

THE EFFECT OF PEER INSTRUCTION ON HIGH SCHOOL STUDENTS'
ACHIEVEMENT AND ATTITUDES TOWARD PHYSICS

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

BY

HÜLYA ERYILMAZ

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

JANUARY 2004

Approval of the Graduate School of Natural and Applied Sciences

Prof. Dr. Canan ÖZGEN
Director

I certify that this thesis satisfy all the requirements as a thesis for the degree of
Doctor of Philosophy.

Prof. Dr. Ömer GEBAN
Head of Department

This is to certify that we have read this thesis and that in our opinion it is fully
adequate, in scope and quality, as a thesis for the degree of Doctor of Philosophy.

Assist Prof. Dr. Ali ERYILMAZ
Co-Supervisor

Prof. Dr. Ömer GEBAN
Supervisor

Examining Committee Members

Prof. Dr. Ömer GEBAN

Prof. Dr. Giray BERBEROĞLU

Prof. Dr. Mustafa SAVCI

Assist. Prof. Dr. Jale ÇAKIROĞLU

Dr. Ahmet İlhan ŞEN

ABSTRACT

THE EFFECT OF PEER INSTRUCTION ON HIGH SCHOOL STUDENTS'
ACHIEVEMENT AND ATTITUDES TOWARD PHYSICS

Eryılmaz, HÜLYA

Ph. D, Department of Secondary Science and Mathematics Education

Supervisor: Prof. Dr. Ömer GEBAN

Co-Supervisor: Assist. Prof. Dr. Ali ERYILMAZ

January 2004, 134 pages

This study aimed to explore the effectiveness one of the interactive engagement methods, which is peer instruction enriched by concept test on students' achievement and attitudes toward physics. In this study two types of teaching were used. These are; (1) Peer Instruction enriched by concept test, and (2) Traditional Instruction. For this study, Physics Attitude Test (PAT), Physics Achievement Test (PACT), Observation Checklist (OC), Teaching/Learning Materials were developed. Physics Attitude Test, Physics Achievement Test and Observation Checklist were used as measuring tools. The PACT and PAT were used to assess students' achievement and their attitudes toward Newton's Laws of Motion respectively. The

OC was used for treatment verification. The PACT was developed by the help of the findings from the literature. The OC was developed by the researcher. The PAT was adapted from Taşlıdere's thesis.

This study was conducted with 3 teachers, 6 classes and total of 192 10th grade students in the public high schools at Yenimahalle district of Ankara in the fall semester of 2002-2003 academic years. For each teacher, 2 classes were used in the study. The teachers were trained for how to implement Peer Instruction in the classroom. Students from 3 classes participated in Traditional Instruction group and referred as control group, whereas the other 3 classes instructed by Peer Instruction referred as experimental group. The PAT and PACT were applied twice as pre-test and after a three-week treatment period as a post-test to both groups to assess and compare the effectiveness of two different types of teaching utilized in physics course.

The data obtained from the administration of post-tests were analyzed by statistical techniques of Multivariate Analyses of Covariance (MANCOVA). The statistical results indicated that Peer Instruction was more effective than Traditional Instruction. Whereas the statistical analysis failed to show a significant differences between the experimental and control groups attitudes toward physics.

Keywords: Physics Education, Interactive Engagement, Peer Instruction, Concept Test, Misconceptions

ÖZ

AKRAN ÖĞRETİMİNİN LİSE ÖĞRENCİLERİNİN FİZİK BAŞARISINA VE FİZİK DERSİNE OLAN TUTUMLARINA ETKİSİ

ERYILMAZ, Hülya

Doktora, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü

Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Ömer GEBAN

Ortak Tez Yöneticisi: Yrd. Doç. Dr. Ali ERYILMAZ

Ocak 2004, 134 sayfa

Bu çalışmanın amacı; etkileşimli çalıştırma metotlarından bir tanesi olan kavram testleriyle zenginleştirilmiş akran öğretimi metodunun lise öğrencilerinin fizikteki başarısına ve fiziğe karşı tutumuna etkisini araştırmaktır. Çalışmada iki farklı öğretim metodu kullanılmıştır. Bunlar; (1) Kavram testleriyle zenginleştirilmiş Akran Öğretimi ve (2) Geleneksel Öğretim Metodu. Bu çalışma için, Fizik Tutum Testi, Fizik Başarı Testi, Gözlem Kontrol Listesi ve Öğretim/Öğrenim Materyalleri geliştirildi. Ölçme araçları olarak, Fizik Tutum Testi, Fizik Başarı Testi ve Gözlem Kontrol Listesi kullanıldı. Fizik Başarı Testi ve Fizik Tutum Testi öğrencilerin başarılarını ve onların Newton'un Hareket Kanunlarına karşı tutumlarını tespit etmek

için kullanılmıştır. Gözlem Kontrol Listesi uygulamayı doğrulamak için kullanılmıştır. Fizik Başarı Testi kaynaklarındaki bulguların yardımıyla geliştirilmiştir. Gözlem Kontrol Listesi araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Fizik Tutum Testi ise Taşlıdere'nin tezinden adapte edilmiştir.

Çalışma, 2002-2003 öğretim yılı sonbahar döneminde Ankara'nın Yenimahalle ilçesindeki üç devlet lisesindeki 192 onuncu sınıf öğrencisiyle, 3 öğretmen ve 6 sınıfla yapıldı. Her öğretmenin iki sınıfı kullanıldı. Öğretmenler sınıfta akran öğretimini nasıl uygulayacakları konusunda eğitildi. Geleneksel Öğretim Metodu ile öğretim yapılan 3 sınıf kontrol grubu; Akran Öğretimi ile öğretim yapılan diğer 3 sınıf da deney grubu olarak belirlendi. Fizik Tutum Testi ve Fizik Başarı Testi her iki gruba, iki farklı öğretiminin etkisini karşılaştırmak için ön test ve üç haftalık bir öğretim sonunda da son test olarak uygulandı.

Son test skorları MANCOVA istatistiksel tekniği kullanılarak analiz edildi. İstatistiksel sonuçlar, akran öğretiminin geleneksel öğretim metoduna göre öğrencilerin fizik başarıları açısından daha fazla etkili olduğunu fakat öğrencilerin fizik dersine yönelik tutumları açısından kontrol ve deney grupları arasında anlamlı bir fark bulunamadığını gösterdi.

Anahtar Kelimeler: Fizik Eğitimi, Etkileşimli Çalıştırma Metodu, Akran Öğretimi, Kavram Testi, Kavram Yanılgıları.

ACKNOWLEDGEMENT

I would like to express my gratitude to Prof. Dr. Ömer GEBAN. I owe a special word of gratitude to him for his advice and constructive criticism.

I wish to express my deep appreciation to my husband Ali ERYILMAZ for the extraordinary amount of time and efforts he put into to complete this thesis. He helped me in every stage of my work. I could not have completed this job without him.

I also want to thank the teachers who gave me their time for administrating my treatment and provide feedback on the work in progress. And also thankful to students who participated in this study.

I would like to dedicate this work to my sons; Nazım and Zübeyr.

TABLE OF CONTENTS

ABSTRACT.....	iii
ÖZ.....	v
ACKNOWLEDGEMENT.....	vii
TABLE OF CONTENTS.....	viii
LIST OF TABLES.....	xii
LIST OF FIGURES.....	xiv
LIST OF SYMBOLS.....	xv
CHAPTER	
1. INTRODUCTION.....	1
1.1 The main problem and Sub-Problems	5
1.1.1 The Sub-Problems.....	6
1.2 Hypotheses	6
1.3 Definition of Important Terms.....	7
1.4 Significance of the Study	8
2. LITERATURE REVIEW	10
2.1 Student Centered and Active Instruction.....	10
2.2 Cooperative Learning	11
2.3 Interactive Engagement	13
2.4 Peer Instruction	15
2.5 Misconception about Force and Motion	16
2.6 Tools Measure Misconceptions about Mechanics	18
2.7 Summary of the Findings of the Reviewed Studies.....	21

3. METHODOLOGY.....	23
3.1 Population and Sample.....	23
3.2 Variables.....	25
3.3 Measuring Tools.....	26
3.3.1 Physics Attitude Test	26
3.3.2 Physics Achievement Test	27
3.3.3 Observation Checklist.....	31
3.4 Teaching/ Learning Materials	31
3.4.1 Objective List	32
3.4.2 Concept Tests.....	32
3.4.3 Lesson Plans	33
3.4.4 Preclass Reading Assignment Tests.....	34
3.4.5 Acetates.....	35
3.5 Procedure.....	35
3.6 Example Application of Peer Instruction	37
3.7 Research Type and Design	38
3.8 Analysis of Data	38
3.8.1 Descriptive Statistics	39
3.8.2 Inferential Statistics	39
3.9 Assumptions and Limitations.....	40
4. RESULTS.....	41
4.1 Descriptive Statistics.....	41
4.2 Inferential Statistics.....	45
4.2.1 Missing Data Analysis.....	45

4.2.2 Determination of the Covariates.....	46
4.2.3 Assumptions of MANCOVA.....	47
4.2.4 Null Hypothesis 1.....	49
4.2.5 Null Hypothesis 2.....	50
4.2.6 Null Hypothesis 3.....	51
4.3 Classroom Observation.....	52
4.4 Results of Preclass Reading Assignment Test.....	54
4.5 Summary of the Results.....	56
5. CONCLUSIONS, DISCUSSION, AND IMPLICATIONS.....	58
5.1 Conclusions.....	58
5.2 Discussion of Results.....	59
5.3 Internal Validity of the Study.....	61
5.4 External Validity.....	63
5.5 Implications.....	64
5.6 Recommendations for further Research.....	64
REFERENCES.....	66
APPENDICES	
A. PHYSICS ATTITUDE TEST.....	72
B. PHYSICS ACHIEVEMENT TEST.....	74
C. LESSON PLANS	82
D. OBSERVATION CHECKLIST	102
E. OBJECTIVE LIST	103
F. PRECLASS READING ASSIGNMENT TESTS.....	105
G. COPIES OF ACETATES.....	108

H. KEY WORDS USED FOR LITERATURE REVIEW.....	122
I. PETITION FOR PERMISSION.....	123
J. TEACHER GUIDE ABOUT APPLICATION OF PEER INSTRUCTION	124
K. ANSWER SHEET FOR CONCEPT TEST.....	126
L. FLASH CARDS.....	127
M. RAW DATA.....	128
N. PERCENTAGES OF THE POPACT ALTERNATIVES.....	133
VITA.....	134

LIST OF TABLES

TABLE

3.1	Numbers of Selected Schools and Number of Students from Each School in the PI and TI	24
3.2	Numbers and Percentages of Male and Female Students.....	25
3.3	Identification of Variables.....	25
3.4	Questions Taken from FCI and MBT and their Answers.....	29
3.5	Misconceptions Probed by 23 Items in the PACT and their Corresponding Item Numbers and Alternatives.....	30
3.6	Objective Number, Misconceptions Related to the Subject, and Teaching Methods Used	34
3.7	MANCOVA Variable Set Composition and Statistical Model Entry Order	39
4.1	Descriptive Statistics for the PACT and PAT Scores According to Teaching Methods.....	42
4.2	Missing Data versus Variables.....	45
4.3	Significance Test of Correlation between Dependent Variables and Covariates.....	46
4.4	Significance Test of Correlations among Covariates.....	46
4.5	Box's Test of Equality of Covariance Matrices.....	47
4.6	Results of Multivariate Regression Correlation (MRC) Analysis of Homogeneity of Regression for the POPAT.....	48
4.7	Results of MRC Analysis of Homogeneity of Regression for the POPACT.....	48
4.8	Levene's Test of Equality of Error Variances.....	49

4.9	MANCOVA Results for Null Hypothesis 1.....	50
4.10	ANCOVA Results for Null Hypothesis 2.....	50
4.11	ANCOVA Results for Null Hypothesis 3.....	51
4.12	Estimated Means for Variables Related to Null Hypothesis.....	52
4.13	Basic Descriptive Statistics Related to the Items of the Observation Checklist.....	54
4.14	Results of the Preclass Reading Assignment Test about Newton's First Law	54
4.15	Results of the Preclass Reading Assignment Test about Newton's Second Law	55
4.16	Results of the Preclass Reading Assignment Test about Newton's Third Law	55

LIST OF FIGURES

FIGURE

4.1 Histograms of PI and TI Groups for the POPAT and POPACT.....	44
--	----

LIST OF SYMBOLS

SYMBOLS

DV:	Dependent Variable
Ho:	Null Hypothesis
IE:	Interactive Engagement
IV:	Independent Variable
MC	Multiple Choice
OC:	Observation Checklist
PACT:	Physics Achievement Test
PAT:	Physics Attitude Test
PI:	Peer Instruction
POPACT :	Students' post-test scores on physics achievement test.
POPAT:	Students' post-test scores on physics attitude test.
PREPACT:	Students' pre-test scores on physics achievement test.
PREPAT :	Students' pre-test scores on physics attitude test.
SP:	Sub-problems
TI:	Traditional Instruction

CHAPTER 1

INTRODUCTION

Science is more than just knowledge. Science is a human enterprise involving mental operations, computational skills and strategies, courage, curiosity devised by individuals to discover the nature of universe. Science is important to all of us. The hope that we can truly progress to a higher understanding of ourselves, and our relationships with nature is raised by science. Science and technology changed and increased the life expectancy and material well being of people. These rapid changes in science have affected the teaching of science. Thus, naturally, each branch of science education such as physics education is also affected by these innovations.

Physics is the most basic of all sciences. It is not possible to explain the meaning and the content of physics with one simple sentence. It is at the root of every field of sciences and underlines all phenomena. It is not a set of facts and rules to be memorized. Instead, memorization is a fruitless way to try to learn physics (Bueche, 1988). Up until the date 1950s and 1960s, science in elementary and middle school consisted mostly of reading and memorization. In high school, as in college, the curriculum in physics was generally considered to consist of course syllabus, a

text, a collection of standard problems, and a set of prescribed laboratory experiments.

Over the past decade, physicists, psychologists and science educators have been conducting research that has yielded detailed information about how students learn physics. Some investigators have used physics as a context for examining cognitive processes and approaches to problem solving. For others, the primary emphasis has been on conceptual understanding in a particular area of physics such as mechanics, electricity, heat or optics. Regardless of the motivation behind the research, the results indicate that similar difficulties occur among students of different ages and ability, often in spite of formal study in physics. The persistence of these difficulties suggests that they are not easily overcome, and need to be addressed explicitly during instruction (McDermott, 1984).

Physics is a difficult course to construct meaningful learning. That is why; the achievement of students in physics is very low. There are some factors affecting students' achievement in physics. Some of them are related with students; like students' preconceptions, mathematics achievement, cognitive development level, attitudes towards physics, prior experience with the related fields, socio-economic level, age, and gender. Some of them are related to characteristics of physics teachers, the nature of physics content (Watson, 1967), and facilities, teaching methods, and social environment in physics classrooms and at home.

Among all of these effects, students' preconceptions play important role. Researchers have been doing research studies to diagnose students' misconceptions about physical concepts and rules. Clement (1982) and Eryılmaz (2002) studied in many different subjects in physics, especially in mechanics. And they met at the

same point of decision that, student's preconception about force and motion has a great influence on performance in introductory mechanics.

Another factor effecting students' achievement in physics is the teaching method used in physics classrooms. Physics education research of the past two decades strongly suggest that traditional methods of introductory physics instruction like passive student lectures, recipe labs and algorithmic problem exams, fail to convey much conceptual understanding of physics to the average student, and non-traditional methods are often more effective. According to Heuvelen (1991) to make an effective system of instruction, the output of an education must be attuned to the characteristics of student minds at all times. To provide better impedance match Heuvelen suggest that instruction must meet goals such as follows

- ◆ To understand basic physical quantities and concepts, students must learn to represent these quantities and concepts using qualitative representations and to use these representations to reason qualitatively about physical processes.
- ◆ To help students develop quantitative understanding and problem-solving expertise, their problem solutions should involve multiple representations of the process or event described in the problem. Students must receive explicit instruction and practice with individual skills needed to represent and solve these problems.
- ◆ Students are more likely to see the world in terms of physical concepts if they have an opportunity to form a knowledge hierarchy, and if they learn cues for accessing that knowledge from general ideas at the top to specific detailed applications at the bottom.

- ◆ Expository lectures have been very unsuccessful in helping students acquire conceptual and procedural knowledge. Instead, students should become active participants during lectures (and in other parts of the course) in constructing concepts, in confronting preconceptions that are misconceptions, in reasoning qualitatively about physical processes, and in learning to use concepts to solve problems.
- ◆ To become a permanent part of their knowledge, students need to use concepts and skills repeatedly in a variety of contexts over an extended time interval.

It is evident from the literature that researchers have been developed and studied the effectiveness of many methods in physics education. Hake (1998b) strongly suggest that classroom use of interactive engagement methods can increase mechanic course effectiveness in both conceptual understanding and problem solving well beyond that achieved with traditional methods. Most effective, contemporary, and popular methods are categorized and called as interactive engagement methods (Duch, 1996; Hake, 1998; Heller, Keith, & Anderson, 1992; Heller, 1992; Hestenes, 1987).

Interactive engagement (IE) methods are methods that promote conceptual understanding through IE of students in hands on (usually) and heads on (always) activities that yield immediate feedback through interaction with peers and/or instructors. (Hake, 1998a)

Some of the IE methods are Collaborative Peer Instruction (CPI); Microcomputer-Based Labs (MBL); Concept Test; Modeling; Active Learning Problem Sets (ALPS); Overview Case Studies (OCS); Physics Education Research Text or no Text; Socratic Dialogue Inducing Lab (SDI); Hand-Held Graphic

Calculators; Ranking Task Questions; Interactive Video; Physics by Inquiry; Classtalk; Minute Papers; Context-Rich Problems; Out-of-Lab Problems; Experiment Problems; MBL Lecture Demonstration; Interactive Simulations, Role Playing, and Anchoring Analogies.

Several features of the (IE) methods are as follows.

- i. Interdependence, Mutual Compatibility, and Electronic Availability: IE methods are usually interdependent. They are mutually compatible and can be melded together to enhance one another's strengths and modified to suit local conditions and preferences. Electronic availability has the added virtue of allowing continual and needed improvement of IE methods and materials,
- ii. Emphasis on Problem Solving: Most of the IE courses emphasize problem solving in addition to conceptual understanding. In most IE courses some of the problem solving requires critical thinking and mathematical skill as well as the understanding of concepts.

In this study we are going to use Peer Instruction with Concept Tests. We couldn't use most of the IE methods because we don't have enough equipment.

The general purpose of this study is to compare the effects of Peer Instruction (PI) enriched with Concept Test with Traditional Instruction (TI) on 10th grade students' achievements in physics.

1.1. The Main Problem and Sub-Problems

The main problem of this study is:

What is the effect of PI enriched with Concept Test on 10th grade students' achievement and attitude concerning Newton's laws in Yenimahalle district?

1.1.1. The Sub-Problems

The following sub-problems (SP) were investigated based on the main problem:

SP1: What is the effect of teaching methods (PI vs TI) on students' post attitude and post achievement scores in Newton's laws when the effects of students' gender, prior attitude and achievement are controlled?

SP2: What is the difference between PI students' and TI students' on the physics attitude test when the effects of students' gender, prior attitude and achievement are controlled.

SP3: What is the difference between PI students' and TI students' on the physics achievement test when the effects of students' gender, prior attitude and achievement are controlled?

1.2. Hypotheses

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

Null Hypothesis 1

$$H_{0[POPACT, POPAT]}: \mu_{PI} - \mu_{TI} = 0$$

There will be no significant main effect of PI on the population mean of the collective dependent variables of; physics attitude posttest scores and physics achievement posttest scores when the effects of students' gender, prior attitude and achievement are controlled.

Null Hypothesis 2

$$H_{0[\text{POPAT}]}: \mu_{\text{PI}} - \mu_{\text{TI}} = 0$$

No population means differences exist between PI students and TI students on the physics attitude test when the effects of students' gender, prior attitude and achievement are controlled.

Null Hypothesis 3

$$H_{0[\text{POPACT}]}: \mu_{\text{PI}} - \mu_{\text{TI}} = 0$$

No population means differences exist between PI students TI students on the physics achievement test when the effects of students' gender, prior attitude and achievement are controlled.

1.3. Definition of Important Terms

Interactive Engagement Methods: According to Hake (1998a) these methods are "designed at least in part to promote conceptual understanding through interactive engagement of students in heads-on (always) and hands-on (usually) activities which yield immediate feedback through discussion with peers and/or instructors".

Traditional Instruction (TI): Instructor makes little or no use of interactive engagement methods, relying on passive lectures, lab recipes, and algorithmic problem exams (Hake, 1998a).

Peer Instruction (PI): It is an instructional method aimed at exploiting student interaction during lectures and at focusing students' attention on underlying concepts.

Concept Test: It consists of conceptual problem(s) with related questions of increasing difficulty. It is given near the end of the class, probes student

understanding of concepts emphasized during the previous week and during the preceding lecture. Each student enters his/her individual and collaborative- group response onto an optical scanning sheet. If possible, the Concept test is discussed when student interest is at a peak, just after the scanning sheets have been collected (Hake 1998a).

1.4. Significance of the Study

The main purpose of this study is to investigate the effects of peer instruction on high school students' achievement and attitudes toward physics. This study compares the relative effectiveness of the TI with PI enriched with concept tests on students' achievement and attitudes toward physics in the topic of Newton's Laws of motion.

As known before, physics is important discipline to follow the technology. It is not easy to explain the subjects of physics with one simple sentence. It is not a set of facts and rules to be memorized. Instead, memorization is not a good way to learn physics. Physics is a difficult course to construct meaningful learning. Therefore, students' achievement in physics is very low. It is affected by a lot of factors. One of them is teaching method. It is evident from the literature that researchers have been developed and studied the effectiveness of many methods in physics.

Researches conducted abroad provide us with the knowledge of the effects of interactive engagement methods on students' achievement in physics. For example, Hake (1998b) stated that the classroom use of IE can increase mechanics-course effectiveness well beyond that obtained in traditional practice. However, no study investigating the effects of the PI on students' achievement and attitudes towards

physics has been found in Turkey so far. The results of this study may provide insights into the effect of the PI on students' achievement in mechanics and attitudes towards physics in Turkey. Moreover, results of this study may give some important cues to high school teachers in Turkish educational system about PI, then how to use PI in physics. It is also hoped that this study may be a guide to future studies about how to use PI in other science (mathematics, chemistry, and biology). It is also expected that physics courses may be more popular science than does it now in Turkey.

CHAPTER 2

LITERATURE REVIEW

Studies that have been done before are reviewed in this chapter. The main subjects are student centered and active instruction, cooperative learning, interactive engagement, peer instruction, misconception about force and motion, and tools measure misconceptions about mechanics.

2.1 Student Centered and Active Instruction

In recent decades, the related literature has described a wide variety of student-centered instructional methods and offered countless demonstrations that properly implemented student centered instruction leads to increased motivation to learn, greater retention of knowledge, deeper understanding and more positive attitudes towards the subject being taught (Bonwell & Eison, 1991 as cited in Van Dijk, Van Den Berg, & Van Keulen, 2001).

It has been established that, when it comes to teaching science, the more traditional methods of text book and lecture instruction are not the most effective (Dykstra, Boyle & Monarch, 1992).

Conventional instruction, which is frequently seen in science classrooms, can be described as transmission of knowledge from teacher to students. Recently, there is a shift from the conventional instruction to student- centered instruction, which provides students to become actively engaged in the learning process.

An instructional design is valuable in science if the design promotes the construction or reconstruction of knowledge by the student. Science instruction should strive to involve students as active participants in constructing their own theoretical frameworks. Active instruction is resource based and moves students to the center of the things. On the other hand, conventional instruction focused the attention of students on the lecture. The teacher's primary function is lecturing, designing assignments and testing and grading. Students are directly given an instruction. Therefore, they lose the opportunity to be active.

Biggs (1996) stated that psychological research has shown that learning of subject matter requires that students are actively involved with the material, instead of just listening and consuming the information provided by the teacher. Bonwell and Eison (1991) defined that active learning as "anything that involves students in doing things and thinking about the things they are doing"(p.2)

2.2 Cooperative Learning

The term "cooperative learning" is the subset of active learning in which learning takes place in a group of students while the group members are studying on a common task together. Artz and Newman (1990) defined cooperative learning as "small groups of learners working together as a team to solve a problem, complete a task, or accomplish a common goal".

The effects of cooperative learning activities have been positive for increased academic achievement. In considering the effects of cooperative learning on academic achievement, researchers have repeatedly examined cooperative versus individualistic learning experiences. Results indicated that cooperative learning experiences promote higher achievement and greater retention than do individualistic learning experiences for all students (Stevens & Slavin, 1995). Moreover, Duch (1996) indicated that active group learning and connections to real-world applications help students learn physics and apply that knowledge appropriately. Cooperative learning involve peer learning in which there is interdependence of group members in working toward a common goal. Not all the group learning is cooperative learning.

In literature, there are studies concerning about cooperative learning. A primary motivation for putting students into groups is the opportunity for students to help each other learn. Students can learn from other students by giving and receiving help; by recognizing contradictions between their own and other students' perspective, seeking new knowledge to resolve those contradictions, and contracting new understandings from them; and by internalizing problem-solving processes and strategies that other students use or that are created jointly with others (Bearison, Magzamen, & Filarda 1986; Bossert, 1988-1989; Brown & Palincar, 1989).

An extensive search is a recent one, which investigated eight cooperative learning methods in 164 studies. The study yielded 194 independent effect sizes representing academic achievement. And results showed that benefits and cooperative learning activities hold for students at all age level, for all subject areas and for a wide range of task such as those involving retention and memory skills.

And eight cooperative learning methods had a significant positive effect on students' achievement (Johnson, Johnson, & Stanne, 2000).

2.3 Interactive Engagement

In order to try to gauge the effectiveness of various current introductory mechanics course educational methods, Hake (1998a) initiated a survey of pre/post test data using the Halloun-Hestenes Mechanics Diagnostic Test or Force Concept Inventory is reported for 62 introducing physics courses enrolling a total number of students $N=6542$. A consistent analysis over diverse student populations is obtained. Fourteen traditional courses ($N= 2084$) which made little or no use of interactive engagement methods achieved an average $\langle g \rangle_{T\text{-ave}} = 0.23 \pm 0.04$ (std.dev). On the other hand, forty- eight courses ($N=4458$) which made substantial use of IE methods achieved on average gain $\langle g \rangle_{IE\text{-ave}} = 0.48 \pm 0.14$ (std.dev) almost two standard deviations of $\langle g \rangle_{IE\text{-ave}}$ above that of traditional courses. Result for 30 courses ($N= 3259$) on the problem solving Mechanic Baseline Test imply that IE strategies enhance problem-solving ability. The conceptual and problem-solving test results showed that the classroom use of IE methods can increase mechanics course effectiveness well beyond that obtained in traditional practice. For the 6542 students' survey, the first widely used IE method is collaborative peer instruction enrolling a total number of students 4458 in the 48 interactive classes. The second most popular IE method is Microcomputer Based Labs (MBL) used by 35 courses with 22704 students. Third one is concept test used by 20 courses with 2479 students. 19 courses and 885 students used modeling method. Active Learning Problem Sets (ALPS) on Overview Case Studies (OCS) is used by 17 courses and 1101 students. Socratic

Dialogue Inducing (SDI) Labs are used by 9 courses and 1705 students. These ranking are by popularity within the survey and not by the effectiveness of the methods relative to the another.

Van Dijk, Van Den Berg, and Van Keulen (2001) studied about interactive lectures (peer instruction) in engineering education. Results showed that students who were activated in lectures were very positive about activating instruction. They liked activation, they found it very useful and thought would contribute to their learning. These positive evaluation results might imply a positive effect of activation on student learning. If the students enjoy activation lectures, they may be more inclined to be involved in the subject matter, not only during lectures but also at home. This result consisted with the research findings of Liebman (1996) and Mazur (1997) published examples of uses of interactive teaching methods and reported their success, including examples from the teaching of engineering subjects.

Thornton and Sokoloff (1998) designed Force and Motion Conceptual Evaluation (FMCE) to probe student's conceptual understanding of Newtonian Mechanics. FMCE was administered the more than 1000 students in the noncalculus and calculus-based general physics lecture courses and in the introductory physics laboratory at the University of Oregon and Tufts University. Results demonstrated that students are little affected by the traditional approach. That's why they have developed two active learning micro-computer-based laboratory (MBL) curricula and Interactive Lecture Demonstration (ILD) to encourage active learning in large lecture classes.

2.4 Peer Instruction (PI)

Mazur (1997) explained PI is an instructional method in which students study as groups of two or three rather than alone. Instead of presenting the level of detailed covered in the text book or lecture notes, it consists of a number of brief presentations on key points. Each followed by related conceptual questions, called Concept Test, which probes students' understanding of the ideas just presented. The students are first given time to think about the situation their own. Students formulate their individual answers, and report their answers to the teacher. Then they are asked to discuss their answers with their team. During this step, a student reflects on her/his ideas, discuss and compare them with their team. When the team has reached an agreed answer they report it to the teacher via flash card. At the end teacher explains the answer and moves on to the next topic. Those processes encourage students think actively and modify views and resulted in a high level of participation.

There is a wealth of evidence that peer learning and teaching is extremely effective for a wide range of goals, content, and students of different levels and personalities (Johnson & Johnson, 1991; Johnson, Maruyama, Johnson, Nelson, & Skon, 1981). A similar study by Annis (1983) also indicated that teaching resulted in better learning than being taught. These results fit well with contemporary theories of learning and memory. Preparing to teach and teaching involve active thought about the material, analysis and selection of main ideas, and processing the concepts into one's own thoughts and words. Boller (1999) defined Peer instruction as it consists of short presentations on key points followed by a Concept Test, which students formulate answer for and discuss with each other.

Mazur (1997) stated numerous advantages of PI. (1) Discussions to convince your neighbors break the unavoidable monotony of passive lecturing; (2) The students do not merely assimilate the material presented to them; (3) Students think for themselves and put their thought into words.

Crouch and Mazur (2001) reported data from ten years of teaching with PI in the calculus and algebra-based introductory physics courses for non-majors. Their results indicated that students' mastery of both conceptual reasoning and quantitative problem solving increased by implementing PI. They also found that 155 students taught with PI in spring 2000 showed better performance than 178 students taught traditionally, averaging 7.4 out of 10 compared to 5.5 out of 10.

Mazur (1997) have used Force Concept Inventory (FCI) and Mechanics Baseline Test (MBT) to assess his students' learning. The results showed the dramatic gain in student performance obtained on the FCI when he first used PI in 1991. This gain was reproduced in subsequent years. In the posttest, the scores strongly shift toward full marks and that only 4 % of the students remain below the cut off point for the understanding of Newtonian Mechanics. In conventional instruction, the gain was only half as large.

2.5 Misconceptions about Force and Motion

Misconceptions defined as the ideas that students have about natural phenomena that are inconsistent with scientific conceptions and generation of them is a natural and probably unavoidable part of the learning process (Westbrook & Marek, 1991). Recently, Mak, Yip and Chung (1999) reported that misconceptions originate from (1) informal ideas formed from everyday experiences of students, (2)

incomplete or erroneous views developed by students during classroom instruction, and (3) inadequate subject matter knowledge of teacher.

Researchers have been doing research studies to diagnose students' misconceptions about physical concepts and rules. Clement (1982), and Halloun and Hestenes (1985b) pointed out that student over a wide range of age and educational background have misconceptions about many concepts in mechanics. Moreover, Hestenes, Wells, and Swackhamer (1992) designed a 29 item test (FCI) to probe students' belief about Newtonian mechanics. They found that students' initial quantitative common-sense beliefs had a large effect on their performance in physics but conventional instruction produced comparatively small change in those beliefs. And the basic knowledge gain under conventional instruction was independent of the professor or the teacher. These outcomes were consistent with earlier findings of many researchers in physics education.

Hestenes et al. (1992) categorized the misconception about force and motion according to FCI as follows:

- i. Impetus View: Impetus is conceived to be an inanimate motive power or intrinsic force that keeps moving. Of course, students never use the word impetus; they might use any of a number of terms, but force is perhaps the most common. This contradicts with Newton's law (Viennot, 1979; Caramazza, McCloskey, & Green, 1981; McCloskey & Kohl, 1983; McCloskey, 1983; Gunstone, 1987).
- ii. Active Force: Active force corresponds most closely to Newton's Second Law. Some students believe active agents are casual agents which have the power to cause motion to create impetus and transfer it to other objects forces (Halloun & Hestenes,

1985b; Hestenes, Wells, & Swackhamer, 1992; Sequeira & Leite, 1991; Sadanand & Kess, 1990).

iii. Action/Reaction Pairs: Students often interpret the term interaction by a conflict metaphor. They see an interaction as a struggle between opposing forces. It follows from the metaphor that victory belongs to the stronger. Here the stronger can mean bigger or greater mass, or more active agent (Brown, 1989; Maloney, 1984; Sequeira & Leite, 1991; Sadanand & Kess, 1990).

iv. Concatenation of Influences: Students often apply the dominance principle to the composition of two forces acting on the same object, with one force winning out over the other. Indeed they often confuse action reaction pairs with the super position of appositively directed forces on a single object.

v. Other Influence on Motion: Besides active forces, there are other influences like centrifugal force, gravity, resistance and obstacles on motion. Some physics teachers think that centrifugal force is a distinct kind of force. Obstacles like chairs and walls do not exert forces, "they just get in the way". Mass is regarded as a kind of resistance, because it "resists" the efforts of an active agent.

2.6 Tools Measure Students' Misconceptions about Force and Motion

Researchers designed some instruments to assess the basic knowledge state of students taking a first course in physics. First of all, Mechanics Diagnostics test (MDT) was designed by Halloun and Hestenes (1985a). It was used several different purposes. It was used: as a placement exam; for evaluating effectiveness of instruction; and as a diagnostic test.

The test questions were initially selected to assess the student's qualitative conceptions of motion and its causes and to identify common misconceptions. Various versions of the test were administered over a period of three years to more than 1000 students in college level, introductory physics courses. Early versions required written answers. Answers reflecting the most common misconceptions were selected as alternatives in the final version. It consists of 36 multiple-choice items.

Statistically it is quite a good measure because of its reliability and predictive validity. Validity of the test was established in four different ways. The reliability of the test was established by a statistical analysis of test results. The values obtained for the Kuder-Richardson (KR) reliability coefficient were 0.86 for pretest use, and 0.89 for posttest use. These high values are indicative of highly reliable test. Then the Force Concept Inventory (FCI) was designed to assess student understanding of the most basic concepts in Newtonian mechanics by Hestenes et al. (1992). The FCI has a predecessor of MDT. About 60% of the FCI is the same as the MDT, and the results from both tests are perfectly consistent and mutually supportive. Analysis of MDT results led to the improvements in the FCI. Like MDT, the FCI was used for several different purposes, but the most important one is to evaluate the effectiveness of instruction. The first version of the FCI consists of 29 multiple-choice tests items. It was revised by Halloun, Hake, and Mosca (1995). The second version of the FCI consists of 30 items. The items 15 and 19 in the original version have been removed while the item 5, 18 and 26 have been added in 1995 version. First version of FCI has been given to more than 1500 high-school students and more than 500 university students.

Halloun and Hestenes regard the FCI as an improved version of the MDT rather than a completely new test. That's why; they didn't do the same formal procedure for test validity and reliability of the FCI. They took considerable care to establish the validity and reliability of the MDT.

The next one is Mechanic Baseline test (MBT). The MBT was designed by Hestenes and Wells (1992). It consists of 26 multiple-choice items. Items on the inventory were designed to be meaningful to students without formal training in mechanics and to elicit their preconceptions about the subject. In contrast, the Baseline emphasizes concepts that cannot be grasped without formal knowledge about mechanics. Its main intent is to measure quantitative aspect of student understanding. The FCI and MBT are complementary probes for understanding of the most basic Newton concepts. Together they give a fairly complete profile of this understanding.

Final one is the Force and Motion Conceptual Evaluation (FMCE). It was designed by Thornton, and Sokoloff (1998) to probe conceptual understanding of Newtonian mechanics. It consists of 43 research-based multiple-choice items. Researchers had the opportunity to do controlled testing at the University of Oregon, in the noncalculus and calculus-based general physics lecture courses and in the introductory physics laboratory and at Tufts University in both the noncalculus and calculus-based courses with laboratories.

2.7 Summary of Findings of the Reviewed Studies

One can summarize the results of these studies as follows:

1. Student's come to the physics classes with common sense beliefs. They are not blank-minded. But those beliefs affect students' achievement (Halloun & Hestenes, 1985a).
2. Traditional instruction causes a small change in common-sense beliefs (Halloun & Hestenes, 1985a).
3. IE methods increase mechanic course effectiveness better than traditional methods (Hake, 1998b).
4. The effect of cooperative learning activities involve peer learning have been positive for measured academic achievement (Steven & Slavin, 1995).
5. Students, who are actively involving subject matter, learn more than students taught traditionally (Biggs, 1996).
6. Peer instruction is extremely effective for a wide range of goals, content and students of different levels and personalities (Johnson & Johnson, 1991; Maruyama, Johnson, Nelson, & Skan, 1981).
7. Students' achievements taught with peer instruction show better improvement than those taught with traditional instruction (Crouch & Mazur, 2001).

These findings propose that there is a need for research to achieve some goals. These are: 1) to develop and validate measurement tools to identify students' achievement and attitudes toward physics, 2) to develop teaching/ learning materials, 3) to develop treatment by using the suggestions of previous studies, 4) to test the effects of Peer Instruction on students' achievement and attitudes towards physics

while controlling threats to internal validity. This study basically aims to achieve these goals.

CHAPTER 3

METHODOLOGY

In the previous chapters, problems and hypotheses of the study were presented, related literature was reviewed accordingly and the essence of the study was justified. In this chapter, population and sampling, description of variables, development of measuring tools, teaching/learning materials, procedure, example application of Peer Instruction, methods used to analyze data, and assumptions and limitations are explained briefly.

3.1. Population and Sample

All 10th grade students in public high schools in Ankara were identified as the target population of this study. However it is appropriate to define an accessible population since it is not easy to handle this target population. The accessible population was determined as all 10th grade students in public high schools at Yenimahalle district. This is the population for which the results of this study will be generalized. There are 12 high schools in Yenimahalle district. Three schools were selected from these schools. Thus, the ratio of selected schools to total schools was

0.25 (3/12). The population being sampled in this study was 1675. Of this population, 56.7% were males and 43.3% were females.

Sample of the study was three schools and two classes from each school drawn from the population as a sample of convenience. There were 192 10th grade students in this study. This constitutes 11.5% of the students in the population.

Table 3.1 presents number of selected schools and number of students from each of the school according to the PI and TI. Number of students across the schools was approximately the same and number of students in the TI and PI was approximately the same.

Table 3.1 Numbers of Selected Schools and Number of Students from Each School in the PI and TI.

	School 1	School 2	School 3	ALL
TI	43	29	28	100
PI	25	29	38	92
ALL	68	58	66	192

Table 3.2 presents numbers and percentages of male and female students participated in this study. Of the sample 56.7% were male and 43.23% were female students. As seen in Table 3.2 numbers of male students are greater than female students.

Table 3.2 Numbers and Percentages of Male and Female Students.

	Males	Females	Total
TI	64 (33.30%)	36(18.75%)	100
PI	45(23.40%)	47(24.47%)	92
ALL	109(56.70)	83(43.23%)	192

3.2. Variables

There are six variables in this study, which were categorized as dependent variable (DV) and independent variable (IV). There are two dependent variables and four independent variables. Independent variables are divided in two groups as covariates and group membership. Table 3.3 indicates all the variables.

Table 3.3 Identification of Variables

NAME	TYPE	NATURE	DATA
POPAT	DV	Continuous	Interval
POPACT	DV	Continuous	Interval
PREPAT	IV	Continuous	Interval
PREPACT	IV	Continuous	Interval
Gender	IV	Categorical	Nominal
Method of Teaching	IV	Categorical	Nominal

POPAT: Students' post-test scores on physics attitude test.

POPACT: Students' post-test scores on physics achievement test.

PREPAT: Students' pre-test scores on Physics attitude test.

PREPACT: Students' pre-test scores on Physics achievement test.

There are two DVs in the study. These are students' post-test scores on Physics Attitude Test (POPAT) and students' post-test scores on Physics Achievement Test (POPACT). These are both continuous and interval variables.

There are four IVs that are categorized in two groups: covariate and group membership. Covariate variables are students' pre-test scores on Physics Attitude Test (PREPAT), students' pre-test scores on Physics Achievement Test (PREPACT) and students' gender. Group membership variable is method of teaching. It has two levels: PI and TI. Gender and method of teaching are in nominal scale of measurement and the others are in interval scale of measurement.

3.3. Measuring Tools

There were two measuring tools in the study: Physics Attitude Test (PAT), Physics Achievement Test (PACT), and Observation Checklist (OC).

3.3.1. Physics Attitude Test (PAT)

The PAT was adapted from a master thesis (Taşlıdere, 2002). It assesses 10th grade students' attitudes toward Newton's laws of motion. It is content-related attitude test. The content of Newton's laws of motion covers: Newton's first law, Newton's second law, and Newton's third law. The questions designed to be rated on a 5-point Likert type response format (absolutely disagree, disagree, neutral, agree, absolutely agree) and there are 24 items (See Appendix A). Five dimensions have been adapted from the PAT. These dimensions are enjoyment, importance, achievement motivation, interest related behaviors and self-efficacy. Except achievement motivation there are five items for each dimension and four items for

achievement motivation. Enjoyment is student's personal interests toward the content and items measuring enjoyment are; 1, 2, 17, 18 and 19. Importance deals with the importance of the content, and it is measured with the items 3, 4, 5, 13, 14.

Achievement motivation is a combination of psychological forces, which initiate, direct, and sustain behavior toward successful attainment of some goal, which provides a sense of significance. Items measuring achievement motivation are; 6, 7, 8, and 12. Interest related behaviors respond to the question to what degree that the students like to do out of the class activities related to the content. It is measured with the items 15, 16, 21, 22 and 24. Self-efficacy is the belief in one's capabilities to organize and execute the sources of action required to manage prospective situations. Items measuring self-efficacy are; 9, 10, 11, 20, and 2

To establish the face and content validity, Erdal Taşlıdere collected evidence. The PAT was checked by one instructor, three research assistants and two physics teachers according to the content and format of the instrument.

For reliability analysis, the data were collected by Taşlıdere. PAT was administered to 160 ninth grade students from the private high school as a pilot study. The internal reliability coefficient of the PAT was calculated as 0.94 by using cronbach alpha coefficient. But in this study, reliability coefficient was calculated as 0.93.

3.3.2. Physics Achievement Test (PACT)

The PACT was developed to assess students' understanding of Newton's Laws. The first published test about mechanics was Mechanics Diagnostic Test (MDT) (Halloun & Hestenes, 1985a). Although Halloun and Hestenes suggested the

test to be used for i) diagnostic, ii) placement, and iii) instruction evaluation purposes, Hestenes, Wells and Swackhamer (1992) radically revised the MDT and formed the Force Concept Inventory (FCI). The Mechanic Baseline Test (MBT) was also developed by Hestenes and Wells (1992) at the same time. Although the FCI mostly covers Newton's first and third laws, the MBT covers mostly Newton's second law. The multiple choice (MC) distracters in the MBT are not commonsense alternatives as they are in the FCI, though they include typical student errors that are more often due to different understanding than to carelessness. There are no problems that can be solved by a single "plug in" of numbers into a formula in the tests. Thus, the FCI and MBT are complementary probes for understanding of the most basic Newtonian concepts. The authors suggested that the two tests together give a fairly complete profile of this understanding.

The FCI in 1992 contains 29 MC questions. Halloun et al. (1995) discarded two questions from the old version and included 3 more questions in the new version. Thus, the new version of the FCI contains 30 MC questions.

Hestenes and Wells (1992) suggested using the FCI and MBT together to assess the effect of an instruction. Therefore, we decided to use the MBT and the new version of the FCI together in the study. According to the objectives and the misconceptions related to Newton's Laws, the questions from the MBT and the new version of the FCI were chosen. Table 3.4 shows the selected 28 MC questions, their answers, and their corresponding questions in the FCI-92, FCI-95, and MBT. 23 questions from the FCI-95 and 5 questions from the MBT were taken in the PACT (See Appendix B).

Table 3.4 Questions Taken from FCI and MBT and their Answers.

Question	FCI-92 / 29	FCI-95 / 30	MBT / 26	Right answers
1	1	1		C
2	3	2		A
3	2	4		E
4	4	7		B
5	6	8		B
6	7	9		E
7	8	10		A
8	9	11		D
9	16	12		B
10	5	13		D
11	13	15		A
12	14	16		A
13	18	17		B
14	-	18		B
15	24	21		E
16	25	22		B
17	26	23		B
18	27	24		A
19	28	25		C
20	-	26		E
21	11	28		E
22	12	29		B
23	22	30		C or A
24			3	E
25			13	B
26			14	B
27			17	D
28			19	C

The selected 28 questions were translated from English to Turkish by the researcher. Derya (2003) and Öğretme (2003) translated the FCI-95 to Turkish. The researcher used these translations and compared them and chose the appropriate one at her convenience. Translation were checked and corrected by an instructor from the department of secondary science and mathematics education according to clarity, originality to the English version, and understandability. The instructor also verified the existence of the correct alternative for each item. A Turkish teacher, who has been teaching Turkish for 25 years, also checked the PACT according to Turkish

grammar and understandability. Some minor revisions were made. While calculating the PACT scores, 1 point was given for each correct answer.

The internal reliability coefficient of the PACT was calculated as 0.60 by using cronbach alpha coefficient. It is not high because most of the questions were taken from FCI. And FCI is a diagnostic test.

In this study, the PACT was not used to assess students' misconceptions about force and motion. However, it had 23 items from the FCI-95. The misconceptions could be assessed by these 23 items and their corresponding alternatives are presented in Table 3.5.

Table 3.5 Misconceptions Probed by 23 Items in the PACT and their Corresponding Item Numbers and Alternatives

Misconceptions	Question and alternatives
Impetus supplied by "hit"	8B,C; 23B,D,E
Loss/recovery of original impetus	4D; 5C,E;15A; 17A,D,E
Impetus dissipation	10A,B,C; 7C; 9C,E; 18C,E
Gradual/delayed impetus build-up	5D; 7B,D; 15D
Circular impetus	4A,D
Only active agents exert forces	21B; 11D; 12D; 13E; 23A
Motion implies active force	14C,D,E
No motion implies no force	22E
Velocity proportional to applied force	16A; 20A
Active force wears out	16C,E
Greater mass implies greater force	3A,D; 21D; 11B; 12B
Most active agent produces greatest force	11C; 21D; 12C
Largest force determines motion	13A,D
Force compromise determines motion	4C; 9A; 15C
Last force to act determines motion	5A; 6B; 15B; 17C

Table 3.5 (continued)

Obstacles exert no force	3C; 8A,B; 22A; 11E; 12E
Motion when force overcomes resistance	19B,D
Heavier objects fall faster	1A; 2B,D
Gravity acts after impetus wears down	10B; 9E

3.3.3 Observation Checklist

During the treatment both the control and experimental groups were observed. That is why; observation checklist was developed by the researcher to assess whether teachers follow the PI or TI guidelines and to verify treatment verification. In the development process, the documents about PI (Mazur, 1997) and lessons plan (See Appendix C) were used. It was prepared on 4 point Likert-type. All properties of PI were included in this checklist.

This instrument enabled the observer to give an overall judgement on various aspects of the courses. Students were also observed for their involvement in the class via the same checklist. The observer in the present study was the researcher herself. She attended the regular lessons of the both experimental and control group classes during the study and filled the observation checklist for both groups. Observation checklist is given in Appendix D.

3.4 Teaching/ Learning Materials

Various materials were used in this study; objective list, concept tests, and lesson plans for teachers, preclass reading assignment tests, and acetates.

3.4.1 Objective List

In order to implement the Newton's laws of motion, an objective list was prepared according to Bloom's Taxonomy. Total number of objectives was 24 (see Appendix E). Three objectives were related to force, mass, and acceleration concepts. The other twenty-one objectives were about Newton's laws of motion. 29% and 25% of objectives were at knowledge and comprehension levels, respectively. 17% of objectives were at application and synthesis levels. About 8% of objectives were at analysis level. At last 1% of objectives were at evaluation level. Students who succeed these objectives understand Newton's laws of motion thoroughly.

3.4.2 Concept Tests

Concept test is short conceptual questions on the subject being discussed. The concept tests used in this study were prepared to assess students' understanding about Newton's laws of motion.

Each Concept Test has the following general format:

- | | |
|---------------------------------------|-------------|
| 1. Question posed | 1 minute |
| 2. Students given time to think | 1 minute |
| 3. Students record individual answers | |
| 4. Students convince their neighbors | 1-2 minutes |
| 5. Students record revised answers | |

If most students choose the correct answer to the Concept Test, teacher spends only a few minutes explaining the correct answer before going on to the next topic. If the percentage of correct answer is too low after discussion, lecture is

given in more detail on the same subject and is reassessed with another Concept Test.

In this study, some of conceptual questions were taken from concept questions that are developed by Mazur (1997) and translated into Turkish. The others were developed by the researcher by the help of the related literature.

Concept tests cover the Newton's laws of motion taught in the 10th grade curriculum that is same in all schools due to the settings of Ministry Education. For each Newton's law, one concept test was prepared. First concept test about Newton's 1st law of motion includes four items. Second one about Newton's 2nd law of motion consists of six items. And the last one about Newton's 3rd law of motion is composed of two items. Concept tests were given in the copies of the acetates (see Appendix G) and in the lesson plans (see Appendix C).

3.4.3 Lesson Plans

Lesson plans were prepared for teachers to teach Newton's laws of motion by the PI enriched with concept tests and demonstrations. While preparing lesson plans, specific objectives of the Newton's Laws were written (see Appendix E). Then misconceptions related to the subject were determined. Next, teaching methods to dispel students' misconceptions were decided. Table 3.6 shows objectives, misconceptions and teaching method. Finally, lesson plans were written to integrate these three by using Table 3.6. Also two students' views, three experienced physics teachers' views, and a physics teacher educator's view were taken about lesson plans and the required revisions were carried out.

For each Newton's law, one lesson plan was prepared. Then, physics teachers checked the lesson plans. Lesson plans consisted of a number of brief explanations on key points, concept test and demonstrations. Lesson plans were given in Appendix C.

Table 3.6 Objective Number, Misconceptions Related to the Subject, and Teaching Methods Used.

Subject	Objective	Misconception	Method
Force	1		
Mass	2		
Acceleration	3		
Newton's first law (Law of inertia)	4, 5, 14, (15), 18	Ideal vs Real System Impetus View Motion Implies Force	Peer Instruction with Concept test and Demonstration
Newton's second Law	6, 8, 9, 10, 11, 12, (15), 16, 19, 24	Force is proportional to velocity rather than acceleration	Peer Instruction with Concept test and Demonstration
Newton's third Law	7, 13, (15), 17, 20, 21, 22, 23	Action-Reaction Pairs	Peer Instruction with Concept test Demonstration

3.4.4 Preclass Reading Assignment Tests

The purpose of the preclass reading assignment is to get students to do part of the work ahead of the lecture. To make sure students carry out their reading assignments, three pre-class reading assignment tests about Newton's laws of motion were prepared by the researcher. Each test consists of 3 multiple-choice questions.

In this study students were asked to read subject from their textbooks. Reading assignment test were given to the students before class. And they were

supposed to do it at home. When they came to the class before teacher began lecturing, tests were collected. Preclass reading assignment tests about Newton's Laws of Motion were given in Appendix F.

3.4.5 Acetates

For the implementation of Newton's laws of motion 14 pages of acetates were prepared. All of them contain figures included within the lesson plans and Concept tests. The reason of preparing acetates is that, they are effective while making analogies and effective for time saving. The copies of acetates given to the teachers were given in Appendix G.

3.5 Procedure

At the beginning, a detailed literature search was carried by the researcher. First, the key terms were determined (See Appendix H). By the help of these keywords, Dissertation Abstracts International (DAI) and Educational Researches Information center (ERIC) were systematically searched. Social Science Citation Index (SSCI) was searched in METU library by computers. The MS and PhD theses made in Turkey were searched from YÖK. All these tasks took about 4 months. Photocopies of obtainable document were taken from the METU library, library of Bilkent University and TUBITAK by May 2002. Moreover, some of the documents that couldn't be reached were ordered from abroad. All of the papers were read, and results of the studies were compared with each other.

Two measuring tools were used in this study (PAT and PACT). One was used to assess students' achievement about Newton's laws of motion and the other was

used to assess students' attitudes toward Newton's laws of motion. The PAT was adapted from Taşlıdere's Thesis. The PACT was developed by the help of the findings from the literature. Preparation of the tools took 6 months.

Detailed lesson plans were developed to teach Newton's laws of motion to the students by using the PI method. Students' views, experienced physics teachers' views, and physics teacher educators' views were taken about lesson plans and the required revisions were carried out.

All-10th grade students in the public high schools at Yenimahalle district were the population of the study. Three public high schools were drawn from the population as a sample of convenience. One teacher from each school and two classes for each teacher have participated to this study. Necessary permission (See Appendix I) has been granted for administration of the tests and application of treatment to two classes of the selected three public high schools.

After choosing the sample, to train the teachers about how to apply PI, teacher guide (See Appendix J) was prepared by the researcher. Teachers were asked to follow the guide step by step. Also detailed lesson plans about each law were given to teachers. Teachers and the researcher looked over the lesson plans together. The researcher explained the PI to the teacher in detail. The process took about 3 hours. Moreover, before each class, teachers and the researcher came together to talk about if there are any problems or not. Each teacher had one experimental and one control group. The classes for each teacher were randomly assigned as a control group or as an experimental group as a whole. Measuring tools were administered as a pre-test. Then treatment (PI) was applied during the last three weeks of December 2002-2003 semester. Tests were administered again as a post-test to all groups by the

teachers and the researcher. No problems were encountered during the administration of the test and application of the treatment.

3.6 Example Application of Peer Instruction

Before class, reading assignment about Newton's first law from students' textbook is given. To make sure students carry out their reading assignment, reading assignment test is given to the students at least a day before class. When they come to the class, after collecting the test, the teacher begins lecturing.

Each one-hour of lecturing consists of key points. First key point about Newton's first law according to lesson plan (See Appendix C) is explained 7-10 minutes. During 7-10 minutes lecturing, the teacher makes demonstration and gives examples from daily life. After lecturing, answer sheets for concept test (See Appendix K) are given. First conceptual question (See Appendix C) is shown on overhead projector by the teacher. The teacher reads the question to the students, making sure there are no misunderstandings about it. Next, students are allowed 1-2 minutes to select an answer. The teacher wants each student to answer individually. Students are not allowed to talk to one another; the teacher makes sure it is dead-silent in the classroom. After about a minute, the teacher asks the students first to record their answer on the answer sheet, which is given before. To see roughly correct answer ratio, students report their answer to the teacher via flash cards (See Appendix L). If this ratio is greater than 90%, the teacher explains correct answer only a few minutes and goes on to the next key point. If this ratio is less than 90%, 2-3 minutes are given to students to discuss their answer with their group. During discussion, teacher participates with a few groups of students in the animated

discussion that follow. Doing so allows the teacher to assess the mistakes being made and to how students who have the right answer explain their reasoning.

At the end of the discussion, students are asked to record their revised answer on the answer sheet. To check the distribution of answers, students are asked to show their answers via flash card. If the percentage of correct answer is less than 90%, the teacher lectures in more detail on the same subject, and reassess with second conceptual question about Newton's first law. The same procedure is followed by the teacher. If the percentage of correct answer is greater than 90%, the teacher moves on the next key point about Newton's first law.

At the end of the lecturing, answer sheets are collected. And students are asked to read Newton's second law from their textbook as an assignment. Also preclass reading assignment test about Newton's second law is given.

3.7 Research Type and Design

A quasi-experimental design (Non-equivalent control group design) was used in this study. Because it was not possible to randomly assign subjects to both experimental and control groups. The students in the control group were instructed by the TI while experimental group by the PI methods. After three weeks of treatment period, the PAT and PACT were administered as a post-test to all groups.

3.8 Analysis of Data

All data were entered to the computer. The variables were formed and given in raw data form in Appendix M. The statistical analyses were done by using SPSS.

The data obtained in the study were analyzed in two parts. In the first part, descriptive statistics and in the second part, inferential statistics were used.

3.8.1 Descriptive Statistics

The mean, standard deviation, skewness and kurtosis of the variables were calculated for each control group and experimental group.

3.8.2 Inferential Statistics

In order to test the hypotheses, statistical technique named MANCOVA was used since it can both equate groups on one or more independent variables and control the experiment wise Type 1 error. According to literature review there are many confounding variables, which may affect the results of this study. These are students' pre-test scores on Physics' Attitude Test, students' pre-test scores on Physics Achievement Test and students' gender. Table 3.7 shows all variables and the variable set entry order that were used in the statistical analyses.

Table 3.7 MANCOVA Variable Set Composition and statistical Model Entry order

Variable set	Entry order	Variable name
1	1 ^{student}	X ₁ =PREPAT
(Covariates)		X ₂ =PREPACT
		X ₃ =Gender
2	2 nd	X ₄ =PI vs TI
(Group membership)		

Table 3.7 (continued)

1x2	3 rd	$X_5 = X_1 * X_4$
(Covariates*group		$X_6 = X_2 * X_4$
interactions)		$X_7 = X_3 * X_4$

There are three hypotheses in the study. First hypothesis was analyzed by MANCOVA and second and third ones were analyzed by ANCOVA.

For inferential statistical analyses, α , effect size, and power were set to .05, 0.10 (medium), and .80, respectively. Number of independent variables for each dependent variable was four. Therefore as a total of independent variables for this study used to calculate to required number of students was eight. A total sample size of 200 students was calculated by using Cohen's power table for a medium effect size, .05 α -level, .80 power and 8 independent variables.

3.9 Assumptions and Limitations

1. The application of treatment and the administration of the PAT and PACT were under standard conditions.
2. All subjects of this study responded sincerely to the items on the PAT, and PACT.
3. Students from experimental group and control group did not interact and shared questions of the PACT and PAT before or during the administration of the tests.

CHAPTER 4

RESULTS

The results are divided into five sections. The first section presents the descriptive statistics associated with the data collected from the administration of the physics achievement and physics attitude pre-and post-tests. The second section of this chapter presents the inferential statistical data yielded from testing the three null hypotheses outlined in Chapter 1. The third section explains the results of classroom observations. The fourth section presents the results of the preclass assignments. Finally, the last section summarizes the findings of the study.

4.1 Descriptive Statistics

Descriptive statistics related to scores which were measured by the PACT and PAT, were categorized according to the teaching methods and presented in Table 4.1. Students' achievement scores could range from 0 to 28 in which higher scores mean greater achievement and students' attitude scores could range from 24 to 120 in which higher scores mean greater attitude toward physics.

As shown in Table 4.1, the TI groups and PI groups showed mean increase ranging from 0.01 to 1.94 in their level of achievement from the pretest to the posttest. Overall, the variability in scores (as measured by standard deviation) remained relatively stable from the pretest to the posttest.

As it is seen in Table 4.1, the PI students had lower achievement scores on pretest than the TI students. Mean achievement score of the PI students (24.2 out of 100) on the posttest was greater than that of the TI students (21.3 out of 100). The average percentages of selected alternatives in the posttest for the control and experimental groups are given in Appendix N. Average percentage of correct response of the experimental group were usually greater than that of the control group for each item.

Table 4.1 also indicated the pre-and post-test attitude scores of all students who participated in the study according to the TI and PI. Although the TI groups showed mean increase of about 2.34 points in their physics attitude scores from the pretest to the posttest, the PI groups' scores showed mean decrease of about 0.57 points from pretest to posttest scores.

Table 4.1 Descriptive Statistics for the PACT and PAT Scores According to Teaching Methods

	N	Mean	SD	Skewness	Kurtosis	Min	Max
POPACT							
TI	100	5.97	2.65	0.56	0.09	1	13
PI	92	6.78	2.55	0.84	0.03	3	13
All	192	6.36	2.63	0.64	0.09	1	13

Table 4.1 (continued)

POPAT							
TI	100	80.99	15.23	-0.46	-0.67	41	105
PI	92	81.39	14.74	-0.23	-0.75	49	107
All	192	81.18	14.96	-0.36	-0.71	41	107
PREPACT							
TI	100	5.96	2.47	0.48	0.75	1	14
PI	92	4.84	2.15	0.61	0.24	1	11
All	192	5.42	2.39	0.58	0.56	1	14
PREPAT							
TI	100	78.65	14.37	-0.24	0.50	46	107
PI	92	81.96	12.69	-0.27	-0.06	50	108
All	192	80.23	13.65	-0.29	-0.30	46	108

Table 4.1 shows that although the PI students had lower mean attitude scores on the pretest; mean attitude scores of both the TI and PI groups on the posttest were approximately the same. Some other basic descriptive statistic like standard deviation (SD), skewness, kurtosis, minimum and maximum points were also presented in Table 4.1. For the TI students, the values for skewness on the pretest and posttest achievement scores were 0.56 and 0.48, respectively which could be accepted as approximately normal. In a similar manner, for the PI students' skewness values were 0.84 and 0.61 which could also be accepted as normal. Skewness values for both the PI and TI groups on the PAT before and after treatment were -0.27, -0.24 and -0.23, -0.46, respectively. These values were also accepted as approximately normal.

When the kurtosis values taken into account, values for the TI and PI students' achievement scores were 0.24, 0.75 and 0.03, 0.09 on the posttest and pretest, respectively. Kurtosis values for the TI and PI students' attitude scores were 0.75, 0.24 on the pretest and 0.67 and 0.75 on the posttest. Again these values could be accepted as approximately normal.

Figure 4.1 shows the histogram with normal curves related to the POPACT and POPAT for the TI groups and PI groups. These are also an evidence for approximately normal distribution of these four variables.

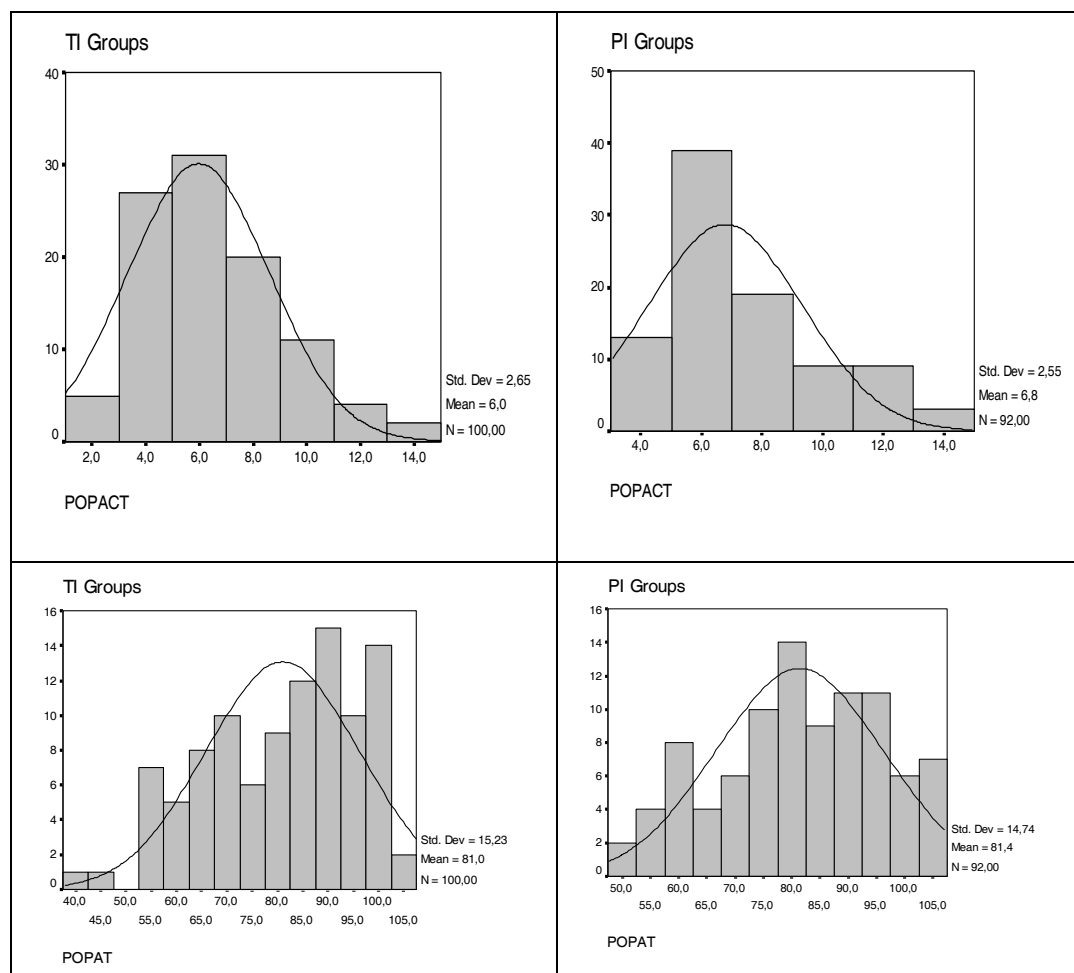


Figure 4.1 Histograms of the PI and TI groups for the POPAT and POPACT

4.2 Inferential Statistics

This section has four sub sections. The first sub section deals with the missing data. Then the second sub section dealing with the determination of the covariates comes. Verifications of MANCOVA assumptions are given in the next sub section. Finally, statistical model of MANCOVA and the analyses of the hypotheses are given in the fourth section.

4.2.1 Missing Data Analysis

Missing data analysis was done before starting the inferential statistics. Initial data were gathered for 201 high school students. At the end of three week treatment period, 192 high school students were posttested for the physics achievement and physics attitude. The loss of nine students (4.2%) was because of being absent on the day of the posttest. These nine students were excluded from the statistical analysis of the study. Five (2.6%) and six (3.1%) of the 192 students posttested didn't complete the PACT and PAT pretests, respectively. Missing data in these scores constituted a range smaller than 5% of the whole data so they easily replaced with the mean pretest scores of the entire subjects.

Table 4.2 Missing Data versus Variables

Resultant Variable	Missing Values Replaced	Valid Cases	Missing Percent
PREPACT	5	187	2.6
PREPAT	6	186	3.1

4.2.2 Determination of the Covariates

Three independent variables (students' prior attitudes toward Newton's laws of motion, prior achievement in Newton's laws of motion, and gender) were pre-determined as potential extraneous factors of the study. Therefore, these variables were included in Set 1 as covariates to statistically equalize the differences between the TI and PI groups. All pre-determined independent variables in Set 1 have been correlated with the two dependent variables (students' physics attitude posttest scores and physics achievement posttest scores). The results of these correlations and their significance are given in Table 4.3. As seen in the table, all independent variables in Set 1 have significant correlation with one of the dependent variables.

Table 4.3 Significance Test of Correlation between Dependent Variables and Covariates

Variables	Correlation Coefficients	
	POPACT	POPAT
PREPACT	.325*	-.039
PREPAT	.103	.560*
Gender	-.430*	-.171*

*Correlation is significant at the .05 level.

Also as seen in Table 4.4, correlations among independent variables are less than .8. Therefore gender, PREPACT and PREPAT can serve as covariates for the inferential statistics.

Table 4.4 Significance Test of Correlations among the Covariates

Variables	PREPACT	PREPAT
Gender	-.22*	-.04
PREPACT		-.01

4.2.3 Assumptions of MANCOVA

Multiple analysis of covariance (MANCOVA) has five assumptions: Normality, homogeneity of regression, equality of variances, multicollinearity, and independency of observations. All the variables were tested for all the assumptions.

For multivariate normality assumption, skewness and kurtosis values given in descriptive statistics section were used. The skewness and kurtosis values for the POPAT and POPACT were in acceptable range for normal distribution.

Table 4.5 indicates the Box's Test of Equality of Covariance Matrices. As seen from the table, multivariate normality is not significant. So assumption of multivariate normality was validated.

Table 4.5 Box's Test of Equality of Covariance Matrices

Box's M	1.693
F	0.558
df1	3
df2	8361382
Sig.	0.643

Homogeneity of regression assumption means that the slope of the regression of a dependent variable on covariates (Set 1) must be constant over different values of group membership (Set 2). Table 4.6 indicates the results of Multivariate Regression Correlation (MRC) analysis of homogeneity of regression for the POPAT. As seen from the table interaction term (Set 3) didn't result in significant change in the variance ($F(3, 184) = 1.259, p = .290$). Thus the interaction set (Set 3)

could be dropped. In other words, there is no significant interaction effect. As a result of this study, homogeneity of regression assumption was also validated.

Table 4.6 Results of MRC Analysis of Homogeneity of Regression for the POPAT

Model	Change Statistics				
	R ² Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.342	32.556	3	188	.000
2	.002	.682	1	187	.410
3	.013	1.256	3	184	.290

The slope of the regression of a dependent variable (POPACT) on covariates (Set 1) must be constant over different values of group membership (Set 2). Table 4.7 indicates the results of MRC analysis of homogeneity of regression. As seen from the table, interaction term (Set 3) didn't result in significant change ($F(3, 184) = 1.498, p = .217$). So the interaction term (Set 3) was dropped. In other words, there is no significant interaction effect. As a result of this study homogeneity of regression assumption for dependent variable of the POPACT was validated.

Table 4.7 Results of MRC Analysis of Homogeneity of Regression for the POPACT

Model	Change Statistics				
	R ² Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.117	8.301	3	188	.000
2	.051	11.454	1	187	.001
3	.020	1.498	3	184	.217

Levene's Test of Equality was used to determine the equality of variance assumption. As Table 4.8 indicates, the error variances of the dependent variables across groups were equal.

Table 4.8 Levene's Test of Equality of Error Variances

	F	df1	df2	Sig.
POPAT	.001	1	190	.980
POPACT	.365	1	190	.547

For the testing of multicollinearity assumption correlation among covariates were examined. As Table 4.4 indicated, there was correlation among covariates. But correlations among these covariates are smaller than .80. So the assumption of multicollinearity was also supplied.

As a last assumption independency of observation was examined. Although the smallest unit during the administration of test was a class not an individual; it was observed that all participants did their test individually.

4.2.4 Null Hypothesis 1

The first null hypothesis was 'There will be no significant main effect of the PI on the population mean of the collective dependent variables of; tenth grade students' physics attitude and physics achievement when the effects of students' gender, prior attitude and achievement are controlled.' MANCOVA was conducted to determine the effect of teaching methods on the POPAT and POPACT when the effects of students' gender, prior attitude and achievement were controlled (See Table 4.9).

Table 4.9 MANCOVA Results for Null Hypothesis 1

Effect	Wilks' Lambda	F	Hypothesis df.	Error df.	Sig.
Teaching methods	.941	5.828	2	186	.004

Significant differences were found between the PI and TI students on the collective dependent measures as indicated in Table 4.9 ($F(2,186) = 5.828, p = .004$). In other words, the first null hypothesis was rejected ($\lambda = .941, p = .004$).

4.2.5 Null hypothesis 2

The second null hypothesis was 'No population mean differences exist between the PI students' and TI students' scores on the physics attitude posttest when the effects of students' gender, prior attitude and achievement are controlled.' Analysis of covariance (ANCOVA) was conducted to determine the effect of the PI and TI on the POPAT. Table 4.10 indicates the result of the statistical analysis of ANCOVA.

As seen from the table, the second null hypothesis was failed to be rejected ($F(1,187) = .682, p = .410$). That is, significant differences were not found between the PI and TI students' posttest scores on the PAT.

Table 4.10 ANCOVA results for Null Hypothesis 2

Source	DV	Type III Sum of Squares	df	Error df	F	Sig
Teaching Methods	POPAT	102.211	1	187	.682	.410

4.2.6 Null hypothesis 3

The third null hypothesis was 'No population mean differences exist between the PI students and TI students' scores on the physics achievement posttest when the effects of students' gender, prior attitude and achievement are controlled. ANCOVA was conducted to determine the effect of the PI vs. TI on the POPACT (see Table 4.11).

Table 4.11 ANCOVA Results for Null Hypothesis 3

Source	DV	Type III Sum of Squares	df	Error df	F	Sig
Teaching Methods	POPACT	67.180	1	187	11.454	.001

Table 4.11 indicates that the third hypothesis was rejected ($F(1, 187) = 11.454, p = .001$). Significant differences were found between the PI and TI students' posttest scores on the PACT in favor of the PI students. Students instructed by the PI had higher physics achievement scores than the students taught by the TI. Moreover, as seen in Table 4.1 the PI groups showed a mean increase of 1.94 points from pretest to posttest of the PACT. Opposite to the PI groups, the mean of the TI groups has increased of only 0.01 points. From this we can conclude that the TI didn't affect students' achievement in physics.

Table 4.12 shows adjusted means of the PI and TI groups for both dependent variables of the POPAT and POPACT. All above inferential analyses were performed on these adjusted means. The PI students' POPAT means were adjusted from 81.39 to 80.38 according to the covariates (PREPAT, PREPACT, and gender). However, the TI students' POPAT means increased from 80.99 to 81.91 because of

the covariates. For the dependent variable of the POPACT, the mean of the PI groups increased from 6.78 to 7.003 according to the covariates. Opposite to the PI groups, the mean of the TI groups decreased 0.20 points.

Table 4.12 Estimated Means for Variables Related to Null Hypothesis

DV	Methods of Teaching	Mean	Adjusted Mean
POPAT	PI	81.39	80.38
	TI	80.99	81.91
POPACT	PI	6.78	7.003
	TI	5.97	5.767

4.3 Classroom Observation

Throughout the study, the researcher observed lessons in order to compare the experimental group with the control group in terms of the treatments implemented. A total of 10 classroom observations have been done for the purpose of the treatment verification. Eight of the observations were conducted by the researcher while two observations conducted by the researcher and another observer together to calculate inter-rater coefficient for the observation checklist. The inter-rater coefficient was 0.98 for the TI groups and 0.85 for the PI groups, which indicates a high reliability of the observation checklist.

During each observation, the researcher sat on a desk at the rear of the classroom and filled the observation checklist. Moreover, the means and the standard deviations of each item for both the PI and TI groups were presented in Table 4.13. It indicates that for the PI groups, means of items from 1 to 9 were drastically greater

than the means of the TI groups. These results indicated that lesson in the PI groups were implemented according to the peer instruction and those in the TI groups were implemented according to the traditional method.

In order to see that there were two different instructions in the PI and TI classes, the means for each item in the observation checklist were compared for the PI and TI groups. Assumptions for parametric statistics were not checked. Therefore, Mann Whitney U test and independent t-test were conducted for the 10 observations. Results of these tests indicated that the items 1, 9, 10, and 11 for the PI and TI groups were not significantly different but the others were. The PI and TI groups were approximately equal on the number of conceptual questions solved by the teacher, demonstration done, topics taught, and the number of quantitative questions solved by the teacher. However, there were statistically significant differences on the other items between the PI and TI groups in favor of the PI groups except for the 12th item. All these results were expected results. Therefore, treatment verification is supported.

Table 4.13 Basic Descriptive Statistics Related to Items of the Observation Checklist

Item Number	PI Groups		TI Groups	
	Mean	S. D.	Mean	S. D.
1	1.3	1.4	0	0
2	3.0	0.4	0	0
3	3.0	0.0	0	0
4	3.0	0.4	0	0
5	3.0	0.8	0	0
6	2.7	1.3	0	0
7	3.0	1.5	0	0
8	3.0	1.9	0	0
9	1.8	3.0	0	0
10	1.8	3.2	2.5	0.58
11	1.5	3.9	2.75	0.5
12	0.0	4.5	2	0
13	3.8	3.7	0	0
14	1.3	4.9	0	0
15	2.5	4.8	0	0
16	25.9	5.8	-	-

4.4 Results of Preclass Reading Assignment Tests

To make students have an idea about the subject before the class, reading assignments were given. In order to check if students carry out their reading assignments, tests were given. Results of the tests about Newton's laws of motion were given in Table 4.14, Table 4.15, and Table 4.16.

Table 4.14 Results of the Preclass Reading Assignment Test about Newton's First Law

	Question 1	Question 2	Question 3
True	55	56	53
False	13	12	15

As shown in Table 4.14, 55 students gave correct answers to the first question, but 13 students gave wrong answers. Thus, a total of 68 students attempted

to answer to the first question. Overall, approximately 80% of the students answered the questions correctly. In other words, most students came to the class with knowledge about Newton's first law.

Table 4.15 Results of the Preclass Reading Assignment Test about Newton's Second Law

	Question 1	Question 2	Question 3
True	57	41	30
False	20	36	47

As seen from the Table 4.15, 74%, 53%, and 39% of the students answered the first, second, and third questions correctly, respectively. These results indicate that some of the students didn't do their reading assignment completely and some of them came to the class with little knowledge about Newton's second law.

Table 4.16 Results of the Preclass Reading Assignment Test about Newton's Third Law

	Question 1	Question 2	Question 3
True	82	47	62
False	2	37	22

Table 4.16 indicates that 97% of the students answered the first question about Newton's third law correctly. This means that almost all students carried out their reading assignment related to the first question subject. 56% and 74% of the students answered the second and third questions correctly, respectively. In other

words, students came to the class with some knowledge about the subject of second and third questions.

4.5 Summary of the Results

The average scores on the PACT were appeared to be low, compared to the nature of the test. Mainly it consists of conceptual questions related to misconceptions about force and motion. The average success on the PACT was 23 percent correct answers (6.36 out of 28) after all the treatments. In other words, 77% of the PACT were not answered correctly by the students even after the treatments. The average achievement posttest scores were 24.2 (out of 100) for the PII students and 21.3 (out of 100) for the TI students.

The statistical analyses showed that there were significant correlations between some variables of independent variables and dependent variables. Moreover, independent variables of the PREPACT, PREPAT and gender have significant correlations with at least one of the dependent variables of the POPACT and POPAT.

The statistical analysis of ANCOVA indicates that students instructed by the PI gained more physics achievement than students instructed by the TI. Although experimental group students gained more achievement, control group students gained little achievement scores.

In the light of the findings obtained by the statistical analyses, the results could be summarized as follows:

1. There was a positive significant correlation between the PREPACT and POPACT about Newton's Laws of motion. Similarly positive significant correlation was found between the PREPAT and POPAT toward Newton's laws of motion.
2. Statistical results showed that there was no significant correlation between the PREPACT and POPAT. Similarly it has been found no significant correlation between the PREPAT and POPACT.
3. There exists significant gender difference in the POPACT and POPAT. In other words, female students had lower achievement and attitudes toward Newton's laws than male students did.
4. The mean of the PACT scores from pretest to posttest for the PI groups changed drastically, but that of control groups changed very little. The results were statistically significant for the PI groups. Thus, the PI increased students' achievement more than the TI did. In other words, the PI was effective for improving students' achievement
5. The mean of the PAT scores instructed by the TI from pretest to posttest had changed positively but that of the PI changed negatively. The results were not statistically significant.

CHAPTER 5

CONCLUSIONS, DISCUSSION AND IMPLICATIONS

The purpose of the study was to investigate the effect of the peer instruction on students' achievement and attitudes towards Newton's laws of motion. To finalize this goal, this chapter is given in six sections. First section presents the conclusions obtained from the results. Discussion of the results is given in the second section. The third and fourth sections present internal and external validities of the study, respectively. The fifth one points out implications of the study. And the last one presents recommendations for further studies.

5.1 Conclusions

The accessible population of the study was all 10th grade students in public high schools in Yenimahalle district in Ankara. There is a total of 1675 students attending 12 high schools in the accessible population. 192 students attending three schools were selected from this population. Thus, 25% of the schools and 12% of the students were chosen. Although 10% of the students is enough for the representation

purposes, the study has a generalization problem to the accessible population.

Because three schools and two classes from each schools were chosen as a sample of convenience. Although the results can not be directly generalized to the accessible population, the following results can be generalized to populations that have similar characteristics with the sample used. Therefore, the characteristics of the sample were explained in detail in Section 3.1. Here are the conclusions.

1. Students' scores on the PACT were very low even after the treatments. This is a reflection of very important problems in the society and educational system.
2. Students' gender, prior attitude towards the topic and prior achievement about Newton's Laws explain significant amount of variance in the students' physics achievement and attitudes toward physics. In other words, they have successfully used to equalize initial group differences.
3. The PI enriched with concept tests increased students' achievement in physics more than the TI did. However, its effect size laid small to medium ($\eta^2 = 0.06$).
4. The effect of the PI compared to the TI on the students' attitudes toward Newton's laws was not significant.

5.2 Discussion of the Results

In comparing the results of this research with those of the previous ones, this research supports the findings of previous studies mainly in the area of science achievement. The results of this study showed that students instructed by the PI gained more physics achievement than that of instructed by the TI. However there was not any significant difference between the PI and TI groups' attitude toward Newton's laws.

Findings of this study are in agreement with those of Steven and Slavin (1995), Johnson, Johnson, and Stanne (2000), Hake (1998a), Van Dijk, Van Den Berg, and Van Keulen (2001), and Crouch and Mazur (2001). Steven and Slavin (1995) conducted a research about the effect of cooperative learning on achievement. They have repeatedly examined cooperative versus individualistic learning experiences. Results showed that cooperative learning experiences promote higher achievement and greater retention than do individualistic learning experiences for all students.

Johnson et al. (2000) investigated eight cooperative learning methods in 164 studies. Results showed that eight cooperative learning methods had a significant positive effect on students' achievement for students at all age level and for all subject areas.

Hake (1998a) initiated a survey of pre/post test data using the Halloun-Hestenes Mechanics Diagnostic Test or Force Concept Inventory for 62 introducing physics courses enrolling a total number of 6542 students. The test results showed that the classroom use of IE methods can increase mechanics course effectiveness well beyond that achieved with traditional methods.

Van Dijk et al. (2001) investigated the effect of PI in engineering education. They studied with first year students who were randomly assigned to one of three conditions of the experimental study. The design of the experiment can be characterized as a pretest posttest control group design with two experimental conditions. Students in the control group attended a traditional lecture. Both experimental groups had to attend a lecture in which they were activated. In these experimental groups the lecturer used Interactive Voting System and PI to activate

students. The results showed that students who were activated in lectures were very positive about activating instruction and also they found activation very useful for their learning.

The results of Crouch and Mazur (2001) are also consistent with our results. They reported data from ten years of teaching with PI in the calculus and algebra-based introductory physics courses. The results indicated that 155 students taught with the PI showed better performance than 178 students taught traditionally.

Chambers and Andre (1997) reported that the level of interest did not correlate significantly with the posttest scores. This result supported our finding.

In our study, effect size was preset to 0.10 in a medium scale by the researcher. The statistical result of the SPSS calculated it as 0.06 for the POPACT. This value is between small and medium. Although the effect of the PI on the students' achievement was statistically significant, it wasn't practically significant. Moreover, preset power of the study was 0.80 and according to the results of the ANCOVA, power was 0.87 for the POPACT that was higher than the preset value.

5.3 Internal Validity of the Study

Internal validity of the study is the degree to which extraneous variables may influence the results of research. There are various possible threats to internal validity that most of the studies suffer. These threats and the methods used to cope with them are discussed in this section.

The design of this study provides some control for the internal validity threats of subject characteristics, data collector characteristics, data collector bias, history,

location, and mortality. However, the effects of implementation must be considered in this study.

In this study the intact groups were randomly assigned to the treatment conditions. Hence many subject characteristics (Gender, PREPACT, PREPAT) might affect students' physics achievement posttest scores and physics attitude posttest scores. They could be regarded as potential extraneous variables to the study. As shown in Table 3.3, variables were included in the covariate set to statistically match subjects on these factors. The statistical analyses indicated that gender, PREPACT and PREPAT were appropriate covariates. And also, other factors were assumed to be effective on internal validity such as students' cognitive development and mathematical skills. The mathematical background and previous science knowledge were assumed to be equal for all students.

Data collector characteristics and data collector bias should not be thread for the study since the data collectors (teachers) were trained to ensure standard procedures under which the data were collected. Also administering the tests to all groups at the same time controlled history and location threats. There was no remarkable difference in the locations that might affect students' performance.

Mortality is one of the most important threads to internal validity to control. During the missing data analysis, the variables that have missing values were analyzed for significance and it was not found as significant. So, the missing data were changed with the means of series.

The other possible threat to internal validity might be implementation. Each teacher had one control group and one experimental group. Moreover, the researcher

trained the teachers to standardize the conditions and also observed all groups in an attempt to see that the treatments were implemented as intended.

Finally, confidentiality was also not a problem in this study since names of the students and names of the schools were not used anywhere. Their names were just taken for the sake of statistical analysis and only the researcher had an access on them.

5.4 External Validity

Population Generalizability: The population generalizability refers to the degree to which a sample of a study represents the population of interest (Fraenkel & Wallen, 1996). In this study the accessible population was the all 10th grade students in public high schools at Yenimahalle district. The subjects of the study were 192 10th grade students of three teachers from three public high schools. Subjects of the study were not randomly selected from accessible population. Generalization according to the results of this study is limited due to use of nonrandom sampling. But generalizations to similar populations of public high school students might be possible.

Ecological Generalizability: The degree to which the results of a study can be extended to other settings or conditions is called ecological generalizability (Fraenkel & Wallen, 1996). For this study, all treatments and testing procedure took place in ordinary classrooms during regular class time. There were possibly no remarkable differences among the environmental conditions. Therefore it was believed that other public high schools have similar settings and conditions. Therefore, the results may

be generalized to public high schools that have similar setting and conditions with the study.

5.5 Implications

According to the findings of this study and previous studies done in abroad, following suggestions are offered.

1. Students should be mentally active in the physics classes. They should advocate their ideas and try to refute their friend's ideas.
2. Physics teachers should create learning environments that allow students to discuss their ideas with their friends and reach a common conclusion about the phenomena.
3. Physics educators should train prospective physics teachers about how to create learning environments that make students mentally active and how effectively to manage these environments.
4. Physics textbook authors should not present physics as a collection of facts to be memorized rather they should put a lot of activities in physics books that make students mentally active while they learn physics.

5.6 Recommendations for Further Research

This study has suggested variety of useful topics for further studies. These are briefly as follows:

1. Future research could investigate the effects of PI on improving students' achievement and attitude in different physics topics, different science subject and in different grade levels.

2. Future research could investigate the effectiveness of PI for eliminating the students' misconceptions about Newton's laws of motion.
3. This study was about public high schools students in Ankara. Future study could examine the effect of the PI on students' physics achievement and attitudes toward physics in private high schools.
4. Sample size of further research could be increased to obtain more accurate results.
5. Future study could examine the effect of the PI on students' physics achievement and attitudes toward physics for a longer time that is integrated in the flow of normal physics course.
6. Not only gender, PREPACT, PREPAT but also many other variables may affect students' physics achievement and attitudes towards physics. Future research could investigate the effect of teaching methods on students' physics achievement and attitudes towards physics by controlling different variables.

REFERENCES

- Annis, L.F. (1983). The process and effects of peer tutoring. Human Learning, 2, 39-47.
- Artz, A. F., & Newman, C. M. (1990). Cooperative learning. Mathematics Teacher, 83, 448-449.
- Bearison, D. J., Magzaman, S., & Filardo, E. K. (1986). Socio-cognitive conflict and cognitive growth in young children. Merrill - Palmer Quarterly, 32(1), 51-72.
- Biggs, J. B. (1996). Enhancing teaching through constructive alignment. Higher Education, 32, 347-364.
- Boller, B.R. (1999). Non- Traditional Styles in Physics. (ERIC Document Reproduction Service No. Ed 437111).
- Bonwell, C. C. & Eison, J. A. (1991). Active learning: creating excitement in the classroom. ASHE ERIC Higher Education Report No.1, The George Washington University, School of Education and Human Development, Washington D. C.
- Bossert, S. T. (1988-1989). Cooperative activities in the classroom. Review of Research in Education, 15, 225-252.
- Brown, D.E. (1989). Students' concept of force: the importance of understanding Newton's third law. Physics Education, 24, 353-358.

- Brown, A. L., & Palincar, A. S. (1989). Guided, cooperative learning and individual knowledge acquisition. In L. B. Resnick (Ed.), *Knowing, Learning, and Instruction*.
- Bueche, F.J. (1988). Principles of Physics. (5th Edition). Singapore: Mc. Graw-Hill Inc.
- Caramazza, A., McCloskey, J., & Green, B. (1981). Naïve Beliefs in "Sophisticated" Subjects: Misconceptions about Trajectories of Subjects. Cognition, 9, 117-123.
- Chambers, S. K. & Andre, T. (1997). Gender, Prior Knowledge, Interest, and Experience in Electricity and Conceptual Change Text Manipulations in Learning about Direct Current. Journal of Research in Science Teaching, 34(2), 107-123.
- Clement, J. (1982). Student's Preconceptions in Introductory Mechanics. American Journal of Physics, 50(1), 66-72.
- Crouch, C. H. & Mazur, e. (2001). Peer Instruction: Ten Years of Experience and Results. American Journal of Physics, 69(9), 970-977.
- Duch, B.J. (1996). Problem-Based Learning in Physics: The power of Students Teaching Students. Journal of College Science Teaching, 15(5), 326-329.
- Dykstra, D. I., Boyle, C. F., & Monarch, I. A. (1992). Studying Conceptual Change in Learning Physics. Science Education, 76(6), 615-652.
- Eryilmaz, A. (2002). Effects of Conceptual assignments and Conceptual Change Discussion on Students' Misconceptions and Achievement Regarding Force and Motion. Journal of research in Science Teaching, 39(10), 1001-1015.

- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (1996). How to design and evaluate research in science education. (3rd ed.). NY: McGraw-Hill, Inc.
- Gunstone, R.R. (1987). Student Understanding in Mechanics: A Large Population Survey. American Journal of Physics, 55(8), 691-695.
- Hake, R.R. (1998a). Interactive Engagement Methods in Introductory Mechanic Courses. American Journal of Physics, 66, 64-74.
- Hake, R.R. (1998b). Interactive-engagement vs Traditional Methods in Mechanics Instruction. Retrieved March 23, 2003, from <http://www.physics.indiana.edu/~sdi/>.
- Halloun, I., Hake, R., & Mosca, E. (1995). Force Concept Inventory in Mazur 1997 and password protected at <http://modeling.la.asu.edu/R&E/Research.html>. accessed in 2001.
- Halloun, I.A., & Hestenes, D. (1985a). The Initial Knowledge State of College Physics Students. American Journal of Physics. 53, 1043-1055.
- Halloun, I.A., & Hestenes, D. (1985b). Common Sense Concepts About Motion. American Journal of Physics, 53(11), 1056-1065.
- Heller, P. (1992). Teaching Problem Solving Through Cooperative Grouping. Part 2: Designing Problems And Structuring Groups. American Journal of Physics, 60(7), 637-.
- Heller, P., Keith, R., & Anderson, S. (1992). Teaching Problem Solving Through Cooperative Grouping. Part 1: Group versus individual Problem Solving. American Journal of Physics, 60(7), 627-636.
- Hestenes, D. (1987). Towards a modeling Theory of Physics Instructions. American Journal of Physics. 55, 440-455.

- Hestenes, D. & Wells, M. (1992). A Mechanic baseline Test. The Physics Teacher, 30, 159-162.
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force Concept Inventory. The Physics Teacher 30, (3), 141-153
- Heuvelen, A.V. (1991). Learning to Think like A Physicists: a Review of research-Based Instructional Strategies. American Journal of Physics, 59(10) 891-897
- Johnson, D.W., & Johnson, R.T. (1991). Learning Together and Alone, Cooperation, Competition and Individualization, (3rd Edition), Englewood Cliff, NJ: Prentice-Hall.
- Johnson, D.W., Johnson, R.T., & Stanne, M.B. (2000) Cooperative learning Methods: A Meta-Analysis. Retrieved March 23, 2003 from <http://www.clcrc.com/pages/cl-methods.html>.
- Johnson, D.W., Maruyama, G., Johnson, R.T., Nelson, D., & Skon, L. (1981). The effects of cooperative, competitive, and individualistic goal structures on achievement: a meta-analysis. Psychological Bulletin, 89, 47-62.
- Liebman, J. S. (1996). Promoting active learning during lectures. OR/MS Today, 23(6).
- Mak, S.Y., Yip, D.Y. & Chung, C.M. (1999). Alternative Conceptions in Biology-Related Topics of Integrated Science Teachers and Implications for Teacher. Educational Journal of Science, Education and Technology, 8(2), 161-170.
- Maloney, D.P. (1984). Rule-governed Approaches to Physics-Newton's Third Law. Physics Education, 19, 37-42.
- Mazur, E. (1997). Peer instruction: A user's Manual. NJ: Prentice-Hall.
- McCloskey, M. (1983). Intuitive Physics. Scientific American, 248, 122-130.

- McCloskey, M., & Kohl, D. (1983). Naïve Physics? The Curvilinear Impetus Principle and its Role in Interactions With Moving Objects. Journal of Experimental Psychology: Memory and Cognition, 9, 146-156.
- McDermott, L.C. (1984). Research on Conceptual Understanding in Mechanics. Physics Today, July, 24-32
- Öğretme, Ç. (2003). Kuvvet Kavramı Ölçeği, [Online], password protected at <http://modeling.la.asu.edu/R&E/Research.html>.
- Sadanand, N., & Kess, J. (1990). Concepts in Force and Motion. Physics Teacher, 28, 530-533.
- Sequeira, M., & Leite, L., (1991). Alternative conceptions and history of science in physics teacher education. Science Education, 75, 45-56.
- Stevens, R. J., & Slavin, R. E. (1995). The cooperative elementary school: Effects on students' achievement, attitudes, and social relations. American Educational Research Journal, 32, 321-351.
- Taşlıdere, E. (2002). The Effect of Conceptual Approach on Students' Achievement and Attitudes Towards Physics, Unpublished Master Thesis, METU.
- Temizkan, D. (2003). The Effect of Gender on Different Categories of Students' Misconceptions about Force and Motion, Unpublished Master Thesis, METU, Ankara, Turkey.
- Thornton, R.K. & Sokoloff, D.R. (1998). Assessing Student Learning of Newton's Law: The Force and Motion Conceptual Evaluation and the Evaluation of Active Learning Laboratory and Lecture Curricula. American Journal of Physics, 66, 338-352.

- Van Dijk, L. A., Van Den Berg, G. C., & Van Keulen, H. (2001). Interactive lectures in Engineering Education. European Journal of Engineering Education, Vol. 26, No. 1, 15-28.
- Viennot, L. (1979). Spontaneous Reasoning in Elementary Dynamics. European Journal of Science Education, 1, 205-211
- Watson, F.G. (1967). Why Do We Need More Physics Courses? Physics Teacher, 5, 212-214.
- Westbrook, S.L. & Marek, E.A. (1991). A cross-Age Study of Student Understanding of the Concept of Diffusion, Journal of Research in Science Teaching, 28(8), 649-660.

APPENDIX A

PHYSICS ATTITUDE TEST

Newton'un Hareket Kanunları Konusuna Karşı Tutum Ölçeği

Sevgili Öğrenciler,

Bu anket sizin Newton'un Hareket Kanunları konusuna karşı tutumlarınızı ölçmek için geliştirilmiştir. Cevaplarınız önümüzdeki yıllarda fizik derslerinin sizin görüşleriniz ve beklentileriniz doğrultusunda şekillenmesine katkıda bulunabileceğinden önem taşımaktadır. Lütfen bütün soruları yanıtlayınız. Bu araştırmada toplanılan tüm bilgiler kesinlikle gizli tutulacaktır.

Her bir cümleyi dikkatle okuduktan sonra, cümleye ne derecede katıldığınızı veya katılmadığınızı belirtmek için yanındaki seçeneklerden birini (X) şeklinde işaretleyiniz.

Adı Soyadı:

Cinsiyet:

DİKKAT! Newton'un hareket kanunları konusu: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Newton'un 1. Hareket Kanunu ✓ Newton'un 2. Hareket Kanunu ✓ Sabit bir kuvvetin etkisinde hız değişimleri ✓ İvmenin, kuvvetin büyüklüğüne bağlılığı ✓ Newton'un 3. Hareket Kanunu bölümlerini kapsamaktadır.	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
1. "Newton'un hareket kanunları" konusunu severim.					
2. // konusuna karşı olumlu hislerim vardır.					
3. // konusunda öğrendiklerimin, hayatımı kolaylaştıracağını düşünüyorum.					
4. // konusunun, gelecekte öneminin gittikçe artacağına inanıyorum.					
5. // konusunun, ilerideki çalışmalarında bana yararlı olacağını düşünüyorum.					
6. // konusunda başarılı olmak için elimden geleni yaparım.					
7. // konusunda elimden gelenin en iyisini yapmaya çalışırım.					
8. // konusunda başarısız olduğumda daha çok çabalarım.					
9. // konusunu öğrenebileceğimden eminim.					
10. // konusunda başarılı olabileceğimden eminim.					
11. // nın kullanıldığı zor problemleri yapabileceğimden eminim.					
12. // nın geçerli olduğu problemler ne kadar zor olursa olsun, elimden geleni yaparım.					
13. // konusunun, ilerideki meslek hayatımda önemli bir yeri olacağını düşünüyorum.					
14. // konusunda öğrendiklerimin, gündelik hayatta işime yarayacağını düşünüyorum.					
15. // konusu veya teknolojideki uygulamaları ile ilgili kitaplar okumaktan hoşlanırım.					
16. Fizik topluluğuna üye olmak isterim.					
17. Benim için "Newton'un hareket kanunları" konusu eğlencelidir.					
18. Okulda "Newton'un hareket kanunları" konusunu çalışmaktan hoşlanırım.					
19. Diğer konulara göre "Newton'un hareket kanunları" konusu daha ilgi çekicidir.					
20. Daha zor "Newton'un hareket kanunları" ile ilgili problemler ile başa çıkabileceğimden eminim.					
21. Okuldan sonra arkadaşlarla "Newton'un hareket kanunları" konusu hakkında konuşmak zevklidir.					
22. Bana hediye olarak "Newton'un hareket kanunları" ile ilgili bir kitap veya konu ile ilgili aletler verilmesinden hoşlanırım.					
23. Yeterince vaktim olursa en zor "Newton'un hareket kanunları" ile ilgili problemleri bile çözebileceğimden eminim.					
24. Arkadaşlarla "Newton'un hareket kanunları" konusu veya teknolojideki uygulamaları ile ilgili meseleleri konuşmaktan hoşlanırım.					

APPENDIX B

PHYSICS ACHIEVEMENT TEST

Kitapçık No:.....

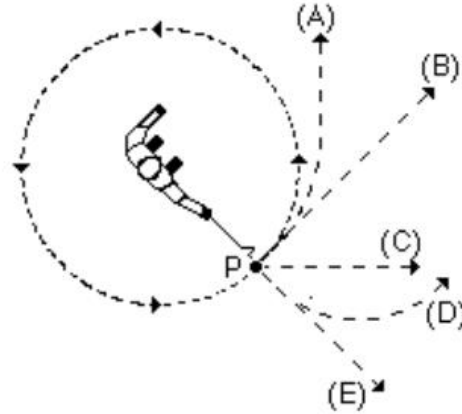
NEWTON'UN HAREKET KANUNLARI BAŞARI TESTİ

Bu test 28 çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır ve öğrencilerin kuvvet ve hareket konularındaki başarılarını ölçmek için hazırlanmıştır. Bu test yurtdışında hazırlanmış olup birçok lise ve üniversite öğrencilerinin başarılarını ölçmede kullanılmıştır. Lütfen verdiğiniz cevapların sizin yalnızca kişisel görüşlerinizi yansıtmasına dikkat ediniz ve aşağıdaki kurallara uyunuz.

- ◆ Bu testin üzerine kesinlikle hiç bir şey **yazmayınız** veya **işaretlemeyiniz**.
- ◆ Bütün cevaplarınızı cevap kağıdı üzerine işaretleyiniz ve isminizi üzerine yazmayı unutmayınız.
- ◆ Her soruda yalnızca bir şık işaretleyiniz.
- ◆ Yanlışlar doğru cevapları götürmeyecektir. Lütfen, bütün sorulara cevap veriniz.
- ◆ Testi 35 dakikada bitirmeyi planlayınız.

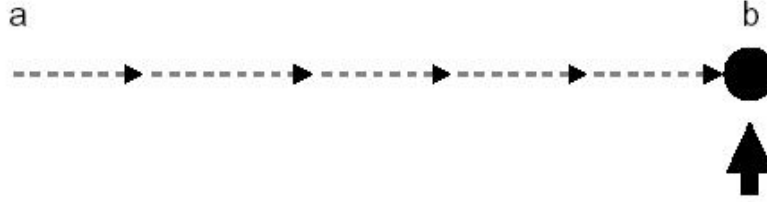
Teşekkürler.

- 1) Aynı büyüklükte, birinin ağırlığı diğerinin iki katı olan iki metal top, bir evin çatı katından aynı anda ve aynı yükseklikten aşağıya doğru serbest düşmeye bırakılıyor. Topların yere düşme süresi için ne söylenebilir?
 - (A) Ağır top, hafif olan topun yarı süresi içinde yere ulaşır.
 - (B) Hafif top, ağır topun yarı süresi içinde yere ulaşır.
 - (C) Yaklaşık aynı zamanda yere ulaşırlar.
 - (D) Ağır top oldukça önce yere ulaşır, ama kesin yarı süresi içinde değil.
 - (E) Hafif top oldukça önce yere ulaşır, ama kesin yarı süresi içinde değil.
- 2) Bir önceki problemdeki iki metal top yatay masa üzerinde aynı hızla hareket ederken masadan düşüyor. Bu durumda:
 - (A) Her iki top da masadan yaklaşık aynı yatay uzaklıkta yere çarpar.
 - (B) Hafif top, ağır topa oranla, masadan iki kat daha uzakta yere çarpar.
 - (C) Ağır top, hafif topa oranla, masadan iki kat daha uzakta yere çarpar.
 - (D) Ağır top, hafif topa oranla kesinlikle masaya daha yakın yere çarpar.
 - (E) Hafif top, ağır topa oranla kesinlikle masaya daha yakın yere çarpar.
- 3) Büyük bir kamyon ile ufak bir araba merkezi çarpışma yapıyor. Çarpışma sırasında,
 - (A) Kamyon arabaya, arabanın kamyona uyguladığı kuvvetten daha fazla kuvvet uygular.
 - (B) Araba kamyona, kamyonun arabaya uyguladığı kuvvetten daha fazla kuvvet uygular.
 - (C) Birbirlerine herhangi bir kuvvet uygulamazlar, araba parçalanır.
 - (D) Araba kamyona kuvvet uygulamaz, kamyon arabaya kuvvet uygular.
 - (E) Araba kamyona, kamyon arabaya aynı büyüklükte kuvvet uygular.
- 4) Çelik bir top ipe bağlanır ve yandaki şekilde görüldüğü gibi yere paralel düzlemde dairesel bir yörüngede döndürülür. Şekilde gösterilen P noktasında ip topun yanından aniden kopmaktadır. Eğer bu olaylar doğrudan doğruya yukarıdan şekildeki gibi gözlenirse, ip koptuktan sonra topun izleyeceği en yakın yol nasıl olur?

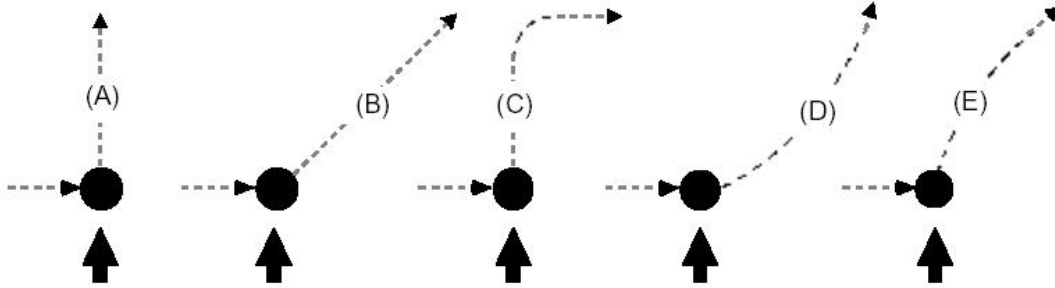


SONRAKİ DÖRT SORUYU (5'TEN 8'E KADAR) CEVAPLANDIRIRKEN AŞAĞIDAKİ AÇIKLAMAYI VE ŞEKLİ KULLANINIZ.

Aşağıdaki şekilde sürtünmesiz yatay bir düzlemde sabit V_o hızıyla düz bir çizgi üzerinde “a” noktasından “b” noktasına doğru kaymakta olan bir Hokey diski görülmektedir. Hava tarafından uygulanan kuvvetler önemsizdir. Diske kuşbakışı bakılmaktadır. Disk “b” noktasına ulaştığı anda koyu ok yönünde hızlı bir vuruşa maruz kalır. Eğer disk “b” noktasında hareketsiz olsaydı, vuruş diski vuruş yönünde V_k hızıyla yatay harekete başlatırdı.

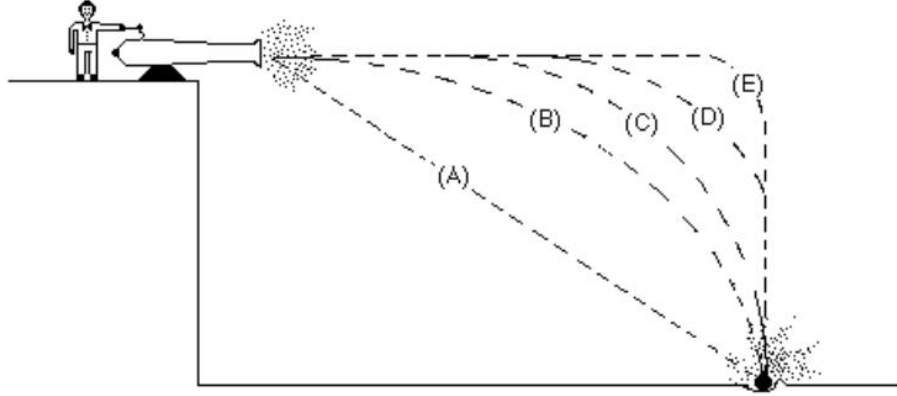


5) Vuruştan sonra disk, aşağıdaki yollardan hangisini en yakın izleyecektir?



- 6) Vurulduktan hemen sonra diskin hızı:
- (A) Vurmadan önceki “ V_o ” hızına eşittir.
 - (B) Vurmadan dolayı kazandığı hız “ V_k ” ya eşittir ve ilk hız “ V_o ” dan bağımsızdır.
 - (C) “ V_o ” ve “ V_k ” hızlarının aritmetik toplamına eşittir.
 - (D) Ya “ V_o ” yada “ V_k ” hızından daha küçüktür.
 - (E) Ya “ V_o ” yada “ V_k ” hızından daha büyüktür, ama bu iki hızın aritmetik toplamından daha küçüktür.
- 7) Altıncı soruda seçmiş olduğunuz sürtünmesiz yolda, diskin vurulduktan sonraki hızı:
- (A) Sabittir.
 - (B) Sürekli artar.
 - (C) Sürekli azalır.
 - (D) Bir süre için artar ve sonra azalır.
 - (E) Bir süre için sabit kalır ve sonra azalır.
- 8) Altıncı soruda seçmiş olduğunuz sürtünmesiz yolda, diske vurulduktan sonra etkiyen başlıca kuvvet(ler):
- (A) Aşağı doğru yer çekimi kuvvetidir.
 - (B) Aşağı doğru yer çekimi kuvveti ve hareket yönünde yatay bir kuvvettir.
 - (C) Aşağı doğru yer çekimi kuvveti, yüzey tarafından yukarıya doğru etkiyen bir kuvvet ve hareket yönünde yatay bir kuvvettir.
 - (D) Aşağı doğru yer çekimi kuvveti ve yüzey tarafından yukarıya doğru bir kuvvettir.
 - (E) Hiç biridir. (Cisme hiç bir kuvvet etmez).

- 9) Aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi bir gülle top tarafından bir uçurumun tepesinden fırlatılıyor. Gülle aşağıdaki yollardan hangisini en yakın izler?



- 10) Bir çocuk, çelik bir topu, dikey olarak yukarı fırlatıyor. Topun çocuğun elinden ayrıldıktan ve yere düşmeden önceki hareketini göz önünde bulundurup, havanın uyguladığı kuvvetleri ihmal ettiğimizde; topun üzerine etkiyen kuvvet(ler):
- (A) Aşağıya doğru bir yer çekim kuvveti ile beraber, yukarıya doğru sürekli azalan bir kuvvettir.
- (B) Topun çocuğun elinden çıktığı andan ve tepe noktasına ulaşınca kadar yukarıya doğru sürekli azalan bir kuvvet; düşüşü sırasında cisim yere yaklaştıkça sürekli artan yer çekimi kuvvetidir.
- (C) Tepe noktasına kadar aşağı doğru neredeyse sabit yer çekimi kuvveti ile beraber yukarıya doğru sürekli azalan bir kuvvet ve düşüşü sırasında sadece aşağı doğru sabit yer çekimi kuvvetidir.
- (D) Sadece dikey, aşağı doğru, neredeyse sabit yer çekimi kuvvetidir.
- (E) Yukarıdakilerin hiçbiridir. Yeryüzü üzerinde hareketsiz kalma doğal eğilimden dolayı top yere düşer.

SONRAKİ İKİ SORUYU (11 ve 12) CEVAPLANDIRIRKEN AŞAĞIDAKİ AÇIKLAMAYI VE ŞEKLİ KULLANINIZ.

Büyük bir kamyon yolda bozulur ve aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi bir araba kamyonu arkadan iterek tamirciye ulaştırmaya çalışıyor.

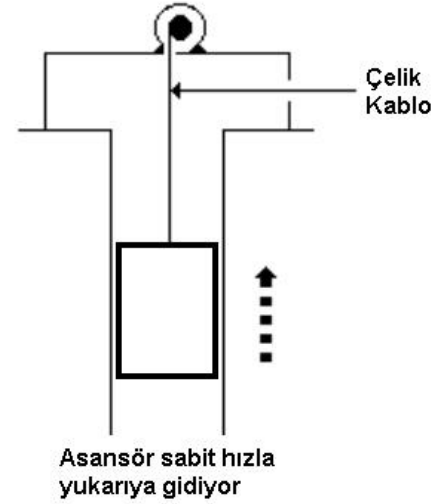


- 11) Araba (hâlâ kamyonu itiyor) sabit hıza ulaşmak için hızlanıyorken:
- (A) Arabanın kamyonu uyguladığı kuvvet ile kamyonun arabaya uyguladığı kuvvet eşittir.
- (B) Arabanın kamyonu uyguladığı kuvvet, kamyonun arabaya uyguladığı kuvvetten daha küçüktür.
- (C) Arabanın kamyonu uyguladığı kuvvet, kamyonun arabaya uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.
- (D) Arabanın motoru çalıştığından dolayı, araba kamyonu iter, ama kamyonun motoru çalışmadığından dolayı kamyon arabaya karşı bir kuvvet uygulayamaz. Kamyon, arabanın yolunda olduğundan dolayı sadece itilir.
- (E) Ne araba ne de kamyon birbirlerine kuvvet uygular. Kamyon, arabanın yolunda olduğundan dolayı sadece itilir.

- 12) Araba sürücüsünün kamyonu itmek istediği sabit hıza ulaşıldıktan sonra:
- (A) Arabanın kamyonu uyguladığı kuvvet ile kamyonun arabaya uyguladığı kuvvet eşittir.
 - (B) Arabanın kamyonu uyguladığı kuvvet, kamyonun arabaya uyguladığı kuvvetten daha küçüktür.
 - (C) Arabanın kamyonu uyguladığı kuvvet, kamyonun arabaya uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.
 - (D) Arabanın motoru çalıştığından dolayı araba, kamyonu iter, ama kamyonun motoru çalışmadığından dolayı kamyon arabaya karşı bir kuvvet uygulayamaz. Kamyon, arabanın yolunda olduğundan dolayı sadece itilir.
 - (E) Ne araba ne de kamyon birbirlerine kuvvet uygular. Kamyon, arabanın yolunda olduğundan dolayı sadece itilir.

- 13) Yandaki şekilde görüldüğü gibi bir asansör, çelik halatlarla sabit bir hızla yukarıya doğru çekiliyor. Tüm sürtünme etkileri önemsizdir. Bu durumda asansöre etkiyen kuvvetler şöyledir:

- (A) Halat tarafından yukarı doğru etkiyen kuvvet, aşağıya doğru olan yer çekimi kuvvetinden daha büyüktür.
- (B) Halat tarafından yukarı doğru etkiyen kuvvet, aşağı doğru etkiyen yer çekimi kuvvetine eşittir.
- (C) Halat tarafından yukarı doğru etkiyen kuvvet, aşağı doğru etkiyen yer çekimi kuvvetinden daha küçüktür.
- (D) Halat tarafından yukarı doğru etkiyen kuvvet, aşağı doğru etkiyen yer çekimi kuvvetiyle, aşağı doğru etkiyen hava kuvvetlerin toplamından daha büyüktür.
- (E) Yukarıdakilerin hiçbiri. (Asansör çelik halatlar tarafından üzerine yukarı doğru etkiyen bir kuvvetten değil, halatın kısalmasından dolayı yukarı çıkar).

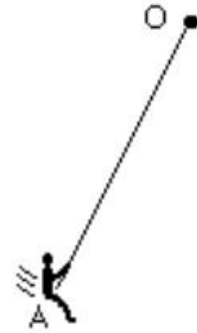


- 14) Aşağıdaki şekil A'dan daha yüksek bir noktadan ip üzerinde sallanmaya başlayan bir çocuğu göstermektedir.

Aşağıdaki bağımsız kuvvetleri göz önünde bulundurunuz:

1. Aşağı doğru bir yer çekimi kuvveti.
2. A'dan O'ya doğru ip tarafından uygulanan bir kuvvet.
3. Çocuğun hareketi yönünde bir kuvvet.
4. O'dan A'ya doğru bir kuvvet.

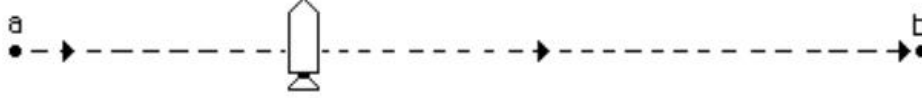
Çocuk A noktasında iken yukarıdaki kuvvetlerden hangisi veya hangileri çocuğa etki eder?



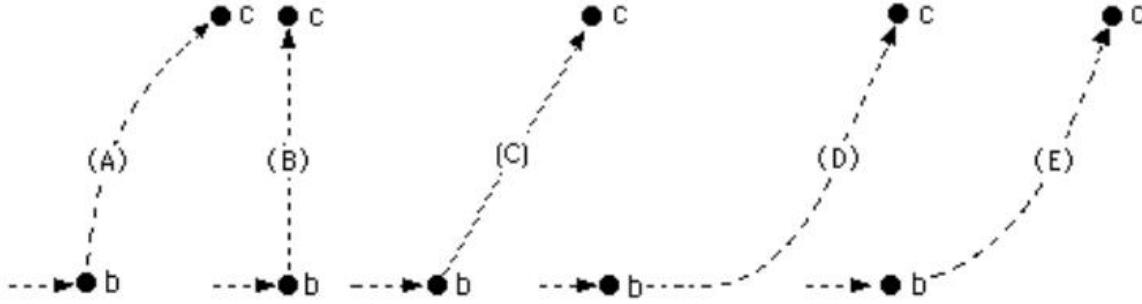
- (A) Sadece 1 (B) 1 ve 2 (C) 1 ve 3 (D) 1, 2 ve 3 (E) 1, 3 ve 4

SONRAKİ DÖRT SORUYU (15'TEN 18'E KADAR) CEVAPLANDIRIRKEN AŞAĞIDAKİ AÇIKLAMAYI VE ŞEKLİ KULLANINIZ.

Uzayda “a” noktasından “b” noktasına doğru hareket eden bir roket, aşağıdaki şekilde görülmektedir. Bu hareketi sırasında rokete etkileyen herhangi bir dış kuvvet yoktur. “b” noktasından itibaren, roketin motorları çalıştırılıyor ve “ab” çizgisine dik, sabit bir itme (roket üzerindeki kuvvet) oluşuyor. Roket uzaydaki “c” noktasına varana kadar sabit itme sürdürülüyor.



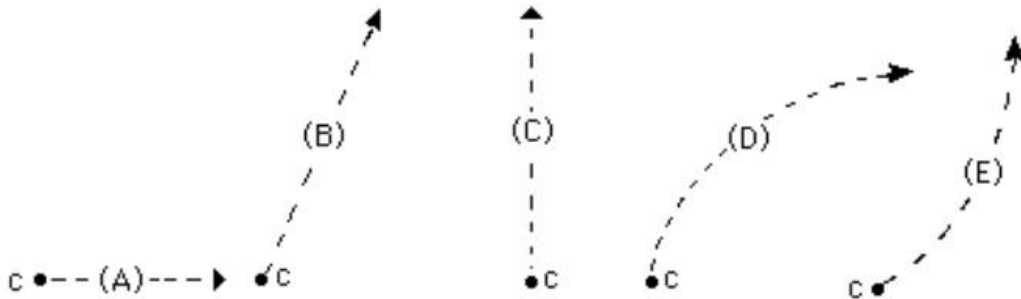
- 15) Aşağıdaki yollardan hangisi roketin “b” ve “c” noktaları arasındaki izleyeceği yolu en iyi göstermektedir?



- 16) Roketin “b” noktasından “c” noktasına hareketi boyunca hızı:

- (A) Sabittir.
- (B) Sürekli artar.
- (C) Sürekli azalır.
- (D) Bir süre hızlanır ve sonra sabit kalır.
- (E) Bir süre sabit kalır ve sonra azalır.

- 17) “c” noktasında roketin motoru durduruluyor ve itme anında sıfıra düşüyor. “c” noktasından sonra roketin izleyeceği yolu aşağıdaki yollardan hangisi göstermektedir?



- 18) “c” noktasından sonra roketin hızı:

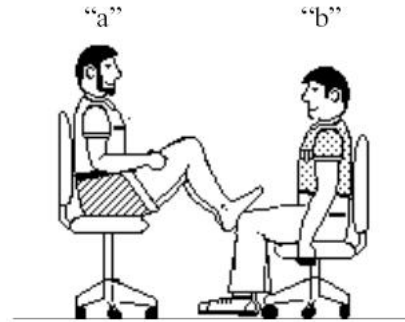
- (A) Sabittir.
- (B) Sürekli artar.
- (C) Sürekli azalır.
- (D) Bir süre artar ve sonra sabit kalır.
- (E) Bir süre sabit kalır ve sonra azalır..

- 19) Bir kadın, büyük bir kutu üzerine sabit yatay bir kuvvet uygular. Sonuçta, kutu yatay bir zemin boyunca sabit " V_0 " hızı ile hareket eder.
Kadın tarafından uygulanan sabit yatay kuvvet:
- (A) Kutunun ağırlığıyla aynı büyüklüktedir.
(B) Kutunun ağırlığından daha büyüktür.
(C) Kutunun hareketine karşı olan toplam kuvvetle aynı büyüklüktedir.
(D) Kutunun hareketine karşı koyan toplam kuvvetten daha büyüktür.
(E) Ya kutunun ağırlığından ya da kutunun hareketine karşı koyan toplam kuvvetten daha büyüktür.

- 20) Eğer bir önceki sorudaki kadın aynı yatay zeminde, kutunun üzerine itmek için uyguladığı sabit yatay kuvveti, iki katına çıkartırsa, kutu sonra:
- (A) Önceki sorudaki " V_0 " hızının iki katı olan sabit bir hızla hareket eder.
(B) Önceki sorudaki " V_0 " hızından daha büyük sabit bir hızla hareket eder fakat kesin iki katı büyüktür değil.
(C) Belli bir süre, önceki sorudaki " V_0 " hızından daha büyük ve sabit bir hızla sonra gittikçe artan bir hızla hareket eder.
(D) Belli bir süre gittikçe artan bir hızla, sonra sabit bir hızla hareket eder.
(E) Sürekli olarak artan bir hızla hareket eder.

- 21) Sağdaki şekilde, "a" öğrencisi 95 kg ve "b" öğrencisi 77 kg dır. Onlar özdeş ofis sandalyeleri üzerinde yüz yüze oturuyor.

"a" öğrencisi, çıplak ayaklarını "b" öğrencisinin dizlerine gördüğü gibi koyar. Sonra "a" öğrencisi, birden ayaklarını ileriye iterek, her iki sandalyenin de hareketine sebep oluyor.



İtme sırasında ve öğrenciler hâlâ birbirlerine değerken:

- (A) Öğrencilerden hiçbiri diğerine kuvvet uygulamaz.
(B) "a" öğrencisi "b" öğrencisine kuvvet uygular, fakat "b", "a" üzerine hiç kuvvet uygulamaz.
(C) Her iki öğrenci de birbirine kuvvet uygular, fakat "b" daha fazla kuvvet uygular.
(D) Her iki öğrenci de birbirine kuvvet uygular, fakat "a" daha fazla kuvvet uygular.
(E) Her iki öğrenci de birbirine eşit büyüklükte kuvvet uygular.

- 22) Boş bir ofis sandalyesi, bir zeminde hareketsiz durmaktadır. Aşağıdaki kuvvetleri göz önüne alınız:

1. Aşağı doğru yer çekimi kuvveti.
2. Zemin tarafından uygulanan yukarı doğru bir kuvvet.
3. Hava tarafından uygulanan aşağı doğru net kuvvet.

Hangi kuvvet veya kuvvetler ofis sandalyesi üzerine etki eder?

- (A) Sadece 1 (B) 1 ve 2 (C) 2 ve 3 (D) 1, 2 ve 3
(E) Hiçbiri (Sandalye hareketsiz olduğundan üzerine hiçbir kuvvet etki etmemektedir).

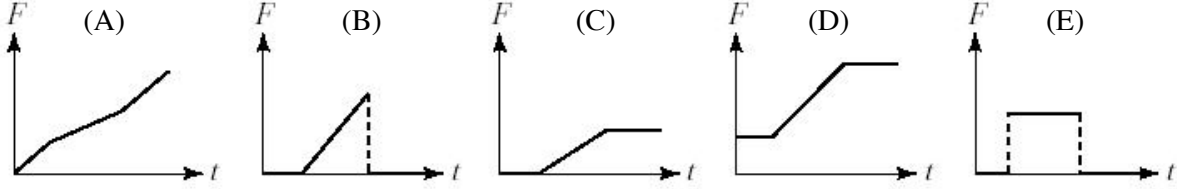
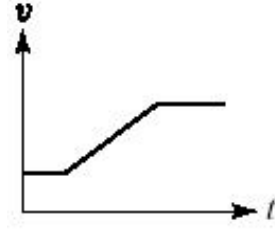
- 23) Çok kuvvetli esen rüzgara rağmen, bir tenis oyuncusu raketiyle tenis topuna vuruyor ve top, ağın üzerinden geçerek rakibin sahasına düşüyor. Aşağıdaki kuvvetleri göz önüne alınız:

1. Aşağı doğru yer çekimi kuvveti.
2. "Vurmanın" etkisiyle oluşan kuvvet.
3. Hava tarafından uygulanan kuvvet.

Yukarıdaki kuvvetlerden hangisi veya hangileri tenis topu raketle temasını kaybettikten sonra ve yere değmeden önce tenis topu üzerine etki etmektedir?

- (A) Sadece 1 (B) 1 ve 2 (C) 1 ve 3 (D) 2 ve 3 (E) 1, 2 ve 3

24. Bir nesnenin zaman-hız grafiği sağda gösterilmiştir. Aşağıdaki grafiklerden hangisi bu nesne için net kuvvet - zaman ilişkisini en iyi göstermektedir?

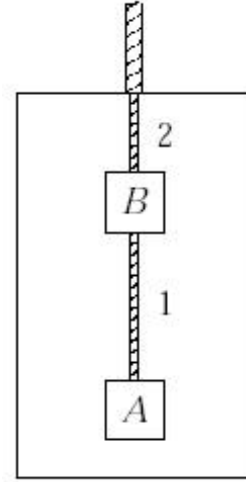


SONRAKİ İKİ SORUYU (25 ve 26) CEVAPLARKEN AŞAĞIDAKİ ŞEMAYI GÖZ ÖNÜNE ALINIZ.

Her birinin kütlesi 1kg olan A ve B blokları, bir asansörün tavanında 1 ve 2 halatları ile asılmıştır.

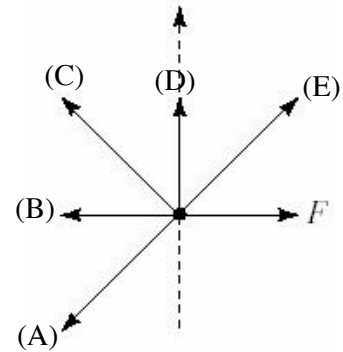
25. Asansör 2m/s'lik sabit hızla yukarı doğru hareket ederken A bloğuna 1. halat tarafından uygulanan kuvvet nedir?
 (A) 2 N (B) 10 N (C) 12 N
 (D) 20 N (E) 22 N

26. Asansör hareketsizken B bloğuna 1. halat tarafından uygulanan kuvvet nedir?
 (A) 2 N (B) 10 N (C) 12 N
 (D) 20 N (E) 22 N



27. Bir arabanın maksimum ivmesi 3m/s^2 dir. Kendisinin iki katı kütlesindeki bir arabayı çekerken maksimum ivmesi ne olurdu?
 (A) $2,5\text{ m/s}^2$ (B) $2,0\text{ m/s}^2$ (C) $1,5\text{ m/s}^2$ (D) $1,0\text{ m/s}^2$ (E) $0,5\text{ m/s}^2$

28. Sağdaki şema, çizgili ok yönünde yatay, sürtünmesiz bir yüzey üstünde karşıya doğru hareket eden bir hokey diskini göstermektedir. Şemada gösterilen sabit F kuvveti diskin üzerine etki etmektedir. Diskin, çizgili ok yönünde net bir kuvvette maruz kalması için A, B, C, D, E şıklarındaki yönlerden hangisi yönünde bir kuvvet etki etmelidir?



APPENDIX C

LESSON PLANS

Newton'un I. Kanunu - Günlük Ders Planı

Ders: Fizik

Konu: Newton'un I. hareket kanunu

Sınıf: 10

Süre: 80 dakika

Metot: Akran öğretimi

Hedef Davranışlar: Dersin sonunda öğrenciler,

1. eylemsizliğin tanımını ifade edebilecektir.
2. kütlenin tanımını ifade edebilecektir.
3. Newton'un I. hareket kanunu ifade edebilecektir.
4. cismin üzerine etki eden net kuvvet sıfır olduğu zaman cismin izleyeceği yolu çizebilecektir.
5. bir cismin kütesini ağırlığından ayırt edebilecektir.

Dersin İşlenişi:

Dersten önce

Öğrenciler ellerinde bulunan kitaplarından Newton'un I. hareket kanunu konusunu okumaları ödev olarak verilecek. Ayrıca Newton'un I. hareket kanunu okuma testi öğrenciye okuma ödevinin verildiği gün verilecek ve dersten bir gün önce toplanacak. Dersten önce bu test değerlendirilecek.

Ders sırasında

Newton'un I. Hareket kanunu konusunun ana noktası 7-10 dakikada anlatılacak. Newton'un 1. kanunu; a) Bütün nesneler üzerlerinde durumlarını değiştirecek bir kuvvet yoksa, duruyorlarsa durmalarına, b) sabit hızla hareket ediyorsa bir düz çizgiden sabit hızla hareket etmeye devam ederler. Sonra küçük bir gösteri yapılacaktır. Yere bir bilye konacaktır. Bilyeyi ilk hızsız bırakırsak bilye durur. Bilyeyi itersek , bilyeye ilk hız vermiş oluruz. Bu durumda bilye yerde sabit hızla hareketine devam edecek. Burada iki durumda da sürtünmesiz bir ortam olduğu ve cisme etki eden kuvvet olmadığı yani net kuvvetin sıfır olduğu vurgulanacaktır.

Başka bir deyişle, duran cisimlerin durmaya, hareket eden cisimlerin hareket etmeye eğilimleri vardır. Cisimlerin hareket değişikliklerine karşı gösterdikleri direnmeye Eylemsizlik denir. Bundan hemen sonra bardakla iki gösteri yapılacaktır. Birinci gösteride bir su bardağının ağzına sert bir kağıt konacaktır. Bu kağıdın üzerine de bardağın ağzına denk gelecek şekilde bir demir para konacaktır. Bu kağıt hızla çekilecektir. Demir paranın bardağın içine düştüğünü görecektir. Buradan durmakta olan demir paranın yine durmaya karşı bir eğilimi olduğunu görecektir. İkinci gösteride su bardağının arkasına bir demir para konulacaktır. Bardak ileri doğru hareket ederken bir engele çarpacaktır. Bardak durmasına rağmen üzerindeki demir para ileri doğru hareket edecektir. Buradan hareket eden demir paranın yine hareket etmeye karşı bir eğilimi olduğunu görecektir.

Burada günlük hayattan örnek verilecektir. Otobüs öne doğru hareket halinde iken, şoför ani fren yaparsa, yolcular öne doğru, duran bir otobüs ani olarak hareket ederse, yolcuların geriye doğru harekete zorlandığını hepimiz günlük yaşantımızda karşılaşmışızdır. Eylemsizlik , bir cismin hareket durumunu koruması anlamına geldiği söylenilecektir. **DİKKAT:** Sabit hızlı hareketlerde net kuvvetin sıfır olabilmesi için sürtünme kuvvetinin de sıfır olması gerekir. Ne yazık ki günlük yaşantımızda sürtünmesiz ortamlar yoktur. Bundan dolayı ilk hızı olan cisimler sonsuza kadar hareketlerine devam edemezler, bir yerlerde dururlar. Bu kısım vurgulanacaktır.

Bunlardan hemen sonra kavram sorusu cevap kağıdı dağıtılacaktır. Newton'un I. hareket kanununun 1. kavram sorusu tepegözde gösterilecektir. Soruyu okuyup herkesin anladığından emin olunacaktır. Bu soruyu cevaplamaları için öğrencilere 1-2 dakika süre verilecektir. Bu süre esnasında öğrencilerin birbirleriyle konuşmalarına kesinlikle izin verilmeyecektir. Sessiz bir ortam sağlanacaktır. Sonra cevapların kavram sorusu cevap kağıdına işaretlenmeleri istenecektir. Aynı zamanda kabaca doğru cevap oranını görmek için doğru diye işaretledikleri şıkkı bundan önce kendilerine dağıtılmış olan harfi yukarı kaldırarak göstermeleri istenecektir. Bu oran %90'ı geçiyorsa soru üzerinde tartışma yapılmadan doğru cevap açıklanacaktır ve bir sonraki kavram sorusuna geçilecektir. Bu oran %90 dan az ise öğrencilerin gruplarıyla soruyu aralarında tartışmaları için 2-3 dakika süre verilecektir. Bu arada öğrencilerin soruyu tartışmalarını dinlemek amacıyla aralarında dolaşılacaktır. Tartışma sonunda cevapların tekrar kavram sorusu cevap kağıdına işaretlemeleri istenecektir. Doğru cevap veren öğrenci sayısı oranını görmek için tekrar doğru cevap şıkkının harfini yukarı kaldırmaları istenecektir. Doğru cevap söylenecektir.

Doğru cevap verme oranı %90 dan az ise aynı konu daha detaylı anlatılacak ve Newton'un I. hareket kanunu 2. kavram sorusu sorulacak. Aynı prosedür izlenecek.

İkinci ana noktaya yani cisimlerin eylemsizlikleri nasıl ölçülür konusuna geçilecek. Bu konuda 7-10 dakika şunlar anlatılacak. Cisimlerin eylemsizliklerinden dolayı yaptığı hareketler bir kuvvet sonucu değildir. Veya eylemsizlik bir kuvvet değildir. Çünkü eylemsizlik kanununda net kuvvet ve ivme daima sıfırdır.

Cisimlerin eylemsizlikleri kütleleri ile ölçülür. Cisimlerin kütleleri ne kadar büyükse eylemsizlikleri de o kadar büyüktür. Cisimdeki madde miktarına kütle denir. Eşit kollu terazi veya baskülle ölçülebilir. Birimi kilogramdır (kg) ile gösterilir. Kütle kavramı hem kitaplarımızda hem de günlük yaşamımızda bazen ağırlık kavramıyla karıştırılmaktadır. Ağırlık, yerçekiminden dolayı cisimlere etki eden kuvvettir, yani yerçekimi kuvvetidir. Birimi Newton'dur ve (N) ile gösterilir. Bu kuvvet cisimleri sürekli yeryüzünün merkezine doğru çeker (aşağıya doğru). Kütle ile ağırlık doğru orantılıdır. Kütle iki kat arttığı zaman ağırlıkta iki kat artar. Uzayda cisim ağırlıksız olabilir fakat kütsüz olamaz. Ağırlık yerçekimi ivmesine göre değişebilir fakat kütle her yerde aynıdır, değişmez. Bu konu daha sonra daha detaylı görülecektir. Kısaca,

$$\begin{aligned} G &= mg & G &= \text{Ağırlık (N)} \\ m &= \text{Kütle (kg)} \\ g &= \text{Yerçekimi ivmesi } (\sim 10 \text{ m/s}^2) \end{aligned}$$

Öğrenciler kütlelerini ve ağırlıklarını birimleriyle birlikte defterlerine yazsınlar. Bunlar aynı ve farklı değerler mi? Tartışsınlar.

Bu anlatımlardan hemen sonra Newton'un I. hareket kanununun 3. kavram sorusu tepegözde gösterilecek. Soruyu okuyup herkesin anladığından emin olunacak. Bu soruyu cevaplamaları için öğrencilere 1-2 dakika süre verilecek. Bu süre esnasında öğrencilerin birbirleriyle konuşmalarına kesinlikle izin verilmeyecek. Sessiz bir ortam sağlanacak. Sonra cevapların kavram sorusu cevap kağıdına işaretlenmeleri istenecek. Aynı zamanda kabaca doğru cevap oranını görmek için doğru diye işaretledikleri şıkkı bundan önce kendilerine dağıtılmış olan harfi yukarı kaldırarak göstermeleri istenecek. Bu oran %90'ı geçiyorsa soru üzerinde tartışma yapılmadan doğru cevap açıklanacak ve bir sonraki kavram sorusuna geçilecek. Bu oran %90 dan az ise öğrencilerin gruplarıyla soruyu aralarında tartışmaları için 2-3 dakika süre verilecek. Bu arada öğrencilerin soruyu tartışmalarını dinlemek amacıyla aralarında dolaşılacak. Tartışma sonunda cevapların tekrar kavram sorusu cevap kağıdına işaretlemeleri istenecek. Doğru cevap

veren öğrenci sayısı oranını görmek için tekrar doğru cevap şıkkının harfini yukarı kaldırmaları istenecek. Doğru cevap söylenecek. Doğru cevap verme oranı %90 dan az ise aynı konu daha detaylı anlatılacak ve Newton'un I. hareket kanunu 4. kavram sorusu sorulacak. Kavram sorusundan sonra yapılanlar aynen tekrarlanacak. Zaman kalırsa problem çözme tekniklerine uygun olarak araştırmacı tarafından verilen problemler çözülecek.

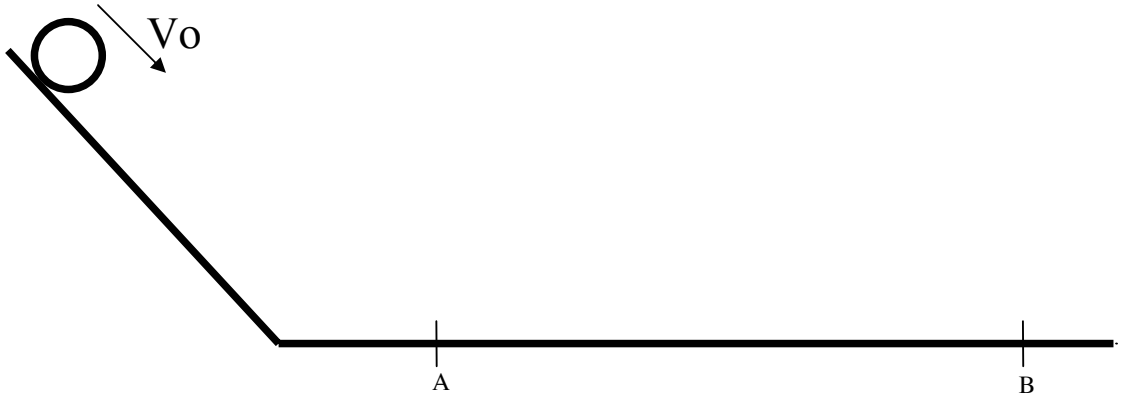
Dersin sonunda

Kavram sorularının cevap kağıtları toplanacak. Öğrencilere kitaplarından Newton'un II. hareket kanunu konusunu okumaları ödev olarak verilecek. Ayrıca Newton'un II. hareket kanunu okuma testi dağıtılacak.

NEWTON'UN I. HAREKET KANUNU

KAVRAM SORULARI

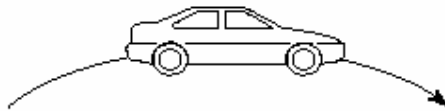
1.



Sürtünmesiz bir ortamda V_0 hızıyla bırakılan top nerede durur?

- a) A noktasında
- b) B noktasında
- c) Durmaz. Yatay düzlem boyunca hareketine devam eder.

2.



Bir araba sabit hızlı hareket ederken viraj dönüyor. Araba virajı dönerken, arabaya etki eden net kuvvet var mıdır?

- a) Hayır yoktur. Çünkü hızı sabittir.
- b) Evet vardır.
- c) Virajın keskinliğine ve arabanın hızına bağlıdır.

3. Bir cismin kütlesini baskül ve eşit kollu terazi ile dünyada ölçersek aynı değeri mi ölçerler?

- a) evet
- b) hayır
- c) Kesin bir şey söylenemez.

4. Bir cismin kütlesini baskül ve eşit kollu terazi ile ayda ölçersek aynı değeri mi ölçerler?

- a) evet
- b) hayır
- c) Kesin bir şey söylenemez.

Newton'un II. Kanunu - Günlük Ders Planı

Ders: Fizik

Konu: Newton'un II. hareket kanunu

Sınıf: 10

Süre: 80 + 80 dakika

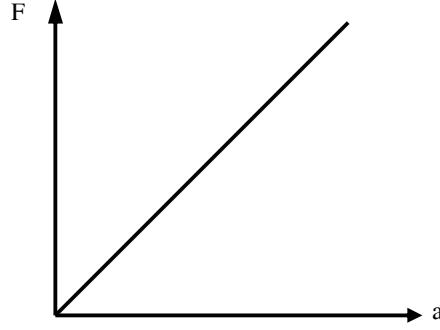
Metot: Akran öğretimi

Hedef Davranışlar: Dersin sonunda öğrenciler,

6. kuvvetin tanımını ifade edebilecektir.
7. ivmenin tanımını ifade edebilecektir.
8. Newton'un II. hareket kanununu ifade edebilecektir.
9. kuvvet ile net kuvvet arasındaki farkları açıklayabilecektir.
10. net kuvvet ile hareketin yönü arasındaki ilişkiyi anlatabilecektir.
11. cismin üzerine etki eden net kuvvet ile cismin hızı arasındaki ilişkiyi anlatabilecektir.
12. çevremizdeki cisimlere etki eden kuvvetleri tanıyabilecektir.
13. dinamik problemlerini çözebilmek için Newton'un II. hareket kanununu kullanabilecektir.
14. cismin üzerine etki eden net kuvvet sıfır olmadığı zaman cismin izleyeceği yolu çizebilecektir.
15. üzerine sabit net kuvvet etki eden bir cismin hızını yorumlayabilecektir.

Dersin İşlenişi:

Newton'un II. hareket kanunu konusunun ilk ana noktası 7-10 dakika arası anlatılacak. Bu sürede bir cisme etki eden bileşke kuvvet ivme ile doğru orantılı kütle ile ters orantılıdır. Bu ifade $F = m \cdot a$ bağıntısı ile gösterilir. Buna Newton'un II. hareket kanunu denir. Burada kuvvet ile ivme vektörel bir büyüklüktür ve aynı yönlüdür. m 'nin ise toplam kütle olduğu söylenecek. Bu anlatımlardan sonra sınıfta öğrencilere bir gösteri yaptırılacak. Sınıftaki öğretmen masası önce bir öğrenciye sonra iki öğrenciye daha sonrada üç öğrenciye ittirilecek. Burada öğrencilerin kuvvet artıkça masanın ivmesinin de arttığını görmeleri sağlanacak. Sonra grafik 1. de görülen net uygulanan kuvvete karşılık ivme grafiği tahtaya çizilecek.



Grafik 1. Bir cisme etki eden net kuvvete karşılık ivme grafiği

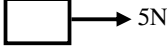

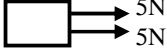
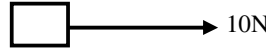




Bu grafikte doğrunun eğimi sabittir. Eğim= $\tan \alpha = F/a$ bu da cismin kütlesine eşittir. $m=F/a$. Kuvvet ve ivme vektörel bir büyüklük olduğu için bu bağıntıyı şöyle yazılmalıdır. $F=m \cdot a$ Kuvvet biriminin kgm/s^2 olduğunu buna da Newton denildiğini N ile gösterildiği, kütle biriminin kg, ivme biriminin de m/s^2 olduğu, söylenecek. Burada ayrıca cismin uygulanan kuvvet yönünde ivmelendiği, uygulanan kuvvetin hareket yönünde olduğu zaman cismin hızının arttığı, ters yönde olduğu zaman cismin hızının azaldığı vurgulanacak. Net kuvvet ile cismin ivmesinin her zaman aynı yönlü olduğu bir kez daha vurgulanacak.

Sonra kavram sorusu cevap kağıdı dağıtılacak ve Newton'un II. hareket kanunu 1. kavram sorusu tepegözde gösterilecek. Soru okunup herkesin anladığından emin olunacak. Bu soruyu cevaplamaları için öğrencilere 1-2 dakika süre verilecek. Bu süre esnasında öğrencilerin birbirleriyle konuşmalarına kesinlikle izin verilmeyecek. Sessiz bir ortam sağlanacak. Sonra cevaplarını kavram sorusu cevap kağıdına işaretlemeleri istenecek. Aynı zamanda kabaca doğru cevap oranını görmek için doğru diye işaretledikleri şıkkı bundan önce kendilerine dağıtılmış olan harfi yukarı kaldırarak göstermeleri istenecek. Bu oran %90'ı geçiyorsa soru üzerinde tartışma yapmadan doğru cevap açıklanacak ve 2. kavram sorusuna geçilecek. Bu oran %90'dan az ise öğrencilerin gruplarıyla soruyu aralarında tartışmaları için 2-3 dakika süre verilecek. Bu arada öğrencilerin soruyu tartışmalarını dinlemek amacıyla aralarında dolaşılacak. Tartışma sonunda cevaplar tekrar kavram sorusu cevap kağıdına işaretlettirilecek. Doğru cevap veren öğrenci sayısı oranını görmek için tekrar doğru cevap şıkkının harfini yukarı kaldırmalarını isteyecek. Doğru cevap açıklanacak. Oran %90' dan az ise aynı konu daha detaylı anlatılacak ve 3. kavram sorusu sorulacak. Kavram sorusu sorulduktan sonra yapılanlar aynen tekrarlanacak. Oran %90'dan fazla ise Newton'un II. hareket kanunu ile ilgili diğer ana noktaya geçilecek.

Kuvvet ve net kuvvet kavramları 7-10 dakikada anlatılacak. Kuvvet basit bir tanımla itme ve çekmedir. Mesela yerçekimi kuvveti cisimleri aşağıya doğru çeker ve cismin ağırlığına eşittir. G harfi ile gösterilir.

Net kuvvet ise cisimleri hareket ettiren, hareket halindeki cisimleri durduran, cisimlerde şekil değişikliği meydana getiren bir etki olduğu söylenecek. Eğer bir nesneye etki eden kuvvet bir tane ise bunun aynı zamanda net kuvvet olduğu, birden fazla kuvvet varsa net kuvvetin bu kuvvetlerin vektörel toplamına eşit olduğu söylenecek.

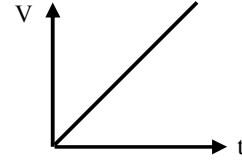
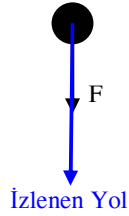
Örneğin bir kişi bir nesneyi 20N luk bir kuvvet ile çekerse ve diğer bir kişi aynı nesneyi 15N luk bir kuvvet ile zıt yönde çekerse, bu nesne üzerindeki net kuvvet 5N olduğu söylenecek. Tahtaya şu tablo çizilecek. Tabloyla ilgili olarak kuvvetler aynı yönlü ise toplanır, zıt yönlü ise çıkarılır, bununda net kuvvet olduğu söylenecek.

Uygulanan kuvvetler	Net kuvvet
	
	
	
	

Newton'un II. hareket kanunu 4. kavram sorusu tepegözde gösterilecek. Soru okunup herkesin anladığından emin olunacak. Bu soruyu cevaplamaları için öğrencilere 1-2 dakika süre verilecek. Bu süre esnasında öğrencilerin birbirleriyle konuşmalarına kesinlikle izin verilmeyecek. Sessiz bir ortam sağlanacak. Sonra cevaplarını kavram sorusu cevap kağıdına işaretlemelerini istenecek. Aynı zamanda kabaca doğru cevap oranını görmek için doğru diye işaretledikleri şıkkı bundan önce kendilerine dağıtılmış olan harfi yukarı kaldırarak göstermeleri istenecek. Bu oran %90'ı geçiyorsa soru üzerinde tartışma yapmadan doğru cevap açıklanacak ve başka bir kavram sorusuna geçilecek. Bu oran %90 dan az ise öğrencilerin gruplarıyla soruyu aralarında tartışmaları için 2-3 dakika süre verilecek. Bu arada öğrencilerin soruyu tartışmalarını dinlemek amacıyla aralarında dolaşılacak. Tartışma sonunda cevaplar tekrar kavram sorusu cevap kağıdına işaretlettirilecek. Doğru cevap veren öğrenci sayısı oranını

görmek için tekrar doğru cevap şıkkının harfini yukarı kaldırmalarını isteyecek. Doğru cevap açıklanacak. Oran %90 dan az ise aynı konu daha detaylı anlatılacak ve başka bir kavram sorusu sorulacak. Kavram sorusu sorulduktan sonra yapılanlar aynen tekrarlanacak. Oran %90 dan fazla ise Newton'un II. hareket kanunu ile ilgili diğer ana noktaya geçilecek.

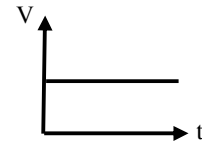
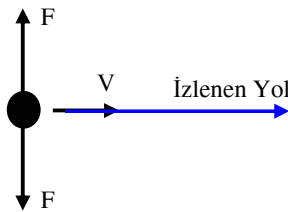
Sabit bir kuvvetin etkisinde hız değişimi konusu 7-10 dakika arası anlatılacak. Bunun için şu gösteri yapılacaktır. Bir cisim serbest bırakılacaktır. Cismin aşağıya doğru hızlandığı söylenecektir. Burada cisme sabit bir kuvvet etki etmektedir. Bu da yerçekimi kuvvetidir, ve cismin ağırlığına eşittir. Burada hız vektörü ile kuvvet vektörü aynı yönlü olduğu için cismin düzgün hızlanan doğrusal hareket yaptığı söylenecektir. Bu hız-zaman grafiği tahtada gösterilecektir.



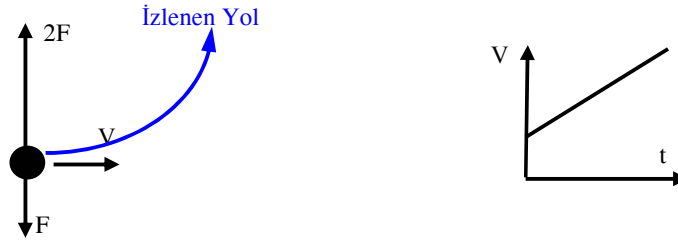
Bu grafikte görüldüğü gibi bu doğrunun eğimi sabit olduğundan hareket sabit ivmeli bir harekettir. Buradan da şu sonuca varılacaktır; bir cisme etki eden bileşke kuvvet sabit ise cismin hızı düzenli olarak artar yani cisim sabit bir ivme kazanır.

Daha sonra sırasıyla ilk hızla hareket eden bir cisme farklı yönlerde kuvvetler etki ettirerek cismin izleyeceği yol ve hız-zaman grafikleri çizilecektir.

Aşağıdaki şekil tahtaya çizilecektir. Bu cisme etki eden net kuvvetin sıfır olduğu ve bu yüzden cismin V hızıyla hareketine devam ettiği yani hızın sabit olduğu söylenecektir ve hız-zaman grafiği çizilecektir.



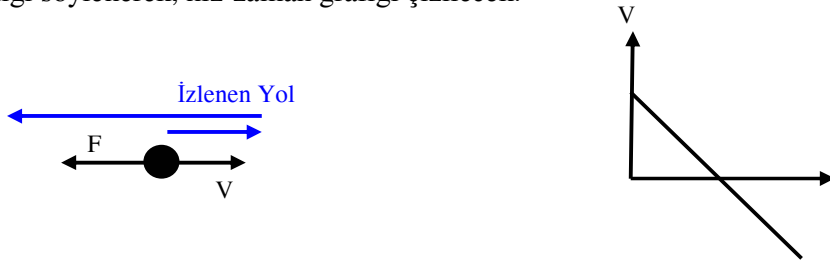
Aşağıdaki şekil tahtaya çizilecektir. Bu cisme etki eden net kuvvetin yukarıya doğru F kuvveti olduğu söylenecektir ve cismin izleyeceği yol çizilecektir. Bu cisminde ilk hızı olan düzgün hızlanan doğrusal hareket yaptığı söylenerek, hız-zaman grafiği çizilecektir.



Aşağıdaki şekil tahtaya çizilecek. Bu cisme etki eden hız vektörü kuvvet vektörü ile aynı yönlüdür. Bu yüzden cisim aynı yönde hareketine devam eder. Bu cisminde ilk hızı olan düzgün hızlanan doğrusal hareket yaptığı söylenerek, hız-zaman grafiği çizilecek.



Aşağıdaki şekil tahtaya çizilecek. Bu cisme etki eden hız vektörü ile kuvvet vektörü zıt yönlü olduğu için cisim bir süre düzgün yavaşlayan doğrusal hareket yapacak, anlık hızı sıfır olduktan sonra ters yönde düzgün hızlanan doğrusal hareket yaptığı söylenerek, hız-zaman grafiği çizilecek.



Sonra kavram sorusu cevap kağıdı dağıtılacak ve Newton'un II. hareket kanunu 5. kavram sorusu tepegözde gösterilecek. Soru okunup herkesin anladığından emin olunacak. Bu soruyu cevaplamaları için öğrencilere 1-2 dakika süre verilecek. Bu süre esnasında öğrencilerin birbirleriyle konuşmalarına kesinlikle izin verilmeyecek. Sessiz bir ortam sağlanacak. Sonra cevaplarını kavram sorusu cevap kağıdına işaretlemeleri istenecek. Aynı zamanda kabaca doğru cevap oranını görmek için doğru diye işaretledikleri şıkkı bundan önce kendilerine dağıtılmış olan harfi yukarı kaldırarak göstermeleri istenecek. Bu oran %90'ı geçiyorsa soru üzerinde tartışma yapmadan doğru cevap açıklanacak ve 6. kavram sorusuna geçilecek. Bu oran %90'dan az ise

öğrencilerin gruplarıyla soruyu aralarında tartışmaları için 2-3 dakika süre verilecek. Bu arada öğrencilerin soruyu tartışmalarını dinlemek amacıyla aralarında dolaşılacak. Tartışma sonunda cevaplarını tekrar kavram sorusu cevap kağıdına işaretlettirilecek.. Doğru cevap veren öğrenci sayısı oranını görmek için tekrar doğru cevap şıkkının harfini yukarı kaldırmaları istenecek. Doğru cevap açıklanacak. Oran %90'dan az ise aynı konu daha detaylı anlatılacak ve başka bir kavram sorusu sorulacak. Kavram sorusu sorulduktan sonra yapılanlar aynen tekrarlanacak.

Dersin sonunda:

Problem çözme tekniklerine uygun olarak araştırmacı tarafından verilen problemler çözülecek. Kitaplarından Newton'un III. hareket Kanunu ile ilgili bölümü okumaları ödev verilecek ve okuma testi dağıtılacak. Dersten çıkmadan kavram sorusu cevap kağıtları toplanacak.

NEWTON'UN II. HAREKET KANUNU

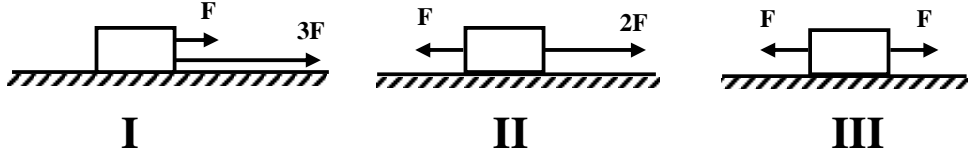
KAVRAM SORULARI

- 1. Sürtünmesiz bir yüzeyde duran bloğa sabit bir kuvvet kısa bir zaman aralığında uygulanıyor. Kuvvet bloğa son hız kazandırıyor. Aynı kuvvet aynı zaman aralığında kütlesi ilk kütlenin iki katı olan başka bir duran bloğa uygulanıyor. Ağır olan bloğun son hızı hafif olan bloğun hızının**
- A) $1/4$ dür.**
- B) 4 katıdır.**
- C) yarısıdır.**
- D) iki katıdır.**
- E) aynıdır.**
- 2. Bir cisme üç sabit kuvvet etki ediyor. Bu cismin hareketi hakkında ne söylenebilir?**
- A) Cisim tek bir ivmeye sahiptir.**
- B) Cisim iki farklı ivme vektörüne sahiptir.**
- C) Cisim üç farklı ivmeye sahiptir.**
- D) Cismin ivmesi sabit değildir.**

3. Sürtünmesiz bir yüzeyde duran bloğa sabit bir kuvvet kısa bir zaman aralığında uygulanıyor. Kuvvet bloğa son hız kazandırıyor. Bu kuvvet yarısıyla aynı son hıza erişmek için, aşağıdaki hangi zaman aralığında uygulanmalıdır?

- A) İlk durumda uygulanan zamanın 4 katı.**
- B) İlk durumda uygulanan zamanın 2 katı.**
- C) İlk durumda uygulanan zaman kadar.**
- D) İlk durumda uygulanan zamanın yarısı kadar.**
- E) İlk durumda uygulanan zamanın çeyreği kadar.**

4.



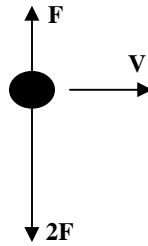
Bu cisimler üzerinde net kuvvet kaçtır ve ne tarafa doğrudur?

- A) I. cisimde $2F$ sağa doğru, II. cisimde F sağa doğru, III. cisimde $2F$ sağa doğrudur.
- B) I. cisimde $4F$ sağa doğru, II. cisimde F sağa doğru, III. cisimde sıfırdır.
- C) I. cisimde $4F$ sola doğru, II. cisimde $3F$ sağa doğru, III. cisimde $2F$ sağa doğrudur.
- D) I. cisimde $4F$ sağa doğru, II. cisimde $3F$ sağa doğru, III. cisimde $2F$ sağa doğrudur.

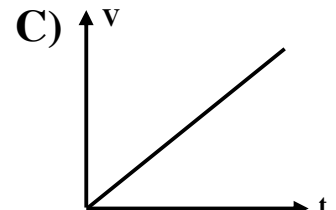
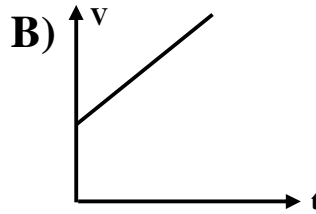
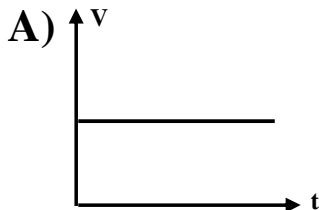
5. Sürtünmesiz bir yüzeyde duran bloğa sabit bir kuvvet kısa bir zaman aralığında uygulanıyor. Kuvvet bloğa son hız kazandırıyor. Bu sefer aynı sabit kuvvet başlangıçta duran blok yerine uygulanan kuvvet yönünde hareket eden bloğa aynı zaman aralığında uygulanıyor. Bloğun hızındaki artış

- A) ilk hızının iki katına eşittir.
- B) ilk hızının karesine eşittir.
- C) ilk hızının dört katına eşittir.
- D) İlk hızsız harekete başladığı zamanki hızıyla aynıdır.
- E) Verilen bilgilerden bulunamaz.

6.



Şekildeki cisim \vec{V} hızıyla hareket etmektedir. Cismin hız zaman grafiği aşağıdakilerden hangisidir?



Newton'un III. Kanunu - Günlük Ders Planı

Ders: Fizik

Konu: Newton'un III. Hareket kanunu

Sınıf: 10

Süre: 80 dakika

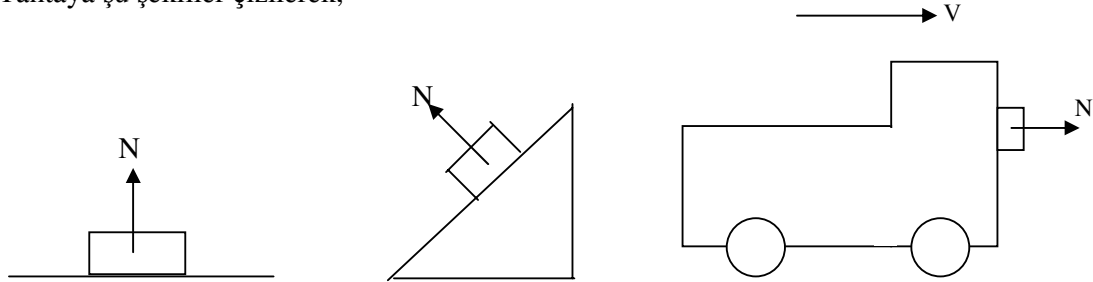
Metot: Akran öğretimi

Hedef Davranışlar: Dersin sonunda öğrenciler,

1. Newton'un III. hareket kanununu ifade edebilecektir.
2. Sistemdeki gerilim ve normal kuvveti tanıyabilecektir.
3. Cisme etki eden normal kuvveti hesaplayabilecektir.
4. Gerçek hayattaki olayları Newton'un III. hareket kanununa uygulayabileceklerdir.

Dersin İşlenişi:

Newton'un III. Hareket kanunu konusunun ana noktasın 7-10 dakikada anlatılacak. Sınıfta bulunan masa, sandalye ve sıra gibi cisimlerin sınıfın tabanına bir kuvvet uyguladığı, ve bu kuvvetin büyüklüğünün cisimlerin ağırlıkları toplamına eşit olduğu söylenecek. Aynı zamanda bu kuvvetin yönünün aşağıya doğru olduğu ve bu kuvvete etki kuvveti denildiği söylenecek. Bileşke kuvvetin sıfır olması için sınıf tabanının da etki kuvvetine eşit fakat zıt yönlü bir kuvvet uyguladığı ve buna da tepki kuvveti denildiği, normal ve gerilim kuvvetinin de bir tepki kuvveti olduğu söylenecek. Tahtaya şu şekiller çizilerek,



normalin yüzeyin cisme uyguladığı tepki kuvveti olduğu ve bu kuvvetin her zaman cismin temas ettiği yüzeye dik olduğu ve de N harfi ile gösterildiği anlatılacak. Diğer bir örneğinde ipte oluşan gerilim kuvveti olduğu söylenecek. İpin her noktasında gerilim kuvvetinin aynı olduğu söylenecek. Örneğin bir nesneyi iple tavana astığımız zaman cismin ağırlığının ipte gerilim kuvveti oluşturduğu ve bu kuvvetinde T ile gösterildiği söylenecek.

Özellikle Newton'un III. hareket kanununun da etki tepki kuvvetlerinin birbirine eşit ve zıt yönlü olmasına rağmen hiç bir zaman birbirlerini dengelemedikleri çünkü bu kuvvetlerin farklı nesneler üzerine etki ettikleri vurgulanacak.

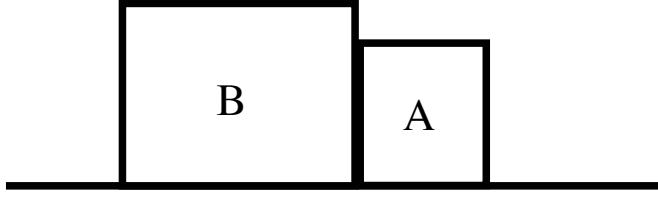
Bu anlatımlardan sonra balonla gösteri yapılacaktır. Bir balon iyice şişirilip bırakılacaktır. Bu gösteride balonun içine sıkışmış olan havanın dışarıdaki havaya bir etki kuvveti uyguladığı, dışarıdaki havanın da balona bir tepki kuvveti uyguladığı ve bundan dolayı da balonun ileri doğru hareket ettiği söylenecektir. Ayrıca burada etki ve tepki kuvvetlerinin aynı nesne üzerinde olmadığı, olsaydı balonun hareket etmeyeceği vurgulanacaktır.

Bu gösteriden hemen sonra kavram sorusu cevap kağıdı dağıtılacak ve Newton'un III. Hareket kanunun 1. kavram sorusu tepegözde gösterilecektir. Soruyu okuyup herkesin anladığından emin olunacaktır. Bu soruyu cevaplamaları için öğrencilere 1-2 dakika süre verilecektir. Bu süre esnasında öğrencilerin birbirleriyle konuşmalarına kesinlikle izin verilmeyecektir. Sessiz bir ortam sağlanacaktır. Sonra cevaplarını kavram sorusu cevap kağıdına işaretlemeleri istenecektir. Aynı zamanda kabaca doğru cevap oranını görmek için doğru diye işaretledikleri şıkkı bundan önce kendilerine dağıtılmış olan harfi yukarı kaldırarak göstermeleri istenecektir. Bu oran %90'ı geçiyorsa soru üzerinde tartışma yapılmadan, doğru cevap açıklanarak 2.kavram sorusuna geçilecektir. Bu oran %90 dan az ise öğrencilerin gruplarıyla soruyu aralarında tartışmaları için 2-3 dakika süre verilecektir. Bu arada öğrencilerin soruyu tartışmalarını dinlemek amacıyla aralarında dolaşılacaktır. Tartışma sonunda cevaplar tekrar kavram sorusu cevap kağıdına işaretlettirilecektir. Sonra doğru cevap açıklanacaktır. Doğru cevap veren öğrenci sayısı oranını görmek için tekrar doğru cevap şıkkının harfini yukarı kaldırmaları istenecektir. Oran %90 dan az ise aynı konu daha detaylı anlatılacaktır ve 3. kavram sorusu sorulacaktır. Aynı prosedür izlenecektir. Dersin sonunda zaman kalırsa problem çözme tekniklerine uygun olarak sorular çözülecektir. Dersten çıkmadan kavram sorusu cevap kağıtları toplanacaktır.

NEWTON'UN III. HAREKET KANUNU

KAVRAM SORULARI

1. Masa üzerinde hareketsiz duran bloğa etki eden kuvvet(ler) için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
- A) Bloğa yalnızca düşey aşağıya doğru ağırlığı etki eder.
- B) Bloğa yalnızca düşey yukarı doğru masanın uyguladığı kuvvet etki eder.
- C) Bloğun üzerine birden fazla kuvvet etki eder. Yalnız aşağıya doğru kuvvetlerin toplamı, yukarı doğru kuvvetlerin toplamından büyüktür.
- D) Bloğun üzerine birden fazla kuvvet etki eder. Yalnız aşağıya doğru kuvvetlerin toplamı, yukarı doğru kuvvetlerin toplamından küçüktür.
- E) Bloğun üzerine iki kuvvet etki eder. Yani aşağıya doğru ağırlığı ve yukarı doğru masanın uyguladığı kuvvettir. Bu iki kuvvet birbirine eşittir.



2. A bloğunun B bloğuna uyguladığı kuvvet ile B bloğunun A bloğuna uyguladığı kuvveti karşılaştırırsak, aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- a) A bloğu daha fazla kuvvet uygular.
- b) Kuvvetler eşittir.

APPENDIX D

OBSERVATION CHECKLIST

	Akran Öğretimi Gözlem Listesi				
		Yapılmadı	Kötü Yapıldı	Orta Yapıldı	İyi Yapıldı
1	Kavram içerikli problemler örnek olarak öğretmen tarafından çözüldü mü?				
2	Çoktan seçmeli kavram soruları öğrencilere soruldu mu?				
3	Öğrenciler kavram sorusu cevaplarını tartışmadan önce işaretledi mi?				
4	Şıklar kaldırılarak gösterildi mi?				
5	Öğrenciler kavram sorusu cevaplarını tartışmadan önce işaretledi mi?				
6	Öğrenciler kavram soruları cevapları hakkında tartışma yaptı mı?				
7	Tartışmadan sonra kavram sorusu cevapları tekrar cevap kağıdına işaretlendi mi?				
8	Tartışmadan sonra şıklar tekrar kaldırılarak gösterildi mi?				
9	Demo yapıldı mı?				
10	Newton'un I./II./III. hareket kanunu anlatıldı				
11	Rakamsal soruları öğretmen çözdü mü?				
12	Rakamsal soruları öğrenciler çözdü mü?				
13	Kaç tane kavram sorusu cevaplandı?				
14	Kaç tanesi akran öğretimi yapılmadan cevaplandı?				
15	Kaç tanesi akran öğretimi yapılarak cevaplandı?				
16	Akran öğretimi kaç dakika sürdü?				

APPENDIX E

OBJECTIVE LIST

In order to implement Newton's Laws of Motion, an objective list was prepared.

At the end of the lesson, students will be able to

1. state the definition of force. (K)
2. state the definition of mass. (K)
3. state the definition of acceleration. (K)
4. state the definition of inertia. (K)
5. state Newton's first law of motion.(K)
6. state Newton's second law of motion.(K)
7. state Newton's third law of motion.(K)
8. explain the differences between force and net force. (C)
9. make their ideas about force concepts clear. (S)
10. tell the relation between net force acting on an object under one or more forces which are in different directions.(S)
11. tell the relation between net force acting on an object and on its speed. (S)
12. recognize the forces acting on objects in daily life. (An)
13. identify the meaning of tension and normal force. (An)
14. developed new ideas about force concepts. (S)
15. change their conceptions about force concepts if they are not valid. (E)
16. use Newton's second laws of motion to solve dynamics problems. (Ap)
17. 16.distinguish net force that cause acceleration from action-reaction force pairs. (C)

18. draw the path of an object if net force acting on it is zero.(Ap)
19. apply Newton's third law to real life phenomena. (Ap)
20. calculate the normal force of an object at rest. (Ap)
21. describe the relation between action and reaction forces of two objects moving with constant acceleration. (C)
22. describe the relation between action and reaction forces of two objects moving with constant speed. (C)
23. describe the relation between action and reaction forces of two objects at rest. (C)
24. interpret the speed of an object on which there is a constant net force.(C)

APPENDIX F

PRECLASS READING ASSIGNMENT TESTS

Adı Soyadı:

Sınıfı:

NEWTON'UN I. HAREKET KANUNU OKUMA TESTİ

1. Eylemsizlik kanunu;
 - a) Newton'un I. hareket kanunudur.
 - b) Newton'un II. hareket kanunudur.
 - c) Newton'un III. hareket kanunudur.
2. Aşağıdaki cümlelerden hangisi doğrudur.
 - a) Newton'un I. hareket kanununa göre bileşke kuvvet ve ivme daima sıfırdır.
 - b) Newton'un I. hareket kanununa göre bileşke kuvvet ve ivme bazen sıfırdır.
 - c) a ve b şıkları doğrudur.
3. Sürtünmesiz yatay bir düzlemde ilk hızla hareket eden bir cismin hızı değişir mi?
 - a) Değişir.
 - b) Değişmez.
 - c) Verilen bilgi yeterli değildir.

Adı Soyadı:

Sınıfı:

NEWTON'UN II. HAREKET KANUNU OKUMA TESTİ

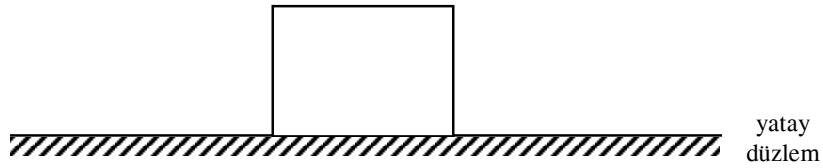
1. Aşağıdakilerden hangisi Newton'un II. hareket kanunudur.
 - a) Eylemsizlik kanunu
 - b) $F = m.a$
 - c) Her etki kuvvetine karşı zıt yönlü ve eşit büyüklükte bir tepki kuvveti vardır.
2. Newton'un II. hareket kanunu
 - a) bir cisme etki eden bileşke kuvvet sıfır ise, cismin hareket durumunu inceler.
 - b) bir cisme etki eden bileşke kuvvet sıfırdan farklı ise, cismin hareket durumunu inceler.
 - c) bir cisme etki eden bileşke kuvvet hem sıfır ise hem de sıfırdan farklı ise cismin hareket durumunu inceler.
3. Newton'un II. hareket kanununa göre bileşke kuvvet sabit ise,
 - a) cisim düzgün hızlanan doğrusal hareket yapar.
 - b) cisim düzgün doğrusal hareket yapar.
 - c) a ve b şıkları doğru değildir.

Adı ve Soyadı:

Sınıfı:

NEWTON'UN III. HAREKET KANUNU OKUMA TESTİ

1. Aşağıdakilerden hangisi Newton'un III. Hareket kanunudur?
 - a) Eylemsizlik kanunu
 - b) $F = m \cdot a$
 - c) Her etki kuvvetine karşı zıt yönlü ve eşit büyüklükte bir tepki kuvveti vardır.
2. Aşağıdaki cümlelerden hangisi doğrudur?
 - a) Etki kuvveti tepki kuvvetine büyüklük bakımından daima eşittir.
 - b) Etki kuvveti tepki kuvveti ile aynı doğrultulu ve zıt yönlüdür.
 - c) a ve b şıkları doğrudur.
3. Şekildeki yatay düzlem üzerinde duran kutuya etki eden kuvvetleri gösteriniz.



APPENDIX G

COPIES OF ACETATES

NEWTON'UN I. HAREKET KANUNU

- a) Nesneler üzerlerinde durumlarını değiştirecek bir kuvvet yoksa, duruyorlarsa durmalarına,
- b) sabit hızla hareket ediyorlarsa bir düz çizgide sabit hızla hareket etmeye devam ederler.

Duran cisimlerin durmaya, hareket eden cisimlerin hareket etmeye eğilimleri vardır. Cisimlerin hareket değişiklerine karşı gösterdikleri direnmeye Eylemsizlik denir. Eylemsizlik bir kuvvet değildir. Çünkü eylemsizlik kanununda net kuvvet ve ivme daima sıfırdır.

Cisimdeki madde miktarına kütle denir. Eşit kollu terazi veya baskülle ölçülebilir. Birimi kilogramdır (kg) ile gösterilir.

Ağırlık, yerçekiminden dolayı cisimlere etki eden kuvvettir, yani yerçekimi kuvvetidir. Birimi Newton'dur ve (N) ile gösterilir. Bu kuvvet cisimleri sürekli yeryüzünün merkezine doğru çeker (aşağıya doğru).

Uzayda cisim ağırlıksız olabilir fakat kütesiz olamaz. Ağırlık yerçekimi ivmesine göre değişebilir fakat kütle her yerde aynıdır, değişmez. Kısaca,

$$G=mg \quad G = \text{Ağırlık (N)}$$

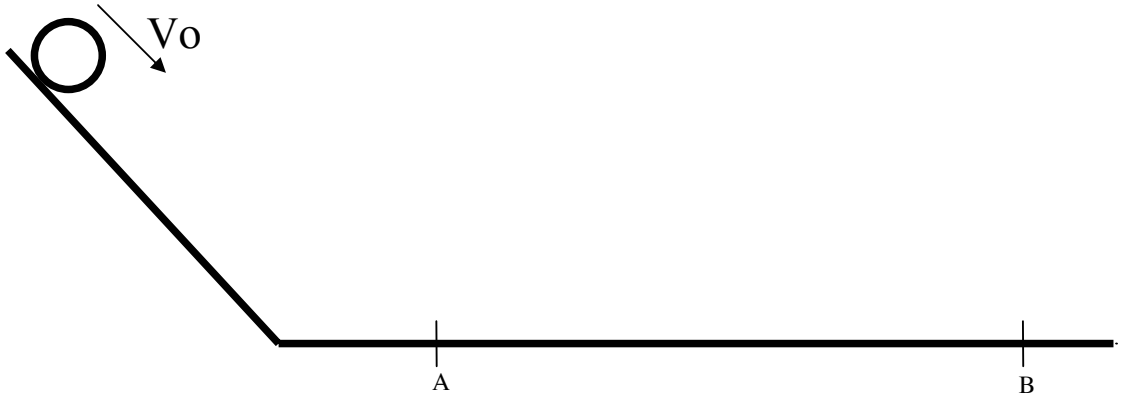
$$m = \text{Kütle (kg)}$$

$$g = \text{Yerçekimi ivmesi } (\sim 10\text{m/s}^2)$$

NEWTON'UN I. HAREKET KANUNU

KAVRAM SORULARI

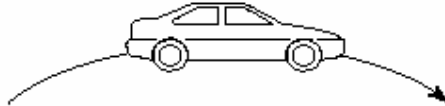
1.



Sürtünmesiz bir ortamda V_0 hızıyla bırakılan top nerede durur?

- a) A noktasında
- b) B noktasında
- c) Durmaz. Yatay düzlem boyunca hareketine devam eder.

2.



Bir araba sabit hızlı hareket ederken viraj dönüyor. Araba virajı dönerken, arabaya etki eden net kuvvet var mıdır?

- a) Hayır yoktur. Çünkü hızı sabittir.
- b) Evet vardır.
- c) Virajın keskinliğine ve arabanın hızına bağlıdır.

3. Bir cismin kütlesini baskül ve eşit kollu terazi ile dünyada ölçersek aynı değeri mi ölçerler?

- c) Evet
- d) Hayır
- c) Kesin bir şey söylenemez.

4. Bir cismin kütlesini baskül ve eşit kollu terazi ile ayda ölçersek aynı değeri mi ölçerler?

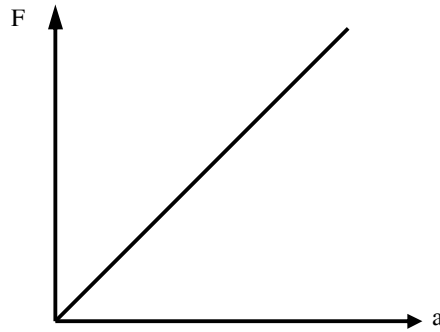
- c) Evet
- d) Hayır
- c) Kesin bir şey söylenemez.

NEWTON'UN II. HAREKET KANUNU

Bir cisme etki eden bileşke kuvvet ivme ile doğru orantılı kütle ile ters orantılıdır.

$$F = m \cdot a$$

Burada kuvvet ile ivme vektörel bir büyüklüktür ve aynı yönlüdür.



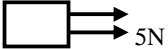
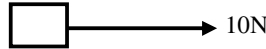



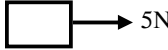


Grafik 1. Bir cisme etki eden net kuvvete - ivme grafiği

Bu grafikte doğrunun eğimi sabittir. Eğim = $\tan \alpha = F/a$ bu da cismin kütlesine eşittir. $m = F/a$. Kuvvet birimi kgm/s^2 dir. Buna da Newton denir. N ile gösterilir. Kütle birimi kg, dır. İvme birimi m/s^2 dir.

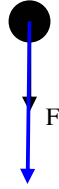
Kuvvet basit bir tanımla itme ve çekmedir.

Net kuvvet ise cisimleri hareket ettiren, hareket halindeki cisimleri durduran, cisimlerde şekil değişikliği meydana getiren bir etkidir.

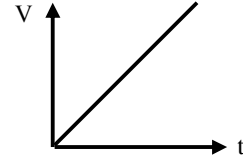
Uygulanan kuvvetler	Net kuvvet
	
	
	
	

Sabit Bir Kuvvetin Etkisinde Hız Değişimi.

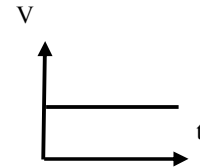
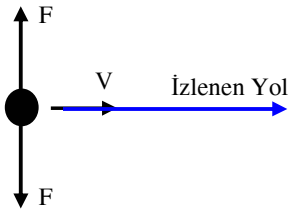
Serbest bırakılan bir cisim aşağıya doğru hızlanır.



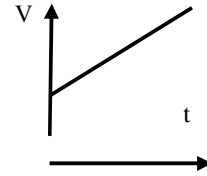
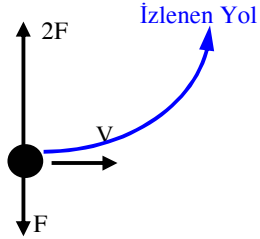
İzlenen Yol



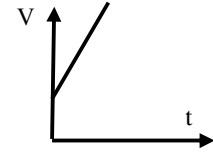
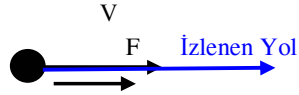
Aşağıdaki şekilde cisme etki eden net kuvvet sıfırdır.



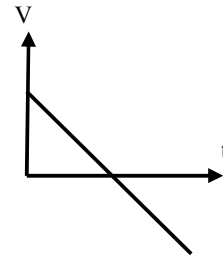
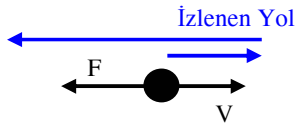
Aşağıdaki şekilde cisme etki eden net kuvvet yukarıya doğru F kuvvetidir.



Aşağıdaki şekilde cisme etki eden hız vektörü kuvvet vektörü ile aynı yönlüdür.



Aşağıdaki şekilde cisme etki eden hız vektörü ile kuvvet vektörü zıt yönlüdür.



NEWTON'UN II. HAREKET KANUNU

KAVRAM SORULARI

1. Sürtünmesiz bir yüzeyde duran bloğa sabit bir kuvvet kısa bir zaman aralığında uygulanıyor. Kuvvet bloğa son hız kazandırıyor. Aynı kuvvet aynı zaman aralığında kütlesi ilk kütlenin iki katı olan başka bir duran bloğa uygulanıyor. Ağır olan bloğun son hızı hafif olan bloğun hızının

A) $1/4$ dür.

B) 4 katıdır.

C) yarısıdır.

D) iki katıdır.

E) aynıdır.

2. Bir cisme üç sabit kuvvet etki ediyor. Bu cismin hareketi hakkında ne söylenebilir?

A) Cisim tek bir ivmeye sahiptir.

B) Cisim iki farklı ivme vektörüne sahiptir.

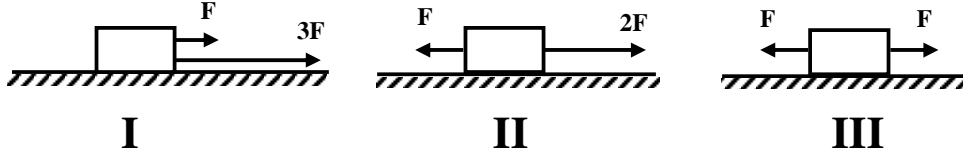
C) Cisim üç farklı ivmeye sahiptir.

D) Cismin ivmesi sabit değildir.

3. Sürtünmesiz bir yüzeyde duran bloğa sabit bir kuvvet kısa bir zaman aralığında uygulanıyor. Kuvvet bloğa son hız kazandırıyor. Bu kuvvet yarısıyla aynı son hıza erişmek için, aşağıdaki hangi zaman aralığında uygulanmalıdır?

- A) İlk durumda uygulanan zamanın 4 katı.**
- B) İlk durumda uygulanan zamanın 2 katı.**
- C) İlk durumda uygulanan zaman kadar.**
- D) İlk durumda uygulanan zamanın yarısı kadar.**
- E) İlk durumda uygulanan zamanın çeyreği kadar.**

4.

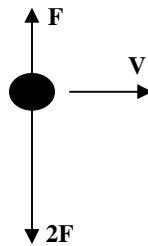


Bu cisimler üzerinde net kuvvet kaçtır ve ne tarafa doğrudur?

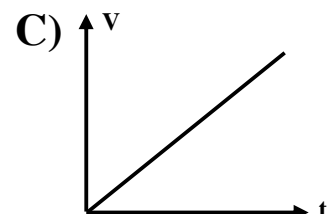
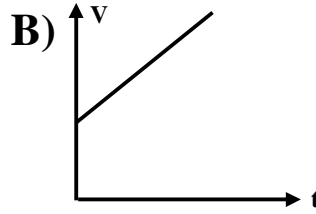
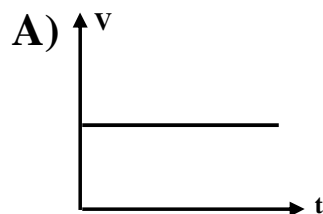
- A) I. cisimde $2F$ sağa doğru, II. cisimde F sağa doğru, III. cisimde $2F$ sağa doğrudur.
- B) I. cisimde $4F$ sağa doğru, II. cisimde F sağa doğru, III. cisimde sıfırdır.
- C) I. cisimde $4F$ sola doğru, II. cisimde $3F$ sağa doğru, III. cisimde $2F$ sağa doğrudur.
- D) I. cisimde $4F$ sağa doğru, II. cisimde $3F$ sağa doğru, III. cisimde $2F$ sağa doğrudur.

5. Sürtünmesiz bir yüzeyde duran bloğa sabit bir kuvvet kısa bir zaman aralığında uygulanıyor. Kuvvet bloğa son hız kazandırıyor. Bu sefer aynı sabit kuvvet başlangıçta duran blok yerine uygulanan kuvvet yönünde hareket eden bloğa aynı zaman aralığında uygulanıyor. Bloğun hızındaki artış
- A) ilk hızının iki katına eşittir.
 B) ilk hızının karesine eşittir.
 C) ilk hızının dört katına eşittir.
 D) İlk hızsız harekete başladığı zamanki hızıyla aynıdır.
 E) Verilen bilgilerden bulunamaz.

6.

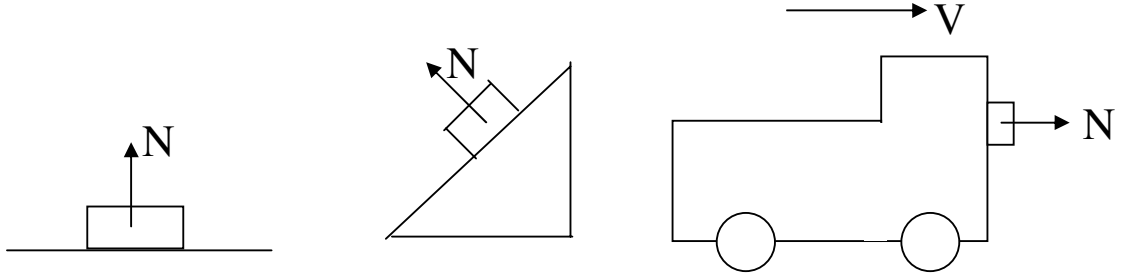


Şekildeki cisim \vec{V} hızıyla hareket etmektedir. Cismin hız zaman grafiği aşağıdakilerden hangisidir?



Newton'un III. Hareket Kanunu

Her ne zaman bir nesne ikinci nesneye kuvvet uygularsa, ikinci nesne de birinci nesneye aynı büyüklükte ve ters yönde bir kuvvet uygular.



Normal kuvvet yüzeyin cisme uyguladığı tepki kuvvetidir. Bu kuvvet her zaman cismin temas ettiği yüzeye diktir ve de N harfi ile gösterilir.

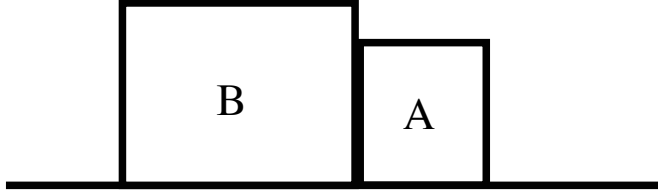
İpte oluşan gerilim kuvveti de tepki kuvvetidir. İpin her noktasında gerilim kuvveti her zaman aynıdır.

Dikkat: Newton'un III. hareket kanunun da etki tepki kuvvetler birbirine eşit ve zıt yönlü olmasına rağmen hiç bir zaman birbirlerini dengelemezler çünkü bu kuvvetler farklı nesneler üzerine etki ederler.

NEWTON'UN III. HAREKET KANUNU

KAVRAM SORULARI

1. Masa üzerinde hareketsiz duran bloğa etki eden kuvvet(ler) için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
- A) Bloğa yalnızca düşey aşağıya doğru ağırlığı etki eder.
 - B) Bloğa yalnızca düşey yukarı doğru masanın uyguladığı kuvvet etki eder.
 - C) Bloğun üzerine birden fazla kuvvet etki eder. Yalnız aşağıya doğru kuvvetlerin toplamı, yukarı doğru kuvvetlerin toplamından büyüktür.
 - D) Bloğun üzerine birden fazla kuvvet etki eder. Yalnız aşağıya doğru kuvvetlerin toplamı, yukarı doğru kuvvetlerin toplamından küçüktür.
 - E) Bloğun üzerine iki kuvvet etki eder. Yani aşağıya doğru ağırlığı ve yukarı doğru masanın uyguladığı kuvvettir. Bu iki kuvvet birbirine eşittir.



2. A bloğunun B bloğuna uyguladığı kuvvet ile B bloğunun A bloğuna uyguladığı kuvveti karşılaştırırsak, aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) A bloğu daha fazla kuvvet uygular.
- B) Kuvvetler eşittir.
- C) B bloğu daha fazla kuvvet uygular.

APPENDIX H

KEY WORDS

1. Misconceptions
2. Preconceptions
3. Physics educations
4. Interactive engagement
5. Peer instruction
6. Peer tutoring
7. Cooperative learning
8. Conceptual understanding
9. Active learning
10. Common-sense beliefs
11. Student centered instruction
12. Different combinations of the key words above.

APPENDIX I

PETITION FOR PERMISSION

ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ BÖLÜM
BAŞKANLIĞINA,

“The effects of interactive engagement methods on high school students’ misconceptions in physics” (Enteraktif katılım metotlarının lise öğrencilerinin fizikteki kavram yanlışlarına etkisi) konulu bir doktora tezi yapmaktayım. Tezimde akran öğretimi (Peer Instruction) metodunu kullanacağım. Bu metotta 40 dakikalık ders süresi bölümlere ayrılıyor. İlk 7-10 dakika öğretmen konunun önemli noktalarını fazla detaya girmeden kısaca anlatıyor. Sonraki 5 dakikalık sürede de kavram sorusu soruluyor ve üzerinde tartışma yapıyor. İlk 1 dakikasında öğrenciler kendi başlarına soruyu cevaplıyor. Sonraki 3 dakikada soruyu 3-4 kişilik gruplar halinde tartışıyorlar. Doğru cevabı verenler diğer arkadaşlarını doğru cevabın nedenini anlatarak ikna etmeye çalışıyorlar. Beş dakikalık sürenin son bir dakikasında öğrenciler soruyu tekrar kendi başlarına cevaplıyor. Burada soruya ilk başta yanlış cevap veren öğrencilerin tartışmaya göre cevaplarını değiştirmeleri bekleniyor. En sonunda öğretmen doğru cevabı açıklıyor. Böylece konunun bir ana noktası 15 dakikalık bir sürede anlatılmış oluyor. Yani bir ders saatinde bir konunun 3 ana noktası işlenebiliyor. Bu metot yurt dışında yaygın bir şekilde fizik derslerinde kullanılmış ve öğrencilerin başarı ve tutumları üzerinde geleneksel ders anlatımına göre daha etkili olduğu görülmüştür.

Metodu verimli uygulayabilmek için toplam 8 saat sürecek günlük ders planları geliştirilmiştir. Bu çalışmada 2 ölçüm aracı kullanılacaktır. Bunlar; başarılarını ölçmek için 28 çoktan seçmeli sorudan oluşan Kuvvet Kavram Testi ve fiziğe karşı tutumları ölçmek için 24 Likert tipi maddeden oluşan Fiziğe Karşı Tutum Ölçeğidir. Hazırlanan test ve tutum ölçeği ön test ve son test olmak üzere iki hafta ara ile iki kez uygulanacaktır. Bu iki hafta süresince geliştirilen metot ve materyaller ile ders anlatılacaktır.

Bu çalışma kapsamında Yenimahalle Milli Eğitim İlçe Müdürlüğüne bağlı 7 okulda uygulama yapılması planlanmaktadır. Bu okullar; Mobil Lisesi, Mustafa Kemal Lisesi, Alparslan Lisesi, Prof. Dr. Şevket Raşit Hatipoğlu Lisesi, Kaya Beyazıtıoğlu Lisesi, Yahya Kemal Lisesi, Halide Edip Adıvar Lisesi’dir. Uygulama fizik derslerinde Newton’un Hareket Kanunları konusunda yapılacaktır. Bu okulların bazıları ile kişisel görüşmeler yapılmış ve bu konuların Kasım ayının üçüncü veya dördüncü haftasında işlenmeye başlanacağı öğrenilmiştir. Bu çalışmanın liselerin normal müfredattaki konularının işleyiş düzenini değiştirmeden yapılması planlanmaktadır. Adı geçen okullardan gerekli iznin alınması için gereğinin yapılmasını saygılarımla arz ederim.

21/10/2002

Hülya ERYILMAZ
ODTÜ Eğitim Fakültesi
Doktora Öğrencisi
Ankara

APPENDIX J

TEACHER GUIDE ABOUT APPLICATION OF PEER INSTRUCTION

"AKRAN ÖĞRETİMİ" ÖĞRETİM TEKİNİĞİNİ UYGULAMA ÖĞRETMEN REHBERİ

Bu çalışmanın amacı enteraktif katılım metotlarından biri olan akran öğretimi metodunun lise öğrencilerinin fizikteki kavram yanlışlarına etkisini araştırmaktır. Bu metodun yurt dışında yaygın bir şekilde fizik derslerinde kullanıldığı ve öğrencilerin başarı ve tutumları üzerinde geleneksel ders anlatımı metoduna göre daha etkili olduğu görülmüştür. Bu metotta 40 dakikalık ders süresi bölümlere ayrılıyor. İlk 7-10 dakika öğretmen konunun önemli noktalarını kısaca anlatıyor. Sonraki 5 dakikalık sürede kavram sorusu soruluyor ve tartışılıyor. İlk 1 dakikasında öğrenciler kendi başlarına soruyu cevaplıyor. Sonraki 3 dakikada da gruplarıyla tartışıyorlar. Doğru cevabı verenler diğer arkadaşlarını doğru cevabın nedenini anlatarak ikna etmeye çalışıyorlar. 5 dakikalık sürenin son bir dakikasında öğrenciler soruyu tekrar kendi başlarına cevaplıyor. Burada soruya ilk başta yanlış cevap verenlerin tartışmaya göre cevaplarını değiştirmeleri bekleniyor. En sonunda öğretmen doğru cevabı açıklıyor. Böylece konunun bir ana noktası 15 dakikalık bir sürede anlatılmış oluyor. Yani bir ders saatinde bir konunun 3 ana noktası işlenebiliyor.

Metodu verimli uygulayabilmek için aşağıdaki yol izlenecektir.

1. Öğrencilere kitaplarından işlenecek konu ile ilgili önceden okuma ödevi verilecek.
2. Okuma ödevinin yapılıp yapılmadığını kontrol etmek ve döngü almak amacıyla araştırmacı tarafından hazırlanan 3 soruluk okuma testi verilecek. Bu testte öğrencinin konuyu anlayıp anlamadığı kontrol edilmeyecek. Bu yüzden çok basit bir test olacak.
3. Okuma testi öğrenciye okuma ödevinin verildiği gün verilecek ve dersten bir gün önce toplanacak. Öğretmenler bu testi derse gelmeden önce değerlendirecek. Bu konuda öğretmene yardımcı olunacak. Okuma testi öğretmene hangi konulara daha çok önem vermesi gerektiği konusunda döngü verecek.
4. Derse başlamadan önce sınıftaki öğrenci sayısına göre 3 veya 4'er kişilik gruplar oluşturulacaktır. Her grupta en az bir çalışkan öğrenci olmasına dikkat edilecektir.

Ve yan yana oturan öğrencilerin yerlerinden kalkmadan arkaya dönerek grup oluşturmaları istenecek.

5. Konu 7-10 dakika önemli yerler vurgulanarak fazla detaya girmeden anlatılacak.
6. Sonra öğrencilerin kavram sorusunun cevabını işaretlemeleri için araştırmacı tarafından hazırlanan cevap kağıdı her dersin başında dağıtılacak.
7. Kavram sorusu şıkları (yani A, B, C, D, E harfleri) bir defaya mahsus dağıtılacak. Bu şıkların sürekli kullanılacağı ve her derse getirilmesi gerektiği söylenecek. Öğrenciler kavram sorusunun cevabını işaretledikten sonra, hangi şıkkı işaretlediklerini bu harfleri kaldırarak öğretmene gösterecek.
8. Daha önce araştırmacı tarafından verilen konuyla ilgili 1. kavram sorusu tepegözde gösterilecek. Sorunun okunup herkesin anladığından emin olunduktan sonra öğrencilere cevaplamaları için 1 dakika süre tanınacak. Bu süre esnasında öğrencilerin birbirleriyle konuşmalarına kesinlikle izin verilmeyecek.
9. Sonra cevapların kavram sorusu cevap kağıdına işaretlenmeleri istenecek.
10. Kabaca doğru cevap oranını görmek için doğru diye işaretledikleri şıkkın harfini yukarıya kaldırmaları istenecek.
11. Bu oran %90'dan az ise öğrencilerin gruplarıyla soruyu aralarında tartışmaları için 2-3 dakika süre verilecek. Doğru cevabı veren öğrenciler diğer arkadaşlarını doğru cevabın nedenini anlatarak ikna etmeye çalışacaklar. Bu arada öğrencilerin soruyu tartışmalarını dinlemek amacıyla aralarında dolaşılacak. Tartışma sonunda cevaplar tekrar kavram sorusu cevap kağıdına işaretlettirilecek. Çünkü burada soruya ilk başta yanlış cevap veren öğrencilerin tartışmadan sonra cevaplarını değiştirmeleri bekleniyor.
12. Doğru cevap açıklanacak.
13. Doğru cevap veren öğrenci sayısı oranını görmek için tekrar doğru cevap şıkkının harfinin yukarı kaldırılması istenecek.
14. Oran %90'dan az ise aynı konu daha detaylı anlatılacak ve konuyla ilgili 2. kavram sorusu sorulacak. Daha önce kavram sorusundan sonra yapılanlar aynen tekrarlanacak. Doğru cevap veren öğrenci sayısı %90 dan fazla ise konuyu pekiştirmek amacıyla bir kavram sorusu daha verilecek.
15. Sonra problem çözme tekniklerine uygun olarak araştırmacı tarafından verilen problemler çözülecek.
16. Dersin sonunda kavram sorusu cevap kağıtları toplanacak.

APPENDIX K

ANSWER SHEET FOR CONCEPT TEST

Adı Soyadı:

Cinsiyeti:

NEWTON'UN HAREKET KANUNLARI KAVRAM
SORULARI CEVAP KAĞIDI

	TARTIŞMADAN ÖNCE					TARTIŞMADAN SONRA				
1)	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
2)	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
3)	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
4)	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
5)	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
6)	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
7)	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
8)	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)

APPENDIX L

FLASH CARDS

A**B****C****D****E**

APPENDIX M

RAW DATA

Std.	Gender	Gr. Mem.	POPAT	POPACT	PREATT	PREACT
1	1	1	93	7	4	91
2	2	1	99	5	5	85
3	1	1	90	8	5	66
4	1	1	96	10	6	88
5	1	1	96	13	8	101
6	1	1	64	4	4	71
7	1	2	76	6	4	94
8	1	1	57	11	8	74
9	1	2	100	5	5	81
10	1	1	90	11	11	79
11	1	1	101	12	8	100
12	1	2	72	5	7	85
13	1	1	102	9	8	99
14	1	2	87	13	9	95
15	2	2	94	5	4	84
16	1	1	90	6	10	68
17	2	1	41	4	7	79
18	1	1	92	10	6	83
19	2	1	76	5	7	87
20	2	1	64	8	2	61
21	2	1	62	6	2	54
22	2	1	91	5	2	92
23	2	2	104	7	5	95
24	1	1	84	4	8	74
25	2	2	57	6	5	84
26	1	1	84	5	10	60
27	1	1	86	4	6	87
28	2	1	68	4	6	80
29	2	1	90	7	9	76
30	2	2	58	4	4	70
31	2	2	93	4	4	107
32	1	1	85	4	7	75
33	2	2	71	8	3	71
34	1	2	86	4	4	63
35	2	1	85	9	7	83
36	2	2	106	11	7	108
37	1	2	89	11	3	90
38	1	1	63	4	8	70

39	1	2	78	6	1	60
40	1	2	67	6	5	68
41	1	2	82	7	5	81
42	1	1	63	3	9	72
43	2	1	96	3	6	74
44	2	2	82	4	5	81
45	1	2	74	6	5	76
46	2	2	101	5	4	96
47	1	2	73	4	4	81
48	1	1	102	6	5	88
49	1	1	92	9	9	91
50	1	1	57	8	5	67
51	2	1	77	8	5	79
52	1	1	80	7	6	79
53	2	1	69	4	2	74
54	2	2	92	5	3	79
55	2	2	107	7	3	93
56	1	1	96	6	6	87
57	2	2	83	8	4	79
58	2	2	69	5	2	67
59	2	2	104	5	6	100
60	2	2	86	6	4	90
61	2	2	97	3	5	102
62	1	1	97	4	6	87
63	1	1	87	3	5	69
64	1	2	67	6	3	89
65	1	2	98	5	4	76
66	1	1	65	9	11	70
67	1	2	80	7	9	76
68	1	2	93	6	2	81
69	2	1	102	3	4	94
70	2	2	79	9	4	88
71	2	2	86	6	5	86
72	1	1	84	8	5	76
73	1	1	99	5	8	85
74	1	1	67	4	6	73
75	1	1	68	5	2	77
76	2	2	91	7	7	83
77	2	1	59	6	8	54
78	2	1	53	7	11	52
79	1	1	70	13	13	79
80	2	2	100	5	3	92
81	2	1	53	5	5	46
82	2	1	90	4	5	88
83	2	2	92	10	6	98
84	1	1	74	5	4	90
85	2	1	68	4	1	75

86	2	2	75	7	5	107
87	2	2	81	12	9	87
88	1	1	99	7	3	97
89	1	2	107	6	4	73
90	1	1	87	6	8	83
91	1	2	76	5	7	78
92	1	2	92	4	5	88
93	1	2	74	5	5	83
94	1	1	98	5	4	89
95	1	1	55	7	8	95
96	2	2	90	5	4	86
97	1	1	85	3	4	78
98	2	1	82	7	9	77
99	1	1	78	5	4	58
100	1	1	98	4	4	98
101	1	1	101	9	6	89
102	1	2	57	12	8	84
103	2	2	68	7	4	93
104	1	1	99	9	5	91
105	1	2	95	5	4	82
106	1	1	89	6	7	51
107	1	2	51	10	3	58
108	2	2	49	7	6	55
109	1	1	62	4	4	66
110	2	1	80	6	1	93
111	2	1	70	7	8	59
112	2	1	88	4	1	87
113	1	1	97	8	7	99
114	1	2	93	5	3	86
115	1	2	84	7	7	89
116	1	1	80	8	6	81
117	1	1	93	1	8	81
118	2	2	89	3	3	83
119	2	2	84	3	5	77
120	2	2	60	6	5	57
121	1	1	78	1	7	102
122	1	2	80	3	6	93
123	1	2	79	6	5	81
124	2	2	58	9	6	77
125	2	2	62	9	7	77
126	1	2	96	13	10	96
127	1	1	92	4	4	98
128	1	1	84	5	6	47
129	2	2	79	13	7	79
130	1	2	76	9	11	74
131	2	2	78	6	2	65
132	2	2	70	7	3	80

133	2	1	57	5	6	72
134	1	1	70	6	3	67
135	2	2	97	8	1	94
136	1	2	69	9	10	75
137	1	1	80	3	6	82
138	1	1	62	8	7	53
139	1	2	65	5	1	52
140	1	1	77	6	3	76
141	1	2	98	6	5	65
142	1	1	78	5	4	89
143	2	1	61	8	7	62
144	2	2	80	9	6	91
145	2	2	93	10	5	81
146	2	1	91	1	4	72
147	2	2	85	12	8	95
148	1	1	93	7	6	84
149	1	1	84	12	8	77
150	1	1	103	4	3	97
151	1	2	99	5	5	81
152	1	2	95	6	8	79
153	2	2	54	5	4	63
154	2	1	72	6	4	78
155	2	2	88	11	2	79
156	2	1	53	6	7	51
157	1	2	58	5	5	68
158	2	2	60	11	3	82
159	2	1	66	3	7	68
160	1	1	105	5	7	107
161	1	2	89	7	5	87
162	1	1	99	5	6	97
163	2	2	90	3	2	83
164	2	1	45	1	5	81
165	2	1	76	5	4	74
166	1	2	105	6	2	96
167	2	1	91	3	7	63
168	2	1	80	3	5	60
169	2	1	72	5	5	72
170	2	2	81	5	3	75
171	1	2	107	7	8	104
172	1	1	68	10	5	53
173	1	2	57	12	5	85
174	2	2	73	8	3	64
175	2	2	82	7	3	84
176	2	2	58	6	5	76
177	2	1	101	3	3	90
178	1	2	74	4	3	67
179	1	1	89	6	8	103

180	1	1	102	7	4	67
181	1	1	86	5	5	103
182	2	1	89	7	5	104
183	1	2	79	6	7	80
184	1	1	77	10	14	68
185	1	2	62	6	4	64
186	1	2	97	3	5	96
187	1	2	92	7	3	106
188	1	2	65	6	1	50
189	1	1	93	2	8	82
190	2	2	76	11	9	89
191	1	2	83	7	5	94
192	2	1	67	10	5	86

APPENDIX N

PERCENTAGES OF THE POPACT ALTERNATIVES

Item	Control Groups							Experimental Groups					
	A%	B%	C%	D%	E%	Empty%		A%	B%	C%	D%	E%	Empty%
1	29.8	6.1	<u>18.4</u>	44.7	0.9	0.0		38.3	5.3	<u>36.2</u>	19.1	0.0	1.1
2	<u>9.6</u>	18.4	13.2	52.6	5.3	0.9		<u>11.7</u>	39.4	6.4	41.5	1.1	0.0
3	62.3	10.5	6.1	2.6	<u>18.4</u>	0.0		26.6	9.6	1.1	3.2	<u>59.6</u>	0.0
4	23.7	<u>45.6</u>	5.3	13.2	10.5	1.8		42.6	<u>38.3</u>	4.3	11.7	3.2	0.0
5	23.7	<u>25.4</u>	1.8	19.3	29.8	0.0		13.8	<u>36.2</u>	0.0	23.4	26.6	0.0
6	4.4	32.5	20.2	15.8	<u>25.4</u>	1.8		4.3	33.0	35.1	2.1	<u>25.5</u>	0.0
7	<u>28.9</u>	19.3	7.9	36.0	7.9	0.0		<u>50.0</u>	5.3	5.3	31.9	7.4	0.0
8	11.4	21.9	45.6	<u>8.8</u>	10.5	1.8		3.2	21.3	56.4	<u>10.6</u>	5.3	3.2
9	0.9	<u>39.5</u>	40.4	13.2	6.1	0.0		0.0	<u>29.8</u>	59.6	7.4	3.2	0.0
10	12.3	61.4	15.8	<u>8.8</u>	0.9	0.9		28.7	42.6	25.5	<u>1.1</u>	1.1	1.1
11	<u>11.4</u>	14.9	54.4	19.3	0.0	0.0		<u>23.4</u>	11.7	60.6	3.2	1.1	0.0
12	<u>36.0</u>	9.6	28.1	14.0	11.4	0.9		<u>60.6</u>	3.2	27.7	6.4	2.1	0.0
13	48.2	<u>2.6</u>	3.5	32.5	12.3	0.9		47.9	<u>19.1</u>	1.1	23.4	6.4	2.1
14	2.6	<u>20.2</u>	7.0	48.2	20.2	1.8		2.1	<u>6.4</u>	18.1	39.4	34.0	0.0
15	19.3	21.1	19.3	9.6	<u>28.9</u>	1.8		19.1	16.0	22.3	11.7	<u>29.8</u>	1.1
16	28.1	<u>17.5</u>	10.5	30.7	11.4	1.8		39.4	<u>18.1</u>	10.6	25.5	5.3	1.1
17	21.1	<u>14.0</u>	25.4	25.4	12.3	1.8		13.8	<u>14.9</u>	16.0	45.7	9.6	0.0
18	<u>47.4</u>	5.3	16.7	14.9	14.0	1.8		<u>47.9</u>	9.6	33.0	3.2	6.4	0.0
19	1.8	23.7	<u>9.6</u>	41.2	22.8	0.9		18.1	31.9	<u>8.5</u>	33.0	8.5	0.0
20	36.8	17.5	19.3	19.3	<u>4.4</u>	2.6		40.4	10.6	27.7	19.1	<u>2.1</u>	0.0
21	8.8	19.3	12.3	40.4	<u>17.5</u>	1.8		3.2	1.1	7.4	46.8	<u>40.4</u>	1.1
22	12.3	<u>46.5</u>	6.1	22.8	8.8	3.5		20.2	<u>35.1</u>	2.1	34.0	8.5	0.0
23	<u>0.9</u>	14.9	<u>12.3</u>	14.9	54.4	2.6		<u>2.1</u>	5.3	<u>6.4</u>	0.0	84.0	2.1
24	15.8	19.3	26.3	26.3	<u>11.4</u>	0.9		10.6	29.8	6.4	47.9	<u>5.3</u>	0.0
25	25.4	<u>22.8</u>	16.7	28.1	6.1	0.9		51.1	<u>21.3</u>	7.4	8.5	9.6	2.1
26	38.6	<u>28.1</u>	8.8	15.8	6.1	2.6		48.9	<u>16.0</u>	9.6	20.2	3.2	2.1
27	5.3	19.3	49.1	<u>14.9</u>	8.8	2.6		1.1	9.6	74.5	<u>13.8</u>	1.1	0.0
28	15.8	19.3	<u>23.7</u>	17.5	21.1	2.6		9.6	50.0	<u>9.6</u>	13.8	17.0	0.0

The underlined numbers are the average percentages of correct response.

VITA

Hülya Eryılmaz was born in Konya on January 2, 1966. She received her M.S. degree in Physics Education from METU in June 1992. She worked as a research assistant in the department of Science Education from 1989 to 1993. Since 1998 she has been a teacher in a public elementary school. Her main area of interest is physics teacher education and application of the Peer Instruction in physics classes.