklerimizden yararlanarak gücün tanımını şöyle yapabiliriz. Güç “Birim zamanda yapılan iş” ya da “Birim zamanda aktarılan enerji”olarak ifade edilir.

$$P = \frac{W}{\Delta t} \text{ ya da } P = \frac{E}{\Delta t}$$

$$\text{Güç} = \frac{\text{Yapılan iş}}{\text{iş yapmak için geçen zaman}} ; \text{Güç} = \frac{\text{Aktarılan enerji}}{\text{Geçen zaman}}$$

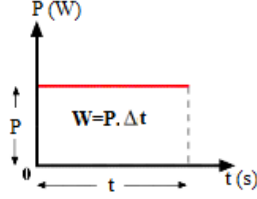
$$P = \frac{W}{t}$$

Güç birimi, SI birim sisteminde watt olarak tanımlanır.

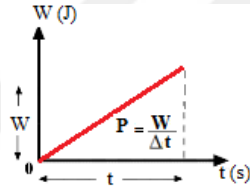
Nicelik	İş	Enerji	Zaman	Güç
Sembol	W	E	t	P
Birim	J	J	s	W (Watt)= $\frac{\text{joule}}{\text{saniye}}$

Güç, skaler bir büyüklüktür.

Güç-geçen süre ilişkisini gösteren grafiği incelediğimizde, yapılan iş yatay eksen arasındaki alana eşittir.



Aynı şekilde, iş-geçen süre ilişkisini veren grafiği incelediğimizde, sağlanan güç grafiğin eğimine eşittir.



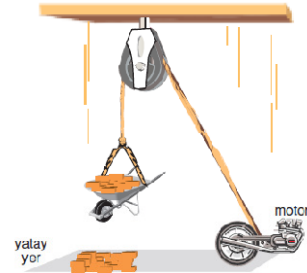
Güç kavramı günlük hayatımızda çok kullandığımız bir kavramdır ve güç kavramını farklı örneklerle ilişkilendiririz. Örneğin evimizde kullandığımız aletlerin çoğu elektrikle çalışır. Herbirinin üzerinde 75 watt, 100 watt, 1500 watt şeklinde yazılan değerler o aletlerin güçleridir. Gücü 75 watt olan bir elektrik lambası, saniyede 75 joule elektrik enerjisi harcar. Motorlar ve makineler için güç, beygir gücü (hp) ile ifade edilir. Otomobilin beygir gücü yüksek ise belli bir hıza daha kısa sürede ulaştığı anlaşılır.

$$1 \text{ beygir gücü (hp)} = 746 \text{ watt}$$

Soru çözümüne geçmeden önce, özet kağıdındaki boş bırakılan yerlerin doldurulması sağlanır. Öğrencilere söz hakkı verilerek boş yerler doldurulur. Doğru cevabı veren öğrenciden cümleyi sesli olarak okuması istenir. Bu sırada, sınıf içinde gezilerek öğrencilerin not alıp almadıkları kontrol edilir.

Soru: İlk sıkkı öğretmen çözer, diğer sıkkı öğrencilerin cevaplaması istenir.

4. Şekildeki motor, tuğla dolu el arabasını sabit hızla 20 m yüksekliğindeki binanın çatısına 40 saniyede çıkarıyor.



Tuğla dolu el arabasının kütlesi 400 kg ise

a) motorun gücü kaç kilowatt'tır?

b) eğer el arabasını motor yerine, bir işçi binanın çatısına 10 dakikada çıkarıyorsa, işçinin sağladığı güç kaç kilowatt'tır?

Soru:

Aşağıdaki tablolarda, tercih ettiğiniz makara çalışma tercihleri: vinç ile, iri işçi ile ve ufak işçi ile ve farklı malzeme tercihleri: 100kg'lık kutu ve 150kg'lık varil ve 5 farklı malzemenin yer değiştirmesi göz önünde bulundurularak, bir işçinin malzemeye yaptığı iş ve sağladığı güç için hesaplanan değerler verilmiştir. Sizde yukarıda öğrendiğiniz bilgileri kullanarak, bu veri değerlerinin doğrulunu inceleyebilirsiniz.

Eğer;

100kg'lık kutu için; motorun sabit çekme hızı= 0,4 m/s
iri-işçinin sabit çekme hızı= 0,3 m/s
ufak-işçinin sabit çekme hızı= 0,2 m/s
150kg'lık varil için; motorun sabit çekme hızı= 0,3 m/s
iri-işçinin sabit çekme hızı= 0,2 m/s
ufak-işçinin sabit çekme hızı= 0,1 m/s

Makara Çalışırken						
Malzemenin Yer Değiştirmesi (m)	Vincin 100kg'lık kutunun hareketi için			Vincin 150kg'lık varilin hareketi için		
	Hareket Süresi (s)	Malzemeye Yaptığı İş (J)	Malzemeye Sağladığı Güç (W)	Hareket Süresi (s)	Malzemeye Yaptığı İş (J)	Malzemeye Sağladığı Güç (W)
1	2,5	980	392	3,3	1470	445,4
2	5	1960	392	6,6	2940	445,4
6	15	5880	392	19,8	8820	445,4
7	17,5	6860	392	23,1	10290	445,4
10	25	9800	392	33	14700	445,4

Makara Çalışırken						
Malzemenin Yer Değiştirmesi (m)	İri İşçinin 100kg'lık kutunun hareketi için			İri İşçinin 150kg'lık varilin hareketi için		
	Hareket Süresi (s)	Malzemeye Yaptığı İş (J)	Malzemeye Sağladığı Güç (W)	Hareket Süresi (s)	Malzemeye Yaptığı İş (J)	Malzemeye Sağladığı Güç (W)
1	3,3	980 J	296,9	5	1470	294
2	6,6	1960 J	296,9	10	2940	294
6	19,8	5880 J	296,9	30	8820	294
7	23,1	6860 J	296,9	35	10290	294

10	33	9800 J	296,9	50	14700	294

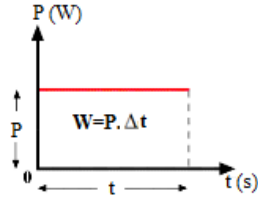
Makara Çalışırken						
Malzemenin Yer Değiştirmesi (m)	Ufak İşçinin 100kg'lık kutunun hareketi için			Ufak İşçinin 150kg'lık varilin hareketi için		
	Hareket Süresi (s)	Malzemeye Yaptığı İş (J)	Malzemeye Sağladığı Güç (W)	Hareket Süresi (s)	Malzemeye Yaptığı İş (J)	Malzemeye Sağladığı Güç (W)
1	5	980	196	10	1470	147
2	10	1960	196	20	2940	147
6	30	5880	196	60	8820	147
7	35	6860	196	70	10290	147
10	50	9800	196	100	14700	147

4. Aynı işi daha kısa sürede yapan bir kişinin yada bir makinanın daha güçlü olduğu söylenebilir bilgisini öğrenmiştik. Sizde yukarıda verilen tablolardan farklı makara çalışma ve malzeme tercihleri için malzemeye yapılan iş ve sağlanan güç değerlerini inceleyip,

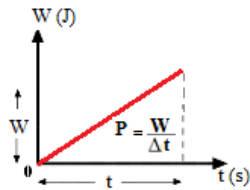
$$P_{\text{vinç}} > P_{\text{iri işçi}} > P_{\text{ufak işçi}}$$

ilişkisinin doğruluğunu inceleyebilirsiniz.

2. Aşağıda malzemeye sağlanan güç-geçen süre ilişkisini gösteren grafik verilmiştir ve malzemeye yapılan iş yatay eksen arasındaki alana eşittir. Sizde yukarıda verilen tablolardan herhangi birindeki malzemeye sağlanan güç-malzemeye yapılan iş-geçen süre veri değerlerini inceleyip, aşağıda grafiği verilen sağlanan güç-geçen süre ilişkisinin doğruluğunu inceleyebilirsiniz.



3. Aşağıda yapılan iş-geçen süre ilişkisini gösteren grafik verilmiştir ve sağlanan güç grafiğinin eğimine eşittir. Sizde yukarıda verilen tablolardan herhangi birindeki sağlanan güç-yapılan iş-geçen süre veri değerlerini inceleyip, aşağıda grafiği verilen yapılan iş-geçen süre ilişkisinin doğruluğunu inceleyebilirsiniz.



APPENDIX P

‘SUMMARY OF WEEK’ HANDOUTS

‘Haftanın Özeti’ Kağıtları

1. Haftanın Özeti

İş, güç ve enerji sözcükleri günlük yaşamda çok çeşitli anlamlarda kullanılmaktadır.

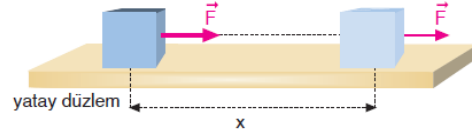
İş

Fiziksel anlamda iş yapılabilmesi için bir kuvvet etkisinde yer değiştirme olması gerekir. Bu nedenle fiziksel anlamda iş şöyle tanımlanır:

Bir kuvvetin etkilediği cisim, bu kuvvetin etkisiyle kuvvet doğrultusunda hareket ediyorsa bu kuvvet cisim üzerinde iş yapmış olur.

Öyleyse iş; alınan yol ile kuvvetin bu yol doğrultusundaki bileşenin çarpımına eşittir.

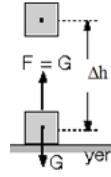
$$\text{İş} = \text{Kuvvet} \cdot (\text{kuvvet etkisinde alınan yol})$$
$$W = F \cdot x$$



☞ İşin birimi;

Nicelik	Kuvvet	Yer değiştirme	İş
Sembol	F	Δx	W
Birim	N	m	J (Joule) = N . m

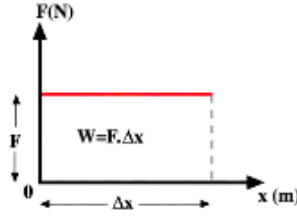
- ☞ İş skaler bir büyüklüktür ve eğer hareket eden bir cismin hareket yönünün tersinde kuvvet uygulanırsa negatif iş yapılmış olur.
- ☞ Duran ya da hareket eden bir cisme uygulanan F kuvveti cismin başlangıç şartlarına bağlı olarak değişik hareketlere neden olabilir. Örneğin duran bir cisme sabit bir kuvvet uygulanarak iş yapılırsa, cisim düzgün hızlanan hareket yapar.
- ☞ Bir cisim yerden yukarı doğru cismin ağırlığına eşit bir kuvvetle hareket ettirilirken yerçekimine karşı iş yapılır. Yerçekimine karşı yapılan iş, kuvvet ile kuvvete paralel Δh yolunun çarpımına eşittir.



$$W = F \cdot \Delta h$$

$$W = mg \cdot \Delta h$$

☞ Kuvvet-yer değişimi ilişkisini gösteren grafiği incelediğimizde, yapılan iş yatay eksen arasındaki alana eşittir.



ENERJİ

Günlük yaşamda çeşitli işleri yaparken enerji harcadığımızı söyleriz. Çünkü enerji harcamadan günlük işlerimizin hiçbirini yapamayacağımızı biliriz. Fizikte iş yapmanın hedefi enerji aktarımıdır. Kuvvet uygulayarak gerçekleştirilen enerji alış-verişine iş denir. Dolayısıyla enerji şöyle tanımlanır:

Enerji; bir sistemin iş yapabilme yeteneğidir ve sistemde değişiklik oluşturabilmek için gerekli olan bir büyüklüktür.

☞ Bir cismin veya bir sistemin enerjisi onun yapabileceği işle ölçülür. Dolayısıyla, iş ile enerji doğrudan ilişkilidir. Eğer bir iş yapılmışsa mutlaka bir enerji harcanmıştır.

GÜÇ

Güç, bazı zaman fiziksel iş yapma hızı bazen de enerji kullanma hızı anlamına gelmekte ve şöyle tanımlanmaktadır:

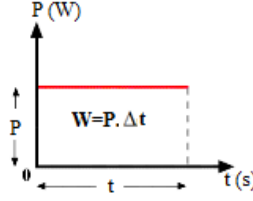
Birim zamanda yapılan işe ya da birim zamanda kullanılan enerjiye **güç** denir.

$$P = \frac{W}{\Delta t} \quad \text{ya da} \quad P = \frac{E}{\Delta t}$$

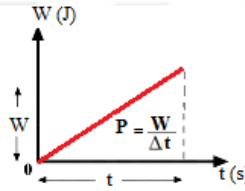
☞ İşin birimi;

Nicelik	İş	Enerji	Zaman	Güç
Sembol	W	E	t	P
Birim	J	J	s	W (Watt)= $\frac{\text{joule}}{\text{saniye}}$

☞ Güç-geçen süre ilişkisini gösteren grafiği incelediğimizde, yapılan iş yatay eksen arasındaki alana eşittir.



☞ Aynı şekilde, iş-geçen süre ilişkisini veren grafiği incelediğimizde, sağlanan güç grafiğinin eğimine eşittir.



2. Haftanın Özeti

Bir sistem aynı anda birden fazla enerji biçimine sahip olabilmektedir ve enerjilerden bazıları mekanik kavramları arasındadır. Bu bölümde incelenecek olan mekanik enerji; kinetik enerji ve potansiyel enerji olmak üzere iki çeşittir.

KİNETİK ENERJİ

Kinetik enerji bir cisme sürat kazandırmak için verilen enerjidir ve mekaniğin kavramlarında biri olan süratle ilgili olduğu için kinetik enerjinin kendisi de mekaniğin bir kavramıdır. Bu nedenle kinetik enerji aynı zamanda mekanik enerji olarak kabul edilir ve şöyle tanımlanır:

*Cisimlerin hareketinden dolayı sahip oldukları enerjiye **hareket enerjisi** veya **kinetik enerji** denir.*

☞ Kütlesi m, hızı v olan bir cismin kinetik enerjisi;

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2 \text{ dir.}$$

☞ Kinetik enerjinin birimi;

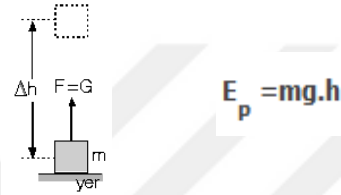
Nicelik	Kütle	Hız	Kinetik Enerji
Sembol	m	v	E_k
Birim	kg	m/s	$J = \text{kg m}^2/\text{s}^2$

POTANSİYEL ENERJİ

Potansiyel enerji bir cismi bir yerden belli bir yüksekliğe sabit süratle çıkarmak için gerekli olan enerjidir ve mekaniğin bir kavramı olan yer değiştirmeyi içerdiğinden potansiyel enerji de mekaniğin kavramlarından ve şöyle tanımlanır:

*Bir sistemin konumundan dolayı sahip olduğu enerjiye **potansiyel enerji** adı verilir.*

☞ Kütlesi m olan cismi, bulunduğu yerden Δh yüksekliğine sabit hızla çıkardığımızda, uygulanması gereken kuvvet cismin mg ağırlığına eşit olmalıdır ve bu kuvvetin yaptığı iş cismin potansiyel enerjisindeki artışa eşit olur.



☞ Potansiyel enerjinin birimi;

Nicelik	Kütle	Yerçekimi İvmesi	Yükseklik	Potansiyel Enerji
Sembol	m	g	h	E_p
Birim	kg	m/s^2	m	J

MEKANİK ENERJİ

Bir cisim kinetik ve potansiyel enerjilere aynı anda sahip olabilir ve ikisine birden sahip olan cisimlerin enerji durumu, toplam mekanik enerjiyle ifade edilir ve şöyle tanımlanır:

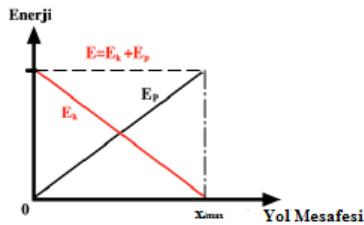
*Bir cismin kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamına o cismin **toplam mekanik enerjisi** denir.*

☞ Sürtünmenin bulunmadığı bir ortamda hareket eden bir cismin toplam (mekanik) enerjisi;

$$E_t = E_k + E_p = \frac{1}{2}mv^2 + mgh = \text{Sabit} \quad \text{tir.}$$

☞ Sürtünmenin bulunmadığı bir ortamda, herhangi bir anda kinetik enerji ne kadar azalırsa, potansiyel enerji o kadar artar veya potansiyel enerji azalırsa kinetik enerji artar. Yani **mekanik enerji sabittir**.

☞ Sürtünmenin bulunmadığı bir ortamda hareket eden cismin potansiyel, kinetik ve toplam mekanik enerjilerinin değişimini gösteren grafiği incelediğimizde, herhangi bir anda kinetik enerji ne kadar azalırsa, potansiyel enerji o kadar artıyor ve mekanik enerji sabit kalıyor.



Bir sistemin konumundan dolayı sahip olduğu enerjinin yerçekimi potansiyel enerjisi olduğunu öğrenmiştik. Bu enerji yerçekimi kuvvetinden kaynaklanır.

☞ Kütlesi m olan bir cismi yer seviyesinden Δh kadar yükseğe sabit hızla çıkarmak için yapılması gereken iş;

$$W = F \cdot h = mg \cdot h$$

☞ Cisim sabit hızla çıkarıldığı için kinetik enerji değişmemiştir. Dolayısıyla, yapılan işin potansiyel enerji değişimine eşit olduğunu biliyoruz.

3. Haftanın Özeti

Bir önceki çalışma kağıtlarında iş ve kinetik enerji kavramlarını öğrenmiştik.

☞ Kütlesi m , hızı v olan bir cismin kinetik enerjisi;

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \text{ dir.}$$

☞ Yatay düzlemde hareketsiz bir m kütesine yatay ve sabit F kuvveti Δt süresince etki ederek cisme Δx yolunu aldırır. Bu durumda yapılan iş;

$$W = F \cdot \Delta x \text{ olur.}$$

☞ Yapılan iş sistemin ya da cismin enerjisindeki değişime eşittir. Bu nedenle iş ile enerji arasındaki ilişki aşağıdaki gibi özetlenebilir.

Yapılan İş = Enerji değişimi

$$W = \Delta E_k \Rightarrow W = E_{k_{\text{son}}} - E_{k_{\text{ilk}}}$$

☞ Hareket halindeki bir cisme kuvvet uygulandığında cismin hızında değişim meydana gelir. Cismin kuvvet uygulanmadan önceki kinetik enerjisi $E_{k_{\text{ilk}}}$, kuvvet uygulandıktan sonra sahip olacağı kinetik enerji $E_{k_{\text{son}}}$ ile gösterilirse kinetik enerjisindeki değişim miktarı; $\Delta E_k = E_{k_{\text{son}}} - E_{k_{\text{ilk}}}$ olur.

Bir cisme etkiyen dengelenmemiş (net) kuvvetin yaptığı iş, cismin kinetik enerjisindeki değişime eşittir.

☞ Eğer bir cismin hareketiyle aynı yönde bir kuvvet uygulanırsa o cismin üzerinde pozitif iş, zıt yönde kuvvet uygulanırsa negatif iş yapılmış olur. Bir cismin üzerinde pozitif iş yapılmışsa o cismin enerjisi artar; negatif iş yapılmışsa enerjisi azalır.

4. Haftanın Özeti

☞ Günlük hayatta karşılaştığımız birçok olayı enerji açısından incelediğimizde enerjinin bir türden diğer bir türe dönüştüğünü görürüz. Enerji yoktan var edilemez. Ancak var olan bir enerji başka bir enerji türüne dönüşebilir.

☞ Örneğin, buharlı trenlerde kömür, yakılarak trenin hareket etmesi için gerekli olan kinetik enerjiye dönüştürülür.

☞ Enerjiyi aktarmanın bir yolunun iş yapmak olduğunu öğrenmiştik. Enerjiyi aktarmanın ısı, mekanik dalgalar, ışıınım gibi başka yolları da vardır.

☞ Örneğin, bir çaydanlığı yanan bir sobanın üstüne koyduğunuzda soba, çaydanlığa enerjiyi ısı aracılığıyla aktarır.

☞ Sürtünmenin olmadığı ya da ihmal edildiği ortamlarda yalnızca kinetik ve potansiyel enerjiden bahsedilir. Kinetik ve potansiyel enerjinin toplamına mekanik enerji dendiği öğrenmiştik ve bu durumda sürtünmesiz ortamda mekanik enerji her zaman korunur.

$$E_T = \text{sabit}$$

$$E_T = E_k + E_p$$

☞ Örneğin, kaydırakta sürtünmenin etkisinin ihmal edildiğini düşünelim. Kaydırığın başlangıç noktasında hızımız olmadığı için sadece potansiyel enerjimiz vardır. Kendimizi bıraktığımız andan itibaren hızlanmaya başlarız. Kaydırığın diğer ucuna doğru çıkarken yavaşlar ve bir noktada dururuz. Bu noktada kinetik enerjimiz olmadığı için tüm enerjimiz potansiyel enerjiye dönüşmüştür ve ilk yüksekliğimiz ile aynı yükseklikteki noktaya ulaşmış oluruz. Sürtünmesi önemsiz kaydırdaki toplam mekanik enerji miktarımız sabittir. Buna mekanik enerjinin korunumu denir.

☞ Sürtünmenin ihmal edilemediği durumlarda ise sürtünme, bir amaç için kullanılan enerjinin tamamının hedeflenen işe dönüştürülmesini engeller. Bu durumda, sahip olunan enerji yok olmaz ve sürtünmenin yaptığı işten dolayı ses ve ısı gibi farklı enerjilere dönüşür.

☞ Örneğin, bir topu belli bir yükseklikten yere bırakırsanız top yerden sektikten sonra atıldığı yüksekliğe ulaşamaz, daha alçak bir seviyede kalır. Top yere çarptığında hem ses çıkar hem de top ve yer ısınır. Mekanik enerjideki fark, sese ve ısıya dönüşür.

5. Haftanın Özeti

☞ İnsanlar da diğer canlılar gibi ihtiyaç duydukları enerjiyi besinlerden alırlar ve günlük enerji ihtiyacımız ne kadar hareket ettiğimize (ne kadar enerji harcadığımıza) bağlıdır.

☞ Fiziksel aktiviteler için vücudumuz tarafından harcanan enerjiyi karşılamak için karbonhidrat, yağ, protein gibi enerji içeren besinlerden yararlarıdır. Bu besinlerin enerji değerini ifade etmek için genellikle “kcal (kilo kalori)” ya da “kJ (kilo joule)” kullanılır.

☞ Diğer bir yandan, yetişkin bir insan iki şekilde enerji harcar. İlki: bisiklet binme, yüzme, koşma gibi fiziksel etkinlikler için. İkincisi: vücudu oluşturan sistemlerde aktiviteleri sürdürebilmek (temel enerji gereksinimleri) için.

Fiziksel etkinlikler	Saatte harcanan enerji (kcal)
Uyuma	60
TV izleme, müzik dinleme, bilgisayarda çalışma, konuşma, yemek yeme, yıkanma	85
Günlük ev işleri yapma, yürüme, alışveriş yapma	140
Bisiklete binme, hızlı dans etme, çim biçme	285
Yüzme, basketbol oynama, koşma	400
Tenis oynama	450
Not: Tablodaki değerler temel enerji gereksinimi değerlerini de içermektedir.	

Tablo 4.1 Bazı vücut etkinliklerinde saatte tüketilen enerji miktarı

☞ Bir kişi ister çocuk, ister ergen, isterse yetişkin olsun besinlerden aldığı toplam enerji; harcadığı toplam enerjiden büyükse kütlesi artarak kilo alacak, küçükse kütlesi azalarak kilo verecek ve eşitse kilo değişimi yaşamayacaktır. Bir kişinin gün boyu aldığı ve çeşitli yollarla harcadığı enerjinin eşit olmasına enerji dengesi denir.

☞ Bizlerin tüm yaşamımız boyunca bu enerji dengesini koruyacak şekilde bir hayat düzeni oluşturmamız, sağlıklı bireyler olmamız adına çok önemlidir. Sağlıklı beslenme için yeterli ve dengeli beslenme kavramını iyi anlamak gerekir. Sağlıklı beslenmede esas olan, tüketilen besinlerin besin-lif değerlerinin yüksek ama kalorisinin düşük olmasıdır.

☞ Örneğin, orta boy (100 g) bir elma 150 kJ, aynı kütledeki bir çikolata ise 2335 kJ kimyasal enerji içerir.

6. Haftanın Özeti

☞ Dışarıdan enerji almaya gereksinim duymadan kendi kendine sonsuza kadar çalışması beklenen makineler devridaim makineleri denir. Maalesef ki sonsuza kadar çalışacağı inanılan devridaim makineleri, gerçek dünyada sürtünmesiz ortamların bulunmamasından, başarısız olmuşlardır. Çünkü sürtünmeden dolayı enerjinin bir bölümü ısı ile dış ortama aktarılır. Enerjisini ısıyla sistemin dışına aktarmaya devam eden bu makineler bir süre sonra durur. Sürtünmeyi azaltarak sadece makinenin süresini uzatabiliriz.

☞ Hatırlarsanız, her makine iş yapmak için enerji kullanır demiştik. Makineler iş yaparken sürtünme ve başka etkenlerle makinenin içinde ısı oluşur ve bu ısı makinenin dışına çıkar. Bu nedenle gerçek bir makine, kullandığı enerjinin hepsini işe çevirmez. Yapılan iş, bu iş için alınan enerjiden daha küçük olur. Bu durumda, bir makinenin ya da bir sistemin bir enerji türünü elde edilmek istenilen başka bir enerji türüne ne kadar etkili dönüştürebildiği o sistemin verimi yani yararlılığı ile ilişkilidir.

Örneğin, elektrik motorları elektrik enerjisini hareket enerjisine dönüştürmek için tasarlanmışlardır. Fakat elektrik motoru çalışırken sürtünmeden dolayı ısınır.

☞ Verim, makinenin ya da sistemin işe yararlılığının bir ölçüsüdür. Makinalarda ve iş yapan diğer sistemlerde de verim, kullanılan enerjinin işe dönüşen kısmına bağlı olarak tanımlanır.

☞ Verim, yapılan işin harcanan enerjiye oranıdır.

$$\text{Verim} = \frac{\text{Yapılan iş}}{\text{Harcanan enerji}} \quad \text{ya da} \quad \text{Verim} = \frac{\text{Yararlı enerji}}{\text{Harcanan enerji}}$$

☞ Verim, aynı birimli iki büyüklüğün oranı olarak tanımlandığından kendisi birimsiz büyüklüklerdendir. Bir oran olarak tanımlandığı için daima % olarak belirtilir. Böylece kullanılan enerjinin ne kadarının yararlanıldığı daha kolay anlaşılır.

☞ Belirli bir kütleyi belirli bir yol mesafesi için ittiğimizde, hareket süresi bir saniye de olsa bir saat de olsa yapılan iş aynıdır. Aynı işi daha az kuvvetle yapan bir sistemin ya da bir makinenin daha verimli olduğu söylenebilir. Yapılan işin daha az kuvvetle yapılması istenen bir neticedir.

☞ Bir makinede ya da sistemde harcanan enerji ile yapılan iş arasında bir fark vardır. Bunun sebebi sürtünmeler yüzünden enerjinin bir kısmının ısı enerjisine dönüşmesidir. Sürtünmeler tamamıyla yok edilemeyeceğine göre kaybolan enerji muhakkak olacaktır. Bu yüzden yüzde yüz verimli bir makinenin yapımı imkansız görülüyor.

7. Haftanın Özeti

Günlük yaşantımızın her anında ihtiyacımız olan enerjiyi bize enerji kaynakları sağlar. Yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları olmak üzere enerji kaynaklarımızı ikiye ayırabiliriz.

YENİLENEMEZ ENERJİ KAYNAKLARI

Fosil yakıtlar: kömür, petrol ve doğalgaz ve radyoaktif elementler yenilenemez enerji kaynaklarıdır. Bu kaynakların bu şekilde isim almalarının nedeni kullandıkça bitmeleri ve yenilerinin gelmesinin çok uzun sürmesidir.

☞ Fosil yakıtlar: Kömür, petrol, doğalgaz gibi fosil yakıtlar en çok termik santrallerde elektrik enerjisi üretmek için kullanılmaktadır.

☞ Nükleer Enerji: Uranyum, plütonyum gibi radyoaktif elementlerin çekirdeklerindeki proton ve nötronları tutan enerjinin ortaya çıkarılması esasına dayanır.

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Hidroelektrik enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji ve güneş enerjisi bazı yenilenebilir enerji kaynaklarındandır. Bu kaynakların bu şekilde isim almalarının nedeni güçlerini güneşten aldıklarından hiç tükenmeyeceklerinin düşünülmesi ve çevreye zarar vermemeleridir.

☞ Hidroelektrik Enerjisi: Nehirlere kurulan barajlar sayesinde suyun hareketinden yararlanarak elektrik üretilir. Bu üretim şu şekilde gerçekleşir: akarsuyun önü kesilir ve bir baraj gölü oluşturulur. Böylece suyun yüksekliği artırılarak potansiyel enerji kazanması sağlanır. Suyun potansiyel enerjisinden yararlanarak elektrik üretilir.

☞ Jeotermal Enerjisi: Yeraltında magmada artan sıcaklık ile yeraltı sıcak sularından ve buhardan yararlanılarak elde edilir.

☞ Güneş Enerjisi: Güneş diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının da temelini oluşturur. Dünyadaki hayatın temel enerji kaynağı da güneştir. Güneş pilleri ışık enerjisini soğurarak elektrik enerjisine dönüştürür.

☞ Rüzgâr Enerjisi: Rüzgârın hareket enerjisinden geçmişte yel değirmenleri ile yararlanılırdı, günümüzde ise rüzgâr jeneratörleri ile elektrik enerjisi üretilmektedir.

ENERJİ TASARRUFU

Hangi enerji kaynakları kullanılırsa kullanılsın sonuçta bu kaynakların tasarruflu kullanımı her zaman için önem taşımaktadır. Günlük yaşamımızın her anında enerji tasarrufu için alınacak önlemler vardır.

İnsanlar için enerjinin ne kadar önemli olduğunu biliyoruz. Ülkemizin gelişmesi ve ilerlemesi için daha çok enerjiye ihtiyaç vardır. Toplam kullanılabilir enerji miktarı sabit olduğuna göre, gerek kurumsal gerek bireysel enerji ihtiyaçlarımızda enerjiyi son derece tasarruflu kullanmak zorundayız.. Enerji, tasarruflu kullanılmadığı takdirde doğal kaynaklar hızla tükenir, çevre kirlenir ve parasal kayıplar oluşur.

Örneğin, ülkemizde tüketilen enerjinin %82'si ısıtma için kullanılmaktadır. O nedenle binalara ısı yalıtımı yapılarak %50'ye varan enerji tasarrufu sağlanabilir.



APPENDIX R

‘INTERACTIVE SIMULATION’ HANDOUTS

Etkileşimli Simülasyon Uygulaması Çalışma Kağıdı 1

Plaza İnşaatı - 1

Amaç;

Ekranda gördüğünüz plaza inşaatı sizin mühendisliğinizi yaptığınız bir inşaat proje olsun. Bu inşaat halindeki çok katlı plaza yakınına kutu ve varil içinde malzemeler bırakılmıştır. Bu inşaatte yapılacak iş türüne göre, yapımda kullanılacak malzemelerin taşınmasını planlamanız isteniyor.

Uygulamada izlenecek basamaklar;

1. “Malzeme” tuşunu kullanarak, taşımak istediğiniz malzemeyi seçiniz.
2. “Yapılacak iş” tuşunu kullanarak, kutu veya varil taşıma yönteminizi belirleyiniz.
3. Seçilen değerlerin etkisini gözlemlemek için, “Başlat” tuşuna basınız.
4. Seçimlerinizde değişiklik yapmak için, “Sıfırla” tuşuna basınız.
1. Tercih ettiğiniz yapılacak iş ve malzemenin etkisini gözlemleyerek, en az 5 farklı malzemenin yer değiştirmesi için hesaplanan veri değerlerini aşağıdaki tablolara not ediniz.

Eğer;

sürtünme katsayısı=
100kg’lık kutu için işçinin sabit hızı=
150kg’lık varil için işçinin sabit hızı=

İnşaata getirme				
Malzemenin Yer Değiştirmesi (m)	100kg’lık kutu için		150kg’lık varil için	
	Hareket Süresi (s)	İşçinin Malzemeye Yaptığı İş (J)	Hareket Süresi (s)	İşçinin Malzemeye Yaptığı İş (J)

Makara Kullanırken				
Malzemenin Yer Değiştirmesi (m)	100kg'lık kutu için		150kg'lık varil için	
	Hareket Süresi (s)	İşçinin Malzemeye Yaptığı İş (J)	Hareket Süresi (s)	İşçinin Malzemeye Yaptığı İş (J)

2. Topladığımız verilerden seçtiğiniz herhangi yer değiştirme ve kütle tercihi için, kütlenin yer değiştirmesi ve işçinin malzemeye yaptığı iş değerlerini incelediğinizde, bu değerler arasında nasıl bir ilişki vardır?
3. Başlangıçta durgun olan kutu ya da varil, işçinin uyguladığı kuvvet sayesinde harekete geçmektedir. Tercih edilen cisim harekete başladıktan sonra, hareketine sabit hızla devam ediyor. Bu durumda; tercih edilen cismi sabit hızla hareket ettiren işçinin uyguladığı minimum kuvvet değeri ne olabilir? Belirleyiniz.
4. Topladığımız verilerden seçtiğiniz herhangi yer değiştirme ve kütle tercihi için, uygulanan kuvvet-yer değiştirme arasındaki ilişkiyi gösteren grafiği çiziniz. Herbir yer değiştirme için; işçinin kütle üzerine yaptığı işin grafiğin eğiminden mi yoksa alanından mı olduğunu belirleyiniz.
5. Uygulamada, farklı yapılacak iş ve malzeme tercihleri doğrultusunda, bir işçinin malzeme üzerine yaptığı iş için hesaplanan değerleri gözlemlediniz. Bu işçinin iş yapabilmesi için bir enerji gereksinimi olduğunu Fen ve Teknoloji derslerinden öğrenmiştiniz. Sizce işçi ihtiyaç duyduğu enerjiyi nerden karşılamaktadır?

Etkileşimli Simülasyon Uygulaması Çalışma Kağıdı 2

Plaza İnşaatı - 2

Amaç;

Bu uygulamada, ekranda gördüğünüz plaza inşaatı sizin mühendisliğini yaptığınız bir inşaat proje olsun. Bu inşaat halindeki çok katlı plaza yakınına kutular/variller içinde malzemeler bırakılmıştır. Bu inşaatla 2 farklı noktadan makara kullanarak, yapımda kullanılacak malzemelerin taşınmasını planlamanız isteniyor. İnşaatla malzeme taşımak için, her seferinde bir makaranın çalışma şeklini ve malzeme çeşidi seçiniz.

Uygulamada izlenecek basamaklar;

1. “Malzeme” tuşunu kullanarak, taşımak istediğiniz malzemeyi seçiniz.
 2. “Makara Çalışma Şekli” tuşunu kullanarak, kutu veya varil taşıma yönteminizi belirleyiniz.
 3. Seçilen değerlerin etkisini gözlemlemek için, “Başlat” tuşuna basınız.
 4. Seçimlerinizde değişiklik yapmak için, “Sıfırla” tuşuna basınız.
1. Tercih ettiğiniz makara çalışma şeklinin ve malzemenin etkisini gözlemleyerek, en az 5 farklı yer değiştirme için hesaplanan veri değerlerini aşağıdaki tablolara not ediniz.

Not: Herbir makara çalışma şekli için aynı 5 yer değiştirme değerlerini seçmeniz, tabloları yorumlamanızı kolaylaştıracaktır.

Eğer;

100kg'lık kutu için; motorun sabit çekme hızı=
iri-işçinin sabit çekme hızı=
ufak-işçinin sabit çekme hızı=
150kg'lık varil için; motorun sabit çekme hızı=
iri-işçinin sabit çekme hızı=
ufak-işçinin sabit çekme hızı=

Makara Çalışırken						
Malzemenin Yer Değiştirmesi (m)	Vincin 100kg'lık kutunun hareketi için			Vincin 150kg'lık varilin hareketi için		
	Hareket Süresi (s)	Malzemeye Yaptığı İş (J)	Malzemeye Sağladığı Güç (W)	Hareket Süresi (s)	Malzemeye Yaptığı İş (J)	Malzemeye Sağladığı Güç (W)
Makara Çalışırken						
Malzemenin Yer Değiştirmesi (m)	İri İşçinin 100kg'lık kutunun hareketi için			İri İşçinin 150kg'lık varilin hareketi için		
	Hareket Süresi (s)	Malzemeye Yaptığı İş (J)	Malzemeye Sağladığı Güç (W)	Hareket Süresi (s)	Malzemeye Yaptığı İş (J)	Malzemeye Sağladığı Güç (W)

Makara Çalışırken						
Malzemenin Yer Değiştirmesi (m)	Ufak İşçinin 100kg'lık kutunun hareketi için			Ufak İşçinin 150kg'lık varilin hareketi için		
	Hareket Süresi (s)	Malzemeye Yaptığı İş (J)	Malzemeye Sağladığı Güç (W)	Hareket Süresi (s)	Malzemeye Yaptığı İş (J)	Malzemeye Sağladığı Güç (W)

- Topladığımız verilerden farklı makara çalışma şekli ve malzeme tercihleri için, hareket süresi, malzemeye yapılan iş ve malzemeye sağlanan güç değerlerini incelediğinizde, bu değerler arasında nasıl bir ilişki vardır?
- Topladığımız verilerden seçtiğiniz herhangi yer değiştirme ve malzeme tercihi için, geçen süre-malzemeye yapılan iş arasındaki ilişkiyi gösteren grafiği çiziniz. Herbir geçen süre için; işçinin malzemenin hareketini sağladığı gücün grafiğin eğiminden mi yoksa alanından mı olduğunu belirleyiniz.
- Topladığımız verilerden seçtiğiniz herhangi yer değiştirme ve malzeme tercihi için, geçen süre-malzemeye sağlanan güç arasındaki ilişkiyi gösteren grafiği çiziniz. Herbir geçen süre için; işçinin malzemeye yaptığı işin grafiğin eğiminden mi yoksa alanından mı olduğunu belirleyiniz.
- Topladığımız verilerden farklı makara çalışma şekli ve malzeme tercihleri için, malzemeye yapılan iş ve sağlanan güç değerlerini incelediğinizde, sizce makara çalışma şekillerinden hangisi daha güçlüdür? Açıklayınız.

Etkileşimli Simülasyon Uygulaması Çalışma Kağıdı 3

Plaza İnşaatı - 3

Amaç;

Ekranda gördüğünüz plaza inşaatı sizin mühendisliğinizi yaptığınız bir inşaat proje olsun. Bu inşaatın yapımında kullanılan malzemelerden arda kalan boş kutu ve varillerin, en üst kattan aşağıya serbest bırakılarak taşınmasını planlamanız isteniyor.

Uygulamada izlenecek basamaklar;

1. “Malzeme” tuşunu kullanarak, taşımak istediğiniz malzemeyi seçiniz.
2. Seçilen değerlerin etkisini gözlemlemek için, “Başlat” tuşuna basınız.
3. Seçimlerinizde değişiklik yapmak için, “Sıfırla” tuşuna basınız.
1. Tercih ettiğiniz malzemenin etkisini gözlemleyerek, 4 farklı yer değiştirme için hesaplanan veri değerlerini aşağıdaki tablolara not ediniz.

Malzemenin Yer Değiştirmesi (m)	100kg’lık kutunun				
	Hareket Süresi (s)	Hızı (m/s)	Potansiyel Enerjisi (J)	Kinetik Enerjisi (J)	Mekanik Enerjisi (J)
9 m’de					
6 m’de					
3 m’de					
zeminde					

Malzemenin Yer Değiştirmesi (m)	150kg’lık varilin				
	Hareket Süresi (s)	Hızı (m/s)	Potansiyel Enerjisi (J)	Kinetik Enerjisi (J)	Mekanik Enerjisi (J)
9 m’de					
6 m’de					
3 m’de					
zeminde					

2. Her bir malzeme tercihi için, ilgili malzemenin potansiyel enerji, kinetik enerji ve mekanik enerji değerlerini inceleyiniz, sizce bu enerjiler arasında nasıl bir ilişki vardır? Belirtiniz.
3. Topladığınız verilerden seçtiğiniz herhangi bir malzeme tercihi için, potansiyel enerji, kinetik enerji ve toplam mekanik enerji değişimlerini gösteren grafiği çizin.

Etkileşimli Simülasyon Uygulaması Çalışma Kağıdı 4

Plaza İnşaatı - 4

Amaç;

Ekranda gördüğünüz plaza inşaatı sizin mühendisliğinizi yaptığınız bir inşaat projesi olsun. Bu inşaat halindeki çok katlı plaza yakınına kutu ve varil içinde malzemeler bırakılmıştır. Vinç kullanılarak, sabit hızla malzemelerin üst katlara taşınmasını planlamanız isteniyor.

Uygulamada izlenecek basamaklar;

1. “Malzeme” tuşunu kullanarak, taşımak istediğiniz malzemeyi seçiniz.
2. Seçilen değerlerin etkisini gözlemlemek için, “Başlat” tuşuna basınız.
3. Seçimlerinizde değişiklik yapmak için, “Sıfırla” tuşuna basınız.
1. Tercih ettiğiniz malzemenin etkisini gözlemleyerek, en az 5 farklı yer değiştirme için hesaplanan veri değerlerini aşağıdaki tablolara not ediniz.
Eğer;

100kg’lık kutu için işçinin sabit çekme hızı=
150kg’lık varil için işçinin sabit çekme hızı=

İşçi Makarayı Kullanırken						
Malzemenin Yer Değiştirme si (m)	100kg’lık kutu için			150kg’lık varil için		
	Hareket Süresi (s)	Malzemeye Yaptığı İş (J)	Malzemenin Potansiyel Enerjisi (J)	Hareket Süresi (s)	Malzemeye Yaptığı İş (J)	Malzemenin Potansiyel Enerjisi (J)

2. Farklı malzeme tercihleri için, işçinin tercih ettiğiniz malzemeyi sabit hızla yukarı çektiğine göre, işçinin tercih ettiğiniz malzemeye uygulaması gereken kuvvet nedir?
3. Topladığınız verilerden farklı yer değiştirme ve malzeme tercihleri için, işçinin malzemeye yaptığı iş ve malzemenin potansiyel enerji değerlerini incelediğinizde, işçinin, sabit hızla hareket eden malzemeye yaptığı iş ile malzemenin potansiyel enerji değişimi arasında nasıl bir ilişki vardır? Açıklayınız.

Etkileşimli Simülasyon Uygulaması Çalışma Kağıdı 5

Plaza İnşaatı - 5

Amaç;

Ekranda gördüğünüz plaza inşaatı sizin mühendisliğinizi yaptığınız bir inşaat proje olsun. Bu inşaat halindeki çok katlı plaza yakınına kutu ve varil içinde malzemeler bırakılmıştır. Sürtünmeli 1m'lik yatay düzlem kullanılarak, ilk hız kazandırılan malzemelerin inşaatı taşınmasını planlamanız isteniyor.

Uygulamada izlenecek basamaklar;

1. “Malzeme” tuşunu kullanarak, taşımak istediğiniz malzemeyi seçiniz.
 2. Seçilen değerlerin etkisini gözlemlemek için, “Başlat” tuşuna basınız.
 3. Seçimlerinizde değişiklik yapmak için, “Sıfırla” tuşuna basınız.
1. Tercih ettiğiniz malzemenin etkisini gözlemleyerek, en az 5 farklı yer değiştirme için hesaplanan veri değerlerini aşağıdaki tablolara not ediniz.

Eğer;

sürtünme katsayısı=
100kg'lık kutu için işçinin uyguladığı ilk hız =
150kg'lık varil için işçinin uyguladığı ilk hız =

1m'lik Düz Yolda						
Malzemenin Yer Değiştirmesi (m)	100kg'lık kutu için			150kg'lık varil için		
	Hızı (m/s)	Malzemenin Kinetik Enerjisi (J)	Sürtünme Kuvvetinin Yaptığı iş (J)	Hızı (m/s)	Malzemenin Kinetik Enerjisi (J)	Sürtünme Kuvvetinin Yaptığı iş (J)

2. Topladığınız verilerden farklı yer değiştirme ve farklı malzeme tercihleri için, malzemenin kinetik enerji değişim değerlerini incelediğinizde, kinetik enerji değişiminin bağlı olduğu değişkenleri belirleyerek, bu değişkenlerle doğru orantılı mı yoksa ters orantılı mı olduğunu belirleyiniz.
3. Topladığınız verilerden farklı yer değiştirme ve malzeme tercihleri için, sürtünme kuvvetinin yaptığı iş ve kinetik enerjideki değişim değerlerini incelediğinizde, aralarında nasıl bir ilişki vardır? Açıklayınız.

Etkileşimli Simülasyon Uygulaması Çalışma Kağıdı 6

Kaykaycının Hareketi

Amaç;

Ekranda bir kaykaycının U şeklindeki bir zemin üzerindeki hareketini gözlemleyebilirsiniz. Zeminin sürtünme katsayısını değiştirerek, kaykaycının hareketine etkilerini gözlemleyiniz.

İzlenecek Basamaklar;

1. Zeminin sürtünme katsayı değerini “Sürtünme” seçeneklerinden seçiniz.
 2. Kaykaycırı, U şeklindeki zeminin sağ ya da sol en uç noktasına yerleştiriniz.
 3. Gözlemleriniz esnasında, tablodaki değerleri karşılaştırınız.
1. Aşağıdaki tabloda, sürtünmeli ve sürtünmesiz U şeklindeki zeminler için, bir kaykaycının harekete başladığı yükseklik ve karşı tarafta ulaştığı yükseklik değerlerini not alalım.

	Sürtünmenin olmadığı zeminde		Sürtünmeli zeminde	
	Kaykaycının harekete başladığı yükseklik (m)	Kaykaycının karşı tarafta ulaştığı yükseklik (m)	Kaykaycının harekete başladığı yükseklik (m)	Kaykaycının karşı tarafta ulaştığı yükseklik (m)
1. gidiş-dönüş				
2. gidiş dönüş				
3. gidiş-dönüş				

2. Sürtünmenin olmadığı zeminde, sağ ya da sol en uç noktadan hareketine başlayan kaykaycı, karşı tarafta aynı yüksekliğe çıkabildi mi? Açıklayınız.
3. Sürtünmeli zeminde, sağ ya da sol en uç noktadan hareketine başlayan kaykaycı, karşı tarafta aynı yüksekliğe çıkabildi mi? Çıkamadıysa, neden çıkamadı? Açıklayınız.
4. Kaykaycının enerjisinin tamamının hedeflenen işe dönüşmediğini gözlemlediniz. Bu durumda, kaykaycının hedeflenen işe dönüşmeyen enerjisi hakkında ne söylenebilir? Açıklayınız.

Etkileşimli Simülasyon Uygulaması Çalışma Kağıdı 7

Günlük Aldığımız Besinler

Amaç;

Ekranda bir bireyin günlük yapabileceği fiziksel aktivitelerin ve alabileceği besinlerin, bu bireyin enerji dengesine etkisini gözlemleyebilirsiniz. Yapılan fiziksel aktivite ve alınan besin tercihlerini değiştirerek, bu kişinin kilosuna etkilerini gözlemleyiniz.

İzlenecek Basamaklar;

1. Ekrandaki kişi için boy ve kilo değerlerini belirleyip, cinsiyetini seçiniz. Kendi bilgilerinizi girebilirsiniz.
 2. Günlük aldığımız besinleri listeden seçerek, tabağın üzerine bırakınız.
 3. Günlük yaptığımız fiziksel aktiviteleri seçerek, not defterinin üzerine bırakınız.
 4. Uygulamayı başlatarak, en başta belirlediğiniz değerler üzerindeki etkisini gözlemleyiniz.
1. Bir günde aldığımız besinleri ve yaptığımız fiziksel aktiviteleri, uygulamadaki listelerden yararlanarak, aşağıdaki tabloya not alalım.

Günlük alınan besinler	Bu besinden alınan enerji miktarı (kcal)	Günlük yapılan fiziksel etkinlik	Bu etkinlik için harcanan enerji miktarı (kcal)
Toplam			

2. Bir gün boyunca yaptığımız fiziksel etkinlikleriniz için harcadığınız toplam enerjiyi, besinlerden aldığımız toplam enerji miktarıyla karşılaştırınız.
3. İlk başta belirlediğiniz kilo değerinde nasıl bir değişim gözlemlendi. Enerji dengesine uygun bir beslenme yaptığınız söylenebilir mi? Açıklayınız.
4. Besin listesini inceleyerek, vücudunuzun enerji dengesini kurmak için ne tür besinler tüketmeniz gerektiğini belirtiniz.

Etkileşimli Simülasyon Uygulaması Çalışma Kağıdı 8

Plaza İnşaatı - 6

Amaç;

Ekranda gördüğünüz iki yol, sizin mühendisliğinizi yaptığınız plaza inşaatına malzeme taşımada kullanılacak farklı yol alternatifleridir. İnşaat halindeki çok katlı plaza yakınına kutu ve varil içinde malzemeler bırakılmıştır. Yatay düzlemdeki iki farklı yolu kullanarak, sabit hızla malzemelerin inşaatı taşınmasını planlamanız isteniyor.

Not: Her bir malzeme tercihinizi incelerken o tercih için ilgili tabloyu doldurmak işinizi hızlandıracaktır.

Uygulamada İzlenecek Basamaklar;

1. “Malzeme” tuşunu kullanarak, taşımak istediğiniz malzemeyi seçiniz.
 2. Seçilen değerlerin etkisini gözlemlemek için, “Başlat” tuşuna basınız.
 3. Seçimlerinizde değişiklik yapmak için, “Sıfırla” tuşuna basınız.
1. Tercih ettiğiniz malzemenin etkisini gözlemleyerek, en az 5 farklı yer değiştirme için hesaplanan veri değerlerini aşağıdaki tablolara not ediniz.

Eğer;

Silindir boru döşeli yolda sürtünme katsayısı = 0,2

Normal yolda sürtünme katsayısı = 0,84

Silindir Boru Döşeli 10m’lik Düz Yolda					Normal 10m’lik Düz Yolda			
Malzeme nin Yer Değiştir mesi (m)	100kg’lık kutu için		150kg’lık varil için		100kg’lık kutu için		150kg’lık varil için	
	Hareket Süresi (s)	İşçinin Uyguladı ğı Kuvvet (N)	Hareket Süresi (s)	İşçinin Uyguladı ğı Kuvvet (N)	Hareket Süresi (s)	İşçinin Uyguladı ğı Kuvvet (N)	Hareket Süresi (s)	İşçinin Uyguladı ğı Kuvvet (N)

2. Kütle miktarının ve yer değiştirmenin aynı olduğu göz önünde bulundurulduğunda, silindir boru döşeli 10m’lik düz yoldaki işçinin uyguladığı kuvveti, normal 10m’lik düz yoldaki işçinin uyguladığı kuvvetle karşılaştırdığınızda nasıl bir sonuç çıkarırsınız? Sizce yola döşenen silindir boruların işçinin hareketine bir etkisi var mıdır? Açıklayınız.

Etkileşimli Simülasyon Uygulaması Çalışma Kağıdı 9

Deniz Kenarında Bir Şehir

Amaç;

Ekranda gözlemlediğiniz şehir sizin yaşadığınız şehir olsun. Bu şehre, ekranda gördüğünüz farklı enerji kaynaklarını kullanarak enerji santralleri kurmanız isteniyor. Şehrin enerji kaynağını karşılamak için her seferinde bir enerji kaynağını seçerek, enerji santralini uygun yere yerleştiriniz.

Uygulamada izlenecek basamaklar;

1. Enerji kaynağını şehir üzerine yerleştirmek için, kaynağın üzerine tıklayıp, şehir üzerinde enerji kaynağının kurulumuna uygun bir noktaya sürükleyiniz.
2. Beyaz dairelerin görüldüğü yer uygun noktadır ve bu noktaya seçili enerji kaynağını bırakınız.
3. Seçilen kaynağın etkisini gözlemlemek için, “Başlat” tuşuna basınız.
4. Seçilen kaynağın 30 yıl sonra ki etkisini gözlemlemek için, “30 yıl sonra” tuşuna basınız.
5. Yeni bir enerji kaynağı seçmek için, “Sıfırla” tuşuna basınız.

1. Tercih ettiğiniz enerji kaynağının etkisini gözlemleyerek, aşağıdaki tabloya not ediniz.

		Anlık Etkileri	30 Yıl Sonraki Etkileri
Enerji Kaynakları	Kömür		
	Petrol		
	Doğalgaz		
	Nükleer		
	Rüzgar		
	Güneş		
	Jeotermal		
	Hidroelektrik		

2. Gözlemlediğiniz etkileri; her bir enerji kaynağının, yenilenebilir/yenilenemez oluşunu, kullanım alanlarını, santralinin kurulum yeri (deniz/kara) göz önünde bulundurarak, aşağıdaki tabloda sınıflandırınız.

		Yenilenebilir/ Yenilenemez	Kullanım Alanı	Santralin Kurulum Yeri	Yararları	Zararları
Enerji Kaynakları	Kömür					
	Petrol					
	Doğalgaz					
	Nükleer					
	Rüzgar					
	Güneş					
	Jeotermal					
	Hidroelektrik					

3. Gözlemediğiniz yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarının yarar ve zararlarını, toplum, teknoloji ve çevre faktörlerini göz önünde bulundurarak, aşağıdaki tabloda sınıflandırınız.

		Yararları			Zararları		
		Toplum	Teknoloji	Çevre	Toplum	Teknoloji	Çevre
Enerji Kaynakları	Kömür						
	Petrol						
	Doğalgaz						
	Nükleer						
	Rüzgar						
	Güneş						
	Jeotermal						
	Hidroelektrik						

4. Uygulamada gözlemediğiniz bilgileri genelleyecek olursanız, yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarının birbirine göre yararları ve zararları nelerdir? Açıklayınız.

Etkileşimli Simülasyon Uygulaması Çalışma Kağıdı 10

Türkiye’deki Konutların Sıcaklığını 2⁰ C Azaltmanın Etkisi

Amaç;

Ekranda gözlemlediğiniz ev sizin yaşadığınız ev olsun. Evinizin termostat sıcaklık değerini, 2 derece azaltmanız isteniyor. Sizin evinizde yaptığınız bu tasarrufun, Türkiye genelinde yapıldığını düşünün ve Türkiye bütçesindeki ekonomik etkisini gözlemlemek için, konutların yüzdesel oranını ve geçen yıl sayısını değiştiriniz.

Not: Her bir konut yüzdesi ve geçen yıl tercihi için aşağıdaki ilgili tabloları sırasıyla doldurmanız işinizi hızlandıracaktır.

Uygulamada İzlenecek Basamaklar;

1. Oturma odası sıcaklığını 2⁰ C azaltmak için, “sıcaklık” tuşunu kullanınız.
2. “Tasarruf Edilen Konut Oranı” tuşunu kullanarak, istediğiniz konut yüzde değerini seçiniz.
3. “Tasarruf Edilen Yıl” tuşunu kullanarak, istediğiniz yıl değerini seçiniz.
4. Seçilen değerlerin etkisini gözlemlemek için, “Başlat” tuşuna basınız.
5. Seçimlerinizde değişiklik yapmak için, “Sıfırla” tuşuna basınız.

1. Tercih ettiğiniz tasarruf edilen konut oranına karşılık gelen Türkiye geneli enerji tasarrufunun yüzdelik oranını, aşağıdaki tabloya not ediniz.

	Türkiye Geneline Tasarruf Eden Konutların Oranı			
	%25	%50	%75	%100
Tasarruf Eden Konut Yüzdesine Karşılık Gelen Enerji Tasarrufu				

2. Tercih ettiğiniz tasarruf edilen konut oranı ve tasarruf edilen yıla karşılık gelen Türkiye bütçesindeki ekonomik tasarruf değerlerini, aşağıdaki tabloya not ediniz.

Türkiye’deki Ekonomik Tasarruf		Türkiye Geneline Tasarruf Eden Konutların Oranı			
		%25	%50	%75	%100
Yıl	1				
	5				
	10				
	20				
	30				

3. Tercih ettiğiniz tasarruf edilen konut oranı ve tasarruf edilen yıla göre, Türkiye bütçesindeki ekonomik tasarrufa karşılık gelen kömür ve doğalgaz miktarları, aşağıdaki tabloya not ediniz.

Türkiye’deki Ekonomik Tasarrufa Karşılık Gelen Doğalgaz (m ³) ve Kömür (kg) Miktarları		Türkiye Geneline Tasarruf Eden Konutların Oranı							
		Doğalgaz (m ³)				Kömür (kg)			
		%25	%50	%75	%100	%25	%50	%75	%100
Yıl	1								
	5								

	10								
	20								
	30								

4. Tercih ettiğiniz tasarruf edilen konut oranı ve tasarruf edilen yıla karşılık gelen Türkiye’deki CO₂ salınımindaki azalma ve bu CO₂ salınımdaki azalmayı sağlayabilecek ağaç sayısı değerlerini, aşağıdaki tabloya not ediniz.

Türkiye’deki CO ₂ Salınımindaki Azalma ve Bu CO ₂ Salınımdaki Azalmayı Sağlayabilecek Ağaç Sayısı		Türkiye Geneline Tasarruf Eden Konutların Oranı							
		CO ₂ Salınımindaki Azalma (Ton)				Bu CO ₂ Salınımdaki Azalmayı Sağlayabilecek Ağaç Sayısı			
		%25	%50	%75	%100	%25	%50	%75	%100
Geçen Yıl Sayısı	1								
	5								
	10								
	20								
	30								

5. Gözlemlerinize dayanarak, Türkiye bütçesindeki ekonomik tasarrufa karşılık gelen kömür ve doğal gaz miktarları ile Türkiye’deki CO₂ salınımindaki azalma ve bu CO₂ salınımdaki azalmayı sağlayabilecek ağaç sayısı arasında nasıl bir ilişki vardır? İnceleyiniz.

Etkileşimli Simülasyon Uygulaması Çalışma Kağıdı 11

Dünyadaki Konutların Sıcaklığı 2⁰ C Azaltmanın Etkisi

Amaç;

Ekrandaki dünya haritasında 6 kıtayı gözlemlemektesiniz. Bu kıtalardaki evlerin oturma odası sıcaklık değeri, 2 derece azaltılmıştır. Bu tasarrufun, Dünya bütçesindeki ekonomik etkisini gözlemlemek için, tasarruf edilen yıl sayısını değiştiriniz.

Not: Her bir kıta ve geçen yıl tercihi için aşağıdaki ilgili tabloları sırasıyla doldurmanız işinizi hızlandıracaktır.

Uygulamada İzlenecek Basamaklar;

1. Oturma odası sıcaklığını 2⁰ C azaltmak için, “sıcaklık” tuşunu kullanınız.
 2. “Tasarruf Edilen Yıl” tuşunu kullanarak, istediğiniz yıl değerini seçiniz.
 3. “Kıta” tuşunu kullanarak, istediğiniz kıtayı seçiniz.
 4. Seçilen değerlerin etkisini gözlemlemek için, “Başlat” tuşuna basınız.
 5. Seçimlerinizde değişiklik yapmak için, “Sıfırla” tuşuna basınız.
1. Tercih ettiğiniz kıta(lar) ve tasarruf edilen yıl sayısına karşılık gelen Dünya bütçesindeki ekonomik tasarruf değerlerini, aşağıdaki tabloya not ediniz.

Dünya'daki Ekonomik Tasarruf		Kıtalar					
		Asya	Amerika	Avrupa	Afrika	Avustralya	Antarktika
Yıl	1						
	5						
	10						
	20						
	30						

2. Tablodaki verileri kullanarak, 2 derecelik ısı tasarrufu ile bir yılda Dünya genelinde elde edilen ekonomik tasarrufta, kıtaların yüzdelik dağılımları kaçtır? Hesaplayınız.
3. Tercih ettiğiniz kıta(lar) ve tasarruf edilen yıl sayısına karşılık gelen Dünya'daki CO₂ salınımindaki azalma ve bu CO₂ salınımindaki azalmayı sağlayabilecek ağaç sayısı değerlerini, aşağıdaki tablolara not ediniz.

Dünya'daki CO ₂ Salınımindaki Azalma		Kıtalar					
		Asya	Amerika	Avrupa	Afrika	Avustralya	Antarktika
Geçen Yıl	1						
	5						

	10						
	20						
	30						
Bu CO ₂ Salınım Değerini Temizleyebil ecek Ağaç Sayısı		Kıtalar					
		Asya	Amerika	Avrupa	Afrika	Avustralya	Antarktika
Geçen Yıl sayısı	1						
	5						
	10						
	20						
	30						

Etkileşimli Simülasyon Uygulaması Çalışma Kağıdı 12

Türkiye’deki Konutlarda Bütün Elektrikli Ev Aletlerinin ve Ampullerin Enerji Tasarruflu Seçilmesinin Etkisi

Amaç;

Ekranda gözlemlediğiniz ev sizin yaşadığınız ev olsun. Evinizde kullanılan elektrikli ev aletlerinin ve ampullerin hepsinin enerji tasarruflu tercih ettiğinizi düşünün. Sizin evinizde yaptığınız bu tasarruf, Türkiye genelinde uygulanıyor ve Türkiye bütçesindeki ekonomik etkisini gözlemlemek için, tasarruf edilen konut oranını ve tasarruf edilen yıl sayısını değiştiriniz.

Not: Her bir konut yüzdesi ve geçen yıl tercihi için aşağıdaki tabloları sırasıyla doldurmanız işinizi hızlandıracaktır.

Uygulamada İzlenecek Basamaklar;

1. “Tasarruf Edilen Konut Oranı” tuşunu kullanarak, istediğiniz konut yüzde değerini seçiniz.
 2. “Tasarruf Edilen Yıl” tuşunu kullanarak, istediğiniz yıl değerini seçiniz.
 3. Seçilen değerlerin etkisini gözlemlemek için, “Başlat” tuşuna basınız.
 4. Seçimlerinizde değişiklik yapmak için, “Sıfırla” tuşuna basınız.
1. Tercih ettiğiniz tasarruf edilen konut oranı ve tasarruf edilen yıla karşılık gelen Türkiye’deki elektrik tasarruf değerlerini, aşağıdaki tabloya not ediniz.

Türkiye’deki Elektrik Tasarrufu		Türkiye Genelinde Tasarruf Eden Konutların Oranı			
		%25	%50	%75	%100
Yıl	1				
	5				
	10				
	20				
	30				

2. Tercihleriniz doğrultusunda belirlenen elektrik tasarrufu değerine karşılık gelen Keban Barajı miktarını, aşağıdaki tabloya not ediniz.

Elektrik Tasarrufuna Karşılık Gelen Keban Barajı Miktarı		Türkiye Genelinde Tasarruf Eden Konutların Oranı			
		%25	%50	%75	%100
Yıl	1				
	5				
	10				
	20				
	30				

3. Eğer; Keban barajının yıllık üretiminin 6000 GWh ise, tablodaki verileri kullanarak, yaklaşık kaç yılda, bir Keban barajının yıllık üretimi kadar elektrik tasarrufu sağlanabileceğini hesaplayınız?

4. Tercih ettiğiniz tasarruf edilen konut oranı ve tasarruf edilen yıla karşılık gelen Türkiye’deki CO₂ salınımindaki azalma ve bu CO₂ salınımdaki azalmayı sağlayabilecek ağaç sayısı değerlerini, aşağıdaki tabloya not ediniz.

Türkiye’deki CO ₂ Salınımindaki Azalma ve Bu CO ₂ Salınım Değerini Temizleyebilecek Ağaç Sayısı		Türkiye Geneline Tasarruf Eden Konutların Yüzdesi							
		CO ₂ Salınımindaki Azalma (Kiloton)				Bu CO ₂ Salınım Değerini Temizleyebilecek Ağaç Sayısı (Milyon)			
		%25	%50	%75	%100	%25	%50	%75	%100
Geçen Yıl Sayısı	1								
	5								
	10								
	20								
	30								

Etkileşimli Simülasyon Uygulaması Çalışma Kağıdı 13

Dünyadaki Konutlarda Bütün Elektrikli Ev Aletlerinin ve Ampullerin Enerji Tasarruflu Seçilmesinin Etkisi

Amaç;

Ekrandaki dünya haritasında 6 kıtayı gözlemlemektesiniz. Bu kıtalardaki evlerde kullanılan elektrikli ev aletlerinin ve ampullerin hepsinin enerji tasarruflu tercih edildiğini düşünün. Bu davranışın, Dünya elektrik tasarrufuna etkisini gözlemlemek için, konutların yüzdesel oranını ve geçen yıl sayısını değiştiriniz.

Not: Her bir kıta ve geçen yıl tercihi için aşağıdaki ilgili tabloları sırasıyla doldurmanız işinizi hızlandıracaktır.

Uygulamada İzlenecek Basamaklar;

1. “Tasarruf Edilen Yıl” tuşunu kullanarak, istediğiniz yıl değerini seçiniz.
 2. “Kıta” tuşunu kullanarak, istediğiniz kıtayı seçiniz.
 3. Seçilen değerlerin etkisini gözlemlemek için, “Başlat” tuşuna basınız.
 4. Seçimlerinizde değişiklik yapmak için, “Sıfırla” tuşuna basınız.
1. Tercih ettiğiniz kıta(lar) ve tasarruf edilen yıla karşılık gelen Dünya’daki elektrik tasarruf değerlerini, aşağıdaki tabloya not ediniz.

Dünya’daki Elektrik Tasarrufu		Kıtalar					
		Asya	Amerika	Avrupa	Afrika	Avustralya	Antarktika
Yıl	1						
	5						
	10						
	20						
	30						

2. Tablodaki verileri kullanarak, kıtalardaki evlerde kullanılan elektrikli ev aletlerinin ve ampullerin hepsinin enerji tasarruflu tercih edilmesi ile bir yılda Dünya genelinde elde edilen elektrik tasarrufunda, kıtaların yüzdelik dağılımları kaçtır? Hesaplayınız.

3. Tercih ettiğiniz kıta(lar) ve tasarruf edilen yıla karşılık gelen Dünya'daki CO₂ salınımindaki azalma ve bu CO₂ salınımdaki azalmayı sağlayabilecek ağaç sayısı değerlerini, aşağıdaki tablolara not ediniz.

Dünya'daki CO ₂ Salınımındaki Azalma		Kıtalar					
		Asya	Amerika	Avrupa	Afrika	Avustralya	Antarktika
Geçen Yıl	1						
	5						
	10						
	20						
	30						
Bu CO ₂ Salınım Değerini Temizleyebilecek Ağaç Sayısı		Kıtalar					
		Asya	Amerika	Avrupa	Afrika	Avustralya	Antarktika
Geçen Yıl sayısı	1						
	5						
	10						
	20						
	30						

APPENDIX S

‘SIMPLE ACTIVITY’ HANDOUTS REGARDING INQUIRY LEARNING

Sorgulayıcı-Araştırma Yöntemiyle İlgili Etkinlik Uygulaması Çalışma Kağıdı 1

Merdiven Çıkma

Araç Gereçler

- Baskül
- 2 adet dolu 5litre su şişesi
- Kronometre
- Metre

Etkinliğin Yapılışı

- a. Baskülü kullanarak su şişemizin kütleini ölçelim.
- b. Ağırlığını $G=mg$ formülünü kullanarak hesaplayalım. ($g=10 \text{ m/s}^2$)
- c. Çıkılacak katın yüksekliğini bulalım.
- d. Katı çıkmak için gereken zamanı ölçelim.

Sonuca Ulaşalım

İlk etapta, bir öğrenci bir şişeyi bir kat yukarı çıkarırken, başka bir öğrenci bir şişeyi iki kat yukarı çıkarır. Bu sırada tabloda ihtiyaç duyulan ölçümler yapılarak tabloya not edilir.

Taşınan suyun ağırlığı (N)	Çıkılan yükseklik (m)	Şişeyi taşımada yapılan iş (J)	Geçen süre (s)

1. Topladığınız verilerden yola çıkarak, şişeyi taşımada hangi öğrenci daha çok iş yapmıştır?

2. İki öğrencinin şişeyi taşımada yaptıkları işin birbirine oranı nedir?

İkinci etapta, bir öğrenci iki şişe suyu bir kat yukarı çıkarırken, ikinci öğrenci bir şişe suyu bir kat yukarı çıkarır. Bu sırada tabloda ihtiyaç duyulan ölçümler yapılarak tabloya not edilir.

Taşınan suyun ağırlığı (N)	Çıkılan yükseklik (m)	Şişeyi taşımada yapılan iş (J)	Geçen süre (s)

3. Topladığınız verilerden yola çıkarak, şişeyi taşımada hangi öğrenci daha çok iş yapmıştır?

4. İki öğrencinin şişeyi taşımada yaptıkları işin birbirine oranı nedir?
5. Topladığınız verilerden yararlanarak, taşınan suyun ağırlığı-çıkılan yükseklik arasındaki ilişkiyi gösteren grafiği çiziniz. Şişeyi taşımada yapılan işin grafiğin eğiminden mi yoksa alanından mı olduğunu belirleyiniz.

Sorgulayıcı-Araştırma Yöntemiyle İlgili Etkinlik Uygulaması Çalışma Kağıdı 2

Merdiven Çıkma

Araç Gereçler

- Baskül
- Kronometre
- Metre

Etkinliğin Yapılışı

- Baskülü kullanarak kütleimizi ölçelim.
- Ağırlığımızı $G=mg$ formülünü kullanarak hesaplayalım. ($g=10 \text{ m/s}^2$)
- Bir katın yüksekliğini bulalım.
- Bir kat çıkmak için gereken zamanı ölçelim.

Sonuca Ulaşalım

Bir öğrenci bir kat yukarı merdivenlerden koşarak çıkarken, tabloda ihtiyaç duyulan ölçümler yapılarak tabloya not edilir. Aynı uygulama, farklı farklı öğrenciler tarafından da yaptırılır.

Ağırlığımız (N)	Çıkılan yükseklik (m)	Yaptığımız iş (J)	Geçen süre (s)	Bir saniyede yaptığımız iş (J/s)	Bir saniyede aktardığımız enerji (J/s)	Gücümüz (J/s)

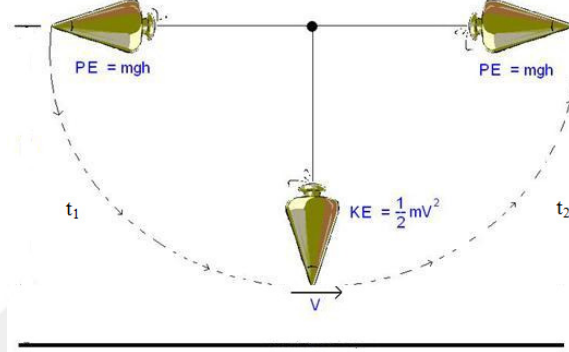
- Topladığınız verilerden yola çıkarak, öğrencilerin ağırlıkları ile yukarı çıkma süreleri arasında nasıl bir ilişki vardır?
- Topladığınız verilerden yararlanarak, geçen süre-yaptığımız iş arasındaki ilişkiyi gösteren grafiği çiziniz. Herbir geçen süre için, gücümüzün grafiğin eğiminden mi yoksa alanından mı olduğunu belirleyiniz.
- Farklı öğrencilerden topladığınız verilerden yararlanarak, sizce hangi öğrenci daha güçlüdür?

Sorgulayıcı-Araştırma Yöntemiyle İlgili Etkinlik Uygulaması Çalışma Kağıdı 3

Basit Sarkaçta Bilye

Araç Gereçler

- 1 adet uçayak
- 1 adet bağlama parçası (kancalı)
- 4 adet tahta takoz
- 1 adet 1 m'lik destek çubuk
- 2 adet farklı çapta kancalı bilye
- 1 m kadar makara ipliği
- Tartı



Etkinliğin Yapılışı

- Kancalı bilyeyi 40-50 cm'lik ipliğin ucuna bağlayarak sarkacımızı oluşturalım ve askının çengeline asalım.
- Cetvelleri tahta takozların arasına dik olarak sabitleyelim ve askı düzeneğinin iki yanına simetrik olarak aralarında 50 cm uzaklık bulunacak biçimde yerleştirelim.
- Sarkacı, cetvellerden birinin kenarına yaklaştıralım ve oradan serbest bırakalım. Sarkacı, kaç santimetre yükseklikten serbest bıraktığımızı not edelim. Salınan sarkacın, karşıdaki cetvelin kaçınıcı santimetre çizgisinin hizasına geldiğini yazalım.
- Sarkacı bir de karşıdaki cetvelin kenarından serbest bırakalım ve gözlemlerimizi not edelim.
- Önce çengelli bilyeyi daha ağırlıyla değiştirerek, sonra da cetveller arası uzaklığı (80 cm) değiştirerek uygulamaları yapalım ve gözlemlerimizi not edelim.
- Her bir bilyenin kütesini tartıyı kullanarak belirleyelim.

Sonuca Ulaşalım

Cetvelleri destek çubuktan 50 cm uzaklığa yerleştirerek, tabloda ihtiyaç duyulan ölçümleri yapıp, tabloya not ediniz.

Küçük bilyenin kütesi (kg)	İpin uzunluğu (m)	En alt noktada bilyenin yerden uzaklığı (m)	En üst noktada bilyenin yerden uzaklığı (m)	t ₁	t ₂

- Kütlesi küçük olan bilye için, topladığınız verileri kullanarak potansiyel enerji, kinetik enerji ve toplam enerji değerlerini hesaplayınız. Sizce bu enerjiler arasında nasıl bir ilişki vardır? Belirtiniz.
- Elde ettiğiniz hesaplamaları kullanarak; potansiyel enerji, kinetik enerji ve toplam enerji değişimlerini gösteren grafiği çiziniz.

Cetvelleri destek çubuktan 80 cm uzaklığa yerleştirerek, tabloda ihtiyaç duyulan ölçümleri yapıp, tabloya not ediniz.

Büyük bilyenin kütlesi (kg)	İpin uzunluğu (m)	En alt noktada bilyenin yerden uzaklığı (m)	En üst noktada bilyenin yerden uzaklığı (m)	t_1	t_2

3. Kütlesi büyük olan bilye için, topladığınız verileri kullanarak potansiyel enerji, kinetik enerji ve toplam enerji değerlerini hesaplayınız. Sizce bu enerjiler arasında nasıl bir ilişki vardır? Belirtiniz.
4. Elde ettiğiniz hesaplamaları kullanarak; potansiyel enerji, kinetik enerji ve toplam enerji değişimlerini gösteren grafiği çiziniz.

Sorgulayıcı-Araştırma Yöntemiyle İlgili Etkinlik Uygulaması Çalışma Kağıdı 4

Bilye Taşımacı

Araç Gereçler

- 2 adet farklı çapta bilye
- Tartı

Etkinliğin Yapılışı

- a. Küçük bilyeyi, bir öğrenci yerden ya da masanın üstünden elini alarak, 1 m kadar kaldırsın. Bu sırada tabloda ihtiyaç duyulan ölçümleri yapıp, tabloya not ediniz.
- b. Aynı uygulama birkaç öğrenci tarafından yapılsın ve gerekli ölçümleri not edelim.
- c. Aynı şekilde, büyük bilyeyi, bir öğrenci yerden ya da masanın üstünden elini alarak, 1 m kadar kaldırsın. Bu sırada tabloda ihtiyaç duyulan ölçümleri yapıp, tabloya not ediniz.
- d. Aynı uygulama birkaç öğrenci tarafından yapılsın ve gerekli ölçümleri not edelim.
- e. Her bir bilyenin kütlesini tartıyı kullanarak belirleyelim.

Sonuca Ulaşım

Küçük bilye için etkinliği adım adım uygulayalım. Elde ettiğiniz verileri tabloya not alalım.

Bilyenin kütlesi (kg)	Bilyenin Ağırlığı (N)	Bilyeyi 1 m yukarı kaldırmak için gereken kuvvet (N)	Bilyeyi 1 m yukarı kaldırırken yapılan iş (J)	1m yukarıda bilyenin potansiyel enerjisi (J)

1. Kütlesi küçük olan bilye için, topladığınız verileri kullanarak bilyeyi 1m yukarıya kaldırırken yapılan işi ve 1m yukarıda bilyenin potansiyel enerjisini hesapladığınızda, elde ettiğiniz değerler arasında nasıl bir ilişki vardır? Açıklayınız.

Büyük bilye için etkinliği adım adım uygulayalım. Elde ettiğiniz verileri tabloya not alalım.

Bilyenin kütlesi (kg)	Bilyenin Ağırlığı (N)	Bilyeyi 1 m yukarı kaldırmak için gereken kuvvet (N)	Bilyeyi 1 m yukarı kaldırırken yapılan iş (J)	1m yukarıda bilyenin potansiyel enerjisi (J)

2. Kütlesi büyük olan bilye için, topladığınız verileri kullanarak bilyeyi 1m yukarıya kaldırırken yapılan işi ve 1m yukarıda bilyenin potansiyel enerjisini hesapladığınızda, elde ettiğiniz değerler arasında nasıl bir ilişki vardır? Açıklayınız.

Sorgulayıcı-Araştırma Yöntemiyle İlgili Etkinlik Uygulaması Çalışma Kağıdı 5

Arabanın Hareketi

Araç Gereçler

- Oyuncak araba
- 2,5 m ip
- Ağırlık (ağırlığı arabanınkinden büyük olacak)
- Metre
- Tartı

Etkinliğin Yapılışı

- Şekildeki etkinlik düzeneğini hazırlayalım.
- Öncesinde arabanın ve ağırlığın kütlelerini tartıyı kullanarak ölçüp, tabloya not edelim.
- Metreyi kullanarak yerden 1m yüksekliği belirleyelim ve ağırlığı bu yükseklikten serbest bırakalım.
- Bu sırada masadan düşmeyecek şekilde konumlandığımız arabanın hareketini gözlemleyelim ve tabloda belirtilen gerekli ölçümleri yaparak, not edelim.
- Daha önceden öğrenmiş olduğunuz $F = ma$ ve $V_f^2 = V_i^2 + 2ax$ formülünü kullanarak, tablodaki değerleri hesaplayınız.

Sonuca Ulaşalım

Sürtünme kuvvetinin etkilerini ihmal ederek, etkinliği adım adım uygulayalım. Elde ettiğiniz verileri tabloya not alalım.

Arabanın kütlesi (kg)	Ağırlığın kütlesi (kg)	Arabanın ilk hızı (m/s)	Arabanın son hızı (m/s)	Arabanın yer değiştirmesi (m)

Oluşturduğunuz tablodaki değerleri kullanarak, aşağıdaki tablo için gerekli olan hesaplamaları yapıp, tabloya not ediniz.

Arabanın ilk kinetik enerjisi (J)	Arabanın son kinetik enerjisi (J)	Arabanın yaptığı iş (J)

4. Topladığımız verilerden, arabanın kinetik enerji değişim değerlerini incelediğinizde, kinetik enerji değişiminin bağlı olduğu değişkenleri belirleyerek, bu değişkenlerle doğru orantılı mı yoksa ters orantılı mı olduğunu belirleyiniz.
5. Topladığımız verilerden, arabanın yaptığı iş ve kinetik enerji değerlerini incelediğinizde, arabanın yaptığı iş ile kinetik enerji değişimi arasında nasıl bir ilişki vardır? Açıklayınız.

Sorgulayıcı-Araştırma Yöntemiyle İlgili Etkinlik Uygulaması Çalışma Kağıdı 6

Bilyenin Hareketi

Araç Gereçler

- Mukavva (30x100 cm)
- demir bilye

Etkinliğin Yapılışı

- a. Şekildeki etkinlik düzeneğini hazırlayalım.
- b. Bilyeyi serbest bırakarak hareketini gözlemleyelim. Tabloda belirtilen gerekli ölçümleri yaparak, not edelim.
- c. Aynı işlemi bilyeyi elinizle iterek yapınız ve bilyenin hareketini gözlemleyiniz. Tabloda belirtilen gerekli ölçümleri yaparak, not edelim.

Sonuca Ulaşım

Etkinliği adım adım uygulayalım. Elde ettiğiniz verileri tabloya not alalım.

Bilyenin serbest bırakıldığı yükseklik (cm)	Serbest bırakılan bilyenin karşı tarafta ulaştığı yükseklik (cm)	İtilen bilyenin bırakıldığı yükseklik (cm)	İtilen bilyenin karşı tarafta ulaştığı yükseklik (cm)

1. Topladığınız verilerden, serbest bırakılan bilye karşı tarafta aynı yüksekliğe çıkabildi mi? Çıkamadıysa, neden çıkamadı? Açıklayınız.
2. Topladığınız verilerden, itilen bilye karşı tarafta aynı yüksekliğe çıkabildi mi?
3. 2. ve 3. basamaklardaki gözlemlerinizi arasında nasıl fark var mı? Varsa bu farkı nasıl açıklarsınız?
4. Serbest bırakılan bilyenin enerjisinin tamamının hedeflenen işe dönüşmediğini gözlemlediniz. Bu durumda, bilyenin hedeflenen işe dönüşmeyen enerjisi hakkında ne söylenebilir? Açıklayınız.
5. Mukavvadaki sürtünmenin ihmal edildiğini düşünelim, serbest bırakılan bilye karşı tarafta aynı yüksekliğe çıkabilir mi? Açıklayınız.

Sorgulayıcı-Araştırma Yöntemiyle İlgili Etkinlik Uygulaması Çalışma Kağıdı 7

Vücudumuzun Enerji Dengesi

Araç Gereçler

- Hesap makinesi

Etkinliğin Yapılışı

- a. Bazı fiziksel etkinlikleri yaparken bir saatte tüketilen enerji miktarlarını gösteren tablo ile bazı günlük besinlerden belli miktarda tüketilince alınacak enerji miktarlarını gösteren tablo aşağıda verilmiştir.
- b. Sizde günlük yaptığınız fiziksel aktiviteleri ve aldığınız besinleri aşağıdaki tabloya not ederek, gerekli hesaplamaları yapınız.

Fiziksel etkinlikler	Saatte harcanan enerji (kcal)
Uyuma	50
TV izleme, müzik dinleme, bilgisayarda çalışma, kuruşma, yemek yeme, yıkanma	85
Günlük ev işleri yapma, yürüme, alışveriş yapma	140
Bisiklete binme, hızlı dans etme, çim biçme	285
Yüzme, basketbol oynama, koşma	400
Tenis oynama	450
<i>Not: Tablodaki değerler temel enerji gereksinimi değerlerini de içermektedir.</i>	

Tablo 4.1 Bazı vücut etkinliklerinde saatte tüketilen enerji miktarı

Besinlerden alınan enerji (kcal)

TAHILLAR		SÜT VE SÜT ÜRÜNLERİ		FAST FOOD	
GIDA	KALORİ	GIDA (100 gr)	KALORİ	GIDA	KALORİ
1 dilim beyaz ekmek	70-100	Yoğurt yağlı	66-70	Hamburger peynirli	420-700
1 dilim kepekli ekmek	80	Süt yağlı	66-70	Pizza orta	700-1500
1 adet kruasan	180-200	Yağlı meyvalı yoğurt	120-150	Spagetti Bolonez 1 por.	500
Bisküvi (100 gr)	450-480	Yağlı beyaz peynir	260-290		
Conflakes 100 gr	304-404	Yağlı kaşar peyniri	400-425		
Mercimek 100 gr kuru	340	Yağlı rokfor peyniri	390-400		
Arpa 100 gr kuru	360	Permesan peynir	420-460		
Bulgur 100 gr kuru	360	Yumurta orta boy	80		
Kuskus 100 gr kuru	367	Yumurta beyazı	15		
Mısır 100 gr kuru	362	Yumurta sarısı	65		
Buğday 100 gr kuru	330				
Susam 100 gr	582				
Makarna 100 gr haş.	130				
Pirinç 100 gr haşlama	140				
Pirinç 100 gr kuru	363				
SEBZELER		ETLER		MEYVELER	
GIDA	KALORİ	GIDA (100 gr)	KALORİ	GIDA	KALORİ
Domates 1 adet	22	Bifteek ızgara	220-300	Elma orta boy	48
Enginar 1 adet orta boy	50	Tavuk ızgara	200-220	Kayısı 1 adet	15
Patlıcan 1 adet orta boy	50	Tavuk göğüs haşlama	100-120	Muz orta boy	120
Kuru fasulye 100 gr. çiğ	340	Yağlı kuzu ızgara	280-300	Avokado orta boy	190
Brokoli 100 gr	50	Kuzu ciğeri	280-300	Kiraz 100 gr	40
Brüksel lahanası 100 gr	63	Hindî rosto	150-180	Taze hurma 1 adet	15
Kabak 100 gr	26	Ordek	400	Taze incir 1 adet	50
Havuç 100 gr	42	Salam	450	Greyfurt 1 adet	48
Kamıbahar 100 gr	27	Sosis	320	Portakal 1 adet	48
Kereviz 100 gr	40	Sucuk	452	Kivi 1 adet	50
Salatalık 1 adet 18 gr	20			Limon 1 adet	15
Mantar taze 100 gr	28			Mandalina 1 adet	35
Maydanoz 1 demet	22			Mango 1 adet	70
Kuru soğan 100 gr	38			Karpuz 1 ince dilim	48
Taze soğan 1 adet	5			Kavun 1 dilim	48
Bezelye 100 gr	84			Nektarin 100 gr	48
Taze yeşil biber 100 gr	22			Şeftali 1 adet	48
Patates fırında 1 adet	70-80			Armut 1 adet	70
Patates haşlama 1 adet	70-80			Ananas 100 gr	50
Isıpanak 100 gr	26			Erik 1 adet	15
Lahana 100 gr	24			Üzüm 100 gr	70
İÇECEKLER		TATLILAR			
GIDA	KALORİ	GIDA	KALORİ		
Su	0	Pudding 1 kase	200-250		
Türk kahvesi	0	Cheese Cake 100 gr	340-400		
Cappucino	48	Dondurma 100 gr	160-230		
Çay	0	Sıcak Çikolata 1 bardak	160-180		
Elma suyu 1 çay bardağı	50	Bal 1 yemek kaşığı	65		
Greyfurt suyu 1 çay bardağı	50	Şeker 100 gr	400		
Portakal suyu 1 çay bardağı	45	Şeker 1 küp	20		
Ananas suyu 1 çay bardağı	70				
Domates suyu 1 çay bardağı	30				
Cola 1 kutu	130				

Sonuç Ulaşım

Bir günde aldığımız besinleri ve yaptığımız fiziksel aktiviteleri düşünün. Listelerden yararlanarak, aşağıdaki tablolardaki gerekli bilgileri not alarak, hesaplamaları yapınız.

Günlük alınan besinler	Bu besinden alınan enerji miktarı (kcal)	Günlük yapılan fiziksel etkinlik	Bu etkinlik için harcanan enerji miktarı (kcal)
Toplam			

1. Bir gün boyunca yaptığımız fiziksel etkinlikleriniz için harcadığınız toplam enerjiyi, besinlerden aldığımız toplam enerji miktarıyla karşılaştırınız. Enerji dengesine uygun bir beslenme yaptığınız söylenebilir mi? Açıklayınız.
2. Sınıfınızın yüzde kaçının enerji dengesine uygun beslenme yaptığını hesaplayınız.
3. Besin listesini inceleyerek, vücudunuzun enerji dengesini kurmak için ne tür besinler tüketmeniz gerektiğini belirtiniz.

Sorgulayıcı-Araştırma Yöntemiyle İlgili Etkinlik Uygulaması Çalışma Kağıdı 8

Firma Tercihi

Araç Gereçler

- Firmaların tekliflerini içeren vinç özellikleri

Etkinliğin Yapılışı

- a. Sınıftaki öğrencileri üç gruba ayırılır ve her grup farklı firmayı temsil eder.
- b. Grupça temsil edecekleri firmanın vinç özelliklerini sunarlar.
- c. Vinç almak isteyen birisine, her grup temsil edeceği vincin yararlılık açısından neden tercih edilmesi gerektiğini savunur.
- d. Her grup görüşlerini rapor haline getirerek diğer gruplara sunar.

Sonuca Ulaşım

Aşağıdaki tabloda firmaların sundukları vinçlerin özellikleri yer almaktadır.

	Taşıyabileceği maksimum yük kapasitesi (kg)	Bir yükü 100 m yüksekliğe çıkartmadaki yakıt tüketimi (l)	Bir yükü 100 m yüksekliğe çıkartmadaki maksimum hızı (m/s)
A firmasının vinci	3000	6	15
B firmasının vinci	3000	4	10
C firmasının vinci	1500	3	15

1. Siz bu tabloyu inceledikten sonra vinç almak isteyen birisine hangisini almasını tavsiye edersiniz? Niçin?

Sorgulayıcı-Araştırma Yöntemiyle İlgili Etkinlik Uygulaması Çalışma Kağıdı 9

Enerji Kaynakları

Etkinliğin Yapılışı

- Sınıftaki öğrenciler altı gruba ayrılırlar ve her grup farklı bir enerji kaynağını temsil eder.
- Grupça temsil edecekleri enerji kaynağı ilgili belirlenen soruları cevaplarlar ve görüşlerini savunurlar.
- Her grup görüşlerini rapor haline getirerek diğer gruplara sunar.

Sonuca Ulaşım

Aşağıdaki tabloda enerji kaynaklarının yarar ve zararlarının ele alınacağı boyutlar yer almaktadır.

Enerji Kaynakları	Yararları			Zararları		
	Toplum	Teknoloji	Çevre	Toplum	Teknoloji	Çevre
Kömür						
Petrol						
Doğalgaz						
Nükleer						
Rüzgar						
Güneş						
Jeotermal						
Hidroelektrik						

1. Enerji kaynağının yarar ve zararlarının toplum, teknoloji ve çevre boyutları açısından etkileri nelerdir? Tabloya not alalım.

Aşağıdaki tabloya enerji kaynaklarının kullanım alanlarının ve santrallerinin kurulum yerlerini not alınız.

Enerji Kaynakları	Yenilenebilir/ Yenilenemez	Kullanım Alanı	Santralinin Kurulum Yeri
Kömür			
Petrol			
Doğalgaz			
Nükleer			
Rüzgar			
Güneş			
Jeotermal			
Hidroelektrik			

2. Enerji kaynağının kullanım alanları ve santralinin kurulum yeri nedir? Tabloya not alalım.

Sorgulayıcı-Araştırma Yöntemine Dayalı Etkinlik Uygulaması 10

Enerji Kaynaklarının Tasarruflu Kullanımı

Çalışma Kağıdı

Etkinliğin Yapılışı

- Sınıftaki öğrenciler dört gruba ayrılırlar ve her grup farklı bir görüşü temsil eder.
- Grupça temsil edecekleri görüşle ilgili belirlenen soruları cevaplarlar ve görüşlerini savunurlar.
- Her grup görüşlerini rapor haline getirerek diğer gruplara sunar.

Sonuca Ulaşım

- Grup 1: Enerji kaynaklarının tasarruflu kullanılması ile ilgili neler yapılabilirini savunur.
- Enerjinin tasarruflu kullanılması ile ilgili neler yapıyorsunuz?
 - Enerji kaynaklarının tasarruflu kullanılması ile ilgili somut olarak neler yapılabilir?
- Grup 2: Enerji kaynaklarının olumsuz şartlara rağmen tasarruflu kullanılabileceğini savunur.
- Enerji tasarruflarının yararlı kullanılmasının ne gibi yararları vardır?
 - Bu yararlar nasıl ortaya çıkarılabilir?
- Grup 3: Enerji kaynaklarının tasarruflu kullanımına dair ülkemizde neler yapıldığını savunur.
- Şu ana kadar enerji kaynaklarının tasarruflu kullanımı ile ilgili ülkemizde hangi uygulamalar yapıldı?
 - Toplum bu konuda nasıl ve ne şekilde bilinçlendirilebilir?
- Grup 4: Diğer grupların görüş ve önerilerinden yararlanarak genel durumu değerlendirirler.



APPENDIX T

PERMISSION



T.C.
ANKARA VALİLİĞİ
Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 14588481/605.99/2075046
Konu: Araştırma izni

25/02/2015

ÇANKAYA İLÇE MİLLİ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi: a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 2012/13 nolu Genelgesi.
b) Orta Doğu Teknik Üniversitesinin 29/01/2015 tarihli ve 1329 sayılı yazısı.

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Eğitim Fakültesi Doktora Öğrencisi Sema YILDIZ AYDOĞDU' nun "Etkileşimli eğitim uygulaması ile desteklenmiş sorgulayıcı araştırma yönteminin 9. sınıf öğrencilerinin enerji konusundaki başarı, tutum ve başarı motivasyonlarına etkisi" başlıklı tezi kapsamında ilçenize bağlı ekli listede belirtilen okullarda anket yapması Müdürlüğümüzce uygun görülmüştür.

Anket formunun (15 sayfa) uygulama yapılacak sayıda araştırmacı tarafından çoğaltılarak, araştırmanın ilgi (a) genelge çerçevesinde, okul ve kurum yöneticileri uygun gördüğü takdirde gönüllülük esasına göre uygulanmasını rica ederim.

Ali GÜNGÖR
Müdür a.
Şube Müdürü

EK:
1-Anket formu (15 sayfa)
2-Okul listesi (1 sayfa)

5~

AYRINTILI BİLGİ İÇİN
Kayıt No: 959
Kayıt Tarihi: 06.03.2015
Dosya No: 605

Atatürk Blv. 06648 Kızılay/ANKARA
Elektronik Ağ: www.meb.gov.tr
e-posta: adsoyad@meb.gov.tr

Ayrıntılı bilgi için: Ad SOYAD Ünvan
Tel: (0 312) XXX XX XX
Faks: (0 312) XXX XX XX

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <http://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 4ad4-8a52-3694-a540-92afkodu ile teyit edilebilir.



T.C.
ANKARA VALİLİĞİ
Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 14588481/605.99/2075062

25/02/2015

Konu: Araştırma izni

ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİNE
(Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı)

İlgi: a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 2012/13 nolu Genelgesi.
b) 29/01/2015 tarihli ve 1329 sayılı yazınız.

Üniversiteniz Eğitim Fakültesi Doktora Öğrencisi Sema YILDIZ AYDOĞDU' nun "**Etkileşimli eğitim uygulaması ile desteklenmiş sorgulayıcı araştırma yönteminin 9. sınıf öğrencilerinin enerji konusundaki başarı, tutum ve başarı motivasyonlarına etkisi**" başlıklı tezi kapsamında çalışma yapma talebi Müdürlüğümüzce uygun görülmüş ve araştırmanın yapılacağı İlçe Milli Eğitim Müdürlüğüne bilgi verilmiştir.

Anket formunun (15 sayfa) araştırmacı tarafından uygulama yapılacak sayıda çoğaltılması ve çalışmanın bitiminde iki örneğinin (cd ortamında) Müdürlüğümüz Strateji Geliştirme (1) Şubesine gönderilmesini arz ederim.

Ali GÜNGÖR
Müdür a.
Şube Müdürü

CURRICULUM VITAE

PERSONAL INFORMATION

Surname, Name: Yıldız Aydoğdu, Sema

Nationality: Turkish (TC)

Date and Place of Birth: 1 May 1985, Niğde

Marital Status: Married

e-mail: semayildiz@gmail.com

EDUCATION

Degree	Institution	Year of Graduation
Ph.D.	METU, SSME, Physics Education	2017
MS	METU, SSME, Physics Education	2008
High School	Anatolian Teacher High School, Niğde	2003

WORK EXPERIENCE

2009 - present Private tuition – Physics Teacher

FOREING LANGUAGE

English (advanced)

German (beginner)