

FINDING ANCHORING ANALOGIES TO HELP STUDENTS'  
MISCONCEPTIONS IN PHYSICS

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

BY

SERKAN YILMAZ

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

MARCH 2007

Approval of the Graduate School of Natural and Applied Sciences

---

Prof. Dr. Canan ÖZGEN  
Director

I certify that this thesis satisfies 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  
Supervisor

Examining Committee Members

Prof. Dr. Fitnat Kaptan (Hacettepe Univ., ELE) \_\_\_\_\_

Assist. Prof. Dr. Ali Eryılmaz (METU, SSME) \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Giray Berberoğlu (METU, SSME) \_\_\_\_\_

Assist. Prof. Dr. Deniz Gürçay (Hacettepe Univ., SSME) \_\_\_\_\_

Assist. Prof. Dr. Esen Uzuntiryaki (METU, SSME) \_\_\_\_\_

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

Name, Last name : Serkan, Yılmaz

Signature :

**ABSTRACT****FINDING ANCHORING ANALOGIES TO HELP STUDENTS'  
MISCONCEPTIONS IN PHYSICS**

Yılmaz, Serkan

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

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Ali Eryılmaz

March 2007, 285 pages

The first purpose was to develop a diagnostic test to investigate new anchoring and bridging analogies. Second one was to compare the effects of bridging analogies based instruction (BABI) versus traditional teaching method (TTM) on sophomore students' misconceptions in Newton's Third Law (NTL).

An Anchoring Analogy Diagnostic Test (AADT), Newton's Third Law Misconception Test (NTLMT), and Attitude Scale toward Newton's Third Law (ASNTL) were used as measuring tools.

Unlike single analogies in each step as used in literature, the researcher introduced the group concept and developed the new style of concept diagrams after the first part. The second part was conducted with 308 students in the same department of the same public universities of previous year sample in 2006-2007. In the study, the instructors administered the NTLMT and ASNTL as a pretest. One instructor had randomly assigned one control and one experimental group, while the other instructor (researcher) had randomly assigned two groups. Experimental groups were instructed by the BABI while

control groups were instructed by the TTM. After three-week treatment period, the same tests were given as posttests to both groups.

The first part analyzed by using both Excel and SPSS indicated that the AADT was effective in diagnosing anchoring analogies, bridging analogies, and target cases. It was also easy to develop the new style of concept diagrams. The second part were analyzed by using multivariate analysis of covariance (MANCOVA). According to the results, the BABI significantly remediate students' misconceptions in the NTL with respect to the TTM. However, the BABI showed no significant effect on students' attitudes toward the NTL with respect to the TTM.

Keywords: Physics Education, Newton's Third Law, Bridging Analogies Teaching Strategy, Misconception, Attitude.

## ÖZ

### ÖĞRENCİLERİN FİZİKTEKİ KAVRAM YANILGILARINA YARDIMCI OLACAK TEMEL BENZETMELERİN BULUNMASI

Yılmaz, Serkan

Doktora, Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü

Tez Yöneticisi: Yrd. Doç. Dr. Ali Eryılmaz

Mart 2007, 285 sayfa

Çalışmanın ilk temel amacı Newton'un Üçüncü Kanunu (NÜK) konusunda kullanılabilir yeni temel ve birleştirici benzetmelerin araştırılabileceği bir tanı testi geliştirmek, ikincisi ise birleştirici benzetme yöntemine dayalı öğretimin (BBYDÖ), ikinci sınıf üniversite öğrencilerinin NÜK konusundaki kavram yanılgılarına olan etkisini geleneksel öğretim metodu (GÖM) ile karşılaştırmaktır.

Çalışmada ölçme araçları olarak Temel Benzetme Tanı Testi (TBTT), NÜK Kavram Yanılgısı Testi (NÜKKT), NÜK'e Karşı Tutum Ölçeği (NÜKTÖ) kullanılmıştır.

Alinyazında kullanıldığı gibi her basamağında tek bir benzetmeden oluşan kavram şemalarının aksine birinci kısmın sonunda araştırmacı yeni tip kavram şemaları geliştirmiş ve grup kavramını ortaya atmıştır. Çalışmanın ikinci kısmı, önceki senenin örneklemindeki aynı devlet üniversitelerinin aynı bölümlerinde okuyan 308 üniversite öğrencisinin katılımıyla 2006-2007 yılında gerçekleştirilmiştir. Öğretim elemanları çalışmada, NÜKKT ve NÜKTÖ'yü

tüm sınıflarına ön test olarak uygulamışlardır. Bir öğretim elemanının rasgele atanmış bir kontrol bir deneysel grubu aynı zamanda araştırmacı olan diğer öğretim elemanının ise ikişer grubu olmuştur. Deneysel gruplarda BBYDÖ'le ders işlenirken kontrol gruplarında GÖM'le ders anlatılmıştır. Aynı testler üç haftalık bir eğitimden sonra son test olarak iki gruba da tekrar uygulanmıştır.

Çalışmanın Excel ve SPSS kullanılarak analiz edilen ilk kısmının sonuçları, TBTT'nin temel benzetmeleri, birleştirici benzetmeleri ve hedef olayları teşhis etmede etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca yeni stil kavram şemalarının kolayca geliştirilebildiği de görülmüştür. İkinci kısım, SPSS ile çok yönlü varyans analizi (MANCOVA) kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre BBYDÖ, öğrencilerin NÜK konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarını GÖM'e göre anlamlı derecede gidermiştir. Fakat, NÜK'e karşı tutumlarına göre BBYDÖ ve GÖM arasında anlamlı bir fark oluşmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Fizik Eğitimi, Newton'un 3. Kanunu, Birleştirici Benzetme Öğretim Yöntemi, Kavram Yanılgısı, Tutum.

This thesis is dedicated to my parents,

Osman and Nurhan Yılmaz,

For their support, guidance and love.

And

To my brother Ömer Sinan Yılmaz

We miss you much...



## ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express my gratitude to Assist. Prof. Dr. Ali Eryılmaz. I owe a special word of gratitude to him for his sound advice, patient guidance and sincere courage. He has been always there whenever I need him. Without his invaluable support it was impossible for me to complete my thesis.

I would like to extend my gratitude to other examining committee members Prof. Dr. Giray Berberoğlu and Prof. Dr. Fitnat Kaptan for their helpful critique, feedback and comments.

I wish to express my deep appreciation to my friend research assistant Almer G ng r Abak who participated in this study and spent her valuable weeks by conducting this study in her university for the sake of my study. And also thankful to the students who participated in this study.

Throughout the Ph.D. period there was one power that provided me with the moral support and encouragement to successfully fulfill this thesis. Thanks and claps are to you-my dear family, my fianc  Mualla, my sister Sema, my brother Savaş, my sweet niece Edanur and nephews Emre and little Burak Berk. And special thanks to my colleague, roommate and close friend Pınar  zdemir, and to my friends; Sezai,  zg r, Murat, Menekře, Eda, İlke and Mr. Sinan Erten. Thank you all very much indeed.

## TABLE OF CONTENTS

ABSTRACT .....	iv
ÖZ .....	vi
ACKNOWLEDGEMENTS .....	ix
TABLE OF CONTENTS .....	x
LIST OF TABLES .....	xiv
LIST OF FIGURES .....	xvii
LIST OF SYMBOLS .....	xviii
<b>CHAPTERS</b>	
1. INTRODUCTION .....	1
1.1 Purpose of the Study .....	4
1.2 Null Hypothesis .....	4
1.3 Definition of Important Terms .....	4
1.4 Significance of the Study .....	6
2. REVIEW OF RELATED LITERATURE.....	8
2.1 Preconceptions.....	9
2.2 Misconceptions.....	10
2.3 Constructivism and Conceptual Change Strategies.....	13
2.4 Use of Analogies in Education.....	16
2.5 Bridging Analogies.....	18
2.5.1 Individual Anchors.....	23
2.5.2 Group Anchors.....	24
2.5.3 Brittle Anchors.....	25
2.6 The Effects of Bridging Strategy.....	25
2.7 Summary of Findings of Previous Studies.....	30
3. METHODS .....	32
3.1 Population and Sample .....	32

3.2 Variables .....	34
3.2.1 Dependent Variables .....	34
3.2.2 Independent Variables.....	35
3.3 Instruments.....	35
3.3.1 Anchoring Analogy Diagnostic Test.....	35
3.3.2 Attitude toward the Content “Newton’s Third Law” Scale .....	44
3.3.3 Newton’s Third Law Misconception Test.....	46
3.3.4 Observation Checklist .....	52
3.3.5 Interviews .....	53
3.4 Teaching/Learning Materials .....	53
3.4.1 Lesson Plans .....	54
3.4.2 Concept Diagrams.....	55
3.4.3 Make Sense Scales.....	63
3.4.4 Flash Cards .....	64
3.4.5 PowerPoint Slides .....	64
3.4.6 Assignments and Quizzes.....	65
3.4.7 Demonstrations .....	66
3.5 Research Design .....	66
3.6 Procedure .....	67
3.7 Treatment .....	70
3.7.1 Treatment in the Experimental Group .....	71
3.7.2 Treatment in the Control Group .....	74
3.8 Treatment Verification.....	75
3.9 Analysis of Data .....	75
3.9.1 Descriptive Statistics.....	76
3.9.2 Inferential Statistics .....	76
3.10 Power Analysis.....	77
3.11 Unit of Analysis.....	78
4. RESULTS.....	80
4.1 Descriptive Statistics .....	80

4.1.1 Descriptive Statistics of the Anchoring Analogy Diagnostic Test .....	80
4.1.2 Descriptive Statistics of the Newton's Third Law Misconception Test .....	84
4.1.3 Descriptive Statistics of the Attitude Scale toward Newton's Third Law .....	94
4.1.4 Descriptive Statistics of the Make Sense Scales.....	97
4.2 Inferential Statistics .....	101
4.2.1 Missing Data Analysis .....	101
4.2.2 Determination of the Covariates .....	102
4.2.3 Assumptions of MANCOVA .....	103
4.2.4 MANCOVA Model .....	106
4.2.5 Null Hypothesis .....	107
4.3 The Results of Classroom Observations .....	109
4.4 Summary of the Results .....	114
5. CONCLUSIONS, DISCUSSION AND IMPLICATIONS.....	116
5.1 Discussion of the Results .....	116
5.2 External and Internal Validities of the Study .....	118
5.2.1 Internal Validity .....	118
5.2.2 External Validity.....	119
5.3 Conclusions .....	120
5.4 Implications.....	121
5.5 Recommendations for Further Research.....	122
REFERENCES .....	123
APPENDICES	
A. ANCHORING ANALOGY DIAGNOSTIC TEST .....	131
A1. FIRST FORM OF THE AADT .....	131
A2. SECOND FORM OF THE AADT .....	138
A3. FINAL FORM OF THE AADT.....	145

B. ATTITUDE TOWARD THE CONTENT “NEWTON’S THIRD LAW” .....	158
C. MULTIPLE CHOICE THREE-TIER DIAGNOSTIC TEST.....	159
D. MISCONCEPTION LIST AND THE ANSWER KEY .....	168
E. OBSERVATION CHECKLIST.....	169
F. LESSON PLANS.....	171
G. CONCEPT DIAGRAMS.....	202
H. GENDER SPLITTED FREQUENCY TABLES.....	218
I. CRITERION FREQUENCY TABLES FOR CONCEPT DIAGRAMS.....	246
I1. FREQUENCY TABLES.....	246
I2. SPECIFICATIONS FOR FREQUENCY TABLES.....	262
J. COMMON AND STRONGLY OFFERED ITEMS.....	265
J1. ITEM TABLES .....	265
J2. SPECIFICATIONS FOR ITEM TABLES .....	267
K. MAKE SENSE SCALE .....	269
L. FLASH CARDS .....	271
M. POWERPOINT SLIDES .....	273
N. ASSIGNMENT/QUIZ.....	275
O. KEY WORDS.....	277
P. RAW DATA.....	278
VITA .....	285

## LIST OF TABLES

### TABLES

Table 2.1	List of the misconceptions derived from the literature.....	11
Table 2.2	Misconceptions assessed throughout the study.....	13
Table 3.1	Number of students in each section with respect to university....	33
Table 3.2	The distribution of the subjects in the EG and CG with respect to gender.....	33
Table 3.3	Characteristics of the sample with respect to gender and age.....	34
Table 3.4	Variables of the study.....	35
Table 3.5	Outline of the procedure followed to develop the AADT.....	36
Table 3.6	Misconceptions assessed in the AADT.....	37
Table 3.7	Sample item from the anchor diagnostic test.....	40
Table 3.8	Number of analogies and reasons in the AADT .....	42
Table 3.9	All versions of the AADT requiring different reasons.....	43
Table 3.10	Pre-application of the first form of the attitude scale.....	45
Table 3.11	Dimensions of the ASNTL.....	46
Table 3.12	Outline of the procedure followed to develop the NTLMT.....	46
Table 3.13	Analogies discarded from the AADT for the NTLMT.....	48
Table 3.14	Frequency table prepared for “yes” or “no” responses.....	58
Table 3.15	Criteria used to recode the data.....	59
Table 3.16	Frequency table prepared for response plus confidence level.....	60
Table 3.17	Distribution of means for response plus confidence level.....	61
Table 3.18	Research design of the study.....	67
Table 3.19	Outline of the dissertation .....	67
Table 3.20	Outline and selection criteria of the order of the treatment.....	69
Table 3.21	MANCOVA variable-set composition and statistical model entry order .....	77

Table 4.1	Descriptive statistics related to students' correct responses in the AADT with respect to gender .....	81
Table 4.2	Descriptive statistics related to students' confidence levels in the AADT with respect to gender.....	83
Table 4.3	Descriptive statistics related to students' confidence levels plus correct responses in the AADT with respect to gender .....	84
Table 4.4	Basic descriptive statistics related to misscores-3.....	88
Table 4.5	Basic descriptive statistics related to various scores calculated for the NTLMT.....	89
Table 4.6	Means of females and males of the various score variables in the pretest and posttest.....	91
Table 4.7	Percentages of misconceptions calculated for each type of misscores.....	92
Table 4.8	Descriptive statistics related to pretests and posttest scores on the ASNTL with respect to gender and group.....	95
Table 4.9	Descriptive statistics related to pretests and posttest scores on the ASNTL with respect to dimension and gender.....	96
Table 4.10	Criteria used to recode the MSS data.....	97
Table 4.11	Means of each misconception related to the MSS with respect to gender.....	98
Table 4.12	Means of each misconception related to the MSS with respect to university.....	100
Table 4.13	Percentage scores each misconception related to the MSS.....	100
Table 4.14	Significance test of correlations between two dependent variables and independent variables.....	103
Table 4.15	Box's test of equality of covariance matrices.....	104
Table 4.16	Levene's test of equality of error variances.....	104
Table 4.17	Analysis of the homogeneity of regression assumption in MANCOVA model.....	105

Table 4.18	Results of MANCOVA.....	106
Table 4.19	Tests of between-subjects effects.....	108
Table 4.20	Prior and adjusted means of the dependent variables.....	109
Table 4.21	Pearson correlations between observers for the EG.....	110
Table 4.22	Pearson correlations between observers for the CG.....	111
Table 4.23	Means and standard deviations of the items of the observation checklist according to the EG and CG.....	112
Table 4.24	Means related to the items of the observation checklist with respect to observers.....	113
Table P	Raw data of the study.....	278



**LIST OF FIGURES**

## FIGURES

Figure 2.1 Two intermediate bridging analogies.....	20
Figure 2.2 One intermediate bridging analogy.....	21
Figure 2.3 Theoretical concept diagram of bridging strategy.....	21
Figure 2.4 Concept diagram for gravitational force.....	22
Figure 3.1 Revised theoretical concept diagram of bridging strategy.....	56
Figure 4.1 Histogram of the EG students' misscores-3 in both pre and posttests.....	93
Figure 4.2 Histogram of the CG students' misscores-3 in both pre and posttests.....	94

## LIST OF SYMBOLS

### SYMBOLS

AADT:	Anchoring Analogy Diagnostic Test
ANCOVA:	Univariate Analysis of Covariance
ASNTL:	Attitude Scale toward Newton's Third Law
BABI:	Bridging Analogies Based Instruction
CG:	Control Group
df:	Degrees of Freedom
EG:	Experimental Group
MANCOVA:	Multivariate Analysis of Covariance
MMT	Mechanics Misconception Test
MOT:	Methods of Teaching
MSS	Make Sense Scales
NTLMT:	Newton's Third Law Misconception Test
POSTASNTL:	Students' Posttest Scores on Attitude Scale toward Newton's Third Law
POSTNTLMT:	Students' Posttest Scores on Newton's Third Law Misconception Test
PREASNTL:	Students' Pretest Scores on Attitude Scale toward Newton's Third Law
PRENTLMT:	Students' Pretest Scores on Newton's Third Law Misconception Test
Sig.:	Significance
TTM:	Traditional Teaching Method
$\alpha$ :	Significance Level

## CHAPTER 1

### INTRODUCTION

There is a large body of literature in the field of science education that regards science learning as a gradual process involving the child's pre-existing knowledge of everyday physical phenomena gradually being developed and restructured (Clement, Brown, & Zietsman, 1989; Karmiloff-Smith, 1992). Clement et al. (1989) proposed that the child's intuitive ideas about science are "anchoring conceptions" upon which new knowledge is built, Sutton (1980) prefers the term "children's scientific intuitions", Rosser (1994) describes them as "the rudimentary kernels of more sophisticated knowledge" and to Karmiloff-Smith (1992) they are the starting point for development. This restructuring position is also adopted by Spelke (1991). He argues that initial knowledge elaborates with experience, but that basic principles are neither replaced nor abandoned. If new knowledge is built out of an old one, these basic principles (intuitive ideas, anchoring conceptions) about science which children bring with them to the classroom must clearly play an important role in the process of learning.

Traditionally the model of learning and teaching in most physics classrooms can be described as transmission of knowledge from teacher to students. However, nowadays, teachers are deemed as facilitators of students' knowledge and learning is viewed as an individual process carried out in each student's mind.

Duit (1991) comments that learning basically has to do with constructing similarities between the new and the already known. It is precisely this aspect that emphasizes the significance of analogies in a constructivist learning approach.

Unfortunately, the main role of analogy as outlined in researches related to science education appears to be that of a teaching tool whereby teachers provide analogies for their students (Dagher, 1997; Duit, 1991; Mason, 1994). Depending on the particular approach taken, either the student or the teacher is then responsible for matching the outstanding elements in the base and the target. Although such practice may have value when properly used in certain contexts, it does not allow students to fully participate in the scientific process. The development of analogies is a key part of scientific thinking. As Duit (1991) comments, the role of analogies and metaphors in science must be considered to be an essential aspect of science instruction.

Analogies can serve for several functions in education. Duit (1991) points out that analogy serve to activate visual imagery. Other possible effects include increasing the memorability of new knowledge (Wong, 1993), effecting motivational and affective aspects of learning (Dagher, 1994), and activating learners' creativity (Dagher, 1994). Dagher (1994) has also suggested that learning by analogies may help students understand the processes of inquiry and model building in science.

An important question about analogies concerns the degree of cognitive change that can be gained through their use. According to Stavy (1991), analogy can be useful in conceptual change, countering a misconception of difference between phenomena that are actually identical. Dagher (1997) suggested that analogies can contribute to conceptual change but are more likely to produce gradual change in conceptions than the sudden "ontological shift" of early conceptual change theory. Brown and Clement (1989) were able to overcome a strongly-held misconception via the use of analogies but found that the process required multiple analogies to help the participant see analogical connections. They called this strategy as bridging strategy.

The intention in the strategy is to increase the range of application of the useful intuitions and decrease the effect of detrimental intuitions. There were several studies related to this strategy in the literature (Brown, 1987; Brown,

1992; Brown & Clement, 1989; Clement, 1993; Clement et al., 1989; Yilmaz, 2001). Clement (1993) have tested this strategy with 150 students who were taking first year physics course. He explored the effects of bridging strategy on students' misconceptions in the concepts of normal forces, friction, and Newton's third law. In Camp and Clement (1994), they presented this strategy in a more structured and clear way including most of the mechanics concepts. The big concern of this study is again Newton's Third Law. The study indicated a strong evidence for the effectiveness of bridging strategy.

In 1998, in a report of mechanics test data for 62 introductory physics courses with total enrollment of 6542 students, Hake strongly suggested that classroom use of interactive engagement methods (Hake (1998b) defines Interactive Engagement methods as those 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) can increase mechanics-course effectiveness in both conceptual understanding and problem-solving well beyond that achieved by traditional methods. And bridging strategy is one of the interactive engagement methods used in the literature. Collaborative peer instruction, concept tests, Socratic dialogue inducing labs, active learning problem sets and modeling are some of the other most widely used Interactive Engagement methods in the literature (Hake, 1998a).

Considering all these issues, it seems necessary to investigate anchoring analogies in Newton's Third Law, to design an experimental research on the effects of bridging analogies based instruction, and to explore its effects on students' misconceptions in mechanics and especially in Newton's Third Law and attitude towards Newton's Third Law.

### **1.1 Purpose of the Study**

The general purpose of the study was two fold. First one was to develop a diagnostic test to investigate new anchoring and bridging analogies that can be used in physics and specifically in Newton's Third Law. Second goal of the study was to compare the effects of Bridging Analogies Based Instruction (BABI) with Traditional Teaching Method (TTM) on elementary teacher education sophomore students' misconceptions in Newton's Third Law and attitude toward Newton's Third Law.

### **1.2 Null Hypothesis**

There is no significant overall effects of methods of teaching (Bridging Analogies Based Instruction versus Traditional Teaching Method) on the population means of the collective dependent variables of elementary teacher education sophomore students' misconceptions in Newton's Third Law and attitude toward the Newton's Third Law when students' gender, age, pretest scores on the NTLMT, and the pretest scores on the ASNTL are controlled.

### **1.3 Definition of Important Terms**

The important terms used in the study can be defined as follows;

Analogy: A comparison of two otherwise dissimilar domains, where differences and similarities are explicitly identified (Duit, 1991).

Anchoring Conception: As Clement, Brown and Zietsman (1989) mentioned, some of the preconceptions that are largely in agreement with currently accepted physical theory are tagged as anchoring conceptions or simply as anchors. A good anchoring conception should be well searched and should make sense to students.

Attitude: Learned predispositions to respond in favorable or unfavorable manner to a particular person, behavior, belief or object (Feldman, 1996).

Attitude toward Newton's Third Law: Elementary teacher education sophomore students' scores obtained from the ASNTL.

Conceptual Change: Overcoming the dominance of a misconception in inappropriate situation by selecting the most appropriate way (whether modify the domain of, displace, modify and improve, replace or suppress a conception) (Clement, 1993).

Misconception: A preconception that can conflict with currently accepted physical theory (Clement, 1993). It does not mean that a misconception is totally invaluable. They might be respected as creative constructions and in a sense they are successful adaptations to some situations in everyday life. Table 2.1 tabulates a list of general physics misconceptions, and Table 3.6 illustrates the list of specific misconceptions assessed in the study.

Preconception: This term is used to mean a conception in a certain area that is present in a student prior to formal instruction. It is important to note that not all preconceptions are misconceptions (Clement, 1993).

Prior Knowledge of Newton's Third Law (PRENTLMT): Students' pretest scores in the NTLMT were used to form this variable. The PRENTLMT was used as a covariate in the statistical analysis.

Students' Misconceptions in Newton's Third Law: The misconceptions assessed in the study are given in Table 3.6. This variable was measured by using the NTLMT. Students' POSTNTLMT scores constituted one of the dependent variables of the study.

Method of Instruction: It has two levels. Bridging Analogies Based Instruction (BABI) and Traditional Teaching Method (TTM). The short descriptions of these levels are as follows:

Bridging Analogies Based Instruction: It is an instructional method in which anchors, target, and bridging analogies are used to learn a topic. The technique used in instruction is mostly called as bridging strategy. In this strategy, students explore a series of related cases. Each case requires a problem or a question to be answered. The first step in the strategy is to make the

misconception explicit by means of a target case (a physical situation that most of the students does not understand before the formal instruction). The next step is to provide such an anchoring case that it appeals to students' intuitions and the instructor views it as analogous to the target case. If the student still does not accept the analogy relation, the instructor then attempts to find one or series of bridging analogies conceptually intermediate between the anchor and the target. The whole intention of the instruction for all students is to answer the target problem correctly at last, and their answers make sense to them at an intuitive level. Bridging strategy is explained in detail in Section 2.5.

Traditional Teaching Method: The traditional instruction environment is based on a textbook approach. Generally, the majority of classroom atmospheres are developed around the teacher supplying knowledge to the students. Teachers are first explaining the concept by writing definitions on the blackboard. If necessary, they are solving some examples. Later, they allow students to write them on their notebooks. The lessons most probably are continuing by solving questions similar to the examples they solved. Students' roles in these groups are mostly passive. They are listening, parroting, imitating, and recording what the teachers are telling or doing. Teachers are the information givers and the students are the information takers. Volunteer students, dynamic sharing, and active participations are rare in traditional classes.

#### **1.4 Significance of the Study**

Students come to class with beliefs that are contradictory to the basic concepts of physics and that are difficult to displace. These beliefs affect their course performance, problem solving ability and even conceptual comprehension of the material. These beliefs, prior knowledge or preconceptions often pose strong barriers to understanding in physics (Clement, 1982). As Brown's (1989) and Clement's (1993) studies made explicit, bridging analogies method could be effective in overcoming students' misconceptions in



physics and specifically in mechanics. The notion of searching for bridging analogies; therefore, anchoring intuitions and anchors, opens up a large research area. Empirical studies are needed to find good, new and effective anchors (Clement, 1993).

It is possible to find out anchors related to some mechanics concepts in the literature. In fact, mechanics is one of the most searched and well known areas of physics. Hence, it is relatively easier to find out anchors in mechanics when compared to other concepts of physics. It is true that there is a need for research to seek for new anchors in the areas other than mechanics. However, even the anchors valid and used in mechanics are limited. And also there is a need for research to check whether these limited anchors obtained from the literature are still anchors for Turkish students, or it may be possible that there are anchors different than the available ones which may work better for Turkish students. And another significant problem is that there is no structured and well defined strategy or a test widely accepted or used to find anchors. Hence, there is also a need for research to develop an anchoring analogy diagnostic test.

Findings of this study might be significant in validating the use of bridging analogies based instruction in physics. Information and the bulk of knowledge derived from this dissertation may serve as a basis for development of curricular affairs and considerations. Bridging analogies based lessons are strongly suggested and be partially used in both elementary and middle schools. The curriculum developers should modify the curriculum according to the outcomes of this study. Preservice teachers and even the expert teachers may use or resort to the detailed lesson plans and all other teaching learning materials used in this study in order to facilitate the conceptual learning of Newton's third law in their classes. And one of the most important contributions of this study was the development of new style of concept diagrams.

## CHAPTER 2

### REVIEW OF RELATED LITERATURE

In this chapter, literature review about conceptual change strategies; use of analogies in educational settings, the basic steps of bridging strategy, implications of anchoring analogies in education, effects of Bridging Analogies Based Instruction on misconceptions and attitude, and also some criticisms about the use of this technique are presented. In short, this chapter provides theoretical and empirical background for the study in the light of the previous studies.

Physicists and science educators cite several reasons for students' difficulties in physics. From those, the most often explored are:

- preconceptions and misconceptions (Clement, 1982; Eryılmaz, 1992; Minstrell, 1982; Van Hise, 1988; Yılmaz, 2001)
- mathematical skills (Champagne, Klopfer, & Anderson, 1980)
- general level of cognitive development (Griffith, 1985)
- amount of high school science and mathematics studied
- student's gender (Ateş, Çataloğlu, & Bertiz, 2004; Eryılmaz, 1992; Eryılmaz, 2002; Halloun & Hestenes, 1985a)
- problem solving skills (Reif, 1981)

As Champagne et al. (1980) mentioned each student generally has a rich accumulation of interrelated ideas that constitutes a personal system of common-sense beliefs about motion. These intuitive ideas, based on years of experience with moving objects, serve the students satisfactorily in describing the world around them. But, this belief system is different than the formal system of Newtonian mechanics that the physics courses aim to teach. Therefore, these students' prior conceptions about motion and its reasons have a

significant effect on their performance in mechanics (Halloun & Hestenes, 1985a). Hence, preconceptions and misconceptions constituted the main concern of this study.

## **2.1 Preconceptions**

What is a concept? What do we mean by the word “conception”? According to White (1994), the word “concept” can be understood in two ways. First one is pertains to classification. In short, having a concept is being capable of categorizing the objects whether something belongs to the category or not. For example, categorizing an object in front of you as a car or not. When people place concepts different from those determined by scientists, they are said to have alternative conception or misconception. Second meaning of the word “concept” is all the knowledge a person has, and associates with, the concept’s name. White (1994) defines conceptions as systems of explanations that are complex and difficult to define. According to Dykstra and Dewey (1992), the term “conception” refers to students’ knowledge about how the world works or how it is constituted.

Experiences of students with the physical world, such as a train accident, a skydiver in terminal velocity, an accelerating race car, fallen apple, athletes running five thousand meters in Olympic games, book on a table or a man lifting a new furniture, a spare time consumed in the rock concert near the amplifiers being posed to 120db sound, or lighting in the rainy days etc. cause them to build their own conceptions or their own understanding of scientific concepts, and organized these experiences into their own mental models (which is one of the baselines of the educational philosophy known as constructivism). These prior conceptions, what the students think about scientific phenomena before the instruction of the subject, are often called preconceptions in the literature of physics education. Instead of using the word “preconceptions” researchers used many terms in the literature. Some of them are: alternative conceptions (Driver

& Easley, 1978), children's science (Gilbert, Watts, & Osborne, 1982), common sense concepts (Halloun & Hestenes, 1985b), and spontaneous knowledge (Pines & West, 1986).

It is also crucial to point out that not all preconceptions are misconceptions (Clement et al., 1989). Preconceptions that are in some aspects contradictory to or inconsistent with the scientific knowledge are called misconceptions whereas the preconceptions that are in agreement with the currently accepted physical theory are called potential anchoring conceptions. It is necessary to mention here that it will be wrong to call all the preconceptions that are consistent with scientific knowledge as anchoring conceptions. Clement (1993) and his team predicted that hitting a wall with one's fist would be an excellent anchoring analogy for the idea that a static object can exert a force. Surprisingly, only 41% of the prephysics students they tested agreed that the wall would exert a force on one's hand. Thus, any concrete example that makes sense to the teacher may not necessarily work. A proper and good anchoring conception should be carefully searched, should make sense to students.

## **2.2 Misconceptions**

Clement (1993) explained the concept of "misconception" very briefly as "a preconception that can conflict with currently accepted physical theory". Related previous studies (Brown, 1987; Clement, 1982; Halloun & Hestenes, 1985a; Eryılmaz, 1992; Van Hise, 1988; Yılmaz, 2001) indicate that students over a wide range of age and educational backgrounds have misconceptions about many concepts in physics. Not only ordinary students but also honor students and even physics teachers (Eryılmaz, 1992) in fact highly misunderstand some concepts of physics. It is not easy to overcome these misconceptions. They should not be regarded as unimportant; instead they are deep-seated, common and constitute persistent barriers to achieving conceptual understanding (Minstrell, 1982). Before misconceptions can be remediated, they

need to be clearly identified. Many teachers, professional research groups, researchers (Başer, 2003; Clement, 1986; Eryılmaz, 2002; Minstrell, 1982; Sencar & Eryılmaz, 2004; Van Hise, 1988; Yılmaz, 2001) have compiled lists of commonly encountered misconceptions in physics. Examining various samples and examples of misconceptions can be fruitful to understand the concept of “misconception”, their nature, and what they really are.

Table 2.1 shows a list of some of these misconceptions in physics to give an idea about them in general. Although most of the misconceptions in the table are closely related with this study, the misconceptions studied and taken in the study are only about Newton’s Third Law. Different than those in Table 2.1, they are also many other misconceptions about Newton’s Third Law in the literature (Brown, 1989; Camp & Clement, 1994; Maloney, 1984; Montanero, Suero, Perez, & Pardo, 2002, Yılmaz, 2001). Those misconceptions studied in this study are listed in Table 2.2.

Table 2.1 List of the misconceptions derived from the literature

Force (Mix)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Force is proportional to velocity rather than acceleration</li> <li>• Motion implies force</li> <li>• Centrifugal force is a distinct kind of force</li> <li>• The effect of force extinguishes gradually</li> </ul>
Normal Force	<ul style="list-style-type: none"> <li>• When two bodies interact, the "stronger" body pushes with a greater force than the weaker body</li> <li>• When two bodies push on each other, the harder one pushes with a greater force than the softer one</li> <li>• When two stationary bodies interact, they do not exert forces to each other</li> <li>• Solid objects do not exert forces</li> </ul>
Friction	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Friction does not act in a particular direction</li> <li>• Only the body in motion exerts a frictional force</li> <li>• Friction is not a force, but a kind of an effect that interferes with motion</li> </ul>

Table 2.1 (continued)

Tension	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The tension in a rope is the sum of the magnitudes of the forces acting on the two ends of the rope</li> <li>• Strong ropes or springs pull with more force than weak or stretchable ropes (or springs)</li> <li>• Two ropes can pull with unequal forces on each side of a static, frictionless object (rope)</li> <li>• Walls that are rigid do not exert a force on a rope tied to them</li> </ul>
Velocity	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocity must be positive</li> <li>• A positive slope for a negative velocity means the object is speeding up</li> <li>• Same velocity means same acceleration for two objects</li> <li>• Larger (smaller) velocity means larger (smaller) acceleration</li> <li>• Zero velocity means zero acceleration</li> </ul>
Gravity	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gravity is caused (or partly caused) by air pressure</li> <li>• Gravity is caused (or partly caused) by the rotation of the Earth</li> <li>• Gravity is significantly different on different parts of the Earth</li> <li>• Only large objects cause gravity.</li> <li>• Bigger weight causes bigger acceleration in free fall</li> <li>• Gravity is the same as magnetism</li> <li>• A larger mass pulls more on a small mass more than a small mass pulls on a large mass</li> </ul>
Inertia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A larger mass is much easier or harder to stop than to start under low or zero friction conditions</li> <li>• A constant force causes a constant velocity</li> <li>• The tendency of an object to resist acceleration (inertia) is non-existent in space (since weight does not exist in deep space)</li> </ul>

As seen in Table 2.2, nine misconceptions related to Newton's Third Law have studied throughout the study. There are many studies done about these misconceptions in the literature (Brown, 1987; Camp & Clement, 1994; Clement, 1993, Maloney, 1984; Savinainen, Scott, & Viiri, 2005; Yilmaz, 2001). For example for the first misconception, which is one of the most famous and researched one of the all, students harboring this misconception think that only living things can feel, sense, react, and able to apply force. However, non living things can't exert a force. As a reason they also sometimes may say that

non living things are not exerting a force but they are just standing in the way of the other object. The other misconceptions are about being fragile, being stronger or weaker, being harder or softer, moving faster, or being more massive. The last three inter related misconceptions (7, 8, and 9) are mostly about the issue of active agent. In other words, students mostly think that if an object (agent) is more active (pushing, pulling, working, running etc.) than the other one, this is an indicator of unequal forces. Also the concept of force, velocity, acceleration, flexibility, living or non-living etc. may also be closely related with these last three misconceptions.

Table 2.2 Misconceptions assessed throughout the study

No	Misconceptions
1	Solid (inanimate) objects do not exert forces.
2	When two bodies collide, the body that breaks (fragile) exerts the smaller force
3	When two bodies interact, the "stronger" body pushes with a greater force than the weaker body.
4	When two bodies push on each other or collide, the harder one exerts/pushes with a greater force than the softer one.
5	When two moving bodies interact, the body moving fastest exerts the largest force.
6	When two bodies collide, the body having the larger mass exerts the greater force.
7	Contact forces are not equal when one body pushes another and together they are accelerating.
8	When one body pushes another with constant velocity, contact forces are not equal.
9	Contact forces are not equal when one body tries to push another, but can not able to move it and both remain stationary.

### 2.3 Constructivism and Conceptual Change Strategies

Millar (1989) explained the relationship between a constructivist model of learning and the nature of conceptual change as follows:

...These ideas lead to a constructivist model of science learning, in which concept change is seen as the product of interaction between existing conceptions and new experiences. A valuable insight from this model is that concept learning is understood as a reconstruction of meaning rather than simply the accretion of new ideas; this in turn may go some way towards explaining why promoting conceptual change is so difficult (p. 588).

According to the constructivist view of knowledge and learning, human perception of the world is subjective. Learning is viewed as the construction of meaning which results from the interaction between our prior knowledge and what we experience in the world around us. New concepts are either assimilated, whereby they are considered unproblematic by the learner and may co exist with previous ideas, or accommodated, whereby they are perceived as incompatible with current knowledge and stimulate the alteration of existing ideas that is conceptual change (Posner, Strike, Hewson, & Gertzog, 1982).

Asoko, Scott and Driver (1991) have identified two main groupings of conceptual change strategies. The first grouping of strategies which are based upon cognitive conflict (promoting situations where the students' existing ideas about a phenomena are firstly made explicit then directly challenged in order to materialize a state of cognitive conflict) and the resolution of conflicting perspectives. The second groupings of strategies, which build on students' preexisting ideas and extend them via analogy, to a new domain.

Only recently researchers have focused on aspects related to knowledge, one's own knowledge and thought processes, one's own use of them, and their purposeful control in conceptual growth and change. Conceptual growth requires various types of learning. Posner et al. (1982) uses the term assimilation for learning in which students' use their existing concepts to cope with new phenomena, whereas, during accommodation, students must reorganize or



replace their baseline concepts. Posner et al. (1982) also pointed that several conditions must be fulfilled before accommodation could occur. In short:

1. There must be dissatisfaction with existing conceptions.
2. A new conception must be intelligible –Understanding of the component terms, syntax of the expression and the symbols used are in a sense what ‘intelligible’ actually mean. As Beeth’s (1998) study made explicit, students’ understandings and explanations of the word ‘intelligible’ by using their own words are simply: look from other person’s perspective, understand what is being said, do not believe, make sense, picture in mind, have an idea about, say it in your own words, draw picture of it and be able to describe it.
3. A new conception must initially be plausible –Any new concept must at least liable to solve the problems generated by its previous versions.
4. A new concept should be fruitful –Should enable or pioneer new areas of inquiry.

As proposed by Hewson and Thorley (1989), the central aspect of the model was lowering the status of alternative conceptions and raising that of the target scientific conceptions.

Conceptual change means the commitment to a new belief about a principle or a phenomenon, and the abandoning of an old one. Promotion of a new belief is relatively easy, but it is difficult to get students to abandon their former beliefs (Gunstone & White, 1989). There were indeed, different sub-models under conceptual change. “Experience based” interventions include carefully designed activities that encourages students to differentiate compounded notions, i.e. heat and temperature (Driver, 1989). “Peer group discussion” as a support for conceptual change has been explored, and the effectiveness of giving students opportunities through discussion to make their ideas available for reflection and review has been searched (Driver, 1989). Some studies focused more on building on knowledge elements that the learner already had. Analogies can be a powerful tool in enhancing conceptual change

(Mason, 1994). Clement et al. (1989) have explored the approach of using bridging analogies. They assume that conceptual change can be encouraged by enabling students to build up qualitative-intuitive understandings of phenomenon before mastering quantitative principles. Forming analogical reasoning between a misunderstood target case and an anchoring analogy, which is built upon the intuitive knowledge by the student, develops such understandings.

Dykstra and Dewey (1992) rely on Piaget's constructs of assimilation, accommodation and disequilibrium. According to Lawson (1994), accommodation is the major component of conceptual change. It is the realignment of existing thought structures to allow for adaptation of new knowledge which is sufficiently similar to prior knowledge. Dykstra and Dewey (1992) says that accommodation is always caused by disequilibrium, and disequilibrium usually occurs as a result of an event that does not fit the students' existing beliefs, that is, when the students' expectations are not met. He suggests that the majority of conceptual changes are members of three categories, described as: a) differentiation: new concepts emerge from existing more general concepts; b) class extension: existing concepts considered different are found to be cases of one broader notion; c) reconceptualization: a significant change in the nature of and relationship between concepts.

#### **2.4 Use of Analogies in Education**

The word "analogy" comes from the Greek "ana logon". It means "according to ratio". Analogies involve a relationship between things that may seem very different at first glance. Analogies do not have to be verbal. Geometric and pictorial analogies may use symbols or patterns that require the individual to recognize a relationship. As Mayer (1983) mentioned, solving an analogy requires person to see relationships between words, shapes or objects

and then to apply those relationships to words, shapes or objects from different categories or domains.

Analogy is a transfer of relational structure from a known domain (the source) to another basically similar but less known domain (the target). In other words, analogies are comparisons between dissimilar knowledge domains. Reducing complex concepts to a simpler and more familiar analogical tool is more or less what analogies do actually mean. They are used for instructional purposes. Analogies involve the presentation of an abstract new concept with a familiar, concrete one to help students to visualize the new concept.

There are three major theories on analogical reasoning in the literature: componential, structural and pragmatic theories. The componential theory identifies the different component skills underlying reasoning by analogy in the classical paradigm on solving analogies (Mason, 1994). It involves four element comparisons. Inferring the relation between the two first terms (a and b); generating the solution to the analogy between (c and d): a:b::c:d (read as “a is to b as c is to d”) (bird:feathers::goat:?) as used in IQ tests. The structural and pragmatic theories have been elaborated to give account of analogical reasoning not in solving the classical analogies, but in solving problem analogies (Mason, 1994). According to structural theory, for example, in making the analogy between the solar system and the atom, only the relational similarities shared by the source and the target are linked by higher-order relations, such as “cause”, instead of low-order relations, such as “bigger than” or “hot”. The pragmatic theory considers the role of analogy in a goal-directed system (Holyoak, 1985). That is, different goals can lead to different mappings (detection of similarities between two systems and infer of the relevant information on the target) for the same analogy.

It may be possible to produce meaningful learning via analogy. Many researchers emphasized the power of analogies in education (Brown, 1992; Clement, 1993; Clement, 1987a; Clement et al., 1989; Duit, 1991; Mason, 1994; Suzuki, 1994; Wong, 1993). Mason (1994) stated that analogies were found

useful for: 1) organization of new knowledge; 2) the access to, and retrieval of, information previously stored in memory; 3) the overcoming of misconceptions; 4) the creation of new schemata.

Few studies have directly addressed the analogical nature of knowledge acquisition, and little known about the function, structure and development of students' prior knowledge that can serve as a base for analogy formation (Suzuki, 1994). Brown and Clement (1989) and Clement et al., (1989) investigated what affected the success of analogies when students had already constructed knowledge of the target concept. They used "bridging analogies" for establishing analogical connections between situations in which students initially believe that they are not analogous.

The benefits of the use of analogy as a cognitive tool in learning processes have been emphasized. It mainly facilitates the coding and organization of knowledge, access to and retrieval of knowledge from memory, and over coming misconceptions. Different models for teaching scientific analogies have been proposed (see Dagher, 1997, for a review), such as bridging analogies (Brown & Clement, 1989), multiple analogies (Spiro, Feltovich, Coulson, & Anderson, 1989) or student generated analogy (Wong, 1993) models. In any case, analogies are powerful tools in teaching and learning at all school levels in certain conditions (Dagher, 1997).

## **2.5 Bridging Analogies**

Analogies in a more general sense have been researched by Clement (1993) in a study on high school students' preconceptions in mechanics and Wong (1993) on trainee teachers and the use of their own analogies in explaining the physical phenomena.

There are several ways to use analogies to facilitate and deepen students' understanding (Suzuki, 1994). Single analogy that completely explains a scientific concept is not always accessible for complex concepts. However,

combination of various relevant fragments or switching from one to another may enable better comprehension of scientific concepts. Moreover, Brown and Clement (1989) suggest that the successive presentation of familiar cases may end in meaningful learning. They assume that qualitative-intuitive understandings of phenomena before mastering quantitative principles are developed by forming analogical relations between a misunderstood case (target) and an anchoring analogy. The analogies are not presented to students in a ready-made fashion. In fact, the researchers introduce a series of anchoring analogies to simulate further reasoning about the problem without telling the students that the situations are similar. Clement (1987b) tagged this strategy as bridging strategy.

In this strategy, students explore a series of related cases. Each case requires a problem or a question to be answered. Firstly, target case (a physical situation that few students understand prior to the formal instruction) is presented to students. The intention of the instruction for all students is to answer the target problem correctly at last, and their answers make sense to them at an intuitive level. Students discuss the target case for some period of time. After an adequate group discussion they are given with an analogous anchoring case. An anchoring case or question frequently is called as anchoring analogy or simply as anchor. An anchor often involves a concrete example or experience from daily life. A situation or a case can be an anchor only if the students can materialize three things. Students have to 1) select the correct answer or solve the problem; 2) provide sound physical reasoning; 3) express a high level of confidence. This anchoring case provides a base for further reasoning and understanding for the students throughout the learning process.

The use of bridging analogies as a teaching strategy involves teacher-generated analogies. The typical example of the bridging strategy is the book on the table problem (Clement, 1993; Clement et al., 1989). The question of the target case shown in Figure 2.1 asks “Does the table exert a force on the book?” The answer of the question is very simple and most of the students answer it

correctly. But, few of the students provide sound intuitive reasoning (Minstrell, 1982). After a short discussion, a conceptually identical situation of “a hand pressing downward on a spring resting on the table” is presented to the students. The anchor problem for this anchor can be as “Does the spring exert force on the hand?” Again the question is simple and the answer is obvious. Most of the students say “yes” again. However, this time the student provides physical reasoning such as “things out of shape, want to go back” (diSessa, 1983).

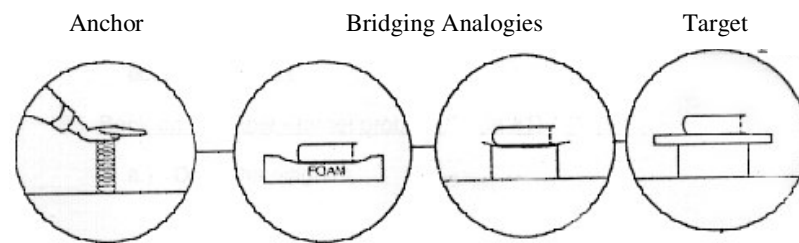


Figure 2.1 Two intermediate bridging analogies (Camp & Clement, 1994)

If there are still students not accepting the analogy relation, the instructor than attempts to find one or series of bridging analogies conceptually intermediate between the anchor and the target case. The important thing here is that these intermediate analogies must liable to provide an effective link between the anchor and the target cases. An example of one-bridging case is given in Figure 2.2 whereas an example of two-bridging case is given in Figure 2.1. For the previous example given in Figure 2.1, the bridging analogies are book on suspended flexible strip and book on foam. Since, as a result of physical reasoning between the anchor and target students’ generate intuitive rule which guides them to understand subsequent bridging analogies. The function of a bridging case is to divide the large distance between the anchor and the target case into smaller pieces. It is possible to close this conceptual distance between the cases by this way. This is the heart of bridging strategy.

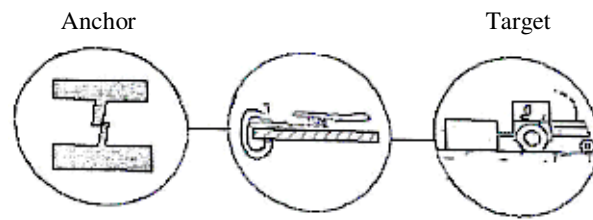


Figure 2.2 One intermediate bridging analogy (Camp & Clement, 1994)

Figure 2.3 shows a complete theoretical concept diagram of the bridging strategy. An experimental lesson for the bridging analogies based instruction can include a version of this diagram. A concept diagram that may be used in experimental lessons should at least include an anchoring analogy and a target analogy. A minimum of “one intermediate bridging case” is not a must, but it is strongly preferable. In fact, a good conceptual diagram should include at least one bridging case in order to divide the large distance between the anchoring case and the target case into smaller pieces. Explanatory models, demos and experiments are not a must for the lesson. For example, the sample conceptual diagram for gravitational forces given in Figure 2.4 includes only an explanatory model and a demo but not an experiment.

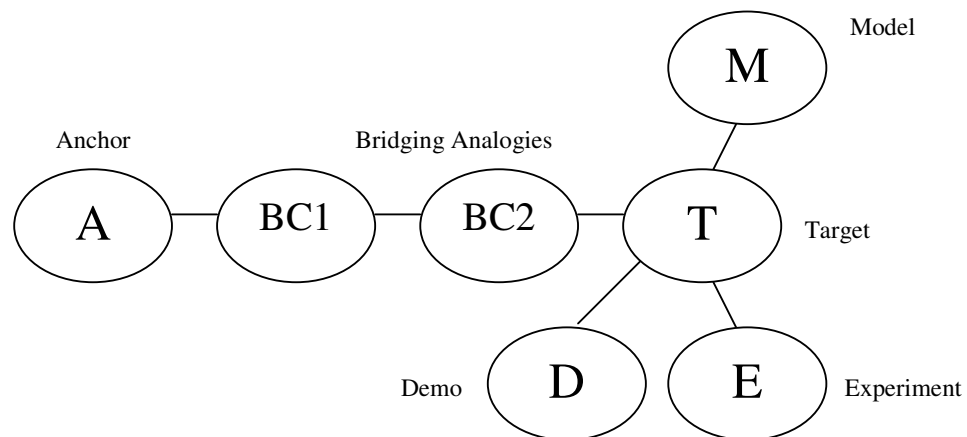


Figure 2.3 Theoretical concept diagram of bridging strategy

However, surveys conducted in classes by the experimental-group teachers indicated that the behavior of the anchor was insufficient on its own to alter most students' responses to target question (Clement, 1993; Yılmaz, 2001). Hence, explanatory models, demonstrations and experiments were important for the effectiveness of bridging strategy (Clement, 1993). Explanatory models can be constructed from anchoring cases to provide an imaginable mechanism that explains the behavior of the target case. And Clement (1993) described the aim and place of demonstrations in bridging strategy as they were primarily used to disequilibrate students' alternative conceptions for support an aspect of the analog model such as the equality of gravitational forces in two different masslets groups (see Figure 2.4).

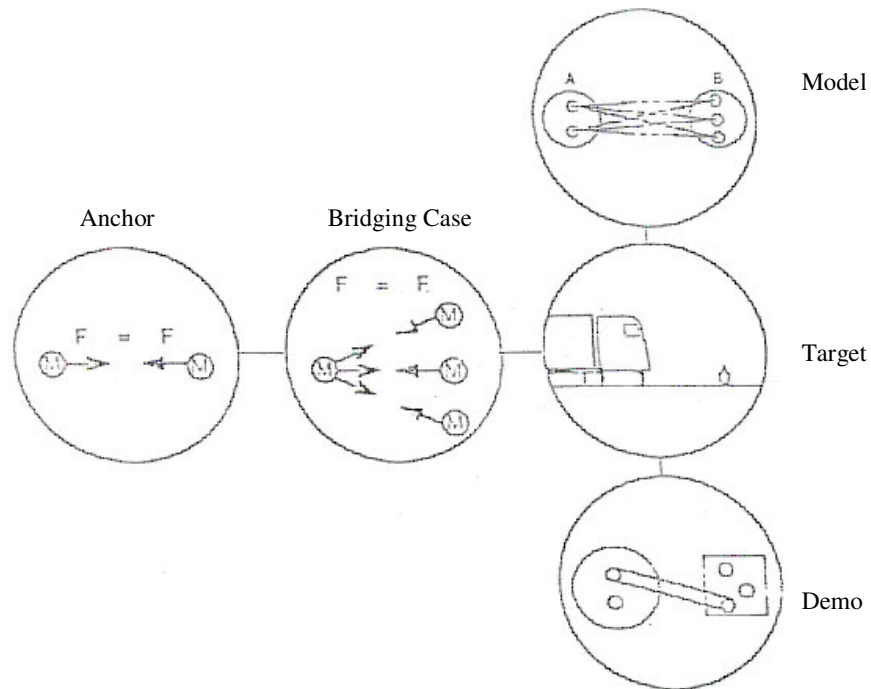


Figure 2.4 Concept diagram for gravitational force (Camp & Clement, 1994)



The bridging strategy has three main features (Lattery, 2002). These are:

Incrementalism: A chain of several bridging analogies are used by the students in order to gradually reach the instructional goal. If a student comes across to a drawback or a learning difficulty, the instructor can pinpoint the difficulty in the chain of bridging analogies. Lattery (2002) regards this incremental approach as an evocative of behavioral shaping in psychology.

What-if situations: Bridging strategy uses many activities in which students need to explore hypothetical what-if situations. For example, “what if the world lost all of its air?” or “What if the track is completely smooth?”

Mechanical models: It is imagined or real physical mechanism that governs the behavior of a physical system. In Camp and Clement (1994), gravitational forces are modeled with rubber bands as shown in Figure 2.4 and contact forces are modeled with simple springs.

As a brief summary, let us reemphasize four main steps of the bridging strategy as described in Brown and Clement (1989).

1. Students’ misconceptions, pertained to the topic under consideration, are made explicit with the help of a target question.
2. Instructor proposes such a case that he or she views it, both as analogous and appealing to students’ intuitions. These common sense concepts, being compatible with accepted physical theory, are termed as an *anchor*.
3. Students are asked to make a comparison between the anchor and the target cases in an attempt to establish an analogy relation.
4. Instructor goes further to find an intermediate analogy between the target and the anchor, if the student does not accept the analogy. It could be either a single or a series of bridging analogies.

### **2.5.1 Individual Anchors**

The anchoring cases comprise the root of the bridging strategy. And the real burden or maybe the big part of the work when using this strategy is to identify these anchors. For example, the anchors used in Clement (1993) are the

products of longitude studies, many interviews and researches. And that is why before conducting the main study, Fast (1999) had tested six times the A version of the instrument he used in his study which was composed of anchoring cases.

Clement et al. (1989) used a diagnostic test consists of 14-multiple choice questions of some with multiple parts designed to identify anchoring analogies. They used a confidence scale ranging zero to three. Zero means “just a blind guess” while three represents “I’m sure I’m right”. They considered a problem as an anchoring analogy for an individual student under two circumstances. First, she or he must give the correct answer. Second, they should be confident (confidence level equal to or greater than two on the confidence scale) about their answers. But still, not all the anchoring analogies identified in this way could be used efficiently for the transfer. The researchers then divided the issue into two and tagged this so called anchoring analogies defined above as potential anchors. And they named the others enabling the transfer to other more difficult target cases that can be used in instructions as usable anchors.

### **2.5.2 Group Anchors**

Clement et al. (1989) mentioned that a particular example could be an anchor for a group as well as for a particular student. They termed the ratio of the number of students answered the potential anchor correctly with a confidence level of 2 or higher to the number of all participants as the belief score of that group. Next, they decided a criterion for these belief scores which was somewhat arbitrary. There is no right and exact value for this cut point. But, naturally the higher is better. Thus, according to their first impressions and experiences in the field, they have considered the potential anchoring problems with a belief score of 70% or higher to be group anchors.

### **2.5.3 Brittle Anchors**

The strategy of extending anchoring analogies by using bridging analogies may sometimes fail. In some cases, even though the students are in complete agreement with the physicist's in their predictions about the anchor, they do not understand and even refuse to believe that the intuitive level prediction can be applicable to the target situation. Clement et al. (1989) termed the cases in which students can not transfer the key relationship to the target as brittle.

They gave the identical carts problem as an example of brittleness. By looking at the belief score of 83% they assumed that this example could be a useful anchor. But only 32% of the students said that carts would move apart. They conclude that when asymmetrical case appeared immediately after the symmetrical one, majority of the students regard this minor change (attaching the spring to one cart) as significant.

According to Clement et al. (1989), an anchoring analogy is brittle because:

1. Anchor contains a feature or aspect (such as symmetry) that has to be changed when extending the anchor to the target case.
2. If the intuitive reasoning is altered so that the aspect is changed, the student no longer believes that the key relationship is valid.

## **2.6 The Effects of Bridging Strategy**

Recent works (Brown, 1987; Brown, 1992; Brown & Clement, 1989; Clement, 1993; Clement et al., 1989) about preconceptions and misconceptions have formed serious information in the related field. By mixing analogical instruction and the impact of preconceptions, they defined the concept of anchoring conception. At the end of various researches and years of experiences, they put the basics and formed the general frame of the bridging strategy. The roots of the development of the strategy and related preliminary studies were set

in the beginning of 1980. The history of the studies related with the effects of bridging strategy can be summarized as follows:

Clement (1987b) have developed and tested an analogical teaching strategy, within the field of mechanics, which aims to 'increase the range of application of the useful intuitions and decrease the range of application of the detrimental intuitions'. The strategy assumes that conceptual change can be encouraged by enabling students to construct qualitative understandings of the phenomena before mastering quantitative principles. Such understandings may develop by forming analogical relations. The use of bridging analogies has been found to be useful in developing these relationships.

Brown (1987), using 130 high school students, pointed out the effectiveness of using anchoring analogies and examples on students' misconceptions in physics. The study made explicit that not all preconceptions that are in agreement with currently accepted physical theories but also even some of the possible anchoring conceptions that make sense to teacher might not necessarily work. Good anchoring analogies (anchors) should primarily make sense to students. Identification of good and usable anchors is mostly researched in this study.

Clement et al. (1989), using 137 students from three Western high schools who had not taken any physics yet, used a 14 item multiple choice diagnostics test to identify anchoring conceptions. The criterion, which they set forth for determining anchoring conceptions, was that if the percentage of the students who had given correct response to a problem with substantial confidence is 70%, then the problem was defined as anchoring conception. The major result of the study was that those preconceptions held by the students were not all detrimental to learning, but some of them could be helpful (anchoring conceptions).

Brown and Clement (1989) indicated parallel results in a study, four interviews with three students involving four different misconceptions, in which bridging strategy was involved. However, they also pointed out some results that

are not expected. The study revealed that some anchoring analogies produced conceptual change, whereas some anchoring analogies were not useful anchoring analogies for producing conceptual change. By looking at students' responses of how much they were confident about their answers and their answers made sense to them, they reached to this outcome.

Clement (1993) carried out a study using high school students who were taking first year physics course. There were 150 students in the experimental group and 55 students in the control group. Experimental-group teachers participated in a 1-week workshop. Experimental lessons including three concepts (normal forces, friction, and Newton's third law) were tested for one year and revised on the basis of classroom observations. A 15-question test designed to detect common alternative conceptions was used as both pre and posttest. Identical pre- and posttests were given about 6 months apart. Data were analyzed by comparing the gain scores, and tested for significance at a level of 0.0001. The experimental group students had significantly larger gains in two of three areas, showing gain differences of about 1.75 standard deviations over the control group students in static normal forces ( $t=7.75$ ,  $p < .001$ , two-tailed). Although their gains in friction section were not significantly higher, it was encouraging that considerable gains could be measured in two areas with lower physics classes. In short, this study also showed similar results with previously mentioned studies.

Zietsman and Clement (1997) discussed the extent to which explanatory model construction, causal relation construction and concept formation were an evidence for strong conceptual change. They examined the ways in which extreme case reasoning facilitated learning in a study of students' learning about levers. The study was the small piece of a large research having the goals: 1) identify students' persistent misconceptions; 2) identify students' positive preconceptions, or anchoring ideas; 3) Design experimental lessons that deal with their alternative conceptions building on the students' positive preconceptions; 4) use tapes of tutoring trials to improve them; 5) analyze the

processes occurring in successful lessons in order to develop teaching principles and more general models of learning. The data reported in this article came from a set of studies reported in Zietsman (1991). An analogy-based bridging approach (Clement, 1993) and an extended sequence on reasoning from extreme cases were the two teaching techniques used in the lessons of the study. The researchers first asked a diagnostic question as a target question. Next, a much easier case (analogous to target example) followed and was viewed as an anchoring analogy. The students' belief they used as an anchor was "two people shared the log". At the end of an analogical bridging sequence, a comparison between two extreme case situations was presented to extend the ideas of sharing that may have been triggered by the anchor and bridging situations. Although the study was mostly qualitative, a brief examination of prepost gains with the help of Mann-Whitney U-test provided an evidence ( $U=4$ ,  $p=.007$ ) for the overall effectiveness of the lessons. The researchers reported several implications for teaching. From those, the important one that might contribute to our study was that the use of explanatory models and extreme cases was much more powerful teaching strategies than the analogical reasoning techniques we were counting on originally.

Fast (1999) attempted an approach similar to the study of Clement (1987b) to determine whether the use of analogous anchoring situations in the area of probability could affect knowledge reconstruction. "The What Do You Think the Chances are" (WDYTTCA) instrument was given to 25 boys, 16 girls, total of 41 senior students as a measuring tool. This WDYTTCA instrument was the seventh edition obtained after testing it six times with different samples in pilot studies. The test was composed of multiple choice test questions. There were two versions of it. Ten target cases of misconception-prone probability situations were placed in Version A of the WDYTTCA instrument, whereas ten anchoring cases generated by the researcher, analogous to their respective counterparts in Version A, placed in Version B of this test. When students completed the Version A of the WDYTTCA instrument, they immediately

proceeded to Version B. Seventeen volunteered students were individually interviewed within the week of completing the WDYTTCA instrument. The researcher used confidence scales, calculated the correct and incorrect responses of participants on both Version A and Version B of the measuring tool in order to determine potential anchors and usable anchors. The general aim of the interviews was to investigate the effectiveness of the anchors in Version B of the test in generating conceptual change over the misconceptions made explicit by Version A. The researcher categorized the results of the interviews as successful, partially successful and unsuccessful. The results of the study indicated that the use of analogies was effective for reconstructing high school students' probability misconceptions.

Yilmaz (2001) conducted a more detailed study to investigate the effects of bridging analogies based instruction on high school students' misconceptions in mechanics. The researcher developed a mechanics misconception test to measure students' misconceptions in the topics of normal forces, frictional forces, tension, gravity, inertia and Newton's third law. A pilot study was conducted with two physics teachers, four classes, and total of 67 ninth grade high school students. According to the results of the pilot study all teaching-learning materials, treatment and instrument were revised. The main study was conducted with three physics teachers, seven classes, and total of 119 high school students. The researcher trained the teachers to standardize how to implement bridging analogies in the classroom. Students from four classes participated in traditional instruction referred as the control group, whereas the other three classes instructed by using Bridging Analogies Based Instruction referred as the experimental group. Mechanics misconception test was applied twice as a pretest and after a three-week treatment period as a posttest to both groups. Unit plans, concept diagrams, a make sense scale, demonstrations and assignments were also utilized in the treatment period. The findings of the pretest showed that the students actually have misconceptions in mechanics. The data were analyzed using SPSS by analysis of covariance (ANCOVA). The

statistical results for the experimental group indicated that the Bridging Analogies Based Instruction was an effective means of reducing the number of students' misconceptions in mechanics.

In the study carried by Ateş et al. (2004), the researchers investigated the effect of bridging analogies based instruction on male and female freshman preservice science teachers' comprehension level of force concepts. Force Concept Inventory was applied twice as a pretest and after a treatment period as a posttest to both groups. The sample of the study was consisted of 48 female, 32 male and a total of 80 students from two classes. The analysis of the pretest showed that there was a statistically significant difference between the mean scores of male and female students. The mean scores of males were higher than that of females. When posttest scores analyzed by considering the effect of the gender variable, the results of the regression analysis was showed that pretest scores had a significant effect on posttest scores whereas the effect of gender on test scores was insignificant. As a conclusion the researchers pointed out that bridging analogies based instruction had a significant effect on improving both male and female students' comprehension levels of force concept.

All of the studies briefly reviewed above clearly pointed out the positive contribution of using anchoring analogies and bridging examples on students' misconceptions in physics. All the studies suggested that identification of the anchoring conceptions or anchoring analogies need further research studies.

## **2.7 Summary of Findings of Previous Studies**

1. Students frequently have preconceptions about physics concepts that they develop prior to instruction (Champagne et al., 1980; Clement, 1982; Halloun & Hestenes, 1985a).
2. The preconceptions are resistant to change by traditional methods (Brown, 1992; Champagne et al., 1980; Clement, 1993).



3. Experimental-group students that were instructed by bridging analogies based instruction achieved much larger gains in the misconceptions test than the control group students did (Clement, 1993; Yilmaz, 2001).
4. All the potential anchoring conceptions may not necessarily be useful anchors. They may be fragile and brittle since being sensitive to any minor change in the critical feature (Clement et al., 1989).
5. Surveys conducted in classes by teachers indicated that most students comprehended the behavior of the anchoring analogy introduced at the beginning of the lessons correctly. However, many of them were not initially confident that it was analogous to target. That is, anchoring analogy was insufficient of its own to alter most students' responses to the target question. Explanatory models, demonstrations and subsequent bridging analogies were fruitful and important in producing the gain achieved (Clement, 1993; Yilmaz, 2001).
6. Some of the studies reviewed destitute of internal validity. The most common threats are subjects' characteristics, testing and Hawthorne effect.

These summary results propose that there is a need for research to accomplish some goals. These are: 1) to develop and validate measurement tool to identify students' misconceptions in physics; 2) analyze the characteristics of these misconceptions; 3) to investigate the effects of bridging analogies on students' misconceptions in physics while controlling threats to internal validity; 4) to determine the effects of bridging analogies based instruction on students' attitudes toward physics. This study basically aims to achieve these goals in the content of Newton's Third Law.

## CHAPTER 3

### METHODS

This chapter explains sample and population, variables, development of measuring tools, procedure, teaching/learning materials, research design, procedure, treatment in both experimental and control group, treatment verification, methods for analyzing data, internal validity, power analysis, and unit of analysis.

#### **3.1 Population and Sample**

The target population of the study consists of all elementary teacher education sophomore students of public universities in Turkey. The accessible population is all elementary teacher education sophomore students of public universities in Ankara. As Fraenkel and Wallen (1996) mentioned, the most appropriate sampling is convenience sampling when it is really difficult to select a random sample of individuals. Considering the extreme effort that is required, the time needed, the physical and administrative structure of the universities, ongoing extremely full curriculum and the ironically burdensome general physics course content, it is nearly impossible to select a sample by simple random sampling. Hence, the study sample chosen from the accessible population was a sample of convenience. All classes of two different universities (University A and University B) were selected and formed the sample. Number of the students in each class with respect to university is given in Table 3.1.

Table 3.1 Number of students in each section with respect to university

University	Instructor	Experimental Group		Control Group	
		Section	Class size (%)	Section	Class size (%)
A	1	2A	52 (37.4)	2B	47 (27.8)
	1	2D	53 (38.1)	2C	86 (50.9)
B	2	2A	34 (24.5)	2B	36 (21.3)
Total		3	139 (100)	3	169 (100)

As seen in Table 3.1, two instructors are involved in this study. One instructor had randomly assigned one control and one experimental group, while the other instructor (the researcher) had randomly assigned two control and two experimental groups. Students in control group (CG) were instructed by the TTM whereas students in experimental group (EG) were lectured by the BABI. The distribution of the subjects in the EG and CG with respect to gender is presented in Table 3.2. Simply, two instructors, their six classes, and 308 elementary teacher education sophomore students were involved in this quasi-experimental study.

Table 3.2 The distribution of the subjects in the EG and CG with respect to gender

	Groups		
	EG (%)	CG (%)	Total (%)
Female	104 (74.8)	118 (69.8)	222 (72.1)
Male	35 (25.2)	51 (30.2)	86 (27.9)
All	139 (100)	169 (100)	308 (100)

Another characteristic of students who took the pretest and posttest are given in Table 3.3. The ages of most of the students ranged from 18 to 22. There were a few students older than 22. Hence, they were added to the number of 22 years old students and 22+ was used to symbolize this summed frequency. It was also seen from the table that most of the students were female (72.1%).

Table 3.3 Characteristics of the sample with respect to gender and age

Age	Gender	
	Female (%)	Male (%)
18	19 (8.6)	9 (10.5)
19	87 (39.2)	30 (34.9)
20	75 (33.8)	26 (30.2)
21	36 (16.2)	16 (18.6)
22+	5 (2.2)	5 (5.8)
All	222 (100)	86 (100)

### 3.2 Variables

Two dependent and six independent variables were considered in this study.

#### 3.2.1 Dependent Variables

Students' posttest scores on attitude scale toward Newton's Third Law (POSTASNTL) and posttest scores on Newton's Third Law misconceptions test (POSTNTLMT) were the dependent variables of the study. A brief summary of all the variables of the study are given in Table 3.4.

### 3.2.2 Independent Variables

Students' pretest scores on attitude scale toward Newton's Third Law (PREASNTL), their pretest scores on Newton's Third Law misconception test (PRENTLMT), students' age, students' gender, instructor, and methods of teaching (MOT) were the independent variables of the study.

Table 3.4 Variables of the study

Variables	Type	Nature	Measured By
POSTASNTL	Dependent	Continuous	Posttest Score of the ASNTL
POSTNTLMT	Dependent	Continuous	Posttest Score of the NTLMT
PREASNTL	Independent	Continuous	Pretest Score of the ASNTL
PRENTLMT	Independent	Continuous	Pretest Score of the NTLMT
Students' Age	Independent	Continuous	Question in PRENTLMT
Students' Gender	Independent	Categorical	Question in PRENTLMT
Instructor	Independent	Categorical	University A (1) University B (2)
MOT	Independent	Categorical	Bridging Analogies (1) Traditional Method (0)

### 3.3 Instruments

In order to gather data, several instruments were used in the study. These are: AADT, NTLMT, ASNTL, and classroom observation checklists. The researcher had also made short interviews during different phases of the study.

#### 3.3.1 Anchoring Analogy Diagnostic Test

The aim of this study was two fold. First, may be the most crucial one was the development of the AADT and all the corresponding materials related

with it. Hence, for the sake of its importance all the steps related to the procedure followed to develop the AADT are summarized in Table 3.5.

Table 3.5 Outline of the procedure followed to develop the AADT

Order	Process
1	Administering the MMT
2	Literature review
3	Preliminary interviews
4	Open ended questions
5	Dialogue with colleagues
6	Studies related to test format
7	Pilot study
8	Final interviews
9	Development of the final form

In development of the AADT, the first step was to apply the revised version of Mechanics Misconception Test (MMT) developed by Yilmaz (2001) to elementary education students in University A in 2004. The MMT was composed of 28 multiple-choice conceptual items. The items were developed to assess students' 25 misconceptions related to normal forces, frictional forces, tension, gravity, inertia, and Newton's Third Law. The MMT was applied to 513 university students. 290 of the students were from the department of science education, 160 from elementary teacher education and the remaining 63 students were from the department of mathematics education. The researcher had two aims in this application. First one was to detect the content or the misconceptions of the main study and the second one was to select the possible department/sample of the main study. According to the results, the content including the misconceptions with highest frequencies and the department with low achievement and high misconceptions rate were determined. Hence, the researcher selected Newton's Third Law as the content and the elementary

teacher education department as the first candidate of the sample of the treatment that would be instructed with the BABI.

Next, the researcher started to find out every article, source, book etc. related to Newton's Third Law and made a detailed literature review. All these articles and sources were examined for possible related analogies/examples (Bao, Hogg, & Zollman, 2002; Bryce, & MacMillan, 2005; Hestenes, Wells, & Swackhamer, 1992; Savinainen, Scott, & Viiri, 2005) and for the existence of other very similar misconceptions that should be covered together with the already specified ones. Finally, the researcher specified seven misconceptions. The seven misconceptions assessed in the content of "Newton's Third Law" and used in the original form of the AADT are shown in Table 3.6. First six of these misconceptions are composed of separate single misconceptions. Each of these six misconceptions was investigated with one separate question in the AADT. But, seventh misconception (M7) is composed of three closely related misconceptions. These three sub misconceptions were regarded as one single misconception and were assessed with only one question in the AADT.

Table 3.6 Misconceptions assessed in the AADT

#	Misconceptions
M1	Solid (inanimate) objects do not exert forces.
M2	When two bodies collide, the body that breaks (fragile) exerts the smaller force
M3	When two bodies interact, the "stronger" body pushes with a greater force than the weaker body.
M4	When two bodies push on each other or collide, the harder one exerts/pushes with a greater force than the softer one.
M5	When two moving bodies interact, the body moving fastest exerts the largest force.
M6	When two bodies collide, the body having the larger mass exerts the greater force.
M7	Contact forces are not equal when one body accelerates another. a) with acceleration b) constant velocity c) stationary

Finding out anchors was not an easy process. There were very few anchors used in the literature. Hence, it was very important to work on many examples related with the misconceptions assessed in order to determine appropriate anchors. Therefore, the researcher made several semi-structured interviews with the students' that had already taken the MMT. The aim of these interviews was to have detailed information about the misconceptions and also figured out several possible anchoring and bridging analogy nominees.

The researcher made 12 interviews in this step. They were not audio-taped. The researcher took short notes. Two girls and two boys were selected from each department. Each interview was conducted individually in a quiet area of the department and mostly in researcher's office. There was nobody in this area during the interview except the student and the researcher. In order to increase the probability of calm, realistic and honest responses, the interviewees were informed that this process would not hamper them in any ways. In fact, the researcher let them know the importance of these conversations for his study and he would be glad for being helped in order to have students feel important, good and helping the researcher. The researcher also told each student these words "Don't forget please, anything you say may help me, do not hesitate to say any idea you think, feel free to say, do not think that any of your idea as trivial or unimportant" just before the interviews.

The researcher wrote down several questions in order to use in interviews. Some of them were "What is your answer to this question? Why do you think like that? Explain briefly? What may be a better example for you that can assess the same information with this question?" In the interviews at first, selected six questions of the MMT were asked to the interviewees without giving the choices. Then the researcher directed the interviews and took a role of "devil's advocate" in order to foster discussion and find out some clues for possible anchoring analogies. Interviews lasted in 10 to 25 minutes.

In the fourth step, all the analogies specified so far were distributed to 37 junior science education department undergraduate students. This step was also



closely related with the sixth step given in Table 3.5. Students were asked to sort all the analogies of each determined misconception. They were also expected to write down minimum of one more example/analogy (making much sense to them or more representative if possible) related with each misconception or sorting. The researcher obtained several new analogies (1'9, 1'10, and 6'2) by this way and also tested whether this kind of test format would be proper for the AADT.

The researcher also thought that his friends/colleagues could also have something to say or had several different ideas/analogies about the issue. One research assistant from the physics department of the METU, one research assistant from early childhood education and one from science education department of the HU, and one graduate student were asked for analogies related with the content of "Newton's Third Law". Analogies maintained in this way were related with the law but most of them were the same with those already obtained analogies. And the remaining few different analogies were not as intended or representing the nature (at least the one in researcher's mind) of the misconceptions studied in the study. But throughout the study, the researcher used these analogies to develop, think and facilitate in different phases.

The next step was the determination of the test format. Brown and Clement developed an anchor diagnostic test in 1989 to search for anchoring analogies in the areas of forces from static objects (six questions), Newton's Third Law in dynamic situations (seven questions) and frictional forces (one question with two parts). Students were asked to mark their confidence on a 4-point Likert type besides the correct answer. The shortest item of this test is given in Table 3.7 as an example. They used the test to search only anchoring analogies for the three contents mentioned above. The main emphasize was on the anchors but they did not have any concern about bridging analogies in this test. The students only should inform their answers and confidence levels but no further explanation or reason. And also it was not easy to read long explanations and took too much time to complete all the items of the test.

Table 3.7 Sample item from the anchor diagnostic test

- 
1. Tennis ball problem: A tennis ball hits a brick wall and bounces off.  
When the ball hits the wall:
    - a) The wall exerts a force on the ball causing it to change direction.
    - b) The wall does not exert a force on the ball. The wall is just in the way.
- 

The researcher developed several formats for the AADT throughout the study. First version of the AADT including multiple choice questions is given in Appendix A1. Second version of the AADT is presented in Appendix A2. Both of these tests were not applied to a large sample. The researcher only applied them to a few students (3-4 students) around him. Finally, the researcher formed first draft of the final form of the AADT. In the development of the final form of the AADT, the researcher determined several common important points at first. In doing this, the researcher examined all kinds of feedbacks obtained so far, considered the information related with test construction, share information with an expert in the field, and used his experiences. Hence, this first draft of the final form of the AADT developed according to:

- Be informative as much as possible
- Be more visual and structured
- Be least time consuming. Short questions. Maybe a common question for each misconception.
- Be easy to complete
- Say something not only for anchors but also bridging analogies and target analogies (misconceptions)
- Differentiate between error/mistake and a misconception
- Assess as much misconception as possible
- Include as much example/analogy as possible for each misconception
- Require and obtain the data about confidence levels
- Take brief explanations of the reason of students' answers

This first draft of the final form of the AADT was applied to 54 senior elementary science education undergraduate students in the pilot study in 2005. Next, the researcher applied the revised version of the test to 10 (two science education, two mathematics education, four elementary teacher education, and two early childhood education) undergraduate students in his office one by one. Then the researcher made unstructured short interviews with these 10 students. According to these final interviews, the researcher changed the direction related with the time of the test by increasing the time from 30 to 35 minutes, revised one more direction, added extra one direction, revised seven pictures of three different questions in the test. And the most important revision according to the results of these interviews was that the researcher decided to form several groups of the final form of the AADT. Since, it was seen that most of the students were not writing most of the reasons. In fact, it was really hard, burdensome and boring to write down that much of reasons in the allowed time.

According to all these considerations, final version of the AADT was completed. This original final form of the AADT is given in Appendix A3. To summarize, the AADT was designed to determine anchors, bridging analogies, and target cases related to Newton's Third Law. As seen in Table 3.8, the AADT is composed of seven questions, 141 analogies and a total of 193 reasons. Except the first misconception, the number of the analogies asked and total number of the reasons required were not the same. That is because in some analogies it was possible to ask for two reasons (for each couple of interactions) for a single analogy. Each misconception was assessed with one question including several cases/analogies. All questions in the AADT were conceptual. It was a diagnostic test. There was not any quantitative item in the test. Students were not bound to make any calculations to give an answer. They had to supply three things in the test: the answers of the sub questions/analogies, the numbers representing the confidence levels for each analogy, and the reason/cause/brief explanation of their answers (see Appendix A3).

Table 3.8 Number of analogies and reasons in the AADT

#	# of analogies	# of reasons
M1	18	18
M2	15	22
M3	26	41
M4	20	26
M5	18	24
M6	22	28
M7 a)	8	13
b)	8	13
c)	6	8
Total	141	193

Considering previously mentioned feedback of the interviews, the researcher formed nine (A, B, C, D, E, F, G, H, and I) groups of the AADT. All these groups/versions of the AADT are shown in Table 3.9. The numbers in the table were used to represent an analogy. For example, “1-3” in group C was used to represent the third analogy of the first question in the AADT. All the groups had seven same questions prepared for seven misconceptions and also all the analogies/examples/sub questions in each misconception were the same for all groups of the AADT. These groups were only formed to decrease the number of the reasons students had to give throughout the test. Since, it was almost impossible to fill all these 193 reasons in the allotted time. In fact, it was boring and burdensome. Therefore, students in A, B, C, and D groups are expected to write 22 of 193 reasons and students in other groups (E, F, G, H, and I) are expected to write 21 of 193 reasons as seen in Table 3.9. The researcher also tried to equate the number of the reasons required in each question across the groups. For example, students in “group A” were expected to write two reasons for the first question in the AADT, three reasons for second, and 4, 3, 3, 3, and 4 reasons for the questions 3, 4, 5, 6, and 7, consecutively.

Table 3.9 All versions of the AADT requiring different reasons

<b>No</b>	<b><u>A</u></b>	<b><u>B</u></b>	<b><u>C</u></b>	<b><u>D</u></b>	<b><u>E</u></b>	<b><u>F</u></b>	<b><u>G</u></b>	<b><u>H</u></b>	<b><u>I</u></b>
1	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	1-9
2	1-10	1-11	1-12	1-13	1-14	1-15	1-16	1-17	1-18
3	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5a	2-5b	2-6a	2-6b	2-7a
4	2-7b	2-8a	2-8b	2-9	2-10	2-11	2-12	2-13a	2-13b
5	2-14a	2-14b	2-15a	2-15b	3-1a	3-1b	3-2a	3-2b	3-3a
6	3-3b	3-4a	3-4b	3-5a	3-5b	3-6a	3-6b	3-7a	3-7b
7	3-8a	3-8b	3-9	3-10	3-11	3-12	3-13a	3-13b	3-14a
8	3-14b	3-15a	3-15b	3-16a	3-16b	3-17	3-18	3-19	3-20
9	3-21	3-22	3-23	3-24a	3-24b	3-25a	3-25b	3-26a	3-26b
10	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6	4-7	4-8	4-9
11	4-10	4-11	4-12	4-13	4-14a	4-14b	4-15a	4-15b	4-16a
12	4-16b	4-17a	4-17b	4-18a	4-18b	4-19a	4-19b	4-20	5-1
13	5-2	5-3	5-4a	5-4b	5-5	5-6	5-7a	5-7b	5-8
14	5-9a	5-9b	5-10	5-11	5-12	5-13	5-14a	5-14b	5-15a
15	5-15b	5-16	5-17a	5-17b	5-18	6-1a	6-1b	6-2	6-3
16	6-4	6-5	6-6a	6-6b	6-7a	6-7b	6-8	6-9	6-10
17	6-11	6-12	6-13	6-14	6-15	6-16	6-17	6-18a	6-18b
18	6-19a	6-19b	6-20	6-21a	6-21b	6-22	7-1	7-2	7-3
19	7-4	7-5	7-6	7-7	7-8	7-9	7-10	7-11a	7-11b
20	7-12a	7-12b	7-13a	7-13b	7-14a	7-14b	7-15a	7-15b	7-16a
21	7-16b	7-17a	7-17b	7-18a	7-18b	7-19a	7-19b	7-20a	7-20b
22	7-21a	7-21b	7-22a	7-22b					

The final form of the AADT was applied to 6 different classes and a total of 148 elementary teacher education freshman students in this study in 2005. 108 of this sample were from University A and the remaining 40 students were from University B. The completion time of test for students varied in between 25 to 40 minutes. Some more quantitative basic descriptive statistics of the AADT are given in Section 4.1.1.

The results of the AADT were very important for the second part of this study. The researcher used these data to develop concept diagrams, gender splitted frequency tables, criterion frequency tables, and common and strongly offered item tables. The results of this application were also facilitated in the development of the NTLMT and also reflected to the lesson plans.

### 3.3.2 Attitude toward the Content “Newton’s Third Law” Scale

Taşlıdere developed an attitude scale toward a content of physics in his study in 2002. The scale was found highly reliable ( $\alpha=.94$ ) and it was also easy to adapt and use it as an attitude scale to measure students’ attitude toward any other content of physics. It was a content based tool. There were 24 items and responses were Likert type like: strongly agree, agree, undecided, disagree, strongly disagree.

There were several dimensions in the scale. Dimensions in the ASNTL were achievement motivation, enjoyment, importance, interest related behaviors, and self efficacy. Achievement motivation was a combination of psychological forces, which initiate, direct, and sustain behavior toward successful attainment of some goal, which provided a sense of significance. Enjoyment was students’ personal interests toward the content “Newton’s Third Law”. Importance was used to mean the importance of the content as the name of the category implied. Interest related behaviors dimension was used to question to what degree the students like to do out of the class activities related to the content. Self efficacy was the belief in one’s capabilities to organize and execute the sources of action required to manage prospective situations and to produce designated levels of performance that exercise influence over events that affect their lives.

The researcher used and tested this scale to measure students’ attitude toward mechanics and attitude toward simple electric circuits in the pilot study in 2004. The researcher applied the adapted mechanics version of the attitude scale (MAS) to totally 513 primary education university students and simple electric circuit version (SEAS) to 212 students. Table 3.10 illustrates some basic descriptive data related to these applications. The Cronbach Alpha reliability coefficients were found .94 and .90, consecutively. These values indicated high reliability of the scale. The factor analysis results of these applications also verified that the scale was composed of five dimensions.

Table 3.10 Pre-application of the first form of the attitude scale

Scale	Division	Classes	Section	N
MAS	Science Education	1st, 2nd, 3rd	6	290
	Elementary Teacher Education	2nd	4	160
	Mathematics Education	3rd	1	63
SEAS	Science Education	1st, 2nd, 3rd	5	212

However, Küçüker revised the scale in the same period in 2004. All the items in the scale were positive. There was not any negative item in the scale. Therefore, five of the items of the scale were written in negative form and also wordings of all the items checked and revised. She found Cronbach alpha reliability coefficient as .83 in her study.

Nevertheless, the researcher also revised the items 23 and 24 of this new version of the scale in order to reflect the nature of the related dimensionality to the items. In other words, thinking that the sentence was not clear and not adequately querying the concept of “personal interest” item 23 was altered. Item 24 was revised because it was not clearly highlighting or including “out of the class” information. And also two (4 and 13) of the five negative items were in the same dimensionality in this revised form. Item 13 was changed back to positive and item 11 was turned to negative in order to have one negative item in each category.

These dimensions and the related items of these dimensions are shown in Table 3.11. Except achievement motivation, there were five items for each dimension and four items for achievement motivation. The negative items of the ASNTL (4, 8, 11, 17, and 24) are represented in bold in Table 3.11. This version of the ASNTL can be found in Appendix B. This final version was adapted to assess students’ attitudes toward Newton’s Third Law and was applied to 88 university students in 2006. The Cronbach alpha value was found .86 in this second pilot study.

Table 3.11 Dimensions of the ASNTL

Dimensions	Items	f
D1. Achievement motivation	6, 7, <b>8</b> , 12,	4
D2. Enjoyment	1, 2, 16, <b>17</b> , 23	5
D3. Importance	3, <b>4</b> , 5, 13, 14,	5
D4. Interest related behaviors	15, 19, 20, 22, <b>24</b>	5
D5. Self efficacy	9, 10, <b>11</b> , 18, 21	5

In the main study, the ASNTL was applied to 258 students as a pretest and 308 students as a posttest. The completion time of the scale was approximately 15 minutes. Cronbach alpha was also used in the main study to calculate internal reliability of the ASNTL. The values obtained were .90 for the pretest and .92 for the posttest. These values indicate high reliability for the ASNTL.

### 3.3.3 Newton's Third Law Misconception Test

In this study, the NTLMT was used to assess students' misconceptions about Newton's Third Law. It was developed by the researcher. Brief summary of the procedure followed to develop the NTLMT is presented in Table 3.12.

Table 3.12 Outline of the procedure followed to develop the NTLMT

Order	Process
1	Literature review
2	Analysis of the AADT
3	Dialogue with colleagues
4	Assessment of the validity
5	Pilot study
6	Final interviews
7	Development of the final form



In development of the NTLMT, the first step was to make a detailed review of the literature. The researcher searched all the sources mentioned in Section 3.7 once again in order to find out possible questions that can be used in the NTLMT. All the documents of the last eight months (since the literature review made for the development of the AADT) related with Newton's Third Law were determined and maintained. In fact, the main concern of this new literature review was "three-tier tests". The researcher decided to develop a three-tier test to be used as the NTLMT. All the related articles, theses, and conferences were searched and all the documents related to two-tier and three-tier tests were obtained. The researcher read all these documents at first.

In the literature, interviews (Gilbert et al., 1982; Posner et al., 1982; Sutton, 1980), concept maps (Novak & Gowin, 1984), paper and pencil tests like free-response and multiple choice tests (Başer, 2003; Clement, 1989, 1993; Eryılmaz, 1992; Yılmaz, 2001), word-association tests (Sutton, 1980), or combinations of these methods have been used to identify and analyze misconceptions in physics. But the new trend in educational settings was to use three-tier tests (Eryılmaz & Sürmeli, 2002; Peşman, 2005; Türker, 2005) to diagnose students' misconceptions in physics.

In three tier tests, the first tiers consist of a content question with several choices. The second tiers consist of possible reasons for the first part including alternative reasons except the desired one. In third tiers, students are asked to mention whether they are confident with their answers of the first two tiers. If a student explains his false answers as true with reasons and says that I am confident about my answers, only then it is acceptable that this student has misconceptions. This logic of testing is completely coincides with the definition of the concept of "misconception". Hence, the researcher thought that it would be an asset to develop the NTLMT as a three-tier test for the sake of this study.

One of the most weaknesses of experimental studies aiming conceptual change was the measuring tools used to test the effects of methods used in instruction. In most of the studies, all the questions discussed in classes in the

treatment period were also used in the measuring tools. Therefore, finding a difference between methods in such studies was both natural and not surprising. In fact in these kinds of studies, the questions were method/group biased and all the students in experimental classes started one step forward even at the beginning. In this study, the researcher had added several (as much as possible) parallel questions to the AADT in order to use them later in the NTLMT. All the frequency tables and sorting were done for all of the analogies of the AADT including these analogies inserted as the possible NTLMT items. The detailed results of the descriptive statistics of the AADT are given in Section 4.1.1.

After the analysis of the AADT, some of the analogies without disturbing or changing the spectrum of the misconception (the AADT results) were excluded from the further analysis of the AADT. These discarded analogies were neither used in the formation of concept diagrams nor used in the experimental classes in the treatment period. Table 3.13 shows all the analogies excluded from the AADT and those of which used in the NTLMT. The numbers in parentheses refer to the original numbers of the items in the AADT.

Table 3.13 Analogies discarded from the AADT for the NTLMT

Misconception	Discarded from the AADT	Item no in the NTLMT
M1	-	-
M2	-	-
M3	18, 19, 20, 23	4 (19), 3 (20)
M4	1, 4	12 (1)
M5	1, 2, 3	2 (2)
M6	3, 20	11 (3), 15 (20)
M7 a)	8	14 (8)
b)	9	-
c)	-	-
Total	13	7

As Table 3.13 indicates, approximately half (seven over 15) of the questions (first-tiers) of the NTLMT are obtained by this way. The researcher also took into consideration and facilitated these unused eight questions mentioned in Table 3.13 to develop (a starting point at least) some of the questions in the NTLMT.

In the third step, the researcher resorted to the help of his colleagues and friends. Two research assistants from elementary science education department, two graduate students from related fields, and three science education department undergraduate senior students were asked to write down as much question as possible to assess these misconceptions. Each misconception and their brief explanations were written in separate pages and distributed to them. All the written and also oral valuable feedback were taken and summed up with used/unused questions mentioned in Table 3.14 and blended with the questions from the literature (Bao, Hogg, & Zollman, 2002; Bryce, & MacMillan, 2005; Hestenes, Wells, & Swackhamer, 1992; Savinainen et al., 2005) to form up all three tiers of the NTLMT.

This form of the NTLMT was distributed to both an Assist. Professor from the department of secondary school science and mathematics education and a research assistant from the elementary education department to establish the content validity. Both of them were aware of the main purpose of the test. They checked the measuring tool according to the appropriateness of items to the grade level, appropriateness of the format, and representatives of content by the selected items. Suggestions were taken into consideration for the revision of the instrument. According to these suggestions, the researcher revisited the directions of the NTLMT, checked the three tier item choices and the answer key, appended some statements to the second tiers, controlled and enlarged some of the pictures, removed ambiguities by changing some of the statements and text of the items, and added three more questions to the test in order to have three items written for each misconception.

The revised test was applied to 36 junior science education department students in the pilot study in the academic year of 2005-2006. The researcher concluded followings according to the feedback:

1. No spelling mistakes
2. Some new directions should be added
3. Unnecessary repetition of some words and information in the items
4. Extra five minutes may be better. Increase the time allowed.
5. In some choices, the given information should be much detailed
6. Some students mark more than one choices in second tiers
7. Come across with some alternative conceptions that are not existing in the test and can be added into the second tiers
8. Recognize that the test was not easy as considered although students were from the science education department not from the elementary teacher education department
9. Need to change the order of the items in the test. Some students (3-4) guess the idea and mark all the questions with the same logic (although most probably not thinking like that). Hence, putting challenging items at first may be a solution

Finally, the researcher interviewed with three of these students in his office. There was nobody in the office during the interview except the student and the researcher. Interviews were not audio-taped. The researcher just took short notes. Each individual interview was lasted approximately in 10-15 minutes. The researcher wrote down several questions in order to use in these interviews. Some of them were “Which of the item do you think is the hardest one and which one is the easiest? Is the allowed time enough to complete the test? Is there any item that has a mistake or wrong or you can not find the answer you are thinking in the choices of that item? Do the questions are challenging or average? Have you ever feel/think that you really do not know this content? Is it easy to understand the questions and what about the examples?”

Considering all the process, feedback and sharing, the final version of the NTLMT (see Appendix C) is completed. In the development of the test, the researcher paid respectful attention for each distracter to assess merely one misconception and each misconception to be assessed by more than one distracter. In short, the NTLMT is composed of 15 three-tier items to detect five misconceptions (M3, M4, M5, M6, and M7). The detailed reasons of selecting only these misconceptions are explained in Section 3.7. As seen in the table given in Appendix D, three items are written for each misconception. The bold numbers in this table are representing these three items (for example, 3, 10 and 13 for M3).

All questions in the NTLMT are conceptual. There is not any quantitative item in the test. It is a three-tier diagnostic test. First tiers of the NTLMT are consisted of a content/main question about Newton's Third Law with several choices. The second tiers consisted of possible reasons for the first part including alternative reasons and the desired correct one. In third tiers students are asked to point out whether they are confident with their answers of the first two tiers. If a student explains his false as true with related reasons and said that I am confident about my answers, only then it is accepted that this student has that misconception.

Misconception list, alternatives, answer key and some other informative data about the test are given in Appendix D. This table is also used as an evidence for content validity in the study. For the construct validity, correlation between students' scores on the first two tiers with confidence levels on the third tiers was investigated. Because it is expected on a properly working test that students with higher scores would be more confident about the correctness of their answers if they properly understand what they read on a test (Çataloğlu, 2002). By using SPSS, this correlation was found as .41 for the posttest and significant at the .01 level (two-tailed). Furthermore, Cronbach alpha ( $\alpha$ ) reliability coefficient for the posttest was found .81 by using all three tiers. This value indicates relatively high reliability for a diagnostic test.

### 3.3.4 Observation Checklist

The researcher developed classroom observation checklist in order to use for treatment verification. The observation checklist is given in Appendix E. It was developed with the help of the documents about the BABI (Camp & Clement, 1994; Clement, 1989, 1993) and the lesson plans developed by the researcher (see Appendix F). Observation checklists were facilitated to ensure that the teachers conducted the BABI lesson plans only in the experimental groups and the TTM only in the control groups. Furthermore, observers also had information about both control and experimental groups' conditions such as physical properties of classrooms, teacher characteristics and student characteristics with the help of the checklists. The analysis and results of the classroom observations are given in Section 4.3.

There were 30 items in the observation checklist and responses were four point Likert type like good, moderate, bad, and not applied. However 11 of the 30 items had one more column besides the four columns. Observers filled this fifth column with number/count representing the occurrence or repetition of the case mentioned in the item. And also at the end of the checklist, some spaces were left for the observers in order to have them to write anything they need to/want to highlight about the treatment/observation/procedure etc.

The checklists were filled by three different people throughout the study. The researcher was also one of the instructors participated in the study who conducted the BABI in his classes. Hence, both of the instructors observed their classes and filled observation checklists at the end of each lesson. The researcher observed two control and two experimental groups for three weeks and filled 24 observation checklists for his classes whereas the other instructor filled 12 observation checklists. In other words, by using all physics hours of each group (three hours in a week) each instructors covered the content of two misconceptions in a week and filled one observation checklist for each covered misconception.

One graduate student from similar department observed both of the instructors' second week lessons as an independent observer. She attended all regular lessons of the both experimental and control group classes. She sat in the back of the classroom at a desk and filled the observation checklists for both groups during the study. The independent observer made eight observations for one (four in the EG and four in the CG) and four observations (two in the EG and two in the CG) for the other group. She made a total of 12 observations. All of them were used to check whether the study was conducted as intended and to give an overall judgment on various aspects of the study.

### **3.3.5 Interviews**

The researcher made several interviews throughout the study. The general aim of these interviews was to help the study in the development of the measuring tools and materials. The interviews were also used to have an idea about students' opinion about the treatment. None of the interviews were full-structured and none of them were audio-taped and coded sentence by sentence. Nevertheless, the researcher wrote down several minimum questions before the interviews and used them as a frame and basic directions for the interview. All the interviews were made in the researcher's office. The detailed explanations of the interviews made in this study are given in the related sections. For example, the interviews made during the development of the AADT are explained in Section 3.3.1 and the interviews for the development of the NTLMT are given in Section 3.3.3.

### **3.4 Teaching/Learning Materials**

Various materials were used in this study: Lesson plans, concept diagrams, make sense scales, flash cards, PowerPoint slides, quiz and assignments, and demonstrations.

### 3.4.1 Lesson Plans

Lesson plans were prepared to facilitate the process of teaching Newton's Third Law with the BABI in experimental classes. They were used to make a more structured treatment, to prevent time consume and easily application of the steps of the BABI in experimental classes.

In order to develop the BABI lesson plans, a list of criteria for the BABI was developed after reviewing the literature (Camp & Clement, 1994; Clemet, 1993; Clement et al., 1989). The key points and basic elements of this criteria list were students' role, instructor's role, demonstrations, mechanical models, basic steps of the strategy, analogical reasoning, conceptual change, make sense scale etc. All these key words from the literature, the large but limited course description declared by YÖK, specific and general objectives existing in the elementary science books, closely related preconceptions and misconceptions diagnosed in the literature were taken into consideration in order to develop the lesson plans. Moreover, researcher's past studies in the field and experiences about the application of the BABI in the Master of Science period were also reflected to the development of the lesson plans. Finally, the researcher shaped and blended all these assets with his five years of experience in teaching the content of Newton's Third Law in the general physics course and developed the lesson plans. The lesson plans are given in Appendix F.

In writing lesson plans, the researcher paid attention to the followings:

- Clear statements and sentences,
- The consistency of objectives and contents,
- Contemporary information that are in agreement with physical laws,
- Is it possible to apply or suitable for classroom settings?
- Extra explanation or texts as if lecturing in the classroom,
- Examples and demonstrations as much as possible,
- Steps of the BABI,
- Set up a structured and a sequential plan,
- Proper, informative and simple directions.



After the development of the lesson plans, a physics teacher in a high school and one graduate student from the science education department reviewed the developed lesson plans to determine whether they were correct from physics law and appropriate for achieving the objectives. A philologist checked and revised the structure, wording and the language of the lesson plans.

There were six lesson plans in the treatment. Each lesson plan was developed for one misconception. First lesson plan was the most detailed one. The steps of the BABI, the logic underlying it, causes and reasons pertained to the steps were explained in detailed in the first lesson plan. Even a person unfamiliar with the strategy could easily understand and apply the strategy to her/his classes after reading the lesson plan one.

Class level, time duration, method, misconception assessed, objectives, materials, and presentation were the parts and the headings of the each lesson plan. Lesson plans were developed not merely for the misconceptions assessed related to Newton's Third Law but they also covered almost all the issues related with the content.

There were two parts under the heading of "presentation". These were the steps with numbers and the explanations of them given just below. There were 11 or 12 steps in each lesson plans. These steps were the general directions and mostly the steps of the bridging strategy itself. Explanations below them were the descriptions, examples, demonstrations, directions and information related to the steps enlightening the objectives and preconceptions. The researcher used two styles in these explanations. If the explanations were written as if instructing in the classroom, they were taken into quotation marks. Parentheses were used for the explanations made for the instructors.

### **3.4.2 Concept Diagrams**

Unlike the traditional use of concept diagrams in the bridging strategy, the researcher developed and introduced new type of concept diagrams in this study. The researcher prepared eight concept diagrams for University A and also

eight concept diagrams for University B. Each concept diagrams were developed for one misconception. For both universities, only six of the concept diagrams (M3, M4, M5, M6, M7a, and M7b) were used in the treatment. The use of concept diagrams was very important for the BABI lessons. They were the backbone of the strategy. The developed concept diagrams are given in Appendix G. A theoretical example of these concept diagrams is given in Figure 3.1.

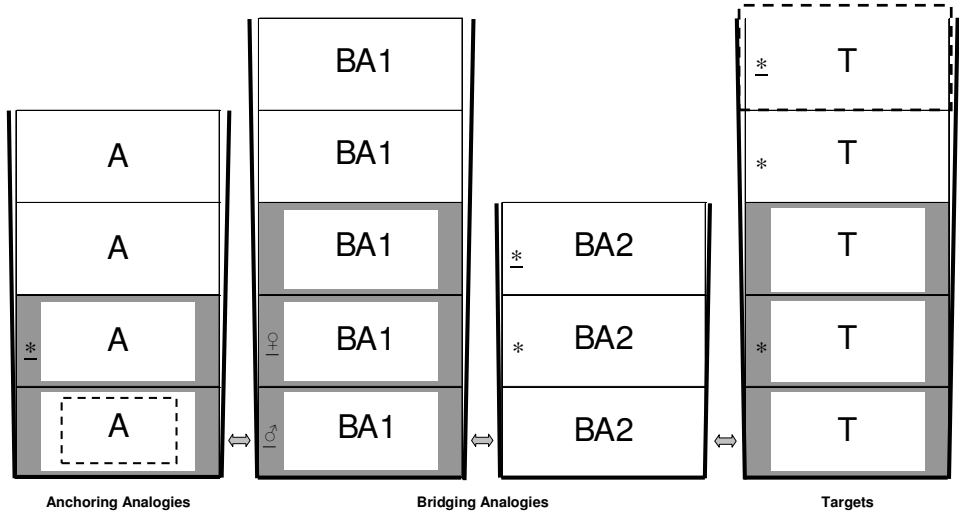


Figure 3.1 Revised theoretical concept diagram of bridging strategy

Unlike the traditional concept diagrams with single analogies in each step (see Figure 2.1 and Figure 2.2) used in the literature, there are four separate groups/bags (represented with A, BA1, BA2, and T) of analogies in the concept diagrams developed in this study. As seen in the theoretical concept diagram given in Figure 3.1, there are four analogies in “Anchor” bag, five analogies in first “bridging analogies” bag, three analogies in second “bridging analogies” bag, and five analogies in the “target” bag. Each bag were drawn separate but linked with arrows between them to mean that it was possible to pass between

the bags. Each bag was also bordered with thick inclined lines. These lines were used to emphasize that the frequencies (calculated over wrong responses) of the analogies were getting increasing from bottom to top. In other words, the analogy at the bottom of each bag was the least problematic or highest understandable analogy of that group. Likewise, the analogy at the top of each bag was the most problematic or least understandable analogy of that group. The least problematic analogy (the highest analogy in frequency distribution tables) of the concept diagram was enclosed in a small dashed rectangle, whereas the most problematic (the lowest analogy in frequency distribution tables) of the concept diagram was enclosed in a large dashed rectangle.

The researcher also used background colors to show sub groups in each bag. As seen from Figure 3.1, there were two sub groups in all bags except the second “bridging analogies” bag. This bag was composed of only one group. The symbols “\*”, “\*”, “♀”, “♂” used in the cells of the concept diagram were the integration of the tables given in Appendix J1. The meaning of these symbols (♀, ♂, \*) are explained in Appendix J2. But in short, “♀” is used to symbolize females, “♂” is used to symbolize males, and “\*” is used to mean common items. And if any of the symbol or item number of any analogy was underlined (like \*, ♀, ♂ or 6 etc.) throughout the study, it was meaning that the marked analogy was offered to be done in the treatment.

The development of these outlined and visualized concept diagrams are a long process. In development of these diagrams, the first step was to analyze the AADT. At first, the researcher entered all the data to the SPSS. All students’ responses in the AADT were coded as “yes”=1, “no”=0, “Absolutely sure”=3, “Almost sure”=2, and “Not sure”=1 in the SPSS file. By using “table of frequencies” menu of the SPSS, the researcher composed hundreds of frequency tables throughout the study. These frequency tables were prepared for each factor of the variables of gender, department, institution, and class. But the concept diagrams were only developed for both University A and B elementary teacher education department freshman students (treatment sample). Other

frequency tables were just used to overview the biggest picture of the spectrum and used for general comparisons.

The obtained output of frequency distribution tables were copied to Excel. They were sorted according to correct (“yes”=1) responses in a decreasing order. An example of this type of a frequency table (represented with **C** in all sections) prepared for all elementary teacher education department students (a part of the sample of the AADT) is given in Table 3.14.

As seen in the first column (symbolized with #) of Table 3.14, analogies are given with their original numbers used in the AADT. This given frequency table was prepared for the third misconception. The same process was repeated for other misconceptions of the study. Table 3.14 presents the frequency tables prepared just after excluding the analogies. Hence, the number of the rows of this table might not be the same with the numbers given in Table 3.8. Considering that these tables are used to develop the final tables given in Appendix H and Appendix I1, it is possible and easy to determine the true numbers representing the analogies (rows) in these frequency distribution tables from them.

Table 3.14 Frequency table prepared for “yes” or “no” responses

<b>C-type</b>	No		Yes	
	f	%	f	%
<b>3'9</b>	14	10.2	123	<b>89.8</b>
<b>3'1a</b>	24	17.4	114	<b>82.6</b>
<b>3'2a</b>	25	18.1	113	<b>81.9</b>
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
<b>3'7a</b>	116	84.1	22	<b>15.9</b>
<b>3'10</b>	116	84.7	21	<b>15.3</b>
<b>3'11</b>	119	86.9	18	<b>13.1</b>

Table 3.14 shows only six of the 37 rows related to third misconception. The dots are used to express the distribution (rows) is continuing. The letter “f” in the table is used to represent the frequency of students. Students’ “yes” responses to the analogies are referring the correct answers, whereas “no” responses are meaning the false answers. As seen in the table, 123 (89.8%) of 137 students answer the analogy 3’9 as “yes” and 14 (10.2%) of them as “no”. First row of the table is showing the easiest item/analogy, the last row of the table is showing the least correct answer (3’11) of this specified group in the AADT. These kinds of frequency tables prepared for the related specific sample constitute the “C” columns of the tables given in Appendix II.

Students’ responses and confidence levels were used to develop second form of the frequency tables. All the causes/reasons taken in the AADT as a third step were used inhere before going further analysis. The researcher used them to control and check the consistency of the data (response, confidence level, and the reason). Responses were revised when there was an evidence of inconsistency. In the next step, all the data in the SPSS were copied to the Excel file. Separate worksheets were formed for each misconception. By using six nested “IF” and “AND” functions of Excel, all the data are recoded as shown in Table 3.15. The reason of using this kind of coding was to use all the data, represent and reflect all of the students’ responses to the analysis.

Table 3.15 Criteria used to recode the data

Response	Function	Confidence Level	Code
Yes (1)	AND	Absolutely sure (3)	5
Yes (1)	AND	Almost sure (2)	4
Yes (1)	AND	Not sure (1)	3
No (0)	AND	Not sure (1)	2
No (0)	AND	Almost sure (2)	1
No (0)	AND	Absolutely sure (3)	0

The researcher transferred this recoded data back again to the SPSS file in order to compose the second form (B-type) of the frequency tables. After the frequency analysis, the obtained tables were copied to Excel. Two new columns were added to these tables. The frequencies of the codes 4 and 5 were summed up to yield “anchor” scores (column with the heading of “Anc”), whereas frequencies of the codes 1 and 2 were summed up to produce “target” scores (column with the heading of “Targ”). Next, the tables were sorted according to columns “Anc” in a decreasing order. As a result, students’ most confident true answers were in the first rows and the analogies having totally opposite characteristics were at the bottom (last row) of these tables. Hence, these tables were effectively highlighting the distribution of students’ responses from the aspect of potential anchoring analogies. An example of this kind of a table is given in Table 3.16.

Table 3.16 Frequency table prepared for response plus confidence level

<b>B-type</b>		0		1		2		3		4		5		
	<b>Anc</b>	<b>Targ</b>	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
3'9	<b>79.7</b>	7.0	6	4.7	3	2.3	4	3.1	13	10.2	34	26.6	68	53.1
3'1b	<b>71.7</b>	13.4	7	5.5	10	7.9	6	4.7	13	10.2	49	38.6	42	33.1
3'1a	<b>70.1</b>	12.6	7	5.5	9	7.1	5	3.9	17	13.4	46	36.2	43	33.9
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3'11	<b>9.4</b>	69.3	49	38.6	39	30.7	23	18.1	4	3.1	7	5.5	5	3.9
3'18	<b>9.4</b>	67.7	43	33.9	43	33.9	19	15.0	10	7.9	8	6.3	4	3.1
3'10	<b>9.4</b>	71.1	58	45.3	33	25.8	18	14.1	7	5.5	6	4.7	6	4.7

These tables (B-type) are also used to form a part of the tables given in Appendix II. But the main disadvantage of these tables (B) is that the distributions are not representing the entire sample. As seen in Table 3.16, the analogy of 3'9 is only representing 86.7% (Anc (79.7%), Targ (7.0%)) of the

sample. Some others (3'1a, 3'18, and 3'10) are representing 82.7%, 74.1%, and 80.5%, respectively. In order to represent the views of all sample, the researcher developed another frequency distribution tables (A-type).

For A-type tables, the researcher calculated means of all analogies with help of SPSS by using the data recoded according to Table 3.15. The obtained means distributions were copied to MS Excel. Since the maximum value of the means could be five (the maximum recode value), the researcher multiplied all these values with 20 to maintain the frequencies representing the whole sample. As a final step, the tables were sorted in decreasing order according to these frequencies. A sample of an A-type table is given in Table 3.17.

Table 3.17 Distribution of means for response plus confidence level

<b>A-type</b>	f	Mean	%
3'9	128	4.1	<b>82.2</b>
3'2a	127	3.7	<b>74.3</b>
3'3b	126	3.7	<b>74.0</b>
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
3'18	127	1.3	<b>25.7</b>
3'11	127	1.2	<b>23.6</b>
3'10	128	1.1	<b>22.5</b>

All the necessary data of these three (C, B, A) types of frequency distribution tables were taken and composed the columns (C, B, and A) of the tables given in Appendix II. There were eight of these combined tables for University A and eight for University B in the study. But these tables were developed according to the university without regarding the gender effect by taking all elementary teacher education students. Therefore regarding the gender effect, the researcher prepared all these three types of tables again and

developed the combined tables from them. The revised (ready to be used in the treatment) final forms (reduced to one column, similar to A-type) of these combined tables were prepared for each gender. All these 16 tables (eight for males, eight for females) for University A and 16 tables (eight for males, eight for females) for University B are given in Appendix H.

In development of the concept diagrams, the final combination of A, B, and C-type frequency tables with some additional settings given in Appendix I1 are used. Key points, variables and characteristics of these combined tables are summarized in Appendix I2. But in short, these tables were used as a frame and a criterion to develop concept diagrams. In other words, the groups, subgroups, and distribution of the analogies in concept diagrams were formed according to these tables. Examining all the distributions in three columns (A, B, and C-type) together enabled to see the broader view of the spectrum.

Regarding all these considerations, the researcher formed first drafts of the concept diagrams. The researcher combined the tables given in Appendix J1 (gender effect) with these versions of the first drafts to develop the used concept diagrams given in Appendix G. It was easy to form these tables given in Appendix J1. They were developed by comparing girls and boys' frequency tables with each other. All the common questions were specified after comparison and inserted to the tables. The key terms related with these tables are explained in Appendix J2. The important contribution of these tables was that the researcher used them to reflect the gender differences to the concept diagrams and later to the treatment.

In the enlightenment and integration of all these details, the researcher developed the final forms of conceptual diagrams given in Appendix G. It took several months to prepare them and even it took pages to explain the development of them, but they were versatile, informative, visual, and easy to use with just a little attention.



### 3.4.3 Make Sense Scales

The make sense scale (MSS) used in the study was the modified version of the opinion survey used in Camp and Clement (1994). There were two versions of the scale in the study. One version was for instructors and the other one was for students. In fact, both were the same except an extra column inserted in the instructors' scale. The instructors used the MSS just to take the note of which analogies they asked for vote. However, students were expected to use it to circle the letter representing their answers to the questions and for rating how much their answer make sense to them. The directions and explanations of how to use the scale, what was meant by "make sense" and an example of using it was explained both above and below of the voting section of the scale. The MSS is given in Appendix K.

The scale was composed of two parts. First part was composed of the letters "E" and "H" used for "yes" and "no" consecutively. Second part was composed of a 5-point Likert type scale like "make no sense to me", "make only little sense to me", "neutral or undecided", "make quite a bit of sense to me" and "make perfect sense to me". Students were expected to answer each question they asked by first circling one of the letters from "E" or "H" and second scaling their answers according to the Likert type mentioned above.

Each student filled one "make sense scale" for each misconception. Hence, a student in the experimental group completed six (for M3, M4, M5, M6, M7a and M7b) scales throughout the treatment period. And each makes sense scale was composed of 12 votes in the study which mean in other words that there was a place for 12 analogies or sub questions. The minimum numbers of the analogies or sub questions asked to the students in each misconception/scale (or the count of the votes) were predetermined by the researcher and were mentioned both in the concept diagrams given in Appendix G and the offered items tables given in Appendix J1. But the number of analogies asked could probably be much more according to the steps explained in the lesson plans. The numbers of the analogies voted per scale were range from four to eight in this

study. Some basic descriptive statistics related with the scales are given in Section 4.1.4.

### **3.4.4 Flash Cards**

There were two kinds of flash cards in the study. First group of flash cards were composed of letters “E” and “H” representing “Yes” and “No” respectively, whereas the other group of flash cards were composed of numbers (1, 2, 3, 4, 5) representing “make no sense to me”, “makes only little sense to me”, “neutral or undecided”, “makes quite a bit of sense to me” and “make perfect sense to me” consecutively.

All the flash cards were one sixth of a white A4 paper in dimension. The researcher cut the same number and the same size of pasteboards to put back of the flashcards. Green pasteboards were used for letter flash cards while brown pasteboards were used for number flash cards as a background cover. The purpose of using these pasteboards was to ensure that the numbers or the letters were not seen by the others in the class when a student raised a flash card to show his/her vote. Both groups of the flashcards were also covered with transparent nylon and all taped from the edges. Finally, two letter and five number flash cards were gathered and wrapped up tightly with elastic rubber to form a set of flash cards. The researcher prepared these sets for each of a student in the experimental groups.

Flash cards were used with make sense scales in the study. Students used them to show the letters or the numbers they wrote on the make sense scales. Foreground views of these flash cards were shown in Appendix L.

### **3.4.5 PowerPoint Slides**

The researcher prepared 141 slides for the study. 134 of them were the analogies used in the AADT, one of them was the general index slide, and the remaining six slides were the index of the misconceptions. A general “index”

slide, six misconception index slides (M3, M4, M5, M6, M7a, and M7b) which were the contextual version of the concept diagrams, and one example/analogy from each (3'6b, 4'2, 5'12, 6'1a, 7a'3 and 7b'22a) were given as an example in Appendix M in the same order conducted as in the treatment.

The first slide of this PowerPoint file was the general "index" slide. Misconceptions were written in pairs and in application order in this slide. There were three misconception pairs. The numbers of the pairs conducted in the same day of the treatment were written close to each other and apart from the other pairs in the slide. There were arrows at the right bottom of each slide in the file. It was possible to pass between misconception index slides (M3, M4, M5, M6, M7a, and M7b), the sub questions/analogs (4'2, 5'12, 6'1a, 7a'3, 7b'22a, etc.) or any of the slides in the file by using these linked arrows. The researcher preferred to prepare these slides and used them instead of concept diagrams' acetates in the treatment. Since by this way, the treatment was more structured, more dynamic, more technological, more visual, less time consuming, easy to conduct, and easy to follow.

#### **3.4.6 Assignments and Quizzes**

Results of previous studies (Camp & Clement, 1994; Clement, 1993; Clement et al., 1989; Yılmaz, 2001) showed that the use of assignments or quizzes was also important for the positive effect of the strategy. But for this aim, the researcher developed only one mini test including 8 questions. This was due to the limited time period that should be reserved for the application of Newton's Third Law in general physics course and the large content of the treatment (six misconceptions) that has to be covered. The questions in this mini test were similar and complementary to the ones discussed in the class. Most of them were non-quantitative questions. It was left to the instructors to use them whether as a pre-quiz in the beginning of the lesson, or a sum up quiz at the end of the lesson or an assignment that has to be done in home. The mini test is given in Appendix N.

### **3.4.7 Demonstrations**

Many demonstrations were utilized in this study. The main reason of using demonstrations was to make contradictions to students' misconceptions through them. In the treatment, they were mostly introduced at the end of the second bridging analogy before voting the target case once more. Instructors might use any of the analogies of the concept diagrams as demonstrations in classes whenever they want except the ones they already assessed and voted in the treatment. All of them could be done in classes. None of them required extensive care, experience, information, laboratory equipments or the environment. Mostly students could easily make them with alone or sometimes with their classmates.

Furthermore, the researcher suggested several demonstrations in lesson plans related and similar to the analogies used in each lesson. One student dragging another one with a constant speed or an increasing speed, students having different masses pushing a wall with different or the same forces, colliding various objects etc. were some of these suggested demonstrations. The number of the demonstrations made in experimental groups was approximately the same. There was an item in observation checklist used to control this issue.

### **3.5 Research Design**

In this study, not the individuals but the groups were randomly assigned to experimental and control groups. Hence, the study was a quasi-experimental design. The research type of the study was matching-only pretest-posttest control group design (Fraenkel & Wallen, 1996).

Pretests were given to both control and experimental groups at first. Experimental groups were instructed by the BABI and were exposed to treatment after the pretest. Posttests were given to all groups after the treatment. An outline of the research design is given in Table 3.18.

Table 3.18 Research design of the study

	O (Test)	X (Treatment)	O (Test)
Experimental Group	PRENTLMT PREASNTL	Bridging Analogies Based Instruction	POSTNTLMT POSTASNTL
Time Duration	One-week	Three-weeks	One-week
Control Group	PRENTLMT PREASNTL	Traditional Method	POSTNTLMT POSTASNTL
Time Duration	One-week	Three-weeks	One-week

### 3.6 Procedure

Brief summary of the procedure followed throughout the study is presented in Table 3.19.

Table 3.19 Outline of the dissertation

Step	Process	Time Schedule
A	Determination of key words	2004
B	Literature review	2004
C	Skimming/scanning of the articles	2004
D	Development of the AADT	2004-2005
E	Input of the AADT to the SPSS	2005
F	Adaptation of the ASNTL	2004-2006
G	Development of the NTLMT	2005-2006
H	Development of teaching/learning materials	March-October 2006
I	Application of pretests	October 2006
J	Treatment	November -December 2006
K	Application of posttests	January 2007
L	Data entering	January 2007
M	Analysis / Writing the thesis	January - February 2007

As seen in Table 3.19, there are 13 main steps in the thesis. The researcher paid respectful effort to determine the key words of the study in the first step. In fact, the first key word was obvious at that time. It was “bridging strategy”. However, the researcher could not decide to the content of the study. The aim of the researcher was to apply this strategy to any of the contents of optic, simple electric circuits or magnetism. Hence, the study started with a detailed examination of the literature by using this first group of key words. A list of all the key words assessed throughout the study is given in Appendix O.

The researcher systematically searched Dissertation Abstracts International, Social Science Citation Index, Educational Resources Information Center (ERIC) and Internet. Most of the articles were maintained from the periodicals in METU library, library of Bilkent University, and TÜBİTAK Ulakbim. The researcher also searched the MS and PhD theses made in Turkey from YÖK. Photocopies were taken and all the documents were categorized. It took 6 months of the researcher to read hundreds of pages and conclude whether it was possible to apply the BABI to one of these contents. But, these contents were more abstract than the contents of mechanics and there were very few example in the literature the researcher could embark on, so the researcher decided to go on with any of the appropriate content of mechanics.

As a part of the fourth main step of the procedure section and at the same time the first step of the development of the AADT, the researcher applied Mechanics Misconception Test (MMT) to 513 university students. The main purpose of this application was to decide the content and the sample of the study. The content was chosen as “Newton’s Third Law” and undergraduate elementary teacher education university students were determined as the possible candidate of the treatment sample of the main study. All the other sub steps of the development of the AADT have already explained in detailed in Section 3.3.1.

Next step was also a tiring process. It took several months to enter this large amount of data (responses, confidence levels, and reasons) of the AADT

into the SPSS. Following two steps were related with the development or adaptation of the other measuring tools. The process followed in the adaptation of the ASNTL is clarified in Section 3.3.2 and development of the NTLMT is explained in detailed in Section 3.3.3.

Development of all teaching/learning materials (also elaborated in Section 3.4) was the last step before the treatment period. From all these materials, the researcher only used those prepared for misconceptions M3, M4, M5, M6, M7a, and M7b in the main study. It was decided to exclude M1, M2, and M7c from the treatment. The main reason of this process was to decrease the number of the misconceptions assessed in the study. Seven main misconceptions (counting M7 as one) or a total of nine misconceptions including the related ones (M7a, M7b, and M7c) were too much to study. Hence, both with the help of the experiences in the field and results of the AADT, the easiest sub misconception of M7 which was M7c (also examined with minimum number of analogies in the AADT) was excluded from the study. After then, two more misconceptions (M1 and M2) were discarded from the study. Table 3.20 illustrates this second criterion of the elimination.

Table 3.20 Outline and selection criteria of the order of the treatment

Lesson	Time	Misconception	Univ. B %	Univ. A %	All %
1	1st week	M4	92.6	86.2	88.8
2	1st week	M6	80.8	77.3	78.0
3	2nd week	M5	79.3	86.4	86.7
4	2nd week	M3	77.6	84.3	82.2
-	-	M1	75.9	76.9	76.4
-	-	M2	70.7	72.9	70.7
5	3rd week	M7b	64.4	59.0	59.7
6	3rd week	M7a	58.5	56.5	53.8

Frequencies in Table 3.20 are taken from A-type tables prepared for each group. These values were the highest frequencies (anchors) in each distribution related to misconceptions. The researcher sorted misconceptions according to the frequencies of anchors for each university (A and B). Table 3.20 is sorted in decreasing order according to the anchors of University B. The anchoring analogies of first and second misconceptions are the lowest couple in rank for both universities when disregarding M7b and M7a (the researcher specifically wants to study these robust, deep seated, literally important misconceptions). Hence, M1, M2, and M7c are extracted from the main study.

The next step was the application of pretests. In the last days of the October 2006, the instructors applied both the NTLMT and the ASNTL as a pretest. Approximately three weeks later treatment applications were started. The researcher selected two of his four elementary teacher education sections randomly and assigned them as experimental groups. Likewise, the other instructor randomly selected one of her two classes in University B and assigned the group as experimental class. Experimental groups were instructed with the BABI whereas control groups by the TTM. After a three weeks treatment period the same tests were applied as posttests. At the very beginning of January 2007, the instructors conducted POSTNTLMT and POSTASNTL in their experimental and control classes. The detailed explanation of the treatment given is also mentioned in Section 3.8.

The last steps of the test were naturally entering the data, analyzing them and writing the thesis in the light of these outputs.

### **3.7 Treatment**

Experimental groups learned Newton's Thirds Law with the BABI, while control groups learned them with the TTM. The basic steps and characteristics of the treatment in experimental groups and in control groups were explained in the following sections.



### 3.7.1 Treatment in the Experimental Group

Both of the instructors had experiences about the BABI before this study. Nevertheless, they met and made conversation for three hours before the pretests to standardize all conditions as much as possible. Moreover, the researcher prepared six detailed lesson plans (see Appendix F). First of these lesson plans was specifically prepared to explain the steps of the BABI in detailed. The researcher also gave all these lesson plans, concept diagrams, make sense scales (students' and instructor's copies), flash cards, PowerPoint file, assignment/quiz, both gender splitted frequency tables and common and strongly offered items table for University B, and the table of misconception list and answer key to the other instructor in this meeting. The day after the meeting they applied pretests. After then, the treatments were started.

The detailed and specific explanations of the treatments in experimental groups were explained in the lesson plans given in Appendix F. By reflecting the same style used in lesson plans, the general steps (in the order of the treatment) of the BABI in experimental classes for any lesson can be explained and summarized briefly as follows:

- Check the class list and the number of the students in the classroom.
- Apply quiz of the day (if exists).
- Distribute make sense scales (voting sheets) and both letter and number flash cards.
- Explain how to use them in lesson/treatment.
- Briefly review previous lesson. Make an introduction to the lesson of the day.
- Open PowerPoint slides from the projector.
- Ask the target analogy (misconception) of the day for vote specific to the sample.
- Have students mark their answers on the make sense scales.

- Do not forget to write down the call number of each analogy asked for vote into teacher's copy of the make sense scales.
- Let students show their answers by using letter and number flash cards.
- Count the responses (yes/no, confidence levels) quickly and roughly.
- Make the decision of whether passing to the anchoring analogy of the day or asking another target case or leaving the misconception/lesson. (If most of the students give false responses with high confidence (minimum 70% but mostly over 90%), there is not a problem. Go on with the next step and ask the offered anchor. But if true responses are dominant, than ask another more problematic target case (if exists) from the concept diagram. Count and use the same percentage criteria. If there are still low percentage of false responses, leave the misconception and pass to another one)
- Ask the offered anchoring analogy of the day for vote specific to the sample. Have students both mark their answers on the make sense scales and show their answers by using letter and number flash cards.
- Count the responses (yes/no, confidence levels) quickly and roughly. If necessary (anchor does not work or the percentage of the true responses were low), ready to ask another anchor from the related bag of the concept diagram.
- Be careful in counting. Do not forget to control gender effect. Use gender splitted frequency tables, the table of common and strongly offered items or the concept diagrams. (Count the number of the responses in the class. It is more convenient to count rare responses (yes or no). Observe the responses of males and females. The problem could be specific to males or females. If only females give the wrong answers than choose an item specific to females as the next anchor by using gender splitted tables or considering the symbols offered in concept diagrams. If only males give the wrong answers than do the same for males. But, if the percentages of wrong answers was high (maximum 30% but mostly over 10%) and these results not depending on the gender (similar), then choose any item (if exists, analogy having highest

frequency of that group) as the next anchor by using common and strongly offered items tables or considering the symbols offered in concept diagrams)

- Superficially compare similarities and differences between the anchor and the target.
- Ask the offered bridging analogy from the first (if there exists two bridging bag in the concept diagram) bridging bag for vote specific to the sample.
- Have students both mark their answers on the make sense scales and show their answers by using letter and number flash cards once more.
- Count the responses (yes/no, confidence levels) quickly and roughly. If necessary (few correct responses), ask another bridging analogy from the first bag.
- Compare similarities and differences between the anchor and the bridging analogy at first and between the target and the bridging analogy as second. Look at the time schedule and students' motivation. If there is no time and evidences of tiredness, omit this step until the end of second bridging vote.
- Do the same voting procedure for the analogy from the bridging analogy group.
- Compare differences and similarities between all (anchor, bridging analogies, and target).
- Use as much analogy as possible from the concept diagrams or PowerPoint slides.
- Make students do all the demonstrations and experiments. Talk about the mechanical models if exists, ask "as if" questions, create a conversation environment in the class. (Try to increase the participations of the majority of the students' in classroom discussions and demonstrations. The effective use of demonstrations and models are important in increasing the effect of the BABI)
- Be director/conductor/sculptor in the classroom. Play the "devil's advocate". Do not give all the answers. Let them to query. Let them to ask and let them to conclude.

- Give all extra theoretical information related to the content that has to be covered throughout the course.
- Ask the target case of the day once more for vote. Have students both mark their answers on the make sense scales and show their answers by using letter and number flash cards again.
- Use as much analogy as possible from the concept diagrams or PowerPoint slides until to maintain high rate “yes” responses with high confidence levels.
- Distribute assignment of the day (if exists).
- Together conclude and state the law. And then considering the misconception of the day summarize the lesson by rephrasing the law.

The BABI lessons as framed shortly above were instructed for three weeks in experimental classes. And the treatment period was ended with the application of posttests. A graduate student observed both of the instructors’ all of the second week lessons as an independent observer. The results of these observations are given in Section 4.3.

### **3.7.2 Treatment in the Control Group**

The control group students were taught Newton’s third law by the TTM. The method used in control group can be briefly summarized as follows:

Generally, the majority of classroom atmospheres developed around the teacher supplying information to the students. Instructors first explained the concept by writing definitions on the blackboard. If necessary, they solved some examples. Later, they allowed students to write them on their notebooks. The lessons generally continued by solving questions similar to the examples previously solved. Students’ roles in these groups are mostly passive. Nevertheless, it was not fair to say that students were exactly the passive receivers. They were listening to the teacher, recording what the teacher wrote on the blackboard, solving the questions the teacher asked, but also some of

them were asking questions, giving examples, and participating in the rare demonstrations.

Instructors also covered all the same Newton's Third Law content in these classes. But, not from the perspective of the bridging strategy. In control groups, the instructors also gave the answers of the target cases used in the EG. But only the time, order, and structure was different. The instructors mostly preferred to give the answers of these analogies all together (one by one from data show) without discussing, making comparisons, and elaborating into the analogies.

The same graduate student also observed both of the instructors' all second week lessons in control groups as an independent observer. The results of these observations are given in Section 4.3.

### **3.8 Treatment Verification**

Both experimental and control groups were observed throughout the study whether the instructors were following the experimental and control protocols. An observation checklist given in Appendix E was used for making observations in the classes. The checklists indicated the degree to which the instructors implemented the BABI in their classrooms. The classroom observations were also used to verify the absence of the BABI in the control groups. Classroom environments, instructors' behavioral characteristics, students' reactions/characteristics were assessed with the other items in the checklist.

### **3.9 Analysis of Data**

The data obtained by the AADT, NTLMT and ASNTL were analyzed by using Statistical Package for Social Sciences 11.0. All the data were entered in the SPSS at first. But the frequency tables related to the AADT and the results of the NTLMT were copied to Excel file for further preliminary calculations. It

was easier for the researcher to make multiple sorts of the data and to write nested formulas by using the AND/OR/IF logical functions of the Excel. The researcher transferred this Excel file again to the SPSS file at last. All other analyses were done by using the SPSS.

The researcher made missing data analysis and data cleaning before making all kinds of descriptive and inferential statistics.

### **3.9.1 Descriptive Statistics**

The mean, standard deviation, range, kurtosis, minimum and maximum values, skewness of the variables, and frequencies, were used throughout the study. The detailed explanations of the descriptive statistics done related with the measuring tools and the treatment are given in Section 4.1.

### **3.9.2 Inferential Statistics**

Multivariate analysis of covariance (MANCOVA) was used to compare the mean scores of the control and the experimental groups' students' misconceptions in Newton's Third Law and attitude toward Newton's Third Law while at the same time controlling the differences between groups for gender, age, the PRENTLMT, and the PREASNTL. The MANCOVA is a powerful statistical technique that measures the effect of independent variable(s) on more than one dependent variables.

Variables and their entry order in the MANCOVA model are presented in Table 3.21. Covariates were entered at first, group membership were the second and set C (AxB) of "covariate\*group" interactions were entered at third in the MANCOVA model. After the MANCOVA analysis, the follow-up ANCOVA's were used for significant main effects. All the analysis made for the MANCOVA model is given in Section 4.2.

Table 3.21 MANCOVA variable-set composition and statistical model entry order

Variable Set	Entry Order	Variable Name
A (Covariates)	1 <sup>st</sup>	X1 = PRENTLMT X2 = PREASNTL
B (Group Membership)	2 <sup>nd</sup>	X3 = MOT
C (Covariate*Group Interactions)	3 <sup>rd</sup>	X4 = X1 * X3 X5 = X2 * X3
D (Outcomes)		Y1 = POSTNTLMT Y2 = POSTASNTL

### 3.10 Power Analysis

Determination of the population effect size (ES) is the first step and the main concern in the power analysis. There are two widely used ways of determining effect size. First one is calculating the ratio of explained variance to unexplained variance which is called Eta square ( $\eta^2$ ). It is a measure of the magnitude of effect and also known as the correlation ratio. Traditionally,  $\eta^2$  values .01, .06, and .14 represent small, medium, and large effect sizes, respectively (Green, Salkind, & Akey, 2000). Second one is related with the determination of a specific ratio. This ES value can be obtained by dividing the difference between mean of the experimental group and mean of the control group by the standard deviation of the control group. As Cohen and Cohen (1983) suggested, ES values of .20, .50, and .80 corresponds to small, medium and large effect sizes, respectively. Considering the results obtained from the

previous related studies, a medium (0.50) or a large (0.80) effect size in the study will have had a practical significance. Hence before the study, effect size was set to 0.14 (large) measured by eta square.

The significance level ( $\alpha$ ) and the power ( $1-\beta$ ) of the study was set to .05 and .80 respectively because they were the most accepted values in educational studies. In other words, a Type I hypothesis-wise error rate (the probability of rejecting a true null hypothesis [ $\alpha$ ]) of .05 and a Type II hypothesis-wise error rate (the probability of failing to reject a false null hypothesis [ $\beta$ ]) of .20 was set a priori to hypothesis testing. Sample size was calculated for a large effect size as 52 and 128 for medium effect size in a priori analysis for two tailed. Since the sample size of the study was 308 and it was more than the calculated sample size, therefore the statistical power of the study was naturally greater than .80.

### **3.11 Unit of Analysis**

In statistical analysis, it is sometimes not clear what the appropriate level of analysis is. For example, persons are in groups (e.g., students in classrooms), and either person or group could be the experimental unit (unit of analysis). An experimental unit is the basic recording unit or the smallest unit treated by the researcher during an experiment. Unit of analysis refers to the unit (individual, family, school district etc.) the researcher uses to gather the data.

In this study, group is the experimental unit and single student is the unit of analysis. As a measure to control this problem, nested covariance analysis are suggested in the literature. But, the researcher could not make nested covariance analysis due to limited number of groups of the study.

An assessment of whether observations are independent is often helpful to determine the unit of analysis. There are several factors that make units non-independent (Kenny & Judd, 1986). Observations can be non-independent because of compositional effects, common fate, and social interaction. Compositional effects refer to the fact that sets of observations are already



similar before the study even begins, whereas common fate refers to the fact that sets of observations may have common reasons. And social interaction implies the direct and indirect influence between pairs of observations.

Although treatments were randomly assigned to intact classes of students, the data were collected individually for the issue of non-independence of observations. No distinguishable differences were observed during the application of the tests in classes. Each student completed the tests individually without having contact with other students in the class. The instructors tried to standardize the conditions for all classes.

## **CHAPTER 4**

### **RESULTS**

The results of this study are divided into four sections. Descriptive statistics related to the measuring tools are presented in the first section. Inferential statistical data produced from testing the null hypothesis is clarified in the second section. The third section is reserved for the results of classroom observations. Finally, a summary of the findings of the study is given in the last section.

#### **4.1 Descriptive Statistics**

This section is separated into four main sub sections. Descriptive statistics of the AADT, NTLMT, ASNTL, and MSS are all explained in detailed in this section.

##### **4.1.1 Descriptive Statistics of the Anchoring Analogy Diagnostic Test**

The researcher developed the AADT to detect possible usable anchors, bridging analogies, and target cases. The results of the test was facilitated to develop the new style of concept diagrams to be used in the BABI. As mentioned before in Section 3.3.1, the AADT was applied to 148 elementary teacher education freshman students of two different universities. The tables given in Appendices H, I, and J were developed according to this sample. These 148 (108 University A, 40 University B) students also participated in the main study conducted one year later and constituted a part of the sample (308 students) of the main study. Hence to represent and describe the sample, various

descriptive analyses results, comparisons, and several tables were given throughout this section.

Descriptive statistics related to students' "yes/no" responses in the AADT according to gender is given in Table 4.1. Mean, standard deviation, skewness, kurtosis, minimum and maximum values were mentioned for each question of the AADT with respect to gender. As Table 3.9 already makes explicit, students' correct responses in the AADT are changing according to each question. Possible maximum scores of questions Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, and Q7 were 18, 22, 41, 26, 24, 28, and 34, respectively. And the value 193 was the highest score (if all the answers to the analogies were true) that a student could take from the AADT according to "yes/no" responses.

Table 4.1 Descriptive statistics related to students' correct responses in the AADT with respect gender

	Gender	Mean	SD	Skewness	Kurtosis	Min.	Max.
Q1	Male	11.97	5.86	-0.38	-1.18	0	18
	Female	11.09	5.55	-0.07	-1.32	1	18
Q2	Male	13.36	5.68	-0.03	-0.65	3	22
	Female	12.60	4.56	-0.21	0.23	0	22
Q3	Male	21.51	8.26	0.47	1.10	3	41
	Female	21.64	6.48	0.29	0.76	6	41
Q4	Male	13.81	8.43	-0.03	-1.14	0	26
	Female	11.19	6.89	0.53	-0.51	1	26
Q5	Male	14.59	5.19	-0.38	0.28	4	24
	Female	14.49	4.92	-0.44	-0.11	4	24
Q6	Male	14.42	8.15	0.36	-0.82	2	28
	Female	11.74	7.18	0.63	-0.06	0	28
Q7	Male	15.23	10.09	0.52	-0.52	0	34
	Female	15.63	8.37	0.58	0.23	0	34
All	Male	104.89	35.74	0.65	-0.01	49	193
	Female	98.39	29.81	0.68	0.21	46	193

For example in the first question of the AADT, the mean scores of male and female students were 11.97 and 11.09, consecutively. It was clear that the overall mean scores of males were larger than the females. And also in most of the questions (Q1, Q2, Q4, Q5, and Q6), mean scores of males were higher than the mean scores of females. The researcher also divided each mean score with the total (maximum) number of the analogies in the questions to compare them relatively. By this way, it was found that Q1 was the easiest of all questions for both males and females. The hardest item for females was Q6, whereas it was Q7 for males.

In order to give more information about the sample of the AADT, students' confidence levels are given in Table 4.2. Students' confidence level scores were also differed from item to item in the AADT. Hence, the researcher decided to divide each mean scores of the item with the number of the analogies in each question to make it easier to interpret the results. By this way, if the mean score in any cell of Table 4.2 is three, it means that all the students in that group are totally confident in their answers whereas if it is "one", the interpretation must be totally the opposite.

The format of the Table 4.2 is also the same with the previous table. It is prepared to show the general picture of all students' confidence levels with respect to gender. As seen in Table 4.2, males overall confidence scores are larger than those of females. But in general, confidence scores were not drastically different. Considering standard deviations and the differences between mean scores of males and females, the largest difference existed in Q5. The other important result of this table is that all students are less confident in their answers to Q7 and most confident in Q1 when compared with other items in the test. Overall confidence values also showed that students were almost confident (over 14 and converges to two) in their answers.

Table 4.2 Descriptive statistics related to students' confidence levels in the AADT with respect to gender

	Gender	Mean	SD	Skewness	Kurtosis	Min.	Max.
Q1	Male	2.32	0.57	-0.69	0.32	1	3
	Female	2.16	0.55	-0.74	1.21	1	3
Q2	Male	1.96	0.65	-0.99	2.04	1	3
	Female	2.01	0.56	-0.23	0.31	1	3
Q3	Male	2.09	0.66	-1.77	3.75	1	3
	Female	2.09	0.51	-0.07	-0.33	1	3
Q4	Male	1.98	0.44	-1.51	4.59	1	3
	Female	2.00	0.54	-0.26	0.20	1	3
Q5	Male	2.22	0.31	0.88	0.20	2	3
	Female	2.13	0.53	-0.09	-0.47	1	3
Q6	Male	2.08	0.58	-1.72	5.41	1	3
	Female	1.98	0.57	-0.32	0.34	1	3
Q7	Male	1.93	0.59	-0.78	1.82	1	3
	Female	1.82	0.59	0.32	-0.65	1	3
All	Male	14.57	2.74	-0.87	2.86	7	20
	Female	14.18	3.02	0.08	-0.13	7	21

Another descriptive data calculated by considering students' both responses and confidence levels are given in Table 4.3. The recoding procedure used to have this table is the same with the one that is already explained in detailed in Table 3.16. In short, the point five was used to mean a correct response with high confidence whereas the point zero was used to mean a wrong response with high confidence as to emphasize the opposite side of the spectrum.

As seen in Table 4.3, the scores are differing with respect to gender. The mean scores of all females in the sample of the AADT were generally lower

than males in most of the questions (Q1, Q2, Q4, Q5, and Q6). It was seen that the easiest question or the least problematic question in the AADT was the Q1. On the contrary, Q7 was the hardest and the most problematic question in the test.

Table 4.3 Descriptive statistics related to students' confidence levels plus correct responses in the AADT with respect to gender

	Gender	Mean	SD	Skewness	Kurtosis	Min.	Max.
Q1	Male	3.27	1.23	-0.34	-0.83	1	5
	Female	2.87	1.22	0.08	-0.65	0	5
Q2	Male	2.82	1.17	-0.09	0.75	0	5
	Female	2.76	0.81	0.05	1.64	0	5
Q3	Male	2.49	1.03	-0.25	1.11	0	5
	Female	2.59	0.55	0.10	0.45	1	4
Q4	Male	2.64	1.15	-0.06	-0.81	1	5
	Female	2.31	0.91	0.45	0.73	0	5
Q5	Male	3.01	0.75	-0.38	1.29	1	5
	Female	2.94	0.72	0.22	0.84	1	5
Q6	Male	2.49	1.17	0.36	0.07	0	5
	Female	2.27	0.84	0.75	2.32	0	5
Q7	Male	2.22	1.13	-0.14	-0.05	0	4
	Female	2.46	0.79	0.84	2.65	0	5
All	Male	18.93	5.10	0.03	-0.23	9	29
	Female	18.20	4.10	0.84	1.41	9	32

#### 4.1.2 Descriptive Statistics of the Newton's Third Law Misconception Test

In the study, the NTLMT was used in the process of investigating the effects of methods of teaching on students' misconceptions. The NTLMT might also be used to investigate the effects of methods of teaching on students'

achievement besides misconceptions. The scores calculated by using true responses could be used for this aim. The researcher calculated many types of scores for each student related to the NTLMT in order to describe the various characteristics of the test in general. It was also possible to calculate more types of scores than given in here for the test . But the main concern in the study was students' misconceptions. All the scores calculated in the study and their brief explanations were as follows:

Scores-1: These scores were produced by using each student's correct answers for only the first tiers of items in the NTLMT. Students' incorrect answers in the first tiers of each item were coded as "0" and the correct answers as "1". These scores could range between zero and 15.

Scores-2: These scores were obtained by using each student's correct answers for only the second tiers of the items in the NTLMT. Second tiers were composed of the causes/reasons of the first tiers in the test. Students' correct answers to only second tiers were coded as "1" and the wrong answers were coded as "0". The minimum and maximum values of scores-2 could be zero and 15, respectively.

Scores-3: They were produced by using students' answers to only the third tiers. These scores were representing whether students' were confident about their answers for the first two tiers of each item. Responses of "absolutely sure", "almost sure", "not sure", and "absolutely not sure" were coded as "4", "3", "2", and "1", respectively. Summing the points of all items in the test yielded the confidence level of each student. A student could take 60 points as a maximum and 15 points as a minimum value in these type of scores.

Scores-4: These scores were calculated by using every student's correct answers to both of the first two tiers in the NTLMT. Students' correct answers to both first two tiers (correct answer with a true reason) were coded as "1", and the wrong answers to any of the first two tiers were coded as "0". These scores could also range between zero and 15.

Scores-5: These scores were formed by using every student's answers to all three tiers in the NTLMT. Students' answers to all three tiers (correct answer and correct reason with a high confidence) were coded as "1", or else they were coded as "0". In other words, if a student had selected the choices of "absolutely sure" or "almost sure" as well as the correct answer and the correct reason, she/he was coded as "1", otherwise was coded as "0". The maximum value of score-5 could also be 15.

Misscores-1: These types of scores were used to represent students' misconception scores. All three types of misscores calculated in the study were produced by using choice selections indicating a misconception given in Appendix D. All of them were formed by using students' answers to all three tiers. As seen from the table given in Appendix D, the researcher tried to write three main questions for each misconception. However, some choice selections of other items also represent the same misconceptions. Hence, the number of items assessing each misconception and the number of 3-tiers choice selections for each misconception differ as seen in the table given in Appendix D. Considering this, the researcher inserted separate 5, 8, 10, 12, and 3 new columns to calculate a total of 38 possible 3-tiers choice selections of the NTLMT for the misconceptions M3, M4, M5, M6, and M7, respectively. By using AND/OR function of MS Excel, the researcher formed these 38 columns according to the item choices (each represented with small letters) given in Appendix D. Students' answers completely the same with the choice selections (for example 3.1c or d, 3.2a, 3.3a or b) were coded as "true", and any other answers were coded as "false". These 38 columns were used to produce three types of the misconception scores facilitated in this study.

Using the obtained new columns/data by considering each three main (items mentioned in bold in Appendix D) questions specific to the misconceptions and their 3-tiers choice selections, the researcher formed the misscores-1 variable with the help of the AND function in MS Excel. For example, there were five (3-tiers tagged as a, b, c, d, and e) possible 3-tiers



choice selections for third misconception as seen in Appendix D. From these, if students selected main (bold items) three (a, d, e) of them at the same time (a AND d AND e), they were coded as one, otherwise as zero. The same procedure was applied for each misconception and the new data were gathered into new five columns of the Excel file. These five columns were also copied later to the SPSS. The maximum value of the misscores-1 variable could be five.

Misscores-2: These scores were similar to misscores-1. The only difference was the use of function OR. In other words, for example if students selected any main three (a, d, e) of five (a, b, c, d, and e) 3-tiers of the third misconception (a OR d OR e), they were coded as one, otherwise as zero. The same procedure was conducted with each misconception and they were summed up to form the misscores-2 variable. The possible largest score of misscores-2 could also be five.

Misscores-3: These scores were similar to misscores-2. The only difference was that the researcher used all three-tiers of each misconception to produce these scores. In other words, for example if students selected any of the five (a, b, c, d, and e) three-tiers of the third misconception (a OR b OR c OR d OR e), they were coded as one, otherwise as zero.

These three calculated misscores could be used as students' misconception scores in the study. Misscores-1 was the most radical (having lowest percentages) of all three misconception scores whereas misscores-3 was the most exaggerated (having highest percentages) one. The scores related to misscores-2 were between in this spectrum close to misscores-3. However, the researcher had selected misscores-3 as the variable representing the scores of the NTLMT in order to clearly assess the difference between the groups. Pre and post form of misscores-3 were calculated and used as the PRENTLMT and POSTNTLMT in MANCOVA model of the main study. Table 4.4 illustrates basic descriptive statistics related to misscores-3 variable.

As seen in Table 4.4, the NTLMT mean score of the CG are smaller than those of the EG in the pretest, whereas it is higher in the posttest. The mean

score of both groups were decreased to some degree from the pretest to the posttest. The mean decrease for the EG (3.31 to 1.09) was 2.22 and the mean decrease for the CG (3.23 to 2.57) was 0.66. All the skewness and kurtosis values were in the acceptable range and the distributions could be regarded as normal.

Table 4.4 Basic descriptive statistics related to misscores-3

	Experimental Group		Control Group		All	
	Pretest	Posttest	Pretest	Posttest	Pretest	Posttest
N	139	139	169	169	308	308
Mean	3.31	1.09	3.23	2.57	3.26	1.90
Median	4.00	0.00	3.26	3.00	3.26	2.00
Mode	4.00	0.00	4.00	4.00	4.00	0.00
SD	1.56	1.54	1.43	1.67	1.49	1.77
Skewness	-0.93	1.14	-0.84	-0.27	-0.88	0.28
Kurtosis	-0.09	-0.15	0.11	-1.26	-0.02	-1.45
Minimum	0	0	0	0	0	0
Maximum	5	5	5	5	5	5

Table 4.5 represents students' mean scores calculated for all types of scorings. This table is simply efficient in showing the general picture of the NTLMT. As can be seen in Table 4.5, the EG students' posttest scores are higher than those of the CG for all scores (Scores-1, 2, 3, 4, and 5) formed by using true responses. And for all misscores (misscores-1, 2, and 3) calculated by using false responses forming the misconceptions, the EG students' posttest scores were lower than those of the CG. In other words, the EG group students' scores were superior to those of the CG for all kinds of the calculated NTLMT scores. The means for scores-1 increased from 3.50 to 12.39 and 3.79 to 7.69 for the EG and CG, respectively. The gain mean score of the EG (10.56) from the pretest to the posttest according to scores-2 variable (correct reason) was much

more than the gain mean score of the CG (4.20). Scores-3 results indicated that the EG students were more confident in their answers than the CG students. If a student had selected “I am almost confident” choice for all third tiers of the NTLMT, the obtained score would be 45. The means of scores-3 in the POSTNTLMT for the EG and CG were 50.93 and 44.79, respectively. Unlike the CG, the EG mean was larger than 45 meaning that students in the EG were expected to be almost confident in most of their answers in the POSTNTLMT. The same type of results could also be maintained for scores-4. The increase in the number of the students giving both the correct answer and the related correct reason was much more in the EG.

Another important result was that the mean of the EG post scores-5 (correct answer and correct reason with a high positive confidence) was 10.78 over 15. It was approximately 2.3 times the mean of the CG. Considering the nature of misconception scores, the other results for the misscores (1, 2 and 3) are also similar to previous explained scores as seen in Table 4.5.

Table 4.5 Basic descriptive statistics related to various scores calculated for the NTLMT

	Experimental Group						Control Group					
	Pretest			Posttest			Pretest			Posttest		
	Mean	SD	N	Mean	SD	N	Mean	SD	N	Mean	SD	N
Scores-1	3.50	2.06	121	12.39	3.85	132	3.79	2.94	138	7.69	4.63	166
Scores-2	1.23	1.68	121	11.79	4.71	132	1.70	2.76	138	5.90	5.44	167
Scores-3	40.61	9.61	121	50.93	8.89	139	40.21	8.32	141	44.79	9.38	169
Scores-4	1.14	1.64	121	11.47	4.86	139	1.65	2.67	141	5.80	5.39	169
Scores-5	0.43	1.11	121	10.78	5.42	139	1.14	2.37	141	4.78	5.38	169
Misscores-1	0.84	1.09	121	0.29	0.66	139	0.72	0.95	141	0.59	0.90	169
Misscores-2	3.23	1.72	121	0.96	1.45	139	3.13	1.60	141	2.43	1.70	169
Misscores-3	3.31	1.56	139	1.09	1.54	139	3.23	1.43	169	2.57	1.67	169

Table 4.6 is formed by the researcher in order to investigate the gender effect. There are two types of ES values given in the table. First type was given in the rows and second type was in the columns. ES values given in the rows are used to compare relative shift from the pretest to the posttest for each types of scores. These ES values were calculated for all groups in the table by subtracting each pretest mean scores from posttest mean scores and then dividing them with the standard deviations of pretest scores. The other ES values given in the columns were calculated by subtracting mean scores of females from the mean scores of males and then dividing them with the standard deviations of females.

Both the EG and CG females and males ES values given in the rows of Table 4.6 are increased. All of the ES values of the EG given in rows were larger than those of the CG. In the EG, all ES values of males except scores-3 (confidence scores) were larger than females. That is, gain scores of males as a multiply of standard deviation (except scores-3) were larger than the females in the EG.

Considering all ES values given in columns for eight types of the scores in Table 4.6, the sign change occurs only in scores-5 for the EG and only in scores-1 for the CG. In other words, males' mean score in the pretest according to scores-5 was larger than females' mean score, whereas females' mean score was larger in the posttest. The results were the opposite for scores-1 of the CG. Most of the ES values given in Table 4.6 were positive. This was meaning that males' mean score was larger than females' mean score. Furthermore, most of the ES values of each group decreased in the posttest by converging (the mean difference between males and females in terms of standard deviations were decreasing) to each other.

The researcher also calculated Cronbach alpha reliability coefficient for all scores of each pretests and posttests. These alpha values except those for misscores-1 (.53 and .51) were relatively high. These values indicate high reliability for the NTLMT.

Table 4.6 Means of females and males of the various score variables in the pretest and posttest

		Experimental Group			Control Group			Alpha
		M	F	ES	M	F	ES	$\alpha$
Scores-1	Pre	2.93	3.68	-0.36	3.67	3.84	-0.06	.70
	Post	11.85	12.58	-0.19	8.06	7.54	0.12	.93
	ES	4.59	4.29	--	1.56	1.24	--	--
Scores-2	Pre	1.14	1.26	-0.07	1.77	1.67	0.04	.82
	Post	11.38	11.93	-0.11	6.02	5.85	0.03	.96
	ES	6.60	6.20	--	1.41	1.57	--	--
Scores-3	Pre	47.52	38.43	0.98	44.18	38.69	0.65	.95
	Post	53.11	50.19	0.32	47.80	43.48	0.46	.97
	ES	0.78	1.27	--	0.56	0.57	--	--
Scores-4	Pre	0.97	1.20	-0.14	1.69	1.64	0.02	.82
	Post	11.29	11.53	-0.05	5.82	5.79	0.01	.96
	ES	6.78	6.16	--	1.45	1.59	--	--
Scores-5	Pre	0.59	0.38	0.18	1.46	1.02	0.20	.86
	Post	10.34	10.93	-0.11	5.43	4.49	0.18	.97
	ES	9.93	9.20	--	1.45	1.57	--	--
Misscores-1	Pre	1.59	0.61	1.17	0.95	0.63	0.38	.53
	Post	0.31	0.28	0.05	0.78	0.50	0.35	.51
	ES	-0.89	-0.39	--	-0.14	-0.15	--	--
Misscores-2	Pre	4.31	2.89	0.79	3.72	2.90	0.49	.84
	Post	1.20	0.88	0.23	2.47	2.41	0.04	.82
	ES	-3.86	-1.12	--	-0.95	-0.30	--	--
Misscores-3	Pre	4.19	3.01	0.72	3.71	3.02	0.46	.84
	Post	1.37	1.00	0.25	2.67	2.53	0.08	.81
	ES	-3.42	-1.23	--	-0.93	-0.33	--	--

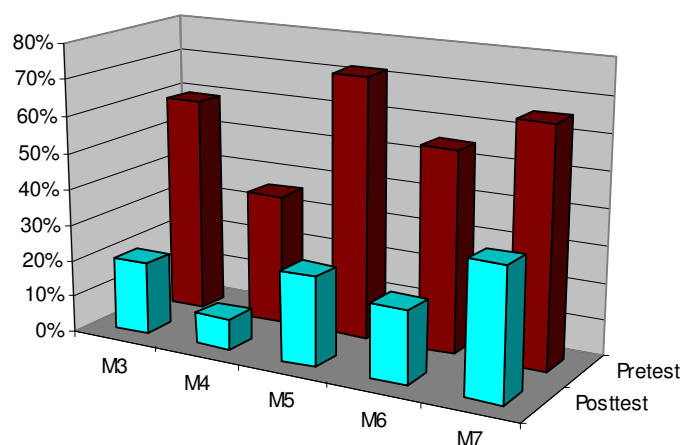
Table 4.7 illustrates percentages of students' misconceptions calculated for each type of misscores. As seen in Table 4.7, percentages of all

misconceptions calculated for each type of misscores from the pretest to the posttest are decreased in the EG. For most of the misconceptions the same result was also valid for the CG. All of the posttest percentages of each misconception in the EG were smaller than those of the CG. The interesting result was that the percentages of the CG students having seventh misconception (M7) were increased in all three types of misscores. And even M7 was still seemed to be prevalent among the students in the EG after the treatment. Its proportion was over 10% even according to misscores-1.

Table 4.7 Percentages of misconceptions calculated for each type of misscores

			Misconceptions (%)				
			M3	M4	M5	M6	M7
Misscores-1	EG	Pretest	10.1	6.5	23.7	10.8	22.3
		Posttest	0.7	2.9	2.9	7.2	15.1
	CG	Pretest	9.5	4.7	17.2	6.5	21.9
		Posttest	5.9	4.7	13.6	8.3	26.0
Misscores-2	EG	Pretest	58.3	36.0	66.9	54.7	65.5
		Posttest	18.0	7.2	20.9	13.7	36.0
	CG	Pretest	50.3	31.4	60.9	54.4	63.9
		Posttest	48.5	21.3	56.8	46.7	69.2
Misscores-3	EG	Pretest	59.7	36.0	71.9	55.4	65.5
		Posttest	20.1	8.6	24.5	20.1	36.0
	CG	Pretest	52.7	33.1	62.1	56.8	63.9
		Posttest	50.9	23.1	60.9	52.7	69.2

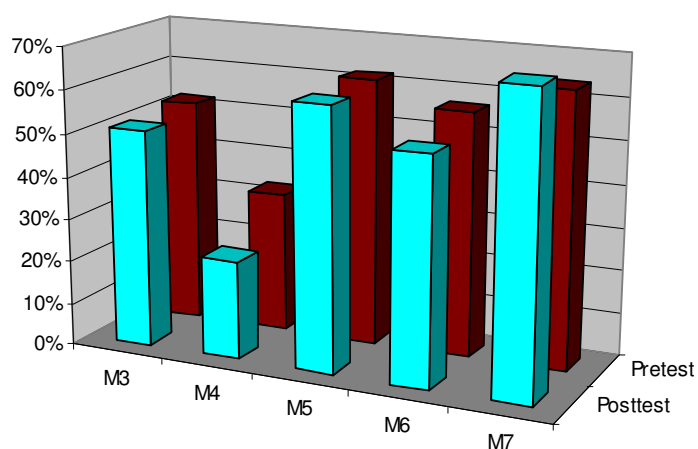
The percentages of misconceptions according to misscores-3 are clearly seen in Figure 4.1. The percentages of the misconceptions were drastically decreased in the EG. The sharpest decrease occurred in M5 (misconception with the highest percentage in the pretest).



	M3	M4	M5	M6	M7
Pretest	59.7%	36.0%	71.9%	55.4%	65.5%
Posttest	20.1%	8.6%	24.5%	20.1%	36.0%

Figure 4.1 Histogram of the EG students' misscores-3 in both pre and posttests

Figure 4.2 illustrates the percentages of the CG students' misconceptions in both pre and posttests according to misscore-3. The drastic decreases were not valid in the CG. In fact, the percentage of students having M7 was increased. Only slight decreases were seen in the remaining misconceptions. The sharpest decrease occurred in M4 (misconception with the lowest percentage in the pretest) which was the worst for the EG according to sharp decrease.



	M3	M4	M5	M6	M7
Pretest	52.7%	33.1%	62.1%	56.8%	63.9%
Posttest	50.9%	23.1%	60.9%	52.7%	69.2%

Figure 4.2 Histogram of the CG students' misscores-3 in both pre and posttests

#### 4.1.3 Descriptive Statistics of the Attitude Scale toward Newton's Third Law

Table 4.8 presents descriptive statistics related to the pretest and posttest scores in the ASNTL with respect to gender and group. Students' attitude scores on the ASNTL could range from 24 to 120, with higher scores indicating positive attitude toward Newton's Third Law and lower scores indicating negative attitude. As seen in Table 4.8, both the EG and CG showed a slight mean decrease from the pretest to the posttest. However, the conclusion is a little bit different when the gender effect is considered. In other words, posttest scores of females in both the EG and CG were decreased, whereas posttest scores of males in both the EG and CG were increased. But in general, all mean values in Table 4.8 are seen to be similar (no drastic differences). All skewness and kurtosis values were in the acceptable range and could be accepted as approximately normal for each pretests and posttests.



Table 4.8 Descriptive statistics related to pretests and posttest scores on the ASNTL with respect to gender and group

	Gender	Experimental Group		Control Group	
		Pretest	Posttest	Pretest	Posttest
N	F	104	104	118	118
	M	35	35	51	51
	All	139	139	169	169
Mean	F	77.57	75.37	73.79	72.40
	M	75.43	75.77	76.61	77.78
	All	77.03	75.47	74.64	74.02
SD	F	9.85	12.01	12.05	12.67
	M	11.64	16.48	12.73	13.76
	All	10.33	13.21	12.29	13.20
Skewness	F	-0.26	-0.44	-0.31	-0.40
	M	0.23	-0.51	-0.25	-0.26
	All	-0.13	-0.46	-0.26	-0.28
Kurtosis	F	0.49	0.51	1.29	0.14
	M	0.58	-0.35	1.31	-0.22
	All	0.43	0.26	1.21	0.03
Minimum	F	48	36	30	37
	M	54	33	38	47
	All	48	33	30	37
Maximum	F	98	103	107	97
	M	107	100	107	106
	All	107	103	107	106

The descriptive statistics related to five dimensions of the ASNTL are shown in Table 4.9. The researcher first summed all items in each dimension. Since the number of items in each dimension were not the same, the researcher divided these total scores to the numbers of items in each dimension in order to relatively compare the means of the dimensions. Thus, these values could range in between zero and five. As seen in Table 4.9, mean ASNTL scores of the EG are larger than those of the CG in each dimension except D4 in the posttest. All of six calculated mean scores for D4 were below three (neutral or undecided)

referring negative attitude. Groups' D1 means scores were drastically larger than the other dimensions. But also from the pretest to the posttest, the largest decrease for both of the groups existed in D1. And in general, elementary teacher education students' ASNTL scores (totally or even in each dimension) seemed to be low. In other words, the means in each dimension (except D4) were generally over the average mean (three), but all of them were below four (agree) and teacher education students attitude toward Newton's Third Law were not high.

Table 4.9 Descriptive statistics related to pretests and posttest scores on the ASNTL with respect to dimension and gender

		DIMENSIONS									
		Achievement motivation (D1)		Enjoyment (D2)		Importance (D3)		Interest related behaviors (D4)		Self efficacy (D5)	
		Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Mean	EG	3.94	3.75	3.11	3.11	3.37	3.32	2.67	2.68	3.15	3.11
	CG	3.74	3.61	3.08	3.10	3.24	3.27	2.59	2.70	2.98	2.92
	All	3.83	3.67	3.09	3.11	3.30	3.29	2.63	2.69	3.06	3.00
SD	EG	0.62	0.71	0.61	0.73	0.56	0.67	0.81	0.82	0.61	0.66
	CG	0.70	0.73	0.71	0.74	0.67	0.61	0.85	0.78	0.76	0.71
	All	0.67	0.72	0.67	0.73	0.63	0.64	0.84	0.80	0.70	0.69
Skewness	EG	-0.67	-0.99	-0.32	-0.41	0.07	0.01	-0.04	-0.09	0.06	-0.36
	CG	-0.59	-0.67	-0.36	-0.32	-0.19	-0.03	0.13	0.13	0.14	-0.15
	All	-0.65	-0.80	-0.35	-0.36	-0.15	-0.01	0.05	0.02	0.04	-0.25
Kurtosis	EG	0.89	1.48	-0.28	-0.41	0.15	0.48	-0.27	-0.45	0.37	0.58
	CG	0.27	0.60	0.08	-0.02	0.13	-0.09	-0.67	-0.44	0.20	0.43
	All	0.52	0.88	0.02	-0.21	0.26	0.27	-0.53	-0.44	0.33	0.42
Alpha ( $\alpha$ )	EG	.71	.85	.75	.83	.65	.72	.85	.85	.83	.87
	CG	.75	.79	.80	.83	.70	.62	.86	.81	.88	.86
	All	.74	.82	.78	.83	.68	.67	.85	.83	.86	.87

The researcher also calculated a total of 30 Cronbach alpha values for all dimensions of the ASNTL. These values are shown at the last rows of the Table 4.9. Except three of them belonging to D3, all alpha values were over .70. All calculated values for D4 and D5 were even over .80. These values showed that the ASNTL was a reliable instrument.

#### 4.1.4 Descriptive Statistics of the Make Sense Scales

The results given in this section were only about the experimental classes because make sense scales were only used in experimental classes with the BABI. Table 4.10 illustrates the recoding system facilitated in order to maintain final form of the MSS data. These recoded data were used to form the other tables given in this section. The reason of using this kind of coding was to use all the data, represent and reflect all of the students' responses to the analysis.

Table 4.10 Criteria used to recode the MSS data

Response	Function	Confidence Level	Code
Yes (1)	AND	Makes perfect sense to me (5)	10
Yes (1)	AND	Makes quite a bit of sense to me (4)	9
Yes (1)	AND	Neutral or undecided (3)	8
Yes (1)	AND	Makes only little sense to me (2)	7
Yes (1)	AND	Makes no sense to me (1)	6
No (0)	AND	Makes no sense to me (1)	5
No (0)	AND	Makes only little sense to me (2)	4
No (0)	AND	Neutral or undecided (3)	3
No (0)	AND	Makes quite a bit of sense to me (4)	2
No (0)	AND	Makes perfect sense to me (5)	1

Table 4.11 summarizes the MSS data obtained during the treatment with respect to gender. The target case used for vote at the beginning of the treatment

was named as Target1 and the same target used for second at the end of the lesson was tagged as Target2. The order (Target1, Anchor, Bridging, and Target2) of the analogies given in Table 4.11 is the same with their usage in the treatment. Each of them was composed of the score of only one analogy. In other words, the number of analogies used from each bag varied according to each EG during the treatment. Therefore, the researcher only took the last analogy used in the group/bag before passing to the other step or bag. And the ES values in the table were calculated by subtracting each mean scores of Target2 from mean scores of Target1 and then dividing them with the standard deviations of target1 scores.

Table 4.11 Means of each misconception related to the MSS with respect to gender

Misconceptions	Gender	Target1	Anchor	Bridging	Target2	ES
M3	Male	4.42	9.65	8.88	9.54	1.45
	Female	3.96	9.36	7.70	9.09	1.67
	All	4.06	9.43	7.97	9.20	1.61
M4	Male	3.97	9.69	6.21	9.17	1.68
	Female	3.27	9.48	6.22	9.20	2.94
	All	3.45	9.54	6.22	9.19	2.45
M5	Male	3.54	9.77	8.42	8.96	1.80
	Female	4.98	9.53	8.31	8.78	1.14
	All	4.65	9.59	8.33	8.83	1.26
M6	Male	3.93	9.68	7.61	9.14	1.75
	Female	4.24	9.50	8.45	9.06	1.72
	All	4.17	9.54	8.25	9.08	1.73
M7a	Male	4.84	7.28	7.25	9.66	1.44
	Female	3.64	5.57	5.69	9.22	2.29
	All	4.01	6.10	6.17	9.36	1.92
M7b	Male	6.94	8.71	8.35	9.42	0.81
	Female	5.79	7.74	7.83	9.19	1.21
	All	6.14	8.03	7.99	9.26	1.07

As seen in Table 4.11, all mean scores of target case were drastically increased for each gender. ES values in each misconception were changing according to gender, and mostly the values are over 1.00 (except males in M7b). In most of the misconceptions, males' Target2 scores were larger than those of females. It was seen that mean scores of five of the anchoring analogies were over 9.00. Only M7a and M7b were below 9.00. Since, the frequencies of these anchors were also low with respect to others in the results of the AADT. And all Target2 scores of males and females were smaller than those of Anchor scores except M7a and M7b. Females' mean Anchor scores of M7a were in fact 5.57. It was too low to be a group anchor. The related target2 score was also surprising. It was 9.22. Another interesting output of this table is that Target1 score of M7b (one of the most deep-seated analogy of all). It was drastically larger than the mean Target1 scores of the entire misconceptions.

The same kind of an output according to university is illustrated in Table 4.12. All of the Target2 values were around 9.00. The lowest mean score of Target2 was 8.71 (University B in M5) and 9.59 was the highest (University B in M3). All of the Anchor scores of University B were over 9.00, whereas only four of the scores of University A were over this value. In fact, the Anchor values were similar in M3, M4, M5, and M6, but they were drastically different in M7a and M7b. Another difference was in Bridging scores. The Bridging mean scores of University B were quite high with the respect to the scores of University A. This may be an evidence of brittle anchors, teacher effect, or using mechanical models and demonstrations in different time (before or after voting) of the treatment. Nevertheless, five of the six ES values of University A were larger than those of University B.

Table 4.12 Means of each misconception related to the MSS with respect to university

Misconceptions	University	Target1	Anchor	Bridging	Target2	ES
M3	A	3.19	9.52	7.65	9.07	2.17
	B	6.85	9.11	9.00	9.59	0.92
M4	A	3.02	9.50	4.96	9.09	2.92
	B	4.53	9.63	9.44	9.47	1.85
M5	A	4.64	9.51	7.94	8.86	1.27
	B	4.68	9.82	9.54	8.71	1.19
M6	A	4.10	9.54	7.83	8.95	1.69
	B	4.33	9.55	9.27	9.39	1.81
M7a	A	3.98	5.44	5.59	9.32	1.97
	B	4.16	9.05	9.21	9.53	1.68
M7b	A	6.24	7.79	7.89	9.29	1.08
	B	5.68	9.11	8.42	9.16	1.03

Another radical output including the coding nine and 10 of Table 4.10 is given in Table 4.12. The problems such as the sharp decrease from Anchor to Bridging (98.2 to 40.4), the very low anchor (39.4) and bridging (37.5) scores for M7a, and the obvious high percentage of Target1 score in M7b with respect others are clearer in this table.

Table 4.13 Percentage scores of each misconception related to the MSS

Misconception	Code	Target1 (%)	Anchor (%)	Bridging (%)	Target2 (%)
M3	9 or 10	14.7	91.2	62.3	86.1
M4	9 or 10	5.1	98.2	40.4	88.8
M5	9 or 10	21.5	97.4	75.5	75.9
M6	9 or 10	7.8	99.2	77.2	90.6
M7a	9 or 10	11.5	39.4	37.5	93.4
M7b	9 or 10	31.7	66.9	65.1	90.4

## **4.2 Inferential Statistics**

Missing data analysis, determination of the covariates, verification of the assumptions of MANCOVA, statistical model of MANCOVA, and the analysis of the hypothesis were all explained in this section.

### **4.2.1 Missing Data Analysis**

Missing data analysis was done before examining the inferential test used in this study. Initial data were gathered for 300 elementary teacher education sophomore students. At the end of the three weeks treatment period, 327 elementary teacher education sophomore students were posttested. Nineteen (eight from University A, 11 from University B) students participated in the pretests did not posttested due to being absent on the day of the posttest. Moreover, 46 (32 from University A, 14 from University B) students participated in the posttests did not participated in the pretests due to being absent on the day of the pretest. The 19 students not completing the posttest were excluded from the statistical analysis of the study. Moreover, 46 (14.9%) students for the NTLMT and 50 (16.2%) students for the ASNTL not completing the pretest were included in the statistical analysis of the study after missing data analysis.

A dummy variable was created to represent these 50 (20 from the EG, 30 from the CG) of the 308 students. The data missing in the ASNTL was recoded as one and else as zero. The researcher used independent sample t-test to assess the mean difference related to missing data analysis on the posttest scores of the ASNTL. A non significant mean difference between posttest scores of the ASNTL for “data not missing” and posttest scores of the ASNTL for “data missing” was found at the .05 level of significance. Therefore, this variable for missing values of the ASNTL was not retained as an independent variable and missing pretest results were replaced with the mean of the pretest scores of the entire subjects.

The same procedure was also conducted for the missing data in the NTLMT. The missing 46 (18 from the EG, 28 from the CG) students were coded as “one” in the dummy variable whereas the remaining 262 students were coded as “zero”. Independent sample t-test was used again. The mean difference was found as non significant. Therefore, missing pretest results of the NTLMT were only replaced with the mean of the pretest scores of the entire subjects.

There was not any data related to students’ age and gender left missing for University B at the end of both pre and posttests. However for University A, the data related with five students’ gender and eight students’ age were still absent after the posttests. The researcher obtained these data from the department by using students’ affair system.

#### **4.2.2 Determination of the Covariates**

Five independent variables (PREASNTL, PRENTLMT, instructor (teacher effect), students’ age, and students’ gender) were pre-determined as potential confounding factors of the study. These variables were included in Set A as covariates to statistically equalize the differences between experimental and control groups. All pre-determined independent variables in Set A were correlated with the two dependent variables (POSTASNTL and POSTNTLMT). Table 4.14 tabulates the results of these correlations and their levels of significance.

As seen in Table 4.14, only two of the independent variables in set A have significant correlations with at least one of the two dependent variables. Therefore, they remained in Set A as covariates for the following inferential statistics. The correlations for other independent variables (instructor, students’ gender, and students’ age) were not significant and they were excluded from Set A.



Table 4.14 Significance test of correlations between two dependent variables and independent variables

Variables	Correlation Coefficient	
	POSTNTLMT	POSTASNTL
PRENTLMT	.207**	-.001
PREASNTL	.038	.654**
Instructor	.078	.106
Age	.104	-.003
Gender	-.083	-.108

\*\* Correlation is significant at the .01 level (2-tailed)

#### 4.2.3 Assumptions of MANCOVA

There are five underlying assumptions that need to be verified in the analysis of MANCOVA. These are independence of observations, normality, equality of variances, multicollinearity of covariates, and homogeneity of regression slopes.

The first one of these assumptions is independence of observations. Both of the instructors were aware of this assumption before the treatment. Moreover, a graduate student made observations in both experimental and control groups of each instructor to verify that students did their pretests, posttests, and any other measured responses individually. Nevertheless, it is not completely true to say that this assumption is verified.

For normality assumption, skewness and kurtosis values were examined. These values for both the POSTASNTL and POSTNTLMT were already given in related descriptive statistics sections. All these values were in acceptable range for normal distribution.

Multivariate normality assumption was tested with Box's test of equality of covariance matrices. The output of the test is given in Table 4.15. Observed

covariance matrices of the dependent variables were equal across groups. This result was the hint of and an evidence for multivariate normality.

Table 4.15 Box's test of equality of covariance matrices

Box's M	4.771
F	1.579
df1	3.000
df2	75167407.118
Sig.	.192

Levene's Test was used to determine the equality of error variances. As seen in Table 4.16, the p-values for both of the dependent variables were higher than .05. Hence, it was concluded that the error variances of the selected two dependent variables across groups were equal.

Table 4.16 Levene's test of equality of error variances

	F	df1	df2	Sig.
POSTASNTL	1.331	1	306	.249
POSTNTLMT	3.607	1	306	.058

Correlations among covariates were examined to test multicollinearity of covariates assumption. The obtained correlation coefficient was .06. Since they were not highly (smaller than .80) correlated, this assumption was also met.

The last assumption of MANCOVA is homogeneity of regression slopes. Homogeneity of slopes assumption means that the slope of the regression of covariates on a dependent variable must be constant over different values of group membership. To check this assumption, it is possible to use univariate analysis and form interaction sources between each covariate and the factor

assessed in the prediction of the dependent variable. But the researcher preferred to use linear regression analysis. First, three different sets were produced. Covariates were set into Set A, independent variable (MOT) was set into Set B and interaction terms of each of the covariates and the independent variable were set into Set C. Then regression analysis was performed to test the significance of  $R^2$  change using enter method for two dependent variables. The results of these tests for the dependent variable are presented in Table 4.17.

As seen in Table 4.17, the results suggest the interactions (Set A\*B) are not significant for both dependent variables. A non significant interaction between the factor and covariates suggested that the differences on the dependent variables among groups did not vary as a function of the covariates. As a result, the interaction set (Set C) was excluded from the further inferential statistical analyses.

Table 4.17 Analysis of the homogeneity of regression assumption in MANCOVA model

	Change Statistics				
	R <sup>2</sup> Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
POSTASNTL					
Set A	0.429	114.706	2	305	.000
Set B	0.000	0.088	1	304	.768
Set C	0.003	0.864	2	302	.423
POSTNTLMT					
Set A	0.044	6.988	2	305	.001
Set B	0.176	68.776	1	304	.000
Set C	0.009	1.703	2	302	.184

#### 4.2.4 MANCOVA Model

MANCOVA Model was used to test the hypotheses of this study. The dependent variables of this study were the POSTASNTL and POSTNTLMT. In fact, the POSTASNTL was composed of five dimensions. The researcher regarded these dimensions as five separate dependent variables and tested them for significance. The results were not drastically different. Hence, the researcher took these dimensions as one single dependent variable. This summed score was tagged as the POSTASNTL as mentioned above. The covariates of the study were the PREASNTL and PRENTLMT. They were used to statistically equalize the students' characteristics. Group membership was tagged here as "Methods of Teaching" and used as the fixed factor of the study.

Table 4.18 illustrates the results of MANCOVA Model. Both of the covariates and the factor assessed in the prediction of the dependent variable were detected as significant. 18.6% of the total variance of model for the collective dependent variables of the POSTASNTL and POSTNTLMT was explained by methods of teaching.

Table 4.18 Results of MANCOVA

Effect	Wilks' Lambda	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Eta Squared	Observed Power
Intercept	.926	12.130	2.000	303	.000	.074	.995
PREASNTL	.571	114.013	2.000	303	.000	.429	1.000
PRENTLMT	.942	9.289	2.000	303	.000	.058	.977
MOT	.814	34.646	2.000	303	.000	.186	1.000

#### 4.2.5 Null Hypothesis

The null hypothesis of this study was stated before as “There is no significant overall effects of methods of teaching (BABI versus TTM) on the population means of the collective dependent variables of elementary teacher education sophomore students’ misconceptions in Newton’s Third Law and attitude toward the Newton’s Third Law when students’ gender, age, the PRENTLMT, and the PREASNTL are controlled”.

MANCOVA was used in the study to detect the effect of the MOT on the collective dependent variables of the POSTASNTL and POSTNTLMT when the PREASNTL and PRENTLMT were controlled. This null hypothesis was rejected according to the values given in Table 4.18. Wilks’  $\lambda = .81$ ,  $F(2, 303) = 34.65$ ,  $p = .000$ . In other words, there was a significant mean difference between the BABI and the TTM on the collective dependent variables of the POSTASNTL and POSTNTLMT when the PREASNTL and PRENTLMT were controlled. The multivariate  $\eta^2$  based on Wilks’  $\lambda$  was quite strong. This multivariate  $\eta^2 = .186$  indicated that 18.6% of multivariate variance of the dependent variables was associated with the MOT factor.

Analyses of covariances (ANCOVA) on each dependent variable were conducted as follow-up tests to the MANCOVA. Each ANCOVA was tested at .05 levels. The ANCOVA on the misconception scores was significant,  $F(1, 304) = 68.78$ ,  $p = .000$ ,  $\eta^2 = .184$ , while the ANCOVA on the attitude scores was nonsignificant,  $F(1, 304) = .09$ ,  $p = .768$ ,  $\eta^2 = .000$  as seen in Table 4.19. This multivariate  $\eta^2 = .184$  (large effect size) indicated that 18.4% of multivariate variance of the POSTNTLMT was associated with the MOT factor. And the power of this dependent variable was 1.000.

Table 4.19 Tests of between-subjects effects

Source	Dependent Variable	df	F	Sig.	Eta Squared	Observed Power
Corrected Model	POSTASNTL	3	76.271	.000	.429	1.000
	POSTNTLMT	3	28.620	.000	.220	1.000
Intercept	POSTASNTL	1	21.474	.000	.066	.996
	POSTNTLMT	1	1.887	.171	.006	.278
PREASNTL	POSTASNTL	1	227.226	.000	.428	1.000
	POSTNTLMT	1	0.047	.829	.000	.055
PRENTLMT	POSTASNTL	1	0.643	.423	.002	.126
	POSTNTLMT	1	18.379	.000	.057	.990
MOT	POSTASNTL	1	0.088	.768	.000	.060
	POSTNTLMT	1	68.776	.000	.184	1.000
Error	POSTASNTL	304				
	POSTNTLMT	304				
Total	POSTASNTL	308				
	POSTNTLMT	308				
Corrected Total	POSTASNTL	307				
	POSTNTLMT	313				

The adjusted means of the dependent variables for both experimental and control groups were computed by extracting the effects of the covariates from the dependent variables. These adjusted means with the previous ones are given in Table 4.20. The prior and adjusted means for the EG was lower than the CG in the POSTNTLMT. In other words, experimental group students' misconception scores were drastically lower than the others. The adjusted means for the POSTNTLMT remained almost the same as prior mean values, while adjusted means for the POSTASNTL were changed according to group. In the

CG, there was a .81 point increase, whereas a .98 point decrease for the EG on the POSTASNTL mean scores after extracting the effects of covariates.

Table 4.20 Prior and adjusted means of the dependent variables

Dependent Variable	MOT	Prior Mean	Adjusted Mean
POSTASNTL	CG	74.02	74.83
	EG	75.47	74.49
POSTNTLMT	CG	2.57	2.58
	EG	1.09	1.08

### 4.3 The Results of Classroom Observations

As mentioned before, the observation checklist was filled by three different people throughout the study. Both of the instructors and an independent observer filled observation checklist for each lesson they observed. The researcher filled 24 observation checklists for two control and two experimental groups whereas the other instructor filled 12 observation checklists for one control and one experimental group. The independent observer made eight observations in the second treatment week at one university (four in the EG and four in the CG) and four observations (two in the EG and two in the CG) again in the same week at the other university. She made a total of 12 observations.

Each observation checklist included 30 items and 11 boxes. These boxes reserved for the occurrence numbers related to the items. And one of these boxes is used to check the number of the students in each class. Forty items remains when excluding this one. The researcher calculated the correlations between ratings of each observer for these 40 items. The results are illustrated in Table 4.21 and 4.22 for the EG and CG, respectively.

In the tables, Observer-1O is used to mean independent observations made by the observer only in first instructor's (University A) classes and Observer-2O is used to mean observing other instructor's (University B) classes. Instructors' individualistic observations were named as Instructor-1O and Instructor-2O.

Table 4.21 Pearson correlations between observers for the EG

Variables	Observer-2O	Instructor-1O	Instructor-2O
Observer-1O	.989**	.995**	.992**
Observer-2O		.989**	.990**
Instructor-1O			.995**

\*\* Correlation is significant at the .01 level (2-tailed)

As seen in Table 4.21, all of the rating coefficients are high and significant. Observations made in experimental classes of two different universities by the independent observer were highly correlated (.989). The correlation value between instructors individualistic observations in their experimental classes were even the largest value (.995) of the all. Furthermore, both the correlation coefficient (.995) between first instructor's observations and independent observer's, and the correlation coefficient (.990) between second instructor's observations and independent observer's were quite high. These data in Table 4.21 may be an evidence of parallel application of the BABI in the EG as intended.

The same type of Pearson correlations between all the observers for the CG is given in Table 4.22. Correlation coefficients (specifically the inter-rater correlations .993 and .983) were also quite high for the CG.



Table 4.22 Pearson correlations between observers for the CG

Variables	Observer-2O	Instructor-1O	Instructor-2O
Observer-1O	.981**	.993**	.997**
Observer-2O		.970**	.983**
Instructor-1O			.996**

\*\* Correlation is significant at the .01 level (2-tailed)

The means and the standard deviations of each item of the observation checklist for both the EG and CG are presented in Table 4.23. These results were related to all of the 12 observations made by the independent observer. The last 10 items were represented a little bit different in the table. For example, “no (18)” was used to mean the data (number) required with the text box related to Item 18. In other words, the quantitative data, the repetition of the case outlined in the item 18 or the count/value related with the item 18 were analyzed as separate item in the analysis and tagged as “no (18)”.

Table 4.23 indicates that for the EG, means of most of the items from one to 15 that are specific to method are drastically greater than those of the CG. The other items in the table are not mainly related with the method. Some of them were about instructors’ characteristics, some for students’ characteristics, and the remaining were about the physical properties of the classes. These results related with the means of the items in the observation checklist indicated that lesson in the EG are implemented according to the bridging strategy and those in the CG are implemented according to the traditional method. Similar kinds of results can be derived from Table 4.24 related to all observers.

Table 4.23 Means and standard deviations of the items of the observation checklist according to the EG and CG

No	Item No	EG		CG	
		Mean	SD	Mean	SD
1	1	3.0	0.0	0.0	0.0
2	2	3.0	0.0	0.0	0.0
3	3	3.0	0.0	3.0	0.0
4	4	3.0	0.0	0.0	0.0
5	5	3.0	0.0	0.0	0.0
6	6	2.8	0.4	0.0	0.0
7	7	2.8	0.4	0.0	0.0
8	8	2.0	0.0	0.0	0.0
9	9	0.5	1.2	0.0	0.0
10	10	0.5	1.2	0.0	0.0
11	11	2.7	0.5	0.0	0.0
12	12	2.8	0.4	0.0	0.0
13	13	2.8	0.4	0.0	0.0
14	14	2.8	0.4	2.2	1.0
15	15	2.7	0.5	0.0	0.0
16	16	2.8	0.4	2.2	0.4
17	17	2.2	0.8	1.7	1.5
18	18	3.0	0.0	0.0	0.0
19	19	2.7	0.5	0.0	0.0
20	20	3.0	0.0	3.0	0.0
21	21	2.7	0.5	3.0	0.0
22	22	1.7	0.5	1.5	0.5
23	23	3.0	0.0	3.0	0.0
24	24	3.0	0.0	3.0	0.0
25	25	2.0	0.0	2.0	0.0
26	26	3.0	0.0	3.0	0.0
27	27	3.0	0.0	3.0	0.0
28	28	3.0	0.0	3.0	0.0
29	29	3.0	0.0	3.0	0.0
30	30	3.0	0.0	3.0	0.0
31	no (4)	5.0	0.9	0.0	0.0
32	no (5)	1.5	0.8	0.0	0.0
33	no (6)	4.3	1.4	0.0	0.0
34	no (7)	5.0	0.9	0.0	0.0
35	no (11)	1.2	0.4	0.0	0.0
36	no (12)	1.7	0.8	0.0	0.0
37	no (14)	2.0	0.9	2.7	1.9
38	no (15)	1.3	0.8	0.0	0.0
39	no (17)	1.3	0.5	1.0	0.9
40	no (18)	33.2	2.9	21.7	0.5

Table 4.24 Means related to the items of the observation checklist with respect to observers

No	Item No	Observer-1O		Observer-2O		Instructor-1O		Instructor-2O	
		EG	CG	EG	CG	EG	CG	EG	CG
1	1	3.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0
2	2	3.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0
3	3	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.7	3.0
4	4	3.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0
5	5	3.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0
6	6	3.0	0.0	2.5	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0
7	7	3.0	0.0	2.5	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0
8	8	2.0	0.0	2.0	0.0	3.0	0.0	2.3	0.0
9	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0
10	10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0
11	11	3.0	0.0	2.0	0.0	3.0	0.0	2.3	0.0
12	12	3.0	0.0	2.5	0.0	3.0	0.0	2.3	0.0
13	13	3.0	0.0	2.5	0.0	3.0	0.0	2.0	0.0
14	14	3.0	1.8	2.5	3.0	3.0	1.9	2.0	1.8
15	15	3.0	0.0	2.0	0.0	3.0	0.0	2.3	0.0
16	16	3.0	2.3	2.5	2.0	3.0	3.0	2.7	2.0
17	17	1.8	1.0	3.0	3.0	1.3	1.2	1.0	1.8
18	18	3.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0	3.0	0.0
19	19	3.0	0.0	2.0	0.0	3.0	0.0	2.2	0.0
20	20	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.7
21	21	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	2.5	3.0
22	22	1.5	1.5	2.0	1.5	3.0	3.0	1.7	2.3
23	23	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
24	24	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
25	25	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	2.5	2.3
26	26	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
27	27	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
28	28	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
29	29	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
30	30	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.7
31	no (4)	4.8	0.0	5.5	0.0	5.8	0.0	5.3	0.0
32	no (5)	1.3	0.0	2.0	0.0	1.2	0.0	1.0	0.0
33	no (6)	3.8	0.0	5.5	0.0	5.8	0.0	5.0	0.0
34	no (7)	4.8	0.0	5.5	0.0	5.8	0.0	5.0	0.0
35	no (11)	1.0	0.0	1.5	0.0	1.0	0.0	1.2	0.0
36	no (12)	1.8	0.0	1.5	0.0	2.6	0.0	2.3	0.0
37	no (14)	2.5	1.5	1.0	5.0	2.5	1.0	2.0	1.5
38	no (15)	1.0	0.0	2.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0
39	no (17)	1.0	0.5	2.0	2.0	0.5	0.5	0.7	1.0
40	no (18)	34.8	21.8	30.0	21.5	35.3	19.3	30.8	19.5

In order to see that there are two different instructions in the study, the means (given in Table 4.23) for each item in the observation checklist were compared for both groups. Mann Whitney U test were conducted on the 12 independent observations. Results of this test indicated that the 21 of the 40 items including the most essential items (1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 15, and 19) specific to the BABI were statistically significant. Item 16 is not significant as the researcher expected. Since, the answers of all target cases were intentionally given in both groups throughout the study. The items 14, 17, no (14), and no (17) were not found statistically significant. In other words, the BABI and TTM groups were approximately equal on the number of quantitative questions solved by the instructors, demonstration done, and the topics taught. And items (from 20 to 30) related with instructors' characteristics, students' characteristics, and the physical properties of the classes were also found as the same (not significant differences). All these results were expected results. Therefore, treatment verification was supported.

#### **4.4 Summary of the Results**

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

1. There were no significant correlations between students' age, gender and instructor and the two dependent variables.
2. There was not significant correlation between POSTASNTL and the POSTNTLMT.
3. There was a significant positive correlation between PRENTLMT and the POSTNTLMT.
4. There was a significant positive correlation between PREASNTL and the POSTASNTL.

5. Overall mean scores of males were larger than the females in the AADT. And also in most of the questions (Q1, Q2, Q4, Q5, and Q6), mean scores of males were higher than the mean scores of females.
6. The confidence mean scores of all females in the sample of the AADT are generally lower than males in most of the questions (Q1, Q2, Q4, Q5, and Q6).
7. The mean of the ASNTL scores decreased very little for both the EG and CG. The decrease in the EG was a little bit larger.
8. The BABI had a significant effect on the students' misconceptions in Newton's Third Law but there was no significant effect of the BABI on students' ASNTL when PREASNTL and PRENTLMT are controlled.
9. In general, the MSS results were similar (the percentages of anchoring analogies were highest, target case was lowest) to the AADT results. The MSS results showed the general picture (percentages of analogies) of the treatment.
10. According to the analyses of the observation checklists, the EG and CG were approximately equal on the number of quantitative questions solved by the instructors, demonstration done, and the topics taught. Physical properties of classrooms and teacher characteristics were also same for both groups. The BABI lesson plans were only used in the experimental groups.

## CHAPTER 5

### CONCLUSIONS, DISCUSSION AND IMPLICATIONS

This chapter is divided into five sections. Discussion of results is summarized in the first section. Internal validity and external validity are stated in the second section. Third section of this chapter is reserved for conclusions. Implications are presented in the fourth section. Finally, recommendations for further research studies are given in the last section.

#### 5.1 Discussion of the Results

The results yielded by the MANCOVA rejected the null hypothesis of this study. Examination of the treatment effect through univariate analysis F-test showed that the NTLMT made significant contributions to the results in favor of the experimental group. However, the ASNTL made no significant contributions to the results in favor of the experimental group. These results showed apparently that the BABI made significant effect on students' misconceptions in Newton's Third Law but the BABI made no significant effects on students' attitude towards Newton's Third Law.

In comparing the results of this research with those of the previous studies, this research supports most of the findings of previous studies that most students have misconceptions in Newton's Third Law. Moreover, the percentages of students' misconceptions are relatively comparable with the results of the previous studies (Brown, 1989; Clement, 1993). From the articles reviewed the most appropriate and similar design to our one is the study of Clement (1993). Clement performed a study by using high school students who were taking first year physics course. There were 150 students in experimental

group and 55 students in control group. Experimental-group teachers participated in a one-week workshop. Experimental lessons including three concepts (static normal forces, friction, and Newton's third law) were tested for one year and revised on the basis of classroom observations. A 15-question test designed to detect common alternative conceptions was used as both the pretest and posttest. Identical pretest and posttests were given about 6 months apart. Data were analyzed by comparing the gain scores, and found significant at the level of .0001.

Clement did not mention about ES in his work. However, the effect size of our study was calculated as .184 in terms eta square (large effect size). This means that our study has practical significance. Power of the study was found 1.0. The measuring tool used in the study consisted of 15 three-tier questions. Data were analyzed by using MANCOVA not by t-test as Clement did in his work.

Students instructed with the BABI had fewer misconceptions than students instructed by the TTM. The results were similar to the related literature in (Clement, 1993; Yilmaz, 2001). Male students had fewer misconceptions than female students in both pre and posttests. This result was similar to the findings of the related literature (Clement, 1993; Eryilmaz, 1992).

The MSS and AADT results seemed to be parallel (anchors with high percentages, target cases with low percentages). The researcher could not find this kind of MSS results in the literature. The MSS results were a valuable and effective tool to assess the treatment. The MSS results showed that there were problems in some misconceptions in the treatment. Some bridging cases (in M7a and M7b) were not worked as intended.

The AADT developed by the researcher was effective in detecting possible usable anchors, bridging analogies, and target cases. It was easier to use this test in order to develop the new style of concept diagrams to be used in the BABI. The researcher paid intensive care to gender differences throughout the study. The concept diagrams prepared for each gender. The effect of gender was

also considered during the treatment. The AADT and all the teaching learning materials developed according to results of the AADT enabled the instructors to reflect and control gender differences throughout the treatment period.

## **5.2 External and Internal Validities of the Study**

Possible threats to the internal and external validities of this study and their control were discussed in this subsection.

### **5.2.1 Internal Validity**

Possible threats to internal validity and the methods used to cope with them were discussed in this section. The internal validity of the study refers to the degree to which extraneous variables may influence the results of the research. Subject characteristics, Hawthorne effect, instrumentation, mortality, location, and testing were some of the possible threats to the internal validity of the study. In general, missing data analysis, standardizing conditions and the procedures, the MANCOVA model, three week treatment period, and the research design of the study were used as a measure to control these threats.

In this study not the individuals but the groups were randomly assigned, therefore many subject characteristics (previous Newton's Third Law knowledge, PREASNTL, students' age, gender, and instructor) might affect students' MMT scores. They could be regarded as potential extraneous variables to the study. All of the statistically correlated variables were included in the covariate set to statistically match subjects on these factors. Prior Newton's Third Law knowledge and PREASNTL were directly measured and were included in the covariate set. Students' ages were also included in the covariate set as a mean of measure of students' level of cognitive development at this point. All students' did not take general physics course in the university before the treatment. In addition, all of them were elementary teacher education sophomore students



Maturation could not be a threat to the study since students' ages were similar in both groups and included as a covariate in the analysis. A Hawthorne effect and data collector characteristics should not be a threat to the study. Both of the instructors were aware of this point and experienced in this field. They tried to standardize procedures under which the data were collected. Being exposing to a pretest might affect students' performance on the posttest. However, it is assumed that pretest would affect both groups equally. Three weeks delay after the pretest hampered the pretest effect on the posttest in this study. Furthermore, changing the order of the items in the posttest, testing threat was intended to be eliminated. Situations for both groups were tried to be made similar, and the tests were administered to all groups at the same period in order to alleviate location threat. I did not recognize any distinguishable differences in locations that might affect students' responses in different universities. Observation checklists were filled by two instructors and by an independent observer and the researcher used the results/outcome of these observations to control and comment on some of these threats.

Mortality is perhaps the most difficult of all threats to internal validity to control. This study was also come across with this issue though it was tried not to lose any subject. Missing data analysis was done as mentioned in the previous chapter. The variables that have missing subjects were analyzed for significance by using SPSS. They were not significant. So, the missing data were changed with the means of series.

Finally, confidentiality was not a problem in this study since characteristics and names of students were not used in any form. Their names were taken for the sake of statistical analysis, and only the researcher knows them.

### **5.2.2 External Validity**

Subjects of the study were not randomly selected from the accessible population. They were the students of two instructors from two universities.

Sample of the study constituted of 308 individuals. Generalization of this study's findings is limited due to use of a nonrandom sample convenience. But, generalizations to similar populations of university students might be accepted. So the results and conclusions found in the study can be applied to a broader target population.

Treatments and all testing procedure took place in ordinary classrooms during regular class time. There were possibly no remarkable differences among the environmental conditions created by the instructors. Therefore, the researcher believes that most of the issues related to ecological validity were adequately controlled by the settings used in this study.

### **5.3 Conclusions**

The generalizability of this research was somewhat limited since the sample of the study chosen from the accessible population was a sample of convenience. Nevertheless, the conclusions offered here can be applied to a broader population of similar universities. Here are the conclusions:

1. The AADT, MSS, and NTLMT results coincide in some aspects and produce parallel results. The AADT was appropriate in developing concept diagrams.
2. The AADT results and the spectrum of students' analogies (anchors, bridging analogies, target cases) were changing according to gender and university.
3. Male students had fewer misconceptions than female students in Newton's Third Law.
4. For students instructed by the BABI, the method used was an effective means of reducing the number of misconceptions students held in Newton's Third Law, whereas the method TTM used in the CG was not an effective means of reducing the number of misconceptions students held in Newton's Third Law

5. The BABI did not have a significant effect on the students' POSTASNTL when PREASNTL and PRENTLMT are controlled.
6. The MSS results may also be used for an evidence of treatment verification. It can also be used to check analogies whether they are working or not. The M7a and M7b are seemed to be problematic.
7. Students instructed by the BABI were observed to have more sense in their answers. In other way of saying, students instructed by the BA were more confident in their answers they selected in the NTLMT.

After a short discussion most of the students correctly comprehended the anchoring analogies introduced at the beginning of the lessons. But many of them were not confident that it was analogous to the target, and the anchoring analogy was insufficient on its own to alter most students' responses to the target question. Explanatory models, demonstrations and consecutive bridging analogies were important stimulant to the effectiveness of the method used in the study.

#### **5.4 Implications**

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

1. Being aware of students' preconceptions and even remediating them are not sufficient to prevent subsequent misconceptions. For example, it is possible that a more complex conception may take place instead of the previously eliminated one. Hence, students' preconceptions should be taken into account.
2. More empirical studies are needed to find good, new and effective anchors (Clement, 1993) in mechanics or in other concepts of physics. Some of the anchors tested in this study can be easily used in classes for different grade levels.
3. Anchors in any other branches of science (mathematics, chemistry, and biology) should be searched. And BA might also be applied to these areas.

4. Students instructed by BA are willingly participated in the class discussions. They were observed to have more pleasure. The discussion of the concepts and the steps of the method used might increase students' self esteem and social relations in the BA classes.
5. The AADT could easily be used in different samples.
6. The NTLMT is effective in assessing students' misconceptions in Newton's Third Law and can be used in different researches or classes.
7. Most of the time, target analogies and examples are discussed in the majority of the textbooks. It will be better to mention the anchor, bridging analogies and the target all together to make the concepts more clear and understandable.

### **5.5 Recommendations for Further Research**

This study has enlightened a variety of useful issues for future studies.

1. In this study, treatment was lasted in three weeks. However, future research could examine the long term effects of the BABI on students' misconceptions in Newton's Third Law.
2. In this study, the BABI lesson plans and concept diagrams were prepared for Newton's Third Law. Future research could perform a replication of this study using different departments/sample considering some other possible independent variables.
3. Similar studies can be done by using the AADT with different sample.
4. Future research could seek for new anchoring analogies that make sense to students in other concepts of physics.
5. For different grade levels, students' misconceptions can be investigated and detected using similar design of this study.
6. Future research could be not only interested in the effects of bridging analogies on students' misconceptions but also its effect on students' achievement in mechanics.

## REFERENCES

- Asoko, H.M., Driver, R.H., & Scott, P.H. (1991). Research in physics learning: Theoretical issues and empirical studies. *Proceedings of an international workshop*, IPN 131, ISBN 3-89088-062-2.
- Ateş, S., Çataloğlu, E., & Bertiz, H. (2004). Birleştirici benzetme yönteminin kız ve erkek öğrencilerin kuvvet konularındaki kavramları anlama düzeyine etkisi. *VI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*: 9-11 Eylül, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Bao, L., Hogg, K., & Zollman, D. (2002). Model analysis of fine structures of student models: An example with Newton's third law. *American Journal of Physics*, 70(7), 766-778.
- Başer, M. (2003). Effect of instruction based on conceptual change activities on students' understanding of electrostatics concepts. *Unpublished PhD Thesis*, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- Beeth, M.E. (1998). Teaching for conceptual change: Using status as a metacognitive tool. *Science Education*, 82(3), 343-356.
- Brown, D.E. (1987). Using analogies and examples to help students overcome misconceptions in physics: A comparison of two teaching strategies. *Dissertation Abstracts International*, 49-03, 473A.
- Brown, D.E. (1989). Students' concept of force: The importance of understanding Newton's third law. *Physics Education*, 24, 353-358.
- Brown, D.E. (1992). Using examples and analogies to remediate misconceptions in physics: Factors influencing conceptual change. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 17-34.
- Brown, D.E., & Clement, J. (1989). Overcoming misconceptions via analogical reasoning: Abstract transfer versus explanatory model construction. *Instructional Science*, 18, 237-261.

- Bryce, T., & MacMillan, K. (2005). Encouraging conceptual change: The use of bridging analogies in the teaching of action–reaction forces and the ‘at rest’ condition in physics. *International Journal of Science Education*, 27(6), 737-763.
- Camp, C.W., & Clement, J. (1994). *Preconceptions in mechanics: Lessons dealing with students’ conceptual difficulties*. Kendall/Hunt Publishing Company, Iowa, USA.
- Champagne, A.B., Anderson, J.H., & Klopfer, L.E. (1980). Factors affecting the learning of classical mechanics. *American Journal of Physics*, 48(12), 1074-1079.
- Clement, J. (1982). Students’ preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 50(1), 66-71.
- Clement, J. (1986). Dealing with conceptual difficulties in mechanics: The use of analogies. *Proceedings of the International Conference on Trends in Physics Education*, Tokyo, Japan.
- Clement, J. (1987a). Generation of spontaneous analogies by students solving science problems. In D. Topping, D. Crowell, & V.Kobayashi (Eds.)(1989). Thinking across cultures. *The third international conference*. Hillsdale, N.J: Lawrence Erlbaum Associate.
- Clement, J. (1987b). Overcoming students’ misconceptions in physics: The role of anchoring intuitions and analogical validity. In J.D. Novak (Ed.), *Proceedings of the international seminar, Vol. 3. Misconceptions and educational strategies in science and mathematics* (pp. 84-97). Ithaca, NY: Cornell University, Department of Education.
- Clement, J. (1993). Using bridging analogies and anchoring intuitions to deal with students’ preconceptions in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 1241-1257.
- Clement, J., Brown, D.E., & Zietsman, A. (1989). Not all preconceptions are misconceptions: Finding ‘anchoring conceptions’ for grounding instruction on students’ intuitions. *International Journal of Science Education*, 11, 554-565.

- Cohen, J., & Cohen, P. (1983). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.) Hillsdale, NJ: Prentice Hall.
- Çataloğlu, E. (2002). *Development and validation of an achievement test in introductory quantum mechanics: The quantum mechanics visualization instrument*.  
<http://etda.libraries.psu.edu/theses/approved/WorldWideIndex/ETD-145/>, Last accessed date July 30, 2005.
- Dagher, Z. R. (1994). Review of studies on the effectiveness of instructional analogies in science education. *Science Education*, 79(3), 295-312.
- Dagher, Z. R. (1997). The case for analogies in teaching science for understanding. In J. J. J. Mintzes, H. H. Wandersee, and J. D. Novak (Eds.). (1997). *Teaching Science for Understanding: A human constructivist view*. (195-211). NY: Academic Press.
- diSessa, A. (1983). Phenomenology and the evolution of intuition. In D. Gentner and A. Stevens (eds.) *Mental Models* (pp.15-33) Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 11, 481-490.
- Driver, R., & Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 63, 61-84.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75(6), 649-672.
- Dykstra, J.R. & Dewey, I. (1992). Studying conceptual change in learning physics. *Science Education*, 76(6), 615-652.
- Eryılmaz, A. (1992). Students' preconceptions in introductory mechanics. *Unpublished Master Thesis*, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.

- Eryılmaz, A. (2002). Effects of conceptual assignments and conceptual change discussions on students' misconceptions and achievement regarding force and motion. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(10), 1001-1015.
- Eryılmaz, A., & Sürmeli, E. (2002). Üç-aşamalı sorularla öğrencilerin ısı ve sıcaklık konularındaki kavram yanlışlarının ölçülmesi. V. *Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi: 9-11 Eylül, ODTÜ, Ankara*.
- Fast, G.R. (1999). Analogies and reconstruction of probability knowledge. *School Science and Mathematics*, 99(5), 230-240.
- Feldman, S.F. (1996). *Understanding Psychology*. USA. McGraw-Hill, Inc.
- Fraenkel, J.R., & Wallen, N.E. (1996). *How to design and evaluate research in education* (3rd ed). New York: McGraw-Hill.
- Gilbert, J.K., Watts, D.M., & Osborne, R.J. (1982). Students' conceptions of ideas in mechanics. *Physics Education*, 17, 62-66.
- Green, S., Salkind, N., & Akey, T. (2000). *Using SPSS for Windows. Analyzing and understanding data*. New Jersey: Prentice Hall.
- Griffith, W.T. (1985). Factors affecting performance in introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 53(9), 839-842.
- Gunstone, R.F., & White, R.T. (1989). Metalearning and conceptual change. *International Journal of Science Education*, 11, 577-586.
- Hake, R.R. (1998a). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74.
- Hake, R.R. (1998b). Interactive-engagement vs Traditional Methods in Mechanics Instruction. Retrieved March 23, 2006, from <http://www.physics.indiana.edu/~sdi>.



- Halloun, I.A. & Hestenes, D. (1985a). The initial knowledge state of college physics students. *American Journal of Physics*, 53(11), 1043-1048.
- Halloun, I.A., & Hestenes, D. (1985b). Common sense concepts about motion. *American Journal of Physics*, 53(11), 1056-1065.
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. *The Physics Teacher*, 30, 141-158.
- Hewson, P.W., & Thorley, R. (1989). The conditions of conceptual change in the classroom. *International Journal of Science Education*, 11, 541-553.
- Holyoak, K.J. (1985). The pragmatics of analogical transfer, in G.H. Bower ed. *The Psychology of Learning and Motivation*, vol. 19(pp. 59-87). Academic Press, New York.
- Karmiloff-Smith, A. (1992). *Beyond Modularity: A Developmental Perspective on Cognitive Science*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Kenny, D.A., & Judd, C.M. (1986). Consequences of violating the independence assumption in analysis of variance. *Psychological Bulletin*, 99, 422-431.
- Küçüker, Y. (2004). The effects of activities based on role-play night grade students' achievement and attitudes towards simple electric circuits. *Unpublished Master Thesis*, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- Lattery, M.J. (2002). *Student conceptions of forces in free fall: Perspectives from a modeling activity* (unpublished monograph).
- Lawson, A.E. (1994). *Science teaching and the development of thinking*. Belmont, California: Wadsworth.
- Mason, L. (1994). Cognitive and metacognitive aspects in conceptual change by analogy. *Instructional Science*, 22, 157-187.

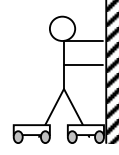
- Maloney, D.P. (1984). Rule-governed approaches to physics- Newton's third law. *Physics Education*, 19, 37-42.
- Mayer, R.E. (1983). *Thinking, problem solving, and cognition*. New York: Freeman.
- Millar, R. (1989). Constructive criticisms. *International Journal of Science Education*, 11 (Special Issue): 83-94.
- Minstrell, J., (1982). Explaining the "at rest" condition of an object. *The Physics Teacher*, 20(1), 10-14.
- Montanero, M., Suero, M.I., Perez, A.L., & Pardo, P.J. (2002). Implicit theories of static interactions between two bodies. *Physics Education*, 37 (4), 318-323.
- Novak, J.D., & Gowin, D.B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pines, A.L., & West, L.H.T. (1986). Conceptual understanding and science learning: An interpretation of research within a sources-of-knowledge framework. *Science Education*, 70(5), 583-604.
- Peşman, H. (2005). Development of a three-tier test to assess ninth grade students' misconceptions about simple electric circuits. *Unpublished Master Thesis*, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W., & Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Reif, F. (1981). Teaching problem solving: A scientific approach. *The Physics Teacher*, 19, 310-316.
- Rosser, R. (1994). *Cognitive development-Psychological and biological perspectives*. Boston: Allyn and Bacon.

- Savinainen, A., Scott, P., & Viiri, J. (2005). Using a bridging representation and social interactions to foster conceptual change: Designing and evaluating an instructional sequence for Newton's third law', *Science Education*, 89(2): 175-195.
- Sencar, S., & Eryilmaz, A. (2004). Factors mediating the effect of gender on ninth-grade Turkish students' misconceptions concerning electric circuits. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(6), 603-616.
- Spelke, E.S. (1991). Principles of object perception. *Cognitive Science*, 14, 29–56.
- Spiro, R.J., Feltovich, P.J., Coulson, R.L., & Anderson, D.K. (1989). Multiple analogies for complex concepts: Antidotes for analogy-induced misconception in advanced knowledge acquisition. In Vosniadou, S. and Ortony, A., (eds.), *Similarity and Analogical Reasoning*, 498-531. Cambridge University Press, Cambridge.
- Stavy, R. (1991). Using analogy to overcome misconceptions about conservation of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(4), 305-313.
- Sutton, C.R., (1980). The learner's prior knowledge: A critical review of techniques for probing its organization. *European Journal of Science Education*, 2, 107-120.
- Suzuki, H. (1994). The centrality of analogy in knowledge acquisition in instructional contexts. *Human Development*, 37, 207-219.
- Taşlıdere, E. (2002). The effect of conceptual approach on students' achievement and attitude towards physics. *Unpublished Master Thesis*, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- Türker, F. (2005). Developing a three-tier test to assess high school students' misconceptions concerning force and motion. *Unpublished Master Thesis*, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.

- Van Hise, Y.A. (1988). Student misconceptions in mechanics: An international problem. *The Physics Teacher*, 26, 498-502.
- White, R.T. (1994). Commentary: Conceptual and conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), 117-121.
- Wong, E.D. (1993). Self-generated analogies as a tool for constructing and evaluating phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 367-380.
- Yılmaz, S. (2001). The effects of bridging analogies on high school students' misconceptions in mechanics. *Unpublished Master Thesis*, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- Zietsman, A. (1991). *Case studies of cycles in developing a physics lesson*. Unpublished doctoral dissertation, University of Massachusetts, Amherst.
- Zietsman, A., & Clement, J. (1997). The role of extreme case reasoning in instruction for conceptual change. *The Journal of the Learning Sciences*, 6(1), 61-89.



3. \_\_\_ Ayağınızda paten varken bir duvara karşı duruyorsunuz. Duvara oldukça yakın ve dik bir şekilde ayakta dururken aniden kollarınızı açıp duvarı bütün gücünüzle iterseniz;



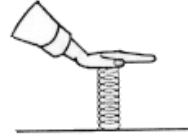
- A) Duvar size kuvvet uygulamaz ama yine de sola doğru çok kısa bir mesafe (1-2cm) gidersiniz
- B) Duvar size kuvvet uygulamaz ama yine de sola doğru bayağı bir mesafe gidersiniz.
- C) Duvar size kuvvet uygulayacağından sola doğru çok kısa bir mesafe (1-2cm) gidersiniz.
- D) Duvar size kuvvet uygulayacağından sola doğru bayağı bir mesafe gidersiniz.
- E) Olduğunuz yerde durursunuz.

4. \_\_\_ Ali, çok ağır bir sözlüğü elinin üzerinde hareketsiz olarak sabit tutmaktadır. Bu şekilde tutarken Ali'nin eli sözlüğe kuvvet uygular mı?



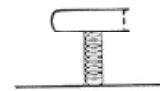
- A) Kuvvet uygulamaz, sadece düşmesini engeller.
- B) Evet ağırlığına eşit büyüklükte bir kuvvet uygular.
- C) Evet ama ağırlığından biraz daha az bir kuvvet uygular.
- D) Evet ama ağırlığından biraz daha fazla bir kuvvet uygular.

5. \_\_\_ Yerde dik olarak durmakta olan bir yatak yayına elinizle bastırmaktasınız. Yayı aşağı doğru yere dik olacak şekilde bastırırken, yay elinize geri doğru dik bir kuvvet uygular mı?



- A) Evet uygular ama biraz daha fazla.
- B) Evet uygular ama biraz daha az.
- C) Evet eşit büyüklükte bir kuvvet uygular.
- D) Hayır uygulamaz.

6. \_\_\_ Yerde dik olarak durmakta olan bir yatak yayının üzerine kitap koyuyorsunuz. Kitap yayın üzerinde hareketsiz olarak dururken, yay kitaba geri doğru dik bir kuvvet uygular mı?



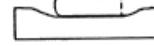
- A) Evet uygular ama biraz daha fazla.
- B) Evet uygular ama biraz daha az.
- C) Evet eşit büyüklükte bir kuvvet uygular.
- D) Hayır uygulamaz.

7. \_\_\_ Büyük bir topun üzerinde bir adam tüm ağırlığıyla hareketsiz olarak düşmeden durmaktadır. Bu durumda, top adamın ayaklarına yukarı doğru dik bir kuvvet uygular mı?



- A) Evet uygular ama biraz daha fazla.
- B) Evet uygular ama biraz daha az.
- C) Evet eşit büyüklükte bir kuvvet uygular.
- D) Hayır uygulamaz.

8. \_\_\_ Bir süngerin üzerine kitap koyuyorsunuz. Bu durumda, sünger kitaba yukarı doğru dik bir kuvvet uygular mı?



- A) Evet uygular ama biraz daha fazla.
- B) Evet uygular ama biraz daha az.
- C) Evet eşit büyüklükte bir kuvvet uygular.
- D) Hayır uygulamaz.

9. \_\_\_ Bir plastik topun üzerine ağır bir kitap koyuyorsunuz. Kitap düşmeden hareketsiz olarak topun üzerinde durabilmektedir. Bu durumda, top kitaba yukarı doğru dik bir kuvvet uygular mı?



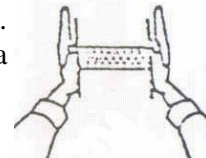
- A) Evet uygular ama biraz daha fazla.
- B) Evet uygular ama biraz daha az.
- C) Evet eşit büyüklükte bir kuvvet uygular.
- D) Hayır uygulamaz.

10. \_\_\_ İki adet ayaklığın üzerine bir tane çok ince tahta (sunta) yerleştiriyoruz. Sunta bu şekilde dururken üzerine ağırca bir kitabı şekildeki gibi koyuyoruz. Bu durumda, sunta kitaba yukarı doğru dik bir kuvvet uygular mı?



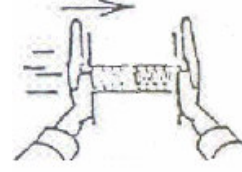
- A) Evet ama ağırlığından biraz daha fazla bir kuvvet uygular.
- B) Evet ama ağırlığından biraz daha az bir kuvvet uygular.
- C) Evet ağırlığına eşit büyüklükte bir kuvvet uygular.
- D) Kuvvet uygulamaz, sadece düşmesini engeller.

11. \_\_\_ Bir adam, avuçlarının içinde bir yatak yayı tutmaktadır. Kişi, iki eliyle kuvvet uygulayıp yayı aynı anda iki taraftan da sıkıştırırsa yayın uyguladığı kuvvetlerle ilgili ne söylenebilir?



- A) Yay her iki ele de kuvvet uygulamaz.
- B) Yayın sol ele uyguladığı kuvvet daha büyüktür.
- C) Yayın sağ ele uyguladığı kuvvet daha büyüktür.
- D) Yayın her iki ele uyguladığı kuvvet eşittir.

12. \_\_\_ Bir önceki soruda adam sol elinin avucuyla kuvvet uygulayıp sağ elini sabit tutsaydı yayın ellere uyguladığı kuvvetlerle ilgili ne söylenebilirdi?



- A) Yay her iki ele de kuvvet uygulamazdı.
- B) Yayın sol ele uyguladığı kuvvet daha büyük olurdu.
- C) Yayın sağ ele uyguladığı kuvvet daha büyük olurdu.
- D) Yayın her iki ele uyguladığı kuvvet eşit olurdu.

13. \_\_\_ Soldaki Ali sağdaki Sinan olmak üzere iki kişi esnek, patlamayan ve büyük bir topu karşılıklı olarak itmektedirler. Bu durumda aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğru olur?



- A) Top her iki kişiye de kuvvet uygulamaz.
- B) Topun Ali'ye uyguladığı kuvvet daha büyüktür.
- C) Topun Sinan'a uyguladığı kuvvet daha büyüktür.
- D) Topun her iki kişiye uyguladığı kuvvet eşittir.

14. \_\_\_ Bir araba, plastik bir maddeden yapılmış bir yangın musluğunu şekildeki gibi itmektedir. Yangın musluğu biraz eğilmesine ve araba motoru çalışır vaziyette musluğu itmeye devam etmesine rağmen her iki cisim de hareket etmemektedir. Buna göre aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğrudur?



- A) Her ikisi de kuvvet uygular ama arabanın musluğa uyguladığı kuvvet daha fazladır.
- B) Her ikisi de kuvvet uygular ama musluğun arabaya uyguladığı kuvvet daha fazladır.
- C) Araba kuvvet uygularken musluk kuvvet uygulamaz.
- D) İkisi de eşit büyüklükte kuvvet uygular.

15. \_\_\_ Bir önceki soruda, musluk daha sert bir maddeden yapılmış ve araç musluğu itmeye devam ederken kendi kaportası biraz içeri doğru girmiş varsayalım. Bu durumda, aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğru olur?



- A) Her ikisi de kuvvet uygular ama arabanın musluğa uyguladığı kuvvet daha fazladır.
- B) Her ikisi de kuvvet uygular ama musluğun arabaya uyguladığı kuvvet daha fazladır.
- C) Araba kuvvet uygular ama musluk kuvvet uygulamaz.
- D) İkisi de eşit büyüklükte kuvvet uygular.

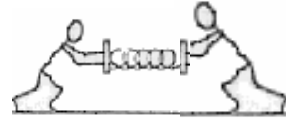


16. \_\_\_ Bir yay bir ucundan duvara diğer ucundan ise bir tahta parçasına şekildeki gibi bağlanmıştır. Serkan bu yayı tahta kısımdan iterek sıkıştırmaktadır. Buna göre aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğrudur?



- A) Her ikisi de kuvvet uygular ama yayın tahtaya uyguladığı kuvvet daha fazladır.
- B) Her ikisi de kuvvet uygular ama Serkan'ın tahtaya uyguladığı kuvvet daha fazladır.
- C) Serkan kuvvet uygular ama yay kuvvet uygulamaz.
- D) Serkan ve yay da tahtaya eşit büyüklükte kuvvet uygular.

17. \_\_\_ İki kişi bir yatak yayını uçlarından tutmaktadır. Güçlü olan adam bir uçtan güçsüz olan küçük çocuk diğer ucundan itmektedir. Yay sıkışıp dengeye geldiğinde kişilerde hareket etmemektedir. Buna göre yayın uyguladığı kuvvetlerle ilgili ne söylenebilir?



- A) Yay her iki kişiye de kuvvet uygulamaz.
- B) Yayın adama uyguladığı kuvvet daha büyüktür.
- C) Yayın çocuğa uyguladığı kuvvet daha büyüktür.
- D) Yayın her iki kişiye uyguladığı kuvvet eşittir.

18. \_\_\_ İki eşit kütleli tenis topu birbirlerine doğru aynı hızlarla hareket edip kafa kafaya merkezi çarpışma yapmaktadır. Buna göre, çarpışma anında aşağıdakilerden hangisi doğrudur?




- A) İki de birbirlerine kuvvet uygulamaz.
- B) İki de birbirlerine kuvvet uygular ama bunlar eşit olmak zorunda değil.
- C) İki de birbirlerine eşit büyüklükte kuvvet uygularlar.


19. \_\_\_ Bir önceki soruda çarpışanlar tenis topu yerine eşit kütleli ve aynı hızlarla hareket eden bilye topları olsaydı, çarpışma anında aşağıdakilerden hangisi doğru olurdu?




- A) İki de birbirlerine kuvvet uygulamazdı.
- B) İki de birbirlerine kuvvet uygular ama bunlar eşit olmak zorunda değil.
- C) İki de birbirlerine eşit büyüklükte kuvvet uygulardı.

20. \_\_\_ Bu bilardo toplarından sadece soldaki hareket ediyor ve sağdaki çarpışmadan önce duruyor olsaydı, çarpışma anında aşağıdakilerden hangisi doğru olurdu? 

- A) İki de birbirlerine kuvvet uygulamazdı.
- B) İki de birbirlerine kuvvet uygular ama bunlar eşit olmak zorunda değil.
- C) İki de birbirlerine eşit büyüklükte kuvvet uygulardı.

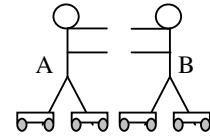
21. \_\_\_ Eşit hızlarla hareket etmekte olan iki eşit kütleli araba birbirlerine doğru hareket edip kafa kafaya merkezi çarpışma yapmaktadır. Araçların ikisinin önünde de araçlara yapışık özdeş yaylar bulunmaktadır. Buna göre, çarpışma anında aşağıdakilerden hangisi doğrudur? 

- A) İki de birbirlerine kuvvet uygulamaz.
- B) İki de birbirlerine kuvvet uygular ama bunlar eşit olmak zorunda değil.
- C) İki de birbirlerine eşit büyüklükte kuvvet uygular.

22. \_\_\_ Bir önceki soruda, eğer soldaki araç duruyor olsaydı, çarpışma anında aşağıdakilerden hangisi doğru olurdu? 

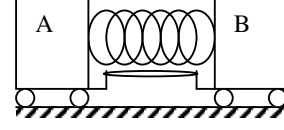
- A) İki de birbirlerine kuvvet uygulamazdı.
- B) İki de birbirlerine kuvvet uygular ama bunlar eşit olmak zorunda değil.
- C) İki de birbirlerine eşit büyüklükte kuvvet uygulardı.

Eşit güçlü ve eşit ağırlıklı iki patenci yüzleri birbirlerine dönük bir şekilde ayakta durmaktadırlar. Yer pürüzsüz ve iki patenci de ileri geri rahatça hareket edebilmektedir. İki birden, aynı anda ve aynı eforla birbirlerini ittiklerinde:



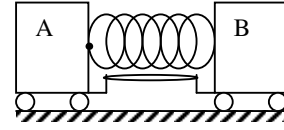
- 23a. \_\_\_ A) A kişisi sağa hareket eder (→)  
 B) A kişisi sola hareket eder (←)  
 C) A kişisi hareketsiz kalır.
- 23b. \_\_\_ A) B kişisi sağa hareket eder (→)  
 B) B kişisi sola hareket eder (←)  
 C) B kişisi hareketsiz kalır.
- 23c. \_\_\_ A) A kişisi diğerinden hızlı gider.  
 B) B kişisi diğerinden hızlı gider.  
 C) İki de aynı hızla gider.

Birbirlerine ip ile bağlanmış iki özdeş araba (soldaki A, sağdaki B) kaygan bir yüzeyde durmaktadırlar. İki aracın arasında ise 2 araca da bağlı olmayan sıkıştırılmış bir adet yatak yayı bulunmaktadır. İp kesilince, yay eski sıkıştırılmamış normal uzunluğuna dönerek yere düşüyor. Buna göre ip tam ortadan kesildiği anda:



- 24a.\_\_\_\_ A) A sağa hareket eder (→)  
 B) A sola hareket eder (←)  
 C) A hareketsiz kalır.
- 24b.\_\_\_\_ A) B sağa hareket eder (→)  
 B) B sola hareket eder (←)  
 C) B hareketsiz kalır.
- 24c.\_\_\_\_ A) A diğerinden hızlı gider.  
 B) B diğerinden hızlı gider.  
 C) İkisi de aynı hızla gider.

Birbirlerine ip ile bağlanmış iki özdeş araba (soldaki A, sağdaki B) kaygan bir yüzeyde durmaktadırlar. İki arabanın arasında, A aracına bağlı ama B aracına bağlı olmayan sıkıştırılmış bir adet yatak yayı mevcuttur. Yayın kütlesine denk küçük bir cisim özdeşliği korumak için B arabasına ekleniyor. İp kesilince, yay eski sıkıştırılmamış normal uzunluğuna dönüyor. Buna göre ip tam ortadan kesildiği anda:



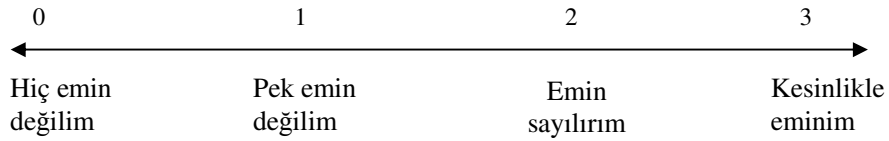
- 25a.\_\_\_\_ A) A sağa hareket eder (→)  
 B) A sola hareket eder (←)  
 C) A hareketsiz kalır.
- 25b.\_\_\_\_ A) B sağa hareket eder (→)  
 B) B sola hareket eder (←)  
 C) B hareketsiz kalır.
- 25c.\_\_\_\_ A) A diğerinden hızlı gider.  
 B) B diğerinden hızlı gider.  
 C) İkisi de aynı hızla gider.

## A2. SECOND FORM OF THE AADT

### NEWTON'UN 3. HAREKET YASASI

#### Temel Benzetme Tanı Testi

Aşağıdaki ölçeğe göre sorular içersindeki şıklardaki durumlara verdiğiniz cevaplardan ne kadar emin olduğunuzu ifade eden 0 ile 3 arasında değişebilecek olan rakamı ilgili harfin başında bırakılan çizgilerin üzerine yazınız. Bu işlemi her şık için yapınız.



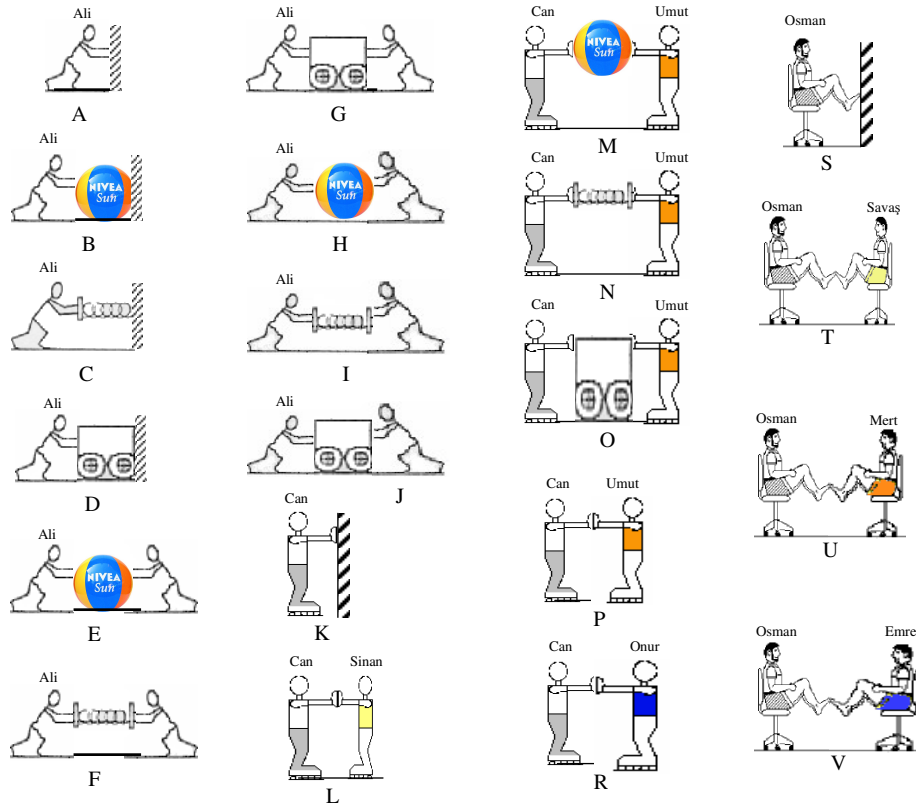
1. Elinizde değişik ebatlarda ve farklı maddelerden yapılmış 16 adet farklı esnekliğe sahip cisim mevcuttur. Bu cisimlerin adları aşağıda verilmiştir. Her birinin üzerine aynı kitabı koyuyorsunuz. Bu cisimlerden hangi(si)/leri kitaba yukarı doğru dik bir kuvvet uygular?

- |                               |     |                              |     |
|-------------------------------|-----|------------------------------|-----|
| A. Hava dolu patlamayan balon | E H | I. Trambolin (zıplama aracı) | E H |
| B. Deniz topu                 | E H | J. Kalın yatak yayı          | E H |
| C. İnce plastik yay           | E H | K. Araba lastiği             | E H |
| D. Sünger                     | E H | L. Plastik masa              | E H |
| E. Puf (Yer minderi)          | E H | M. Cam masa                  | E H |
| F. Basketbol topu             | E H | N. Bowling topu              | E H |
| G. Futbol topu                | E H | O. Demir masa                | E H |
| H. Sunta (ince tahta)         | E H | P. Beton duvar               | E H |



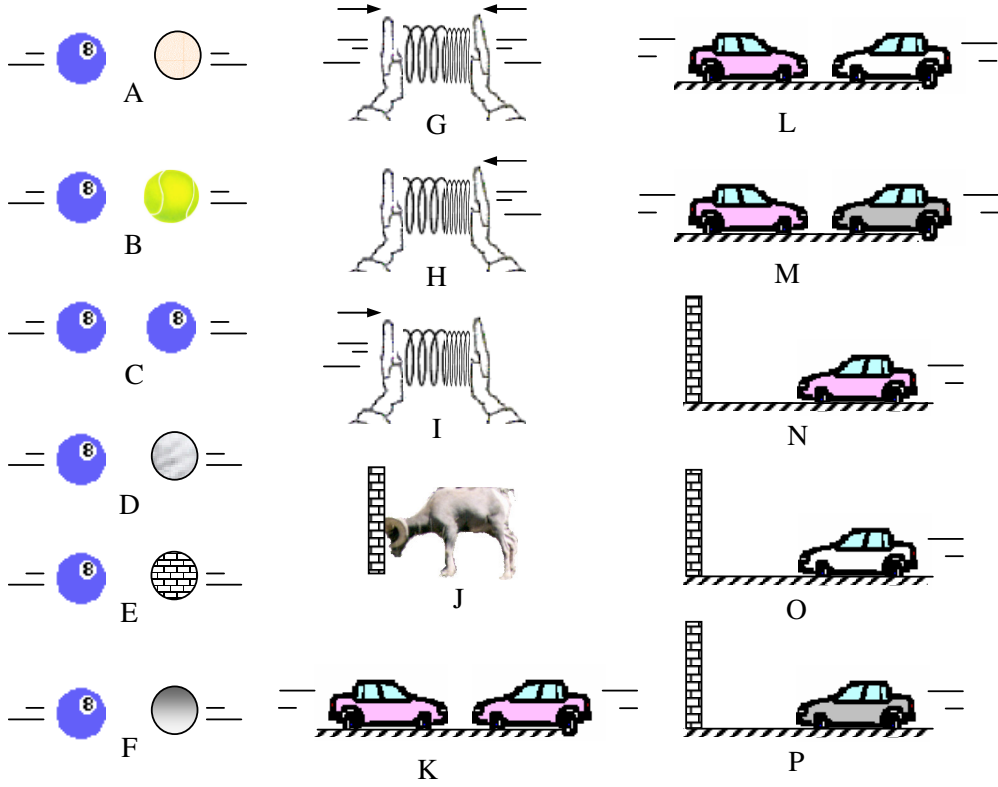
2. Aşağıdaki şekillerde cisimlerin birbirleriyle etkileşim içerisinde olduğu çeşitli durumlar verilmiştir. Bu durumların kısaca açıklamaları da aşağıya eklenmiştir. Bu durumların hangilerinde cisimlerin birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşittir?

- A. \_\_Ali duvarı itmektedir. E H  
 B. \_\_Ali duvara dayanmış deniz topunu var gücüyle itmektedir. E H  
 C. \_\_Ali duvara dayanmış yayı var gücüyle itmektedir. E H  
 D. \_\_Ali duvara dayanmış tekerlekli kasayı var gücüyle itmektedir. E H  
 E. \_\_Özdeş güce sahip iki kişi deniz topunu itmektedir. E H  
 F. \_\_Özdeş güce sahip iki kişi yayı itmektedir. E H  
 G. \_\_Özdeş güce sahip iki kişi tekerlekli kasayı itmektedir. E H  
 H. \_\_Farklı güçteki iki kişi deniz topunu itmektedir. E H  
 I. \_\_Farklı güçteki iki kişi yayı itmektedir. E H  
 J. \_\_Farklı güçteki iki kişi tekerlekli kasayı itmektedir. E H  
 K. \_\_Ayağında patenleri olan Can duvarı var gücüyle elleriyle itmektedir. E H  
 L. \_\_Can kendinden güçsüz başka bir patenciyle elleriyle birbirini itmektedir. E H  
 M. \_\_Can kendisiyle aynı güçteki Umut ile deniz topunu elleriyle itmektedir. E H  
 N. \_\_Can kendisiyle aynı güçteki Umut ile yayı elleriyle itmektedir. E H  
 O. \_\_Can kendisiyle aynı güçteki Umutla tekerlekli kasayı elleriyle itmektedir. E H  
 P. \_\_Can kendisiyle aynı güçteki Umut ile birbirlerini elleriyle itmektedir. E H  
 R. \_\_Can kendinden güçlü başka bir patenciyle birbirlerini elleriyle itmektedir. E H  
 S. \_\_Tekerlekli sandalyedeki Osman ayaklarıyla duvarı var gücüyle itmekte. E H  
 T. \_\_Osman kendinden güçsüz arkadaşıyla birbirlerini ayaklarından itmektedir. E H  
 U. \_\_Osman aynı güçteki arkadaşıyla birbirlerini ayaklarından itmektedir. E H  
 V. \_\_Osman kendinden güçlü arkadaşıyla birbirlerini ayaklarından itmektedir. E H



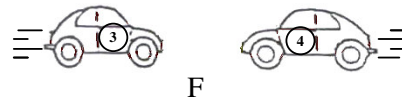
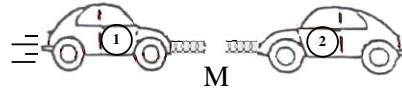
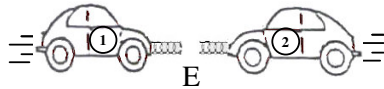
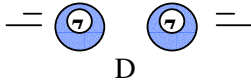
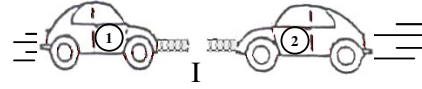
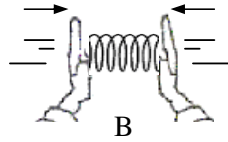
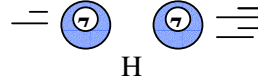
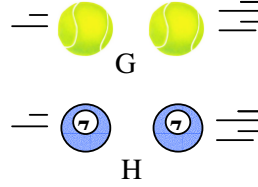
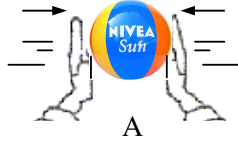
3. Aşağıdaki şekillerde cisimlerin birbirleriyle etkileşim içerisinde olduğu çeşitli durumlar verilmiştir. Bu durumların kısaca açıklamaları da aşağıya eklenmiştir. Bu durumlardan hangilerinde cisimlerin birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşittir?

- A. \_\_ Özdeş bir bilardo topu ile plastik bir top aynı hızla çarpışmaktadır. **E H**  
 B. \_\_ Özdeş bir bilardo topu ile tenis topu aynı hızla çarpışmaktadır. **E H**  
 C. \_\_ Özdeş bilardo topları aynı hızla çarpışmaktadır. **E H**  
 D. \_\_ Özdeş bir bilardo topu ile camdan yapılmış cisim aynı hızla çarpışmaktadır. **E H**  
 E. \_\_ Özdeş bir bilardo topu ile beton cisim aynı hızla çarpışmaktadır. **E H**  
 F. \_\_ Özdeş bir bilardo topu ile içi boş demir bilye aynı hızla çarpışmaktadır. **E H**  
 G. \_\_ Bağlanmış farklı kalınlıktaki iki yay avuç içinde iki taraftan sıkıştırılmakta. **E H**  
 H. \_\_ Bağlanmış farklı kalınlıktaki iki yay avuç içinde sağ taraftan sıkıştırılmakta. **E H**  
 I. \_\_ Bağlanmış farklı kalınlıktaki iki yay avuç içinde sol taraftan sıkıştırılmakta. **E H**  
 J. \_\_ İnatçı keçi boynuzları ile beton bir duvarı itmektedir. **E H**  
 K. \_\_ Plastik kaportası olan özdeş iki araç aynı hızla çarpışmaktadır. **E H**  
 L. \_\_ Plastik kaportalı araç normal kaportalı özdeş araçla aynı hızla çarpışmakta. **E H**  
 M. \_\_ Plastik kaportalı araç çelik kaportalı özdeş araçla aynı hızla çarpışmaktadır. **E H**  
 N. \_\_ Plastikten kaportası olan araç duvarla çarpışmaktadır. **E H**  
 O. \_\_ Normal metal kaportası olan araç duvarla çarpışmaktadır. **E H**  
 P. \_\_ Kaportası çelikten olan araç duvarla çarpışmaktadır. **E H**



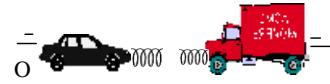
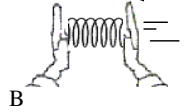
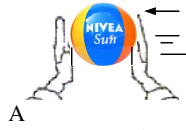
4. Aşağıdaki şekillerde cisimlerin birbirleriyle etkileşim içerisinde olduğu çeşitli durumlar verilmiştir. Bu durumların kısaca açıklamaları da aşağıya eklenmiştir. Bu durumlardan hangilerinde cisimlerin birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşittir?

- |   |            |
|---|------------|
| A. __Avuç içerisinde deniz topu                     | <b>E H</b> |
| B. __Avuç içerisinde plastik yay                    | <b>E H</b> |
| C. __Aynı hızlarla çarpışan özdeş tenis topları     | <b>E H</b> |
| D. __Aynı hızlarla çarpışan özdeş bilardo topları   | <b>E H</b> |
| E. __Önlerinde yay olan aynı hızlı özdeş arabalar   | <b>E H</b> |
| F. __Aynı hızlı özdeş arabalar                      | <b>E H</b> |
| G. __Farklı hızlarla çarpışan özdeş tenis topları   | <b>E H</b> |
| H. __Farklı hızlarla çarpışan özdeş bilardo topları | <b>E H</b> |
| I. __Önlerinde yay olan farklı hızlı özdeş arabalar | <b>E H</b> |
| J. __Farklı hızlı özdeş arabalar                    | <b>E H</b> |
| K. __Biri durmakta olan özdeş tenis topları         | <b>E H</b> |
| L. __Biri durmakta olan özdeş bilardo topları       | <b>E H</b> |
| M. __Önlerinde yay olan, biri duran özdeş arabalar  | <b>E H</b> |
| N. __Biri durmakta olan özdeş arabalar              | <b>E H</b> |



5. Aşağıdaki şekillerde cisimlerin birbirleriyle etkileşim içerisinde olduğu çeşitli durumlar verilmiştir. Bu durumların kısaca açıklamaları da aşağıya eklenmiştir. Bu durumlardan hangilerinde cisimlerin birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşittir?

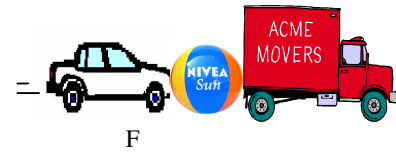
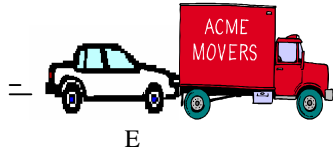
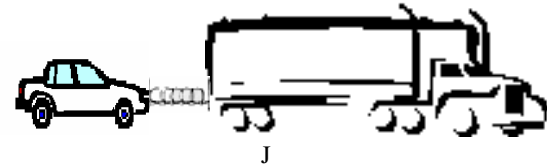
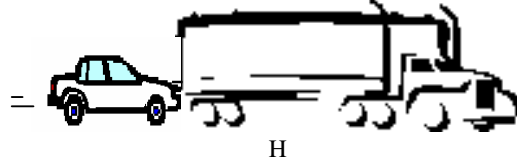
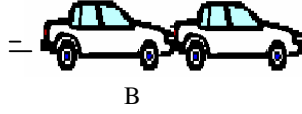
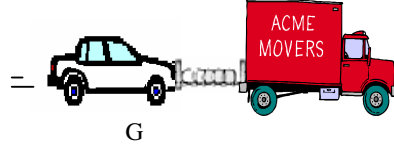
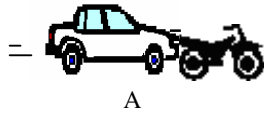
A. __Avuç içerisinde deniz topu	E H
B. __Avuç içerisinde plastik yay	E H
C. __Koşmakta olan atlet	E H
D. __Bisiklet süren adam	E H
E. __Hareket eden bir motosiklet	E H
F. __Küçük bir tosağa	E H
G. __Önünde hava yastığı olan tosağa	E H
H. __Önünde yay olan tosağa	E H
I. __Özdeş başka bir taksi	E H
J. __Hava yastıklı özdeş başka bir taksi	E H
K. __Yay bağlı özdeş başka bir taksi	E H
L. __Çekici kamyonet	E H
M. __Yük taşıma kamyoneti	E H
N. __Hava yastıklı yük taşıma kamyoneti	E H
O. __Yay bağlı yük taşıma kamyoneti	E H
P. __Öğrenci servis otobüsü	E H
R. __Petrol tankeri	E H
S. __Uzun bir tır	E H
T. __Baraj kamyonu	E H





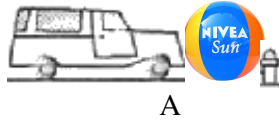
6. Aşağıdaki şekillerde cisimlerin birbirleriyle etkileşim içerisinde olduğu çeşitli durumlar verilmiştir. Bu durumların kısaca açıklamaları da aşağıya eklenmiştir. Bu durumlardan hangilerinde cisimlerin birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşittir?

- |  |     |
|--|-----|
| A. __Araba bozulmuş motoru arkadan itip <u>ıvmelendiriyor.</u>                       | E H |
| B. __Araba bozulmuş özdeş arabayı arkadan itip <u>ıvmelendiriyor.</u>                | E H |
| C. __Aralarında patlamayan top varken özdeş arabayı <u>ıvmelendiriyor.</u>           | E H |
| D. __Araba aralarında yay varken özdeş arabayı iterek <u>ıvmelendiriyor.</u>         | E H |
| E. __Araba yük taşıma kamyonunu arkadan itip <u>ıvmelendiriyor.</u>                  | E H |
| F. __Araba aralarında patlamayan top varken kamyonu <u>ıvmelendiriyor.</u>           | E H |
| G. __Araba aralarında yay kamyonu itip <u>ıvmelendiriyor.</u>                        | E H |
| H. __Araba bozulmuş uzun aracı itiyor ama <u>ıvmelendiremiyor.</u>                   | E H |
| I. __Aralarında patlamayan top varken uzun aracı itiyor ama <u>ıvmelendiremiyor.</u> | E H |
| J. __Aralarında bozulmayan yay varken uzun aracı itiyor ama <u>ıvmelendiremiyor.</u> | E H |
| K. __Arabadakiler patenciyi itip <u>ıvmelendirerek</u> zorla hareket ettiriyorlar.   | E H |
| L. __Bir görevli ağır bavul yükünü itip <u>ıvmelendirerek</u> hareket ettiriyor.     | E H |

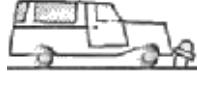


7. Aşağıdaki şekillerde cisimlerin birbirleriyle etkileşim içerisinde olduğu çeşitli durumlar verilmiştir. Bu durumların kısaca açıklamaları da aşağıya eklenmiştir. Bu durumlardan hangilerinde cisimlerin birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşittir?

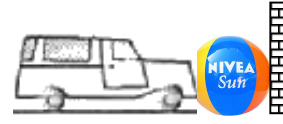
- A. \_\_Araba yangın musluğuna dayalı patlamayan topa çarpmaktadır. E H  
 B. \_\_Araba yangın musluğuna dayalı yaya çarpmaktadır. E H  
 C. \_\_Araba yangın musluğuna çarpmakta ve hiçbiri hasar görmemektedir. E H  
 D. \_\_Yangın musluğuna dayalı patlamayan topa çarpmakta, musluk eğilmekte E H  
 E. \_\_Yangın musluğuna dayalı yaya çarpmakta ve musluk eğilmektedir. E H  
 F. \_\_Yangın musluğuna çarpmakta ve sadece musluk eğilmektedir. E H  
 G. \_\_Araba yangın musluğuna çarpmakta ve sadece kendisi hasar görmektedir E H  
 H. \_\_Araba yangın musluğuna çarpmakta ve her ikisi de hasar görmemektedir. E H  
 I. \_\_Araba duvara çarpmakta ve hiçbiri hasar görmemektedir. E H  
 J. \_\_Duvara dayalı patlamayan topa çarpmakta, ikisi de hasar görmemektedir. E H  
 K. \_\_Araba duvara dayalı yaya çarpmakta ve iki cisimde hasar görmemektedir. E H  
 L. \_\_Araba duvara çarpmakta ve sadece duvar hasar görmemektedir. E H  
 M. \_\_Araba duvara çarpmakta ve sadece araba hasar görmemektedir. E H



A



F



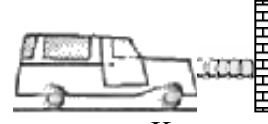
J



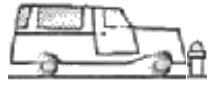
B



G



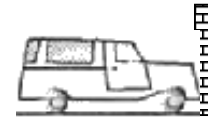
K



C



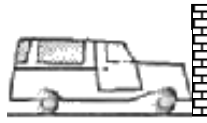
H



L



D



I



M



E

### A3. FINAL FORM OF THE AADT

#### Kuvvet Tanı Testi

Bu testin amacı varlıkların birbirlerine uyguladıkları kuvvetler konusunda öğrencilerin sahip oldukları görüşleri tespit etmek, karşılaştırmak özellikle bu görüşlerden kabul görmekte olan fizik kanunları ile uyum içerisinde olanları ayırt etmektir. Test, yedi adet kavramsal sorudan oluşmaktadır. Sorular cevaplanırken üç noktaya dikkat etmek gerekmektedir. Birincisi, ilgili soru düşünülerek soruların tüm şıklarına cevap verirken şıkların altında bulunan Evet (E) veya Hayır (H) harflerinden bir tanesi yuvarlak içine alınmalıdır. İkincisi, sorulara verdiğiniz cevaplardan ne kadar emin olduğunuzu (E) ve (H) harflerinin yanında “...” şeklinde bırakılan çizgilerin üstüne aşağıdaki rakamlardan birini yazarak belirtmeniz gerekmektedir. Üçüncüsü, şıklara verdiğiniz evet veya hayır cevaplarının sebebini çok kısa ve anlaşılır bir ifade ile “\_\_” şeklinde bırakılan çizgilerin üzerine sadece sorulan şıklar ve kısımları için yazmanız gerekmektedir.

1 - Emin değilim                      2 - Emin sayılıyorum                      3 - Kesinlikle eminim

Test sonucunda hem sizler varlıkların birbirlerine uyguladıkları kuvvetleri inceleme, eksiklerinizi görme ve bu konuya ne kadar hakim olduğunuzu irdeleme imkanı bulacaksınız hem de bizler konuyu inceleyip öğrencilerin yaygın olan görüşlerini belirleme, bunlardan kullanılabilir ve faydalı olanları ayıklama ve bunları kullanarak çeşitli kavramsal öğretim materyalleri geliştirme çabası içersine gireceğiz. Böylece daha kaliteli materyaller hazırlama ve eğitim yapma yönünde yol kat edeceğiz. Bu nedenle sorulara düşünerek ve içtenlikle cevap vermeniz önem taşımaktadır.

Katkılarınızdan dolayı teşekkürler.

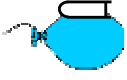










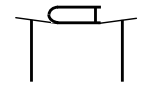

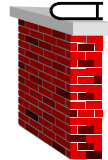

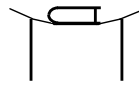

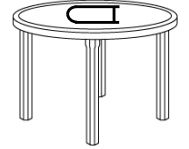
Serkan Yılmaz  
ODTÜ Fizik Eğitimi Doktora Öğrencisi  
Hacettepe Üniv. Fen Bil. Eğit. Arş. Gör.  
serkany@hacettepe.edu.tr

Adı Soyadı:	_____
Üniversite:	_____
Bölüm:	_____
Sınıfı:	_____
Doğum Tarihi:	____ / 19____ (Ay/Yıl)
Cinsiyeti:	<input type="checkbox"/> Bay <input type="checkbox"/> Bayan





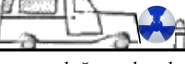
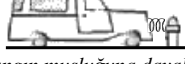


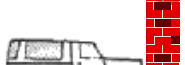






#### Yönergeler:

1. Teste başlamadan önce yukarıda bırakılan boş kısımlara adınızı, soyadınızı, üniversitenizi, bölümünüzü, sınıfınızı, doğum yılınızı ve cinsiyetinizi yazınız. Bu bilgiler, araştırmacı tarafından sadece analiz amacıyla kullanılacaktır. Hiçbir şekilde hiçbir yerde isim kullanılmayacak veya ikinci şahıslar bu bilgilere ulaşamayacaktır.
2. Sonuçlar hiçbir şekilde ders notlarınızı kötü yönde etkilemeyecektir.
3. Lütfen soruları okuduktan sonra iyice düşünerek tüm soruları cevaplayınız.
4. Sorularda kullanılan deniz topları hiçbir durumda patlamamakta, yaylar esneklik özelliğini yitirmemekte ve eğer bu cisimler başka varlıklara bağlanmışlarsa o şekilde kalabilmektedirler. Şıklarda kullanılan aynı varlıklar yazılması unutulduysa bile özdeşirler.
5. Sınav süresi 35 dakikadır.

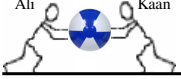
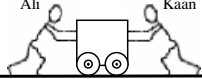

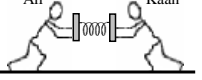
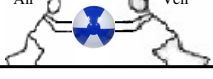
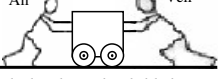
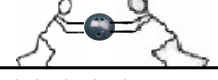
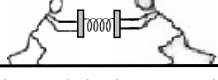

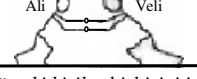
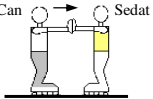
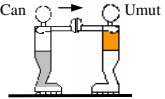
1. Elinizde değişik ebatlarda ve farklı maddelerden yapılmış farklı **esnekliğe** sahip cisimler mevcuttur. Bu cisimlerin her birinin üzerine aynı kitabı koyuyorsunuz. Bu cisimlerden hangi(s)i/leri kitaba yukarı doğru bir kuvvet uygular? / Bu cevaplarınızdan ne kadar eminsiniz?

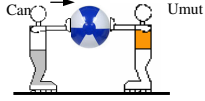
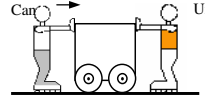
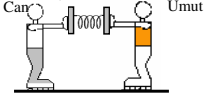
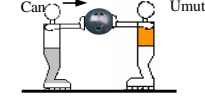
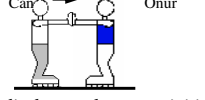
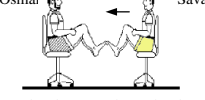


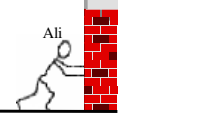
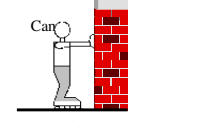
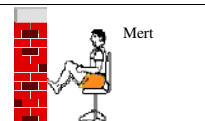
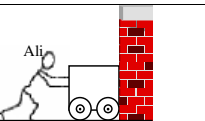
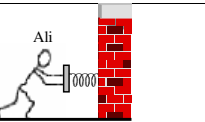
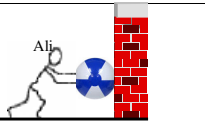
 <p>1</p> <p>Patlamayan balon (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	 <p>2</p> <p>Basketbol topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	 <p>3</p> <p>İnce plastik yay (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
 <p>4</p> <p>Futbol topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	 <p>5</p> <p>Puf minder (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	 <p>6</p> <p>Sünger minder (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
 <p>7</p> <p>Bulaşık Süngeri (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	 <p>8</p> <p>Deniz topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	 <p>9</p> <p>Bovling topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
 <p>10</p> <p>Trambolin (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	 <p>11</p> <p>Sert yay (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	 <p>12</p> <p>İnce tahta (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
 <p>13</p> <p>Araba lastiği (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	 <p>14</p> <p>Beton duvar (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	 <p>15</p> <p>Cam masa (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
 <p>16</p> <p>Mukavva karton (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	 <p>17</p> <p>Demir masa (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	 <p>18</p> <p>Plastik masa (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>

2. Aşağıdaki şekillerde farklı cisimlerin birbirleriyle etkileşim içerisinde olduğu ve aynı aracın çeşitli cisimlere yavaşça çarptığı çeşitli durumlar ve kısa açıklamaları verilmiştir. Sonuç olarak varlıklarda farklı hasarlar meydana gelmektedir. Bu durumlardan hangi(si)/lerinde varlıkların birbirlerine (sıkıştırılırken/çarptırırken) uyguladıkları kuvvetler eşittir? / Bu cevaplarınızdan ne kadar eminsiniz?

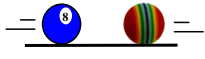
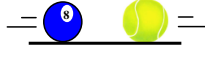
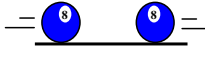

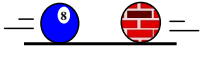





 1 Araba yangın musluğuna çarpmakta ve hasar yok <b>(E) (H) / ....</b> Nedeni: _____	 2 Araba yangın musluğuna çarpmakta ve musluk hasarlı <b>(E) (H) / ....</b> Nedeni: _____	 3 Araba yangın musluğuna çarpmakta ve araba hasarlı <b>(E) (H) / ....</b> Nedeni: _____
 4 Araba yangın musluğuna çarpmakta ve her ikisi de hasarlı <b>(E) (H) / ....</b> Nedeni: _____	 5 Yangın musluğuna dayalı deniz topu ve hasar yok i) Araba ile top ii) Musluk ile top <b>(E) (H) / .... (E) (H) / ....</b> Nedeni (i): _____	 6 Yangın musluğuna dayalı yay ve hasar yok i) Araba ile yay ii) Musluk ile yay <b>(E) (H) / .... (E) (H) / ....</b> Nedeni (ii): _____
 7 Yangın musluğuna dayalı deniz topu ve musluk hasarlı i) Araba ile top ii) Musluk ile top <b>(E) (H) / .... (E) (H) / ....</b> Nedeni (i): _____	 8 Yangın musluğuna dayalı yay ve musluk hasarlı i) Araba ile yay ii) Musluk ile yay <b>(E) (H) / .... (E) (H) / ....</b> Nedeni (i): _____	 9 Araba duvara çarpmakta ve hasar yok <b>(E) (H) / ....</b> Nedeni: _____
 10 Araba duvara çarpmakta ve araba hasarlı <b>(E) (H) / ....</b> Nedeni: _____	 11 Araba duvara çarpmakta ve her ikisi de hasarlı <b>(E) (H) / ....</b> Nedeni: _____	 12 Araba duvara çarpmakta ve duvar hasarlı <b>(E) (H) / ....</b> Nedeni: _____
 13 Duvara dayalı patlamayan deniz topu ve hasar yok i) Araba ile top ii) Duvar ile top <b>(E) (H) / .... (E) (H) / ....</b> Nedeni (i): _____	 14 Duvara dayalı bozulmayan yay ve hasar yok i) Araba ile yay ii) Duvar ile yay <b>(E) (H) / .... (E) (H) / ....</b> Nedeni (ii): _____	 15 İkisine de dayalı deniz topları ve hasar yok i) Araba ile 1. top ii) Duvar ile 2. top <b>(E) (H) / .... (E) (H) / ....</b> Nedeni (i): _____

3. Aşağıdaki şekillerde **farklı güçteki** kişilerin birbirleriyle ve bazı cisimler ile etkileşim içerisinde olduğu çeşitli durumlar ve kısa açıklamaları verilmiştir. Bu durumların hangi(sı)/lerinde (itilirken/sıkıştırılırken) varlıkların birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşittir? / Bu cevaplarınızdan ne kadar eminsiniz? (Not: Patenli ve tekerlekli sorularda yerdeki sürtünme tüm varlıklar için aynı ve önemsenmeyecek kadar azdır)

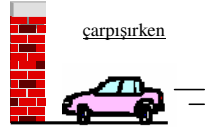

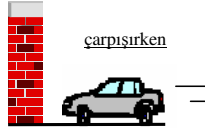

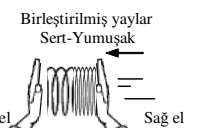

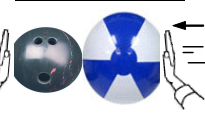

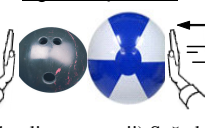
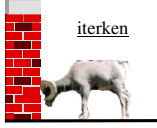
<p>1</p>  <p><i>Aynı güçteki kişiler deniz topunu iterken</i></p> <p>i) Ali ile deniz topu (E) (H) / .... ii) Kaan ile deniz topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (i): _____</p>	<p>2</p>  <p><i>Aynı güçteki kişiler tekerlekli kasayı iterken</i></p> <p>i) Ali ile tekerlekli kasa (E) (H) / .... ii) Kaan ile tekerlekli kasa (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (ii): _____</p>
<p>3</p>  <p><i>Aynı güçteki kişiler bowling topunu iterken</i></p> <p>i) Ali ile bowling topu (E) (H) / .... ii) Kaan ile bowling topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (ii): _____</p>	<p>4</p>  <p><i>Aynı güçteki kişiler yayı iterken</i></p> <p>i) Ali ile yay (E) (H) / .... ii) Kaan ile yay (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (i): _____</p>
<p>5</p>  <p><i>Farklı güçteki kişiler deniz topunu iterken</i></p> <p>i) Ali ile deniz topu (E) (H) / .... ii) Veli ile deniz topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (i): _____</p>	<p>6</p>  <p><i>Farklı güçteki kişiler tekerlekli kasayı iterken</i></p> <p>i) Ali ile tekerlekli kasa (E) (H) / .... ii) Veli ile tekerlekli kasa (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (i): _____</p>
<p>7</p>  <p><i>Farklı güçteki kişiler bowling topunu iterken</i></p> <p>i) Ali ile bowling topu (E) (H) / .... ii) Veli ile bowling topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (ii): _____</p>	<p>8</p>  <p><i>Farklı güçteki kişiler yayı iterken</i></p> <p>i) Ali ile yay (E) (H) / .... ii) Veli ile yay (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (ii): _____</p>
<p>9</p>  <p><i>Aynı güçteki kişiler birbirini iterken</i></p> <p>Ali ile Kaan (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni : _____</p>	<p>10</p>  <p><i>Farklı güçteki kişiler birbirini iterken</i></p> <p>Ali ile Veli (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
<p>11</p>  <p><i>Can kendinden güçsüz patenciyi iterken</i></p> <p>Can ile Sedat (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	<p>12</p>  <p><i>Can aynı güçteki patenciyi iterken</i></p> <p>Can ile Umut (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>

<p>13</p>  <p>Can <i>aynı</i> güçteki Umut'u deniz topundan iterken</p> <p>i) Can ile deniz topu (E) (H) / ....      ii) Umut ile deniz topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (ii): _____</p>	<p>14</p>  <p>Can <i>aynı</i> güçteki Umut'u tekerlekli kasadan iterken</p> <p>i) Can ile tekerlekli kasa (E) (H) / ....      ii) Umut ile tekerlekli kasa (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (i): _____</p>
<p>15</p>  <p>Can <i>aynı</i> güçteki Umut'u yaydan iterken</p> <p>i) Can ile yay (E) (H) / ....      ii) Umut ile yay (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (i): _____</p>	<p>16</p>  <p>Can <i>aynı</i> güçteki Umut'u bowling topundan iterken</p> <p>i) Can ile bowling topu (E) (H) / ....      ii) Umut ile bowling topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (ii): _____</p>
<p>17</p>  <p>Can kendinden <i>güçlü</i> patenciyi iterken</p> <p>Can ile Onur (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	<p>18</p>  <p>Savaş kendinden <i>güçlü</i> arkadaşını iterken</p> <p>Savaş ile Osman (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
<p>19</p>  <p>Mert <i>aynı</i> güçteki arkadaşını iterken</p> <p>Mert ile Osman (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	<p>20</p>  <p>Emre kendinden <i>gücsüz</i> arkadaşını iterken</p> <p>Emre ile Osman (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
<p>21</p>  <p>Ali duvarı iterken</p> <p>Ali ile duvar (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	<p>22</p>  <p>Can patenciyi duvarı iterken</p> <p>Can ile duvar (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
<p>23</p>  <p>Mert ayağıyla duvarı iterken</p> <p>Mert ile duvar (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	<p>24</p>  <p>Duvara dayalı tekerlekli kasayı iterken</p> <p>i) Ali ile kasa (E) (H) / ....      ii) Duvar ile kasa (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (i): _____</p>
<p>25</p>  <p>Duvara dayalı yayı iterken</p> <p>i) Ali ile yay (E) (H) / ....      ii) Duvar ile yay (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (ii): _____</p>	<p>26</p>  <p>Duvara dayalı deniz topunu iterken</p> <p>i) Ali ile top (E) (H) / ....      ii) Duvar ile top (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (i): _____</p>

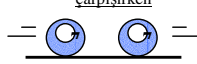
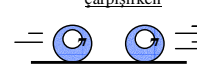



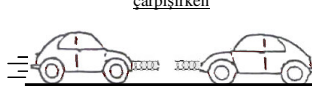

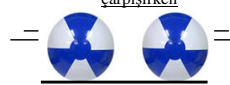
4. Aşağıdaki şekillerde farklı sertliğe sahip varlıkların birbirleriyle etkileşim içerisinde olduğu çeşitli durumlar ve kısa açıklamaları verilmiştir. Bu durumlardan hangi(si)/lerinde varlıkların (itilirken/sıkıştırılırken/çarpışırken) birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşittir? / Bu cevaplarınızdan ne kadar eminsiniz?

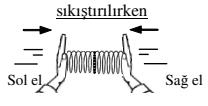
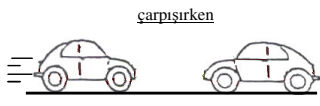
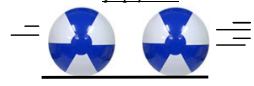
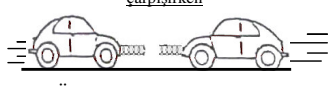
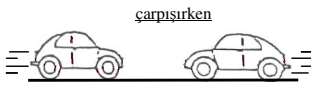
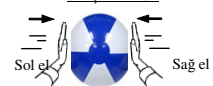

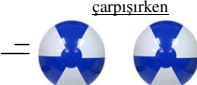

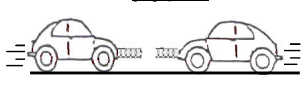
<p>1</p> <p style="text-align: center;"><u>çarpışırken</u></p>  <p>Eşit hızlı bilardo topu ile yumuşak top (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	<p>2</p> <p style="text-align: center;"><u>çarpışırken</u></p>  <p>Eşit hızlı bilardo topu ile tenis topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
<p>3</p> <p style="text-align: center;"><u>çarpışırken</u></p>  <p>Eşit hızlı bilardo topları (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	<p>4</p> <p style="text-align: center;"><u>çarpışırken</u></p>  <p>Eşit hızlı bilardo topu ile camdan bilye (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
<p>5</p> <p style="text-align: center;"><u>çarpışırken</u></p>  <p>Eşit hızlı bilardo topu ile beton parça (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	<p>6</p> <p style="text-align: center;"><u>çarpışırken</u></p>  <p>Eşit hızlı bilardo topu ile mermer cisim (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
<p>7</p> <p style="text-align: center;"><u>çarpışırken</u></p>  <p>Eşit hızlı bilardo topu ile demir bilye (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	<p>8</p> <p style="text-align: center;"><u>çarpışırken</u></p>  <p>Özdeş plastik kaportalı eşit hızlı araçlar (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
<p>9</p> <p style="text-align: center;"><u>çarpışırken</u></p>  <p><u>Farklı</u> kaportalı eşit hızlı araçlar (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	<p>10</p> <p style="text-align: center;"><u>çarpışırken</u></p>  <p><u>Farklı</u> kaportalı eşit hızlı araçlar (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>






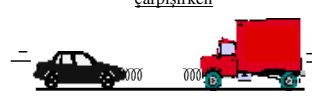
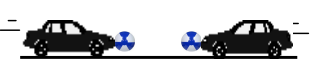

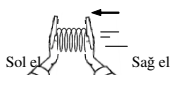
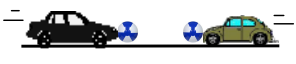


<p>11</p>  <p>Plastik kaportalı araç ile duvar (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	<p>12</p>  <p>Metal saç kaportalı araç ile duvar (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
<p>13</p>  <p>Çelik kaportalı araç ile duvar (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	<p>14</p> <p><u>iki yönlü sıkıştırılırken</u></p> <p>Birleştirilmiş yaylar Sert-Yumuşak</p>  <p>i) Sol el ile sert yay (E) (H) / ....      ii) Sağ el ile yumuşak yay (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (ii): _____</p>
<p>15</p> <p><u>sağdan sıkıştırılırken</u></p> <p>Birleştirilmiş yaylar Sert-Yumuşak</p>  <p>i) Sol el ile sert yay (E) (H) / ....      ii) Sağ el ile yumuşak yay (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (i): _____</p>	<p>16</p> <p><u>soldan sıkıştırılırken</u></p> <p>Birleştirilmiş yaylar Sert-Yumuşak</p>  <p>i) Sol el ile sert yay (E) (H) / ....      ii) Sağ el ile yumuşak yay (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (ii): _____</p>
<p>17</p> <p><u>iki yönlü sıkıştırılırken</u></p>  <p>i) Sol el ile bowling topu (E) (H) / ....      ii) Sağ el ile deniz topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (i): _____</p>	<p>18</p> <p><u>soldan sıkıştırılırken</u></p>  <p>i) Sol el ile bowling topu (E) (H) / ....      ii) Sağ el ile deniz topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (ii): _____</p>
<p>19</p> <p><u>sağdan sıkıştırılırken</u></p>  <p>i) Sol el ile bowling topu (E) (H) / ....      ii) Sağ el ile deniz topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (ii): _____</p>	<p>20</p>  <p>Sert boynuzlu keçi ile beton duvar (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>






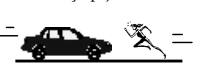
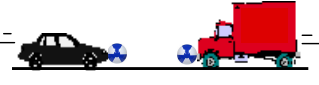



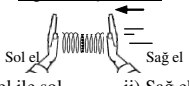

5. Aşağıdaki şekillerde **hızları** farklı veya aynı olabilen çeşitli cisimlerin birbirleriyle etkileşim içerisinde olduğu bazı durumlar ve kısa açıklamaları verilmiştir. Bu durumlardan hangi(si)/lerinde varlıkların birbirlerine (sıkıştırılırken/çarpışırken) uyguladıkları kuvvetler eşittir? / Bu cevaplarınızdan ne kadar eminsiniz?

<p>1</p> <p style="text-align: center;"><u>çarpışırken</u></p>  <p>Eşit hızlı özdeş bilardo topları (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	<p>2</p> <p style="text-align: center;"><u>çarpışırken</u></p>  <p>Farklı hızlı özdeş bilardo topları (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
<p>3</p> <p style="text-align: center;"><u>çarpışırken</u></p>  <p>Biri duran özdeş bilardo topları (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	<p>4</p> <p style="text-align: center;"><u>sıkıştırılırken</u></p>  <p>i) Sol el ile bowling topu (E) (H) / ....      ii) Sağ el ile bowling topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (i): _____</p>
<p>5</p> <p style="text-align: center;"><u>çarpışırken</u></p>  <p>Farklı hızlı iki özdeş araba (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	<p>6</p> <p style="text-align: center;"><u>çarpışırken</u></p>  <p>Biri duran özdeş yay bağlı özdeş arabalar (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
<p>7</p> <p style="text-align: center;"><u>sıkıştırılırken</u></p>  <p>i) Sol el ile yay (E) (H) / ....      ii) Sağ el ile yay (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (ii): _____</p>	<p>8</p> <p style="text-align: center;"><u>çarpışırken</u></p>  <p>Eşit hızlı özdeş deniz topları (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>




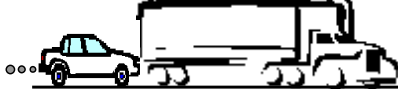








<p>9</p>  <p>i) Sol el ile sol yay (E) (H) / .... ii) Sağ el ile sağ yay (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (i): _____</p>	<p>10</p>  <p>Biri duran özdeş iki araba (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
<p>11</p>  <p>Farklı hızlı özdeş deniz topları (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	<p>12</p>  <p>Özdeş yay bağlı farklı hızlı özdeş arabalar (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
<p>13</p>  <p>Aynı hızlı iki özdeş araba (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	<p>14</p>  <p>i) Sol el ile deniz topu (E) (H) / .... ii) Sağ el ile deniz topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (i): _____</p>
<p>15</p>  <p>i) Sol el ile bowling topu (E) (H) / .... ii) Sağ el ile bowling topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (ii): _____</p>	<p>16</p>  <p>Biri duran özdeş deniz topları (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
<p>17</p>  <p>i) Sol el ile sol deniz topu (E) (H) / .... ii) Sağ el ile sağ deniz topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (i): _____</p>	<p>18</p>  <p>Aynı hızlı özdeş yay bağlı özdeş arabalar (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>






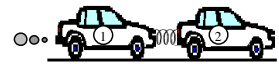


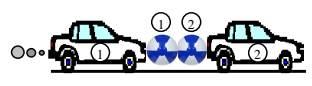
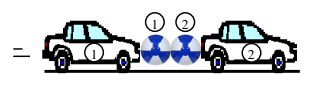
6. Aşağıdaki şekillerde farklı **kütlelere** sahip varlıkların birbirleriyle etkileşim içerisinde olduğu çeşitli durumlar ve kısa açıklamaları verilmiştir. Çarpışan varlıklar eşit hızlarla hareket etmektedirler. Bu durumlardan hangi(si)/lerinde varlıkların birbirlerine (sıkıştırılırken/çarpışırken) uyguladıkları kuvvetler eşittir? / Bu cevaplarınızdan ne kadar eminsiniz?

<p>1</p> <p style="text-align: center;"><u>sağdan sıkıştırılırken</u></p>  <p>i) Sol el ile deniz topu (E) (H) / ....      ii) Sağ el ile deniz topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (i): _____</p>	<p>2</p> <p style="text-align: center;"><u>çarpışırken</u></p>  <p>Bisikletçi (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
<p>3</p> <p style="text-align: center;"><u>çarpışırken</u></p>  <p>Baraj kamyonu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	<p>4</p> <p style="text-align: center;"><u>çarpışırken</u></p>  <p>Yay bağlı yük kamyoneti (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
<p>5</p> <p style="text-align: center;"><u>çarpışırken</u></p>  <p>Deniz topu bağlı özdeş başka bir araç (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	<p>6</p> <p style="text-align: center;"><u>sağdan sıkıştırılırken</u></p>  <p>i) Sol el ile bowling topu (E) (H) / ....      ii) Sağ el ile bowling topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (ii): _____</p>
<p>7</p> <p style="text-align: center;"><u>sağdan sıkıştırılırken</u></p>  <p>i) Sol el ile yay (E) (H) / ....      ii) Sağ el ile yay (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (i): _____</p>	<p>8</p> <p style="text-align: center;"><u>çarpışırken</u></p>  <p>Deniz topu bağlı küçük araba (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
<p>9</p> <p style="text-align: center;"><u>çarpışırken</u></p>  <p>Yay bağlı araba (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	<p>10</p> <p style="text-align: center;"><u>çarpışırken</u></p>  <p>Küçük bir araba (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>

<p>11</p> <p><u>çarpışırken</u></p>  <p>Uzun bir tır (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	<p>12</p> <p><u>çarpışırken</u></p>  <p>Yay bağılı özdeş başka bir araç (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
<p>13</p> <p><u>çarpışırken</u></p>  <p>Yük kamyoneti (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	<p>14</p> <p><u>çarpışırken</u></p>  <p>Öğrenci servis otobüsü (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
<p>15</p> <p><u>çarpışırken</u></p>  <p>Özdeş başka araç (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	<p>16</p> <p><u>çarpışırken</u></p>  <p>Koşmakta olan atlet (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
<p>17</p> <p><u>çarpışırken</u></p>  <p>Deniz topu bağılı yük kamyoneti (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	<p>18</p> <p><u>sağdan sıkıştırılırken</u></p>  <p>i) Sol el ile sol top (E) (H) / ....</p> <p>ii) Sağ el ile sağ top (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (ii): _____</p>
<p>19</p> <p><u>sağdan sıkıştırılırken</u></p>  <p>i) Sol el ile bowling topu (E) (H) / ....</p> <p>ii) Sağ el ile bowling topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (i): _____</p>	<p>20</p> <p><u>çarpışırken</u></p>  <p>Motosiklet (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
<p>21</p> <p><u>sağdan sıkıştırılırken</u></p>  <p>i) Sol el ile sol yay (E) (H) / ....</p> <p>ii) Sağ el ile sağ yay (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (ii): _____</p>	<p>22</p> <p><u>çarpışırken</u></p>  <p>Çekici kamyonet (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>

7. Aşağıdaki şekillerde cisimlerin birbirleriyle etkileşim içerisinde olduğu çeşitli durumlar ve kısa açıklamaları verilmiştir. Arkadaki araç, bozulan öndeki diğer aracı itip **ivmelenerek** veya **sabit hızla** en yakın tamirciye ulaştırmaya çalışmaktadır. Bu durumlardan hangi(si)/lerinde varlıkların birbirlerine (itilirken) uyguladıkları kuvvetler eşittir? / Bu cevaplarınızdan ne kadar eminsiniz? (Not: *İvme*: Cismin birim zamandaki hızındaki değişimdir. 1. sn'de 10, 2. sn'de 20, 3. sn'de 30m/sn olup hızının sürekli artması gibi)

<p>1 </p> <p>Küçük aracı <b>ivmelenirirken</b> (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	<p>2 </p> <p>Özdeş başka aracı <b>ivmelenirirken</b> (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
<p>3 </p> <p>Su tankerini <b>ivmelenirirken</b> (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	<p>4 </p> <p>Hareket ettiremediği halde tırı iterken (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
<p>5 </p> <p>Küçük aracı <b>sabit hızla</b> hareket ettirirken (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	<p>6 </p> <p>Özdeş aracı <b>sabit hızla</b> hareket ettirirken (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
<p>7 </p> <p>Su tankerini <b>sabit hızla</b> hareket ettirirken (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	<p>8 </p> <p>Patenciyi <b>ivmelenirirken</b> (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
<p>9 </p> <p>Patenciyi itip <b>sabit hızla</b> hareket ettirirken (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>	<p>10 </p> <p>Hareket ettiremedikleri halde Süperman'ı iterken (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni: _____</p>
<p>11 </p> <p>Hareket ettiremediği halde yaya tırı iterken</p> <p>i) Araba ile yay (E) (H) / .... ii) Tır ile yay (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (i): _____</p>	<p>12 </p> <p>Hareket ettiremediği halde deniz topundan tırı iterken</p> <p>i) Araba ile deniz topu (E) (H) / .... ii) Tır ile deniz topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (ii): _____</p>

<p>13</p>  <p><i>Aralarında deniz topu olup tankeri <u>ivmelandirirken</u></i></p> <p>i) Araba ile deniz topu (E) (H) / ....      ii) Tanker ile deniz topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (i): _____</p>	<p>14</p>  <p><i>Aralarında deniz topu olup vosvosu <u>ivmelandirirken</u></i></p> <p>i) Araba ile deniz topu (E) (H) / ....      ii) Vosvos ile deniz topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (ii): _____</p>
<p>15</p>  <p><i>Tankeri <u>sabit hızla</u> hareket ettirirken</i></p> <p>i) Araba ile deniz topu (E) (H) / ....      ii) Tanker ile deniz topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (ii): _____</p>	<p>16</p>  <p><i>Vosvosu <u>sabit hızla</u> hareket ettirirken</i></p> <p>i) Araba ile deniz topu (E) (H) / ....      ii) Vosvos ile deniz topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (i): _____</p>
<p>17</p>  <p><i>Deniz topundan iterek <u>özdeş aracı ivmelandirirken</u></i></p> <p>i) 1. araba ile deniz topu (E) (H) / ....      ii) 2. araba ile deniz topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (i): _____</p>	<p>18</p>  <p><i>Yaydan iterek <u>özdeş aracı ivmelandirirken</u></i></p> <p>i) 1. araba ile yay (E) (H) / ....      ii) 2. araba ile yay (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (ii): _____</p>
<p>19</p>  <p><i>Özdeş aracı <u>sabit hızla</u> hareket ettirirken</i></p> <p>i) 1. araba ile deniz topu (E) (H) / ....      ii) 2. araba ile deniz topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (i): _____</p>	<p>20</p>  <p><i>Özdeş aracı <u>sabit hızla</u> hareket ettirirken</i></p> <p>i) 1. araba ile yay (E) (H) / ....      ii) 2. araba ile yay (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (ii): _____</p>
<p>21</p>  <p><i>Özdeş aracı <u>ivmelandirirken</u></i></p> <p>i) 1. araba ile 1. deniz topu (E) (H) / ....      ii) 2. araba ile 2. deniz topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (i): _____</p>	<p>22</p>  <p><i>Özdeş aracı <u>sabit hızla</u> hareket ettirirken</i></p> <p>i) 1. araba ile 1. deniz topu (E) (H) / ....      ii) 2. araba ile 2. deniz topu (E) (H) / ....</p> <p>Nedeni (ii): _____</p>

## APPENDIX B

## ATTITUDE TOWARD THE CONTENT “NEWTON’S THIRD LAW”

## Newton’un 3. Yasası Konusuna Karşı Tutum Ölçeği

**Açıklama:** Bir görüş veya yargı bildiren aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyunuz. Bu görüşe ne ölçüde katılıp katılmadığınızı belirtmek için sağ taraftaki sütunda yanıt olarak verilen beş seçenekten birini (X) şeklinde işaretleyerek belirtiniz. Seçenekler “Kesinlikle Katılıyorum”, “Katılıyorum”, “Kararsızım”, “Katılmıyorum”, “Kesinlikle Katılmıyorum” dur.

Adı Soyadı: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_ Sınıf / Şube: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

No	“NEWTON’UN 3. HAREKET YASASI” * Etki-tepki prensibi	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
1	“Newton’un 3. Hareket Yasası” konusunu severim.	( )	( )	( )	( )	( )
2	“Newton’un 3. Hareket Yasası” konusuna karşı olumlu hislerim vardır.	( )	( )	( )	( )	( )
3	“Newton’un 3. Hareket Yasası” konusundan öğrendiklerimin hayatımı kolaylaştıracağına inanıyorum.	( )	( )	( )	( )	( )
4	“Newton’un 3. Hareket Yasası” konusunun gelecekte öneminin artacağına inanmıyorum.	( )	( )	( )	( )	( )
5	“Newton’un 3. Hareket Yasası” konusunun, ilerideki çalışmalarında bana yararlı olacağına inanıyorum.	( )	( )	( )	( )	( )
6	“Newton’un 3. Hareket Yasası” konusunda başarılı olmak için elimden geleni yaparım.	( )	( )	( )	( )	( )
7	“Newton’un 3. Hareket Yasası” konusunda elimden gelenin en iyisini yapmaya çalışırım.	( )	( )	( )	( )	( )
8	“Newton’un 3. Hareket Yasası” konusunda başarısız olduğumda daha çok çabalamam.	( )	( )	( )	( )	( )
9	“Newton’un 3. Hareket Yasası” konusunu öğrenebileceğimden eminim.	( )	( )	( )	( )	( )
10	“Newton’un 3. Hareket Yasası” konusunda başarılı olabileceğimden eminim.	( )	( )	( )	( )	( )
11	“Newton’un 3. Hareket Yasası” konusunun kullanıldığı zor problemleri yapabileceğimden emin değilim.	( )	( )	( )	( )	( )
12	“Newton’un 3. Hareket Yasası” konusunun geçerli olduğu problemler ne kadar zor olursa olsun, elimden geleni yaparım.	( )	( )	( )	( )	( )
13	“Newton’un 3. Hareket Yasası” konusunun ilerideki meslek hayatımda önemli bir yeri olacağını düşünüyorum.	( )	( )	( )	( )	( )
14	“Newton’un 3. Hareket Yasası” konusundan öğrendiklerimin, gündelik hayatta işime yarayacağını düşünüyorum.	( )	( )	( )	( )	( )
15	“Newton’un 3. Hareket Yasası” konusu veya teknolojiye uygulaması ile ilgili kitaplar okumaktan hoşlanırım.	( )	( )	( )	( )	( )
16	“Newton’un 3. Hareket Yasası” konusu benim için eğlencelidir.	( )	( )	( )	( )	( )
17	Okulda “Newton’un 3. Hareket Yasası” konusunu çalışmaktan hoşlanmam.	( )	( )	( )	( )	( )
18	“Newton’un 3. Hareket Yasası” ile ilgili daha zor problemler ile başa çıkabileceğimden eminim.	( )	( )	( )	( )	( )
19	Okuldan sonra arkadaşlarla “Newton’un 3. Hareket Yasası” konusu hakkında konuşmak zevklidir.	( )	( )	( )	( )	( )
20	Bana hediye olarak “Newton’un 3. Hareket Yasası” ile ilgili bir kitap veya konu ile ilgili aletler, araçlar verilmesinden hoşlanırım.	( )	( )	( )	( )	( )
21	Yeterince vaktim olursa “Newton’un 3. Hareket Yasası” ile ilgili en zor problemleri bile çözebileceğimden eminim.	( )	( )	( )	( )	( )
22	Arkadaşlarla “Newton’un 3. Hareket Yasası” konusu veya teknolojiye ilgili meseleleri konuşmaktan hoşlanırım.	( )	( )	( )	( )	( )
23	“Newton’un 3. Hareket Yasası” konusunun el becerilerimin gelişmesine katkıda bulunmasını olumlu buluyorum.	( )	( )	( )	( )	( )
24	“Newton’un 3. Hareket Yasası” konusu ile ilgili okuldan sonra çalıştığım ders saatlerinin daha çok olmasını istemem.	( )	( )	( )	( )	( )



## APPENDIX C

### MULTIPLE CHOICE THREE-TIER DIAGNOSTIC TEST

#### Newton'un 3. Hareket Yasası Tamı Testi

Bu test, öğrencilerin çeşitli durum ve olaylarda kuvvet ve hareket ile ilgili anlayışlarını ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Test, 15 adet üç basamaklı çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır. Her sorunun ilk basamağında belirtilen durum için doğru olan seçenek, ikinci basamakta ise bu seçeneği seçme nedeninizi sorgulanmaktadır. Üçüncü basamakta da bu verdiğiniz iki cevaptan emin olup olmadığınızı araştırılmaktadır. Bu testteki sorular kavramsal olup işlem yapmanıza gerek kalmamaktadır. Test tamamen sizlerin bu fizik konusundaki gerçek düşüncelerinizi teşhis amacıyla uygulanmaktadır. Sonuçlar hiçbir şekilde ders notlarınızı kötü yönde etkilemeyecektir.

Test sonucunda hem sizler kuvvet ve hareket konularının çeşitli durumlardaki ilişkilerini inceleme, eksiklerinizi görme ve bu konuya ne kadar hakim olduğunuzu irdeleme imkanı bulacaksınız hem de bizler konuyu inceleyip daha kaliteli materyaller hazırlama ve eğitim yapma yönünde yol kat edeceğiz. Bu nedenle sorulara düşünerek, titizlikle ve içtenlikle cevap vermeniz önem taşımaktadır.

Katkılarınızdan dolayı teşekkürler.

Serkan Yılmaz  
ODTÜ Fizik Eğitimi Doktora Öğrencisi  
Hacettepe Üniv. Fen Bil. Eğit. Arş. Gör.

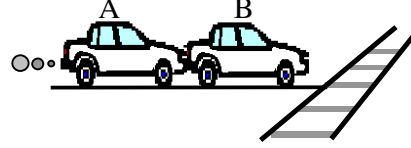
Adı Soyadı:	_____
Üniversite:	_____
Bölüm:	_____
Sınıfı:	_____
Doğum Tarihi:	____ / 19 ____ (Ay/Yıl)
Cinsiyeti:	<input type="checkbox"/> Bay <input type="checkbox"/> Bayan

#### Yönergeler:

1. Teste başlamadan önce yukarıda bırakılan boş kısımlara adınızı, soyadınızı, üniversitenizi, bölümünüzü, sınıfınızı, doğum tarihinizi ve cinsiyetinizi yazınız.
2. Soruların tamamına cevap vermeye çalışınız.
3. Her sorunun doğru şikkını yuvarlak içine alınız.
4. Sorular birbirlerine benzer gözükmektedir. Her bir soruyu bağımsız olarak düşününüz. Bir soruda verdiğiniz cevabın diğer soruda sizi yanlış bir yöneline götürmesine izin vermeyiniz.
5. Sorularda verilen şıkların kendi görüşünüzü yansıtmadığını düşünüyorsanız, [\_\_\_\_] şeklinde boş bırakılan seçeneklere kendi cevabınızı yazınız. Buraya yazacağınız cevaplarınızın verilen seçeneklerde olmadığından emin olunuz.
6. Sınav süresi 35 dakikadır.

Başarılar...

- 1.1. Kötü adamlar bir A aracı ile hemzemin geçidin önünde durmakta olan eşit kütleli bir B aracının arkasına yanaşıyorlar. A aracı B aracını tam tren gelmesine yakın tren raylarına itmeye çalışıyor. B aracı ise var gücüyle geriye doğru gitmeye çalışıyor. A aracı B'yi hareket ettirip ivmelendirerek git gide hızlandırmaya başlıyor. Buna göre, hızlanma esnasında araçların birbirlerine uyguladıkları kuvvetler için aşağıdakilerden hangisi doğru olur?



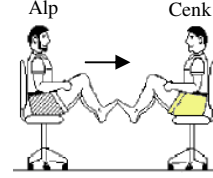
- A) A'nın B'ye uyguladığı kuvvet, B'nin A'ya uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.  
 B) B'nin A'ya uyguladığı kuvvet, A'nın B'ye uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.  
 C) B aracı A'ya kuvvet uygular ama A aracı B'ye kuvvet uygulamaz.  
 D) A aracı B'ye kuvvet uygular ama B aracı A'ya kuvvet uygulamaz.  
 E) Birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşit büyüklüktedir.
- 1.2. Yukarıda verdiğim cevabın sebebi;  
 A) Araçların kütleleri eşittir.  
 B) A aracı B'yi iterek ivmelendirmektedir.  
 C) Araçlar temas edip etkileşim içersinde oldukları için birbirlerine eşit kuvvet uygular.  
 D) A aracı sağa, B aracı ise sola doğru gitmeye çalışmaktadır.  
 E) Diğer [ \_\_\_\_\_ ]
- 1.3. Yukarıdaki iki soruya verdiğim cevapların doğruluğundan;  
 A) Kesinlikle eminim B) Emin sayılıırım C) Pek emin değilim D) Hiç emin değilim

- 2.1. Bilardo oynayan iki arkadaş süreleri dolmak üzereyken hemen aceleyle son birer vuruş daha yapmak istiyorlar. İkisi de fark etmeden özdeş birer bilardo topuna aynı anda toplar birbirleriyle çarpışacak ve toplar sabit hızla hareket edecek şekilde vuruş yapıyorlar. 7 numaralı topun hızı diğerinden çok daha fazladır. Bilardo toplarının çarpışma anında birbirlerine uyguladıkları kuvvetlerle ilgili aşağıdaki cümlelerden hangisi doğrudur?



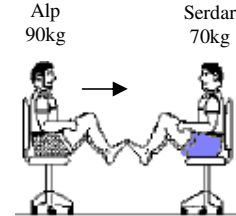
- A) Sadece 7 numaralı bilardo topu kuvvet uygular.  
 B) Sadece 9 numaralı bilardo topu kuvvet uygular.  
 C) 7 no'lu topun 9'a uyguladığı kuvvet, 9'un 7'ye uyguladığı kuvvetten daha fazladır.  
 D) 9 no'lu topun 7'ye uyguladığı kuvvet, 7'nin 9'a uyguladığı kuvvetten daha fazladır.  
 E) Birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşit büyüklüktedir.
- 2.2. Yukarıda verdiğim cevabın sebebi;  
 A) 7 numaralı bilardo topu daha hızlı hareket etmektedir.  
 B) İki bilardo topu da aynı maddeden yapılmış olup aynı sertliktedir.  
 C) Bilardo topları çarpışarak temas ettikleri için birbirlerine eşit kuvvet uygularlar.  
 D) Diğer [ \_\_\_\_\_ ]
- 2.3. Yukarıdaki iki soruya verdiğim cevapların doğruluğundan;  
 A) Kesinlikle eminim B) Emin sayılıırım C) Pek emin değilim D) Hiç emin değilim

- 3.1. Özdeş tekerlekli sandalyeler üzerinde oturmakta olan eşit kütleli iki arkadaşın Alp vücut geliştirme yapmakta ve Cenk'ten çok daha güçlüdür. Yanda görüldüğü gibi aynı şekilde durmaktadırlar. Alp birdenbire bütün gücüyle Cenk'i ayaklarından itmektedir. Buna göre, itme esnasında birbirlerine uyguladıkları kuvvetlerle ilgili aşağıdaki cümlelerden hangisi doğrudur?



- A) İkisi de birbirine kuvvet uygulamaz.  
 B) Sadece Cenk Alp'e kuvvet uygular.  
 C) Sadece Alp Cenk'e kuvvet uygular.  
 D) Alp'in uyguladığı kuvvet, Cenk'in uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.  
 E) Cenk'in uyguladığı kuvvet, Alp'in uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.  
 F) Birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşit büyüklüktedir.
- 3.2. Yukarıda verdiğim cevabın sebebi;  
 A) Alp çok daha güçlüdür.  
 B) Alp ve Cenk'in kütleleri eşittir.  
 C) Alp arkadaşını ayaklarından birdenbire itmektedir. Cenk ise sabit durmaktadır.  
 D) Alp ile Cenk etkileşim içerisinde olduklarından birbirlerine eşit kuvvet uygularlar.  
 E) Diğer [ \_\_\_\_\_ ]
- 3.3. Yukarıdaki iki soruya verdiğim cevapların doğruluğundan;  
 A) Kesinlikle eminim B) Emin sayılırım C) Pek emin değilim D) Hiç emin değilim

- 4.1. Bir önceki soru grubundaki durumu tekrar düşününüz. Fakat, bu defa 90 kg'lık Alp 70 kg'lık kendisi gibi vücut geliştirmeçi idman arkadaşı Serdar'ı ayaklarından itmektedir. İkisinin de eşit güçte olduğu bilindiğine göre, itme esnasında birbirlerine uyguladıkları kuvvetlerle ilgili aşağıdaki cümlelerden hangisi doğrudur?





- A) İkisi de birbirine kuvvet uygulamaz.  
 B) Sadece Serdar Alp'e kuvvet uygular.  
 C) Sadece Alp Serdar'a kuvvet uygular.  
 D) Alp'in Serdar'a uyguladığı, Serdar'ın Alp'e uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.  
 E) Serdar'ın Alp'e uyguladığı, Alp'in Serdar'a uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.  
 F) Birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşit büyüklüktedir.
- 4.2. Yukarıda verdiğim cevabın sebebi;  
 A) Alp ile Serdar'ın güçleri eşittir.  
 B) Alp arkadaşını ayaklarından birdenbire itmektedir. Serdar ise sabit durmaktadır.  
 C) Alp Serdar'dan daha ağırdır.  
 D) Alp ile Serdar etkileşim içerisinde olduklarından birbirlerine eşit kuvvet uygularlar.  
 E) Diğer [ \_\_\_\_\_ ]
- 4.3. Yukarıdaki iki soruya verdiğim cevapların doğruluğundan;  
 A) Kesinlikle eminim B) Emin sayılırım C) Pek emin değilim D) Hiç emin değilim

- 5.1. Bir fizik deneyinde, aynı büyüklükte ve kütlece özdeş fakat farklı sertlikte olan bir bilardo topu ile kırılmayan cam bir küre aynı hızla tam ortadan çarpışacak şekilde atılıyor. Öğrenciler hangisinin çarpışmadan sonra ne kadar mesafe gittiğini not alıyorlar. Buna göre çarpışma anında da hızları eşit olan bu cisimlerin çarpışma sırasında birbirlerine uyguladıkları kuvvetlerle ilgili aşağıdaki cümlelerden hangisi doğrudur?
- A) Sadece bilardo topu cam küreye kuvvet uygular.  
 B) Sadece cam küre bilardo topuna kuvvet uygular.  
 C) Bilardo topunun küreye uyguladığı kuvvet, kürenin topa uyguladığı kuvvetten daha fazladır.  
 D) Kürenin bilardo topuna uyguladığı kuvvet, topun küreye uyguladığı kuvvetten daha fazladır.  
 E) Birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşit büyüklüktedir.
- 5.2. Yukarıda verdiğim cevabın sebebi;  
 A) Bilardo topu daha sert maddeden yapılmıştır.  
 B) Cam küre daha sert maddeden yapılmıştır.  
 C) Cisimlerin hızları eşittir.  
 D) Cisimlerin kütleleri eşittir.  
 E) Bilardo topu ile küre çarpışıp temas ettikleri için birbirlerine eşit kuvvet uygularlar.  
 F) Diğer [ \_\_\_\_\_ ]
- 5.3. Yukarıdaki iki soruya verdiğim cevapların doğruluğundan;  
 A) Kesinlikle eminim B) Emin sayılırım C) Pek emin değilim D) Hiç emin değilim
- 6.1. Kaçmakta olan iri Rottweiler cinsi köpeğini durdurmaya çalışan sahibesi Sema hemen hızlı ve cesur bir karar ile köpeğin boynundaki tasmaya atılmıştır. Köpek boynundan tutup bırakmamakta ısrarcı olan sahibesini düz yolda sürüklemeye başlayıp, sürekli daha da hızlanarak ivmeli bir şekilde koşmasına devam etmiştir. Köpek ile sahibesinin eşit kütleli ve eşit güçte olduğu bilindiğine göre, sürüklenerek hızlanma sırasında birbirlerine uyguladıkları kuvvetler için aşağıdakilerden hangisi doğru olur?
- A) Köpeğin Sema'ya uyguladığı kuvvet, Sema'nın köpeğe uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.  
 B) Sema'nın köpeğe uyguladığı kuvvet, köpeğin Sema'ya uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.  
 C) Sema köpeğe kuvvet uygularken köpek Sema'ya kuvvet uygulamaz.  
 D) Köpek Sema'ya kuvvet uygularken Sema köpeğe kuvvet uygulamaz.  
 E) Birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşit büyüklüktedir.
- 6.2. Yukarıda verdiğim cevabın sebebi;  
 A) Köpek Sema'yı sürükleyip ivmelendirerek git gide hızını artırmaktadır.  
 B) Köpek ile Sema temas edip etkileştikleri için birbirlerine eşit kuvvet uygular.  
 C) Köpek ile Sema eşit güçtedir.  
 D) İkisinin de kütleleri eşittir.  
 E) Her ikisinin hızları da eşittir.  
 F) Diğer [ \_\_\_\_\_ ]
- 6.3. Yukarıdaki iki soruya verdiğim cevapların doğruluğundan;  
 A) Kesinlikle eminim B) Emin sayılırım C) Pek emin değilim D) Hiç emin değilim

- 7.1. Apartmanlarının önündeki yolda çocuklar top oynamaktadır. Çocuklardan bir tanesi plastik topa çok sert vurunca top sekerek apartmanın önünde sabit durmakta olan büyük plastik bir vazoya hızlı bir şekilde çarpıp onu deviriyor. Bu durumu düşünerek, plastik vazo ile plastik topun çarpışma anında birbirlerine uyguladıkları kuvvetlerle ilgili ne söylenebilir?
- A) Sadece top vazoya kuvvet uygulamıştır.  
 B) Sadece vazo topa kuvvet uygulamıştır.  
 C) Topun vazoya uyguladığı kuvvet, vazunun topa uyguladığı kuvvetten daha fazladır.  
 D) Vazonun topa uyguladığı kuvvet, topun vazoya uyguladığı kuvvetten daha fazladır.  
 E) Birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşit büyüklüktedir.
- 7.2. Yukarıda verdiğim cevabın sebebi;
- A) Vazo devrilmiştir.  
 B) İki cisim de plastikten yapılmış olup aynı sertliktedir.  
 C) Top yüksek bir hızla hareket etmekte, vazo ise hızı olmadan hareketsiz durmaktadır.  
 D) Top ile vazo çarpışıp temas ettikleri için birbirlerine eşit kuvvet uygularlar.  
 E) Diğer [ \_\_\_\_\_ ]
- 7.3. Yukarıdaki iki soruya verdiğim cevapların doğruluğundan;
- A) Kesinlikle eminim B) Emin sayılırım C) Pek emin değilim D) Hiç emin değilim
- 8.1. Şehirlerarası transit bir yolda yanlış sollama yapan Şahin marka bir araba karşı yoldan gelen son model ve sapasağlam bir Mercedes ile kafa kafaya çarpışmıştır. Çarpışma anında iki aracın da aynı hızda ve eşit kütleli olduğu bilindiğine göre, çarpışma sırasında farklı sertlikte kaportalara sahip araçların birbirlerine uyguladıkları kuvvetlerle ilgili aşağıdaki cümlelerden hangisi doğrudur?
- A) Mercedes'in Şahin'e uyguladığı kuvvet, Şahin'in Mercedes'e uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.  
 B) Şahin'in Mercedes'e uyguladığı kuvvet, Mercedes'in Şahin'e uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.  
 C) Birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşit büyüklüktedir.  
 D) Sadece Mercedes Şahin'e kuvvet uygular.  
 E) Sadece Şahin Mercedes'e kuvvet uygular.
- 8.2. Yukarıda verdiğim cevabın sebebi;
- A) Mercedes'in ön kaportası Şahin'in kaportasına göre çok daha sert bir maddeden yapılmıştır.  
 B) Şahin'in ön kaportası Mercedes'in kaportasına göre çok daha sert bir maddeden yapılmıştır.  
 C) Arabalar çarpışıp temas ettikleri için birbirlerine eşit kuvvet uygularlar.  
 D) Her iki aracın hızı çarpışma anında eşittir.  
 E) Araçların kütleleri eşittir.  
 F) Diğer [ \_\_\_\_\_ ]
- 8.3. Yukarıdaki iki soruya verdiğim cevapların doğruluğundan;
- A) Kesinlikle eminim B) Emin sayılırım C) Pek emin değilim D) Hiç emin değilim

- 9.1. Topa bakarak birbirlerini görmeden koşmakta olan eşit kütleli iki sporcu maç esnasında göğüs göğse çarpışmaktadırlar. Her ikisi de sabit hızla koşmaktadır. Ama Ahmet'in hızı Hakan'ın hızının iki katı kadardır. Sporcuların çarpışma sırasında birbirlerine uyguladıkları kuvvetlerle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
- A) Hakan'ın Ahmet'e uyguladığı kuvvet, Ahmet'in Hakan'a uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.  
 B) Ahmet'in Hakan'a uyguladığı kuvvet, Hakan'ın Ahmet'e uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.  
 C) Birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşit büyüklüktedir.  
 D) Sadece Hakan Ahmet'e kuvvet uygular.  
 E) Sadece Ahmet Hakan'a kuvvet uygular.
- 9.2. Yukarıda verdiğim cevabın sebebi;  
 A) Ahmet Hakan'ın iki katı bir hızla koşmaktadır.  
 B) Hakan ile Ahmet'in kütleleri eşittir.  
 C) Sporcular çarpışarak temas ettikleri için birbirlerine eşit kuvvet uygular.  
 D) Diğer [ \_\_\_\_\_ ]
- 9.3. Yukarıdaki iki soruya verdiğim cevapların doğruluğundan;  
 A) Kesinlikle eminim B) Emin sayılırım C) Pek emin değilim D) Hiç emin değilim
- 10.1. Eşit kütleli ve farklı güce sahip bir Ankara keçisi ile Karaman koçu dar bir köprü üzerinde karşılaşmışlar. Yol vermemek için inatlaşmışlar ve birbirlerini boynuzlarından itmeye başlamışlar. Sonuçta keçi diğerini iterek köprüden geçmeyi başarmıştır. Hayvanların bu itme süresince birbirlerine uyguladıkları kuvvetlerle ilgili aşağıdaki cümlelerden hangisi doğrudur?
- A) Sadece keçi koça kuvvet uygular.  
 B) Sadece koç keçiye kuvvet uygular.  
 C) Keçinin koça uyguladığı kuvvet, koçun keçiye uyguladığı kuvvetten daha fazladır.  
 D) Koçun keçiye uyguladığı kuvvet, keçinin koça uyguladığı kuvvetten daha fazladır.  
 E) Birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşit büyüklüktedir.
- 10.2. Yukarıda verdiğim cevabın sebebi;  
 A) İki hayvan temas ettikleri için birbirlerine eşit kuvvet uygular.  
 B) Keçi daha güçlüdür.  
 C) Hayvanların kütleleri eşittir.  
 D) Keçi daha inatçıdır.  
 E) Diğer [ \_\_\_\_\_ ]
- 10.3. Yukarıdaki iki soruya verdiğim cevapların doğruluğundan;  
 A) Kesinlikle eminim B) Emin sayılırım C) Pek emin değilim D) Hiç emin değilim

- 11.1. Farklı kütleli dev bir baraj kamyonu ile pahalı lüks bir kamyonet eşit hızlarla ilerlerken kafa kafaya çarpışmışlardır. Araçların çarpışması sırasında birbirlerine uyguladıkları kuvvetlerle ilgili aşağıdaki cümlelerden hangisi doğrudur?
- 
- A) Baraj kamyonunun kamyonete uyguladığı kuvvet, kamyonetin baraj kamyonuna uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.  
 B) Kamyonetin baraj kamyonuna uyguladığı kuvvet, baraj kamyonunun kamyonete uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.  
 C) Birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşit büyüklüktedir.  
 D) Sadece kamyonet baraj kamyonuna kuvvet uygular.  
 E) Sadece baraj kamyonu kamyonete kuvvet uygular.
- 11.2. Yukarıda verdiğim cevabın sebebi;  
 A) Araçların hızları eşittir.  
 B) Baraj kamyonunun kütlesi lüks kamyonetin kütlesinden çok fazladır.  
 C) Araçlar çarpışarak temas ettikleri için birbirlerine eşit kuvvet uygularlar.  
 D) Diğer [ \_\_\_\_\_ ]
- 11.3. Yukarıdaki iki soruya verdiğim cevapların doğruluğundan;  
 A) Kesinlikle eminim B) Emin sayılırım C) Pek emin değilim D) Hiç emin değilim
- 12.1. Ali ile Mehmet evlerinin önünde misket oynamaktadırlar. Ali, plastiğimsi bir madde olan mikadan yapılmış bilyesini atarken Mehmet de mermerden yapılmış bilyesini aynı hızla fırlatmaktadır. Farklı sertlikteki eşit kütleli iki bilye aynı hızla çarpışmaktadır. Bilyelerin çarpışma esnasında birbirlerine uyguladıkları kuvvetlerle ilgili aşağıdaki cümlelerden hangisi doğrudur?
- A) Birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşit büyüklüktedir.  
 B) Sadece mermer bilye mika olana kuvvet uygular.  
 C) Mermer bilyenin mika olana uyguladığı kuvvet, mika bilyenin mermer olana uyguladığı kuvvetten daha fazladır.  
 D) Mika bilyenin mermer olana uyguladığı kuvvet, mermer bilyenin mika olana uyguladığı kuvvetten daha fazladır.  
 E) Sadece mika bilye mermer olana kuvvet uygular.
- 12.2. Yukarıda verdiğim cevabın sebebi;  
 A) Bilyeler çarpışarak temas ettikleri için birbirlerine eşit kuvvet uygularlar.  
 B) Mermer bilye mika olana göre çok daha sert bir maddeden yapılmıştır.  
 C) Mika bilye mermer olana göre çok daha sert bir maddeden yapılmıştır.  
 D) Bilyelerin hızları eşittir.  
 E) Bilyelerin kütleleri eşittir.  
 F) Diğer [ \_\_\_\_\_ ]
- 12.3. Yukarıdaki iki soruya verdiğim cevapların doğruluğundan;  
 A) Kesinlikle eminim B) Emin sayılırım C) Pek emin değilim D) Hiç emin değilim

- 13.1. Bilek güreşi yarışmasında Berk'e rakip olarak kendisine kütlece ve yapıca denk bir rakip düşmüştür. Berk, rakibini kolayca çok çabuk yenivermiştir. Güçlerini ortaya koymaya başladıktan hemen sonra (daha Berk rakibini yenmemişken ve elleri halen temas halindeyken) sporcuların birbirlerine uyguladıkları kuvvetlerle ilgili aşağıdaki cümlelerden hangisi doğrudur?
- A) Sadece Berk rakibine kuvvet uygulamıştır.  
 B) Berk'in rakibine uyguladığı kuvvet, rakibinin kendisine uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.  
 C) Birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşit büyüklüktedir.  
 D) Sadece rakibi Berk'e kuvvet uygulamıştır.  
 E) Rakibinin Berk'e uyguladığı kuvvet, Berk'in rakibine uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.
- 13.2. Yukarıda verdiğim cevabın sebebi;  
 A) Berk çok daha güçlü olmalıdır.  
 B) Kütleleri eşittir.  
 C) Bilek güreşçileri temas halinde oldukları için birbirlerine eşit kuvvet uygular.  
 D) Diğer [ \_\_\_\_\_ ]
- 13.3. Yukarıdaki iki soruya verdiğim cevapların doğruluğundan;  
 A) Kesinlikle eminim B) Emin sayılırım C) Pek emin değilim D) Hiç emin değilim
- 14.1. Bir film sahnesinde, arkadan yavaşça gelen bir araba ayağında patenleri olup durmakta olan bir adamı ezecektir. Adam, araç yanına gelmeden biraz önce bunu fark ediyor. Elini arabaya dayayıp ezilmekten kurtulmaya çalışıyor. Arabadakiler adamı iterken gaza basarak git gide hızlanarak ivmeli hareket yapmaya başlıyorlar. Buna göre, hızlanma süresince araç ile adamın birbirlerine uyguladıkları kuvvetler için aşağıdakilerden hangisi doğru olur?
- 
- A) Arabanın adama uyguladığı kuvvet, adamın arabaya uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.  
 B) Adamın arabaya uyguladığı kuvvet, arabanın adama uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.  
 C) Birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşit büyüklüktedir.  
 D) Araba adama kuvvet uygular ama adam arabaya kuvvet uygulamaz.  
 E) Adam arabaya kuvvet uygular ama araba adama kuvvet uygulamaz.
- 14.2. Yukarıda verdiğim cevabın sebebi;  
 A) Araba adamı iterken ivmelendirmektedir.  
 B) Arabanın motoru çalışmaktadır.  
 C) Araba cansız bir cisim, adam ise canlı bir varlıktır.  
 D) Adamın ayaklarında patenler vardır.  
 E) Araba ile adam temas halinde oldukları için birbirlerine eşit kuvvet uygularlar.  
 F) Araba ile adam her an aynı hıza sahip olacaklardır.  
 G) Diğer [ \_\_\_\_\_ ]
- 14.3. Yukarıdaki iki soruya verdiğim cevapların doğruluğundan;  
 A) Kesinlikle eminim B) Emin sayılırım C) Pek emin değilim D) Hiç emin değilim



- 15.1. 50 km/saat'lik bir hızla yol almakta olan bir motosiklet yeşil ışıkta ışıklardan geçerken karşıdan gelen ve kurallara uymayıp 50 km/saat'lik hızla kırmızı ışıkta geçen itfaiye aracı ile kafa kafaya çarpışmıştır. Araçların çarpışması sırasında birbirlerine uyguladıkları kuvvetlerle ilgili aşağıdaki cümlelerden hangisi doğrudur?
- A) Sadece motosiklet itfaiye aracına kuvvet uygular.  
B) Motosikletin itfaiye aracına uyguladığı kuvvet, itfaiye aracının motosiklete uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.  
C) İtfaiye aracının motosiklete uyguladığı kuvvet, motosikletin itfaiye aracına uyguladığı kuvvetten daha büyüktür.  
D) Sadece itfaiye aracı motosiklete kuvvet uygular.  
E) Birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşit büyüklüktedir.
- 15.2. Yukarıda verdiğim cevabın sebebi;  
A) İtfaiye aracı motosikletten çok ağırdır.  
B) İtfaiye aracı ile motosikletin hızları eşittir.  
C) Araçlar çarpışarak temas ettikleri için birbirlerine eşit kuvvet uygularlar.  
D) Diğer [ \_\_\_\_\_ ]
- 15.3. Yukarıdaki iki soruya verdiğim cevapların doğruluğundan;  
A) Kesinlikle eminim B) Emin sayılırım C) Pek emin değilim D) Hiç emin değilim

## APPENDIX D

## MISCONCEPTION LIST AND THE ANSWER KEY

	Item Choices (All Three Tiers)	Items	# of items	# of 3-tiers choices	Answer Key	Order
<b>M3</b>	a. (3.1c/d, 3.2a, 3.3a/b) b. (4.1f, 4.2a, 4.3 a/b) c. (6.1e, 6.2c, 6.3 a/b) d. (10.1a/c, 10.2b, 10.3 a/b) e. (13.1a/b, 13.2a, 13.3 a/b)	<u>3</u> , <u>4</u> , <u>6</u> , <u>10</u> , <u>13</u>	(3+2)5	(3+2)5	1.1-E 1.2-C 2.1-E 2.2-C	1. M7 2. M5 3. M3 4. M6
<b>M4</b>	a. (2.1e, 2.2b, 2.3 a/b) b. (5.1a/c, 5.2a, 5.3 a/b) c. (5.1b/d, 5.2b, 5.3 a/b) d. (7.1e, 7.2b, 7.3 a/b) e. (8.1a/d, 8.2a, 8.3 a/b) f. (8.1b/e, 8.2b, 8.3 a/b) g. (12.1b/c, 12.2b, 12.3 a/b) h. (12.1d/e, 12.2c, 12.3 a/b)	<u>2</u> , <u>5</u> , <u>7</u> , <u>8</u> , <u>12</u>	(3+2)5	(6+2)8	3.1-F 3.2-D 4.1-F 4.2-D 5.1-E 5.2-E 6.1-E 6.2-B	5. M4 6. M7 7. M5 8. M4 9. M5 10. M3 11. M6 12. M4
<b>M5</b>	a. (2.1a/c, 2.2a, 2.3 a/b) b. (5.1e, 5.2c, 5.3 a/b) c. (6.1e, 6.2e, 6.3 a/b) d. (7.1a/c, 7.2c, 7.3 a/b) e. (8.1c, 8.2d, 8.3 a/b) f. (9.1b/e, 9.2a, 9.3 a/b) g. (11.1c, 11.2a, 11.3 a/b) h. (12.1a, 12.2d, 12.3 a/b) i. (14.1c, 14.2f, 14.3 a/b) j. (15.1e, 15.2b, 15.3a/b)	<u>2</u> , <u>5</u> , <u>6</u> , <u>7</u> , <u>8</u> , <u>9</u> , <u>11</u> , <u>12</u> , <u>14</u> , <u>15</u>	(3+7)10	(3+7)10	7.1-E 7.2-D 8.1-C 8.2-C 9.1-C 9.2-C 10.1-E 10.2-A 11.1-C 11.2-C	13. M3 14. M7 15. M6
<b>M6</b>	a. (1.1e, 1.2a, 1.3a/b) b. (3.1f, 3.2b, 3.3 a/b) c. (4.1c/d, 4.2c, 4.3 a/b) d. (5.1e, 5.2d, 5.3 a/b) e. (6.1e, 6.2d, 6.3 a/b) f. (8.1c, 8.2e, 8.3 a/b) g. (9.1c, 9.2b, 9.3 a/b) h. (10.1e, 10.2c, 10.3 a/b) i. (11.1a/e, 11.2b, 11.3 a/b) j. (12.1a, 12.2e, 12.3 a/b) k. (13.1c, 13.2b, 13.3 a/b) l. (15.1c/d, 15.2a, 15.3a/b)	<u>1</u> , <u>3</u> , <u>4</u> , <u>5</u> , <u>6</u> , <u>8</u> , <u>9</u> , <u>10</u> , <u>11</u> , <u>12</u> , <u>13</u> , <u>15</u>	(3+9)12	(3+9)12	12.1-A 12.2-A 13.1-C 13.2-C 14.1-C 14.2-E 15.1-E 15.2-C	
<b>M7</b>	a. (1.1a/b/c/d, 1.2b, 1.3 a/b) b. (6.1a/b/c/d, 6.2a, 6.3 a/b) c. (14.1a/b/d/e, 14.2a, 14.3 a/b)	<u>1</u> , <u>6</u> , <u>14</u>	(3+0)3	(3+0)3		
		<b>Total</b>	<b>(15+20)35</b>	<b>(18+20)38</b>	30	15

## APPENDIX E

### OBSERVATION CHECKLIST

#### UYGULAMA GÖZLEM FORMU

Sayın Araştırmacı/Uygulayıcı;

İlköğretim sınıf öğretmenliği bölümü 2. sınıflarında yapılan Newton'un 3. Kanunu konulu derslerde bizzat araştırmacı/gözlemci olarak siz de bulundunuz. Birleştirici Benzetme Yöntemi'ne (BBY) dayalı öğretime göre hazırlanmış deneysel gruplarda kullanılan bu ders planları ekte size verilmiştir. Bu ders planlarını iyice inceleyiniz. Deneysel gruplarda BBY'nin kullanıldığı, kontrol gruplarında ise BBY'nin kullanılmadığından emin olmak için işlenen derslerle ilgili olarak aşağıdaki tabloyu hem deneysel hem de kontrol grupları için doldurunuz. Tabloyu doldururken sorulara vereceğiniz ve uygulamanın sınıf içersinde nasıl yapıldığını ifade edecek olan cevabınızı “iyi”, “orta”, “kötü” veya “yapılmadı” şeklinde derecelendirerek ifade etmeniz gerekmektedir. Lütfen tüm kriterler için cevaplarınızı sağ taraftaki sütunda ( ) şeklinde verilen ilgili 4 seçenekten 1 tanesini (X) şeklinde işaretleyerek belirtiniz. Sorgulanan bazı sorular için ilgili işlemin ders boyunca kaç kez yapıldığını veya ne kadar sürdüğünü ifade eden rakamları da “Sayısı” başlıklı sütunda bulunan koyu çerçeveli boş kutucukların içersine yazınız.

BBY Gözlem Listesi:		İ y i	O r t a	K ö t ü	Yapılmadı	S A Y I S I
1	Neler Anlamlandır Ölçeği'nin (NAÖ) kullanımı ile ilgili açıklama okutuldu, anlatıldı veya özetlendi mi?	( )	( )	( )	( )	
2	Flashkartların nasıl kullanılacağı anlatıldı/hatırlatıldı mı?	( )	( )	( )	( )	
3	Newton'un III. hareket kanunu anlatıldı/özetlendi mi?	( )	( )	( )	( )	
4	Örnekler/benzetmeler tek tek projektör/tepegözden gösterildi mi?	( )	( )	( )	( )	
5	Önce hedef sorular soruldu mu?	( )	( )	( )	( )	
6	Öğrenciler bu soruları tartışmadan önce cevaplarını NAÖ'ye işaretledi mi?	( )	( )	( )	( )	
7	Öğrenciler cevaplarını gösteren harfleri ve cevaplarının kendilerine ne kadar anlamlı geldiğini ifade eden rakamları kaldırarak gösterdi mi?	( )	( )	( )	( )	
8	Öğrenciler bu sorular hakkında tartışma yaptı mı?	( )	( )	( )	( )	
9	Tartışmadan sonra ilgili soruların cevapları tekrar NAÖ'ye işaretlendi mi?	( )	( )	( )	( )	
10	Tartışmadan sonra harfler ve rakamlar tekrar kaldırılarak gösterildi mi?	( )	( )	( )	( )	
11	Sonra temel benzetmeler için 6, 7, 8, 9 ve 10. basamaklar yapıldı mı?	( )	( )	( )	( )	
12	Birleştirici benzetmeler için de 6, 7, 8, 9 ve 10. basamaklar yapıldı mı?	( )	( )	( )	( )	

13	Verilen tüm benzetme/örneklerin farklılıkları/benzerlikleri/ilişkileri tartışıldı mı?	( )	( )	( )	( )	
14	Demo/deney/drama yapıldı mı veya projektörden gösterildi mi?	( )	( )	( )	( )	
15	Hedef benzetme için tekrar 6, 7, 8, 9 ve 10. basamaklar yapıldı mı?	( )	( )	( )	( )	
16	Hedef benzetmenin cevabı çok açık olarak ortaya kondu mu?	( )	( )	( )	( )	
17	Sınıfta hiç konu ile ilgili rakamsal soru çözüldü mü?	( )	( )	( )	( )	
18	BBY'ye dayalı öğretim kaç dakika sürdü?	( )	( )	( )	( )	
19	En olumlusu "ders tamamıyla ders planındaki gibi işlendi", en olumsuz "işlenen dersin ders planlarıyla hiç alakası yok" şeklinde öğretmenin hazırlanan günlük ders planını uygulamasını derecelendirmeniz gerekirse cevabınız ne olurdu?	( )	( )	( )	( )	
20	Öğretmen yönlendirici ve tartışma açıcı oldu mu?	( )	( )	( )	( )	
21	Öğretmen ile öğrencilerin ilişkisi samimiyet ve saygı açısından nasıldı?	( )	( )	( )	( )	
22	Öğretmen derse katılımı artırmak için öğrencilere ayrı ayrı soru sordu mu?	( )	( )	( )	( )	
23	Öğretmen söz alıp konuşmak isteyenlere olanak tanıdı mı?	( )	( )	( )	( )	
24	Öğretmen yoklama aldı mı?	( )	( )	( )	( )	
25	Öğrencilerin derse katılımı nasıldı?	( )	( )	( )	( )	
26	Sınıfın sıcaklığı dersin işlenmesi için uygun muydu?	( )	( )	( )	( )	
27	Sınıftaki sıraların düzeni, yapısı ve sayısı dersin işlenmesi açısından nasıldı?	( )	( )	( )	( )	
28	Yan sınıflardan gelen gürültü ve sınıfın bulunduğu bina çevresindeki ses düzeyi dersin işlenmesi için uygun muydu?	( )	( )	( )	( )	
29	Sınıfın aydınlatılması ve ışık miktarı dersin işlenmesi için uygun mu?	( )	( )	( )	( )	
30	Ders günü sıradan normal bir ders gününden farklı olarak herhangi öneme sahip (kurtuluş günü, bayram, şenlik vb.) bir gün müydü? Bu açıdan dersin işlenmesi için uygun muydu?	( )	( )	( )	( )	
<u>Ekleme istedikleriniz:</u>						
<b><u>Pozitif Olanlar:</u></b>						
<b><u>Negatif Olanlar:</u></b>						
<b><u>Diğer:</u></b>						

## APPENDIX F

### LESSON PLANS

#### Günlük Ders Planı 1

**Ders:** Fizik

**Konu:** Newton'un III. Hareket Kanunu

**Sınıf:** Sınıf Öğretmenliği Bölümü 2. Sınıf Öğrencileri

**Süre:** 40 dakika

**Metot:** Birleştirici Benzetme Yöntemi

**Hedef Kavram Yanılgısı:** İki cisim/nesne etkileşim içersine girip birbirlerini ittiklerinde veya çarpıştıklarında daha sert olan daha fazla kuvvet(le) uygular/iter.

**Amaçlar:**

1. Cisimlerin neden farklı sertlikte olduklarını, yani sertlik kavramını teorik olarak anlamak ve kendi ifadeleri ile bunu açıklayabilmek,
2. Sertlik ile kuvvet kavramının aynı olmadığını anlamak, “daha sert olan cisim daha kuvvetli midir?” sorusuna doğru cevap verebilmek, bu iki kavramı da kendi kelimeleri ile ifade edebilmek,
3. Sertlik ile güçlü olmanın aynı şey olmadığını, cismin daha sert olmasının daha güçlü olacağı ve etkileşim anında daha fazla kuvvet uygulayacağı manasına gelmediğini anlamak,
4. Cisimler etkileşim içersine girip birbirlerini ittiklerinde veya çarpıştıklarında, daha sert olanın daha fazla kuvvet uygulamayacağını veya daha fazla kuvvetle itmeyeceğini anlamak,
5. Yumuşak olan bir cismin etkileştiği kendisinden daha sert bir cisme bu özelliğinden dolayı etkileşim anında daha fazla kuvvet uygulayamayacağını anlamak,
6. İki cisim/nesne çarpıştıklarında daha fazla zarar veren/gören cismin daha

- fazla kuvvet uygulamayacağını anlamak,
7. İki cisim/nesne çarpıştıklarında daha az zarar verenin/görenin daha fazla kuvvet uygulamayacağını anlamak,
  8. Cansız cisimlerin de kuvvet uyguladığını anlamak,
  9. Temas halindeki cisimler arasındaki kuvvetlerin eşit fakat zıt yönlü olduğunu anlamak,
  10. Temas halinde uygulanan kuvvetlerin farklı cisimler üzerinde olduğunu ve bir cisim üzerinde sadece diğer cisimden kaynaklanan tek bir kuvvet olduğunu anlamak,
  11. Kuvvetin cisimlerin sahip olduğu bir özellik olmadığını aksine cisimlerin birbirleriyle etkileşiminden doğan bir büyüklük olduğunu anlamak,
  12. Hareket eden cisimlerin eylemsizliklerinden dolayı içlerinde kuvvet barındırmadığını, hareketin kuvvetin göstergesi olmayacağını anlamak,
  13. Newton'un 3. hareket kanununu gerçek hayattaki diğer durumlara ve örneklere uygulayabilmek, olayları bu perspektiften yorumlayabilmek.

**Materyaller:**

1. Bir kitap,
2. Bir sıra/masa,
3. Birkaç tane farklı yay,
4. Bir blok yumuşak köpük veya sünger,
5. Bir çift top (tenis, futbol vb.)
6. Harf ve sayı kartları (flashkartlar),
7. Neler anlamlıdır ölçekleri (NAÖ).

**Sunuş:**

1. İlk olarak derse başlamadan önce bir yoklama alınız.

(Yoklamayı titizlikle aldığınızdan emin olunuz. Kaç öğrencinin uygulamaların ne kadarına katıldığını veya katılmadığını anlamak için bu yoklamalar çok önemli olacaktır).

2. Bir önceki derste ne yaptığınızı bir iki cümle/soru vb. ile özetleyiniz veya özetletiniz.

3. Neler anlamlıdır ölçekleri (NAÖ) ile harf ve sayı kartlarını dağıtınız.

“Evet arkadaşlar bu dersimizde biraz daha farklı bir uygulama yapacağız. Öncelikle az önce sizlere üzerlerinde “Evet” kelimesini ifade eden “E” ve

“Hayır” kelimesini ifade eden “H” harfinden oluşan arkası yeşille kaplı olan iki harf kartı, üzerlerinde 1, 2, 3, 4 ve 5 yazılı arkası kahverengi kaplı olan beş adet sayı kartı ve üzerinde “Neler anlamlıdır ölçeği” yazan bir kağıt dağıtmıştım. Eline ulaşmayan veya almayan var mı acaba? Sizlerden ricam bu kartları nasıl aldıysanız ders sonunda aynı şekilde eksiksiz olarak bana iade etmeniz. Evet, ilk olarak konu anlatımına başlamadan önce sizlere bu materyallerin kullanımını hakkında bir açıklama yapmak istiyorum. NAÖ’nün üst kısmında (gösteriniz) ölçeğin nasıl doldurulacağı, orta kısımdaki oylamaların altında ise anlamlı gelmek ile ne ifade edildiği anlatılmaktadır. Evet, lütfen NAÖ’nün üzerinde bulunan bütün açıklamaları dikkatlice okuyunuz”. (Herkes okuyana kadar 2-3 dakika bekleyiniz).

“Okudunuz ama kısaca ben yine de açıklamak istiyorum. Bakınız ders süresince ben konumuzla ilgili olarak sizlere çeşitli sorular soracağım. Sizlerden istediğim bu soracağım sorulardan istediklerimi bu NAÖ’ye işaretlemeniz. Peki nasıl işaretleyeceksiniz? Öncelikle bu ölçek 7 sütundan oluşuyor. İlk sütun oyunuzun numarasını gösteriyor. İkinci sütun, soruma Evet veya Hayır cevabından hangisini verdiğinizle ilgili harfi yuvarlak içine alarak ifade edebileceğiniz kısımdır. Diğer 5 sütun ise bu yuvarlak içine aldığınız E veya H harflerinin, yani soruya verdiğiniz cevabın sizlere ne kadar anlamlı gelip gelmediğini işaretleyeceğimiz kısımdır. Eğer kesinlikle anlamlı geliyorsa 5, yok hiç anlamlı gelmiyor diyorsanız 1 rakamını işaretleyiniz. İşte size dağıttığımız bu harf ve sayı kartları da bu anlattıklarımızı ifade etmektedir. Bu konu ile ilgili sormak istediğiniz bir şey var mı?” (Büyük ihtimal soru gelecektir veya öğrenciler soru sormasalar bile kesin siz gözlerinizden, bakışlarından, ifadelerinden anlamadıklarını anlayacaksınız. Böyle olmasa bile biraz daha bu ölçekleri açıklayınız. Burada ölçeğin son cümlesini tekrar okutunuz. Yani neyi nasıl bildiklerini değil veya bildikleri cevaplardan ne kadar emin olduklarını değil, bu cevapların kendilerine ne kadar anlamlı geldiğini işaretlemelerini isteyiniz. Yani en ufak sebepli, sebepsiz şüpheleri olabilir. Mantıkları kabul etmeyebilir. Hayal edemeyebilir. Anlamak istemeyebilir ya da huzurlu hissetmeyebilirler. Böyle bir durumda 1 veya 2 işaretlemeleri gerektiklerini hatırlatınız. Belki örnek verebilirsiniz. Ölçekte anlatılan aynı “boomerang” örneğini, veya “havada uçan sineğe tokat attım. Sinek gitti duvara yapıştı. Sineğin elime uyguladığı kuvvet ile benim sineğe uyguladığım kuvvet eşit mi?” gibi bir örnek, ya da ters yönde yavaşlayan hareket yapan cismin hız-zaman grafiğini çizelim. İvmesi ne olacak? Pozitif mi negatif mi? Ne kadar anlamlı geliyor? İşaretleyiniz diye sorabilirsiniz. Cevabı söyleyebiliriz. Ya da geçen dersinizde verdiğiniz örneklerden ilginç olan, öğrencilerin içine sinmediğini düşündüğünüz bir tanesini veya sizin aklınıza gelen herhangi başka bir örnek üzerinden NAÖ’ün kullanımını anlatınız).

(Diğer önemli bir husus da bu çalışma kapsamında örneklerin çok benzer olmasıdır. Dolayısıyla uygulama ilerledikçe öğrenciler yine örneklerin kendilerine ne kadar anlamlı geldiğini değil, anlatılanları ne kadar iyi anladıklarını işaretlemeye başlayabilirler. Bundan dolayı öğrencileri, her soruyu ayrı ayrı düşünmeleri, verdikleri bir cevabın diğer cevaplarına etki

ettirmemeleri, 1, 2, veya 5 işaretlemenin onlara hiçbir şekilde kötü bir etkisi olmayacağı, işaretledikleri bir cevabı da sonradan değiştirmemeleri konusunda hatta belki tükenmez kalem kullanmaları, anlatılanları ne kadar iyi anladıklarını değil verilen örneğin ne kadar içlerine sindiğini, onlara bir şey ifade ettiklerini ve onlara anlamlı geldiğini işaretlemeleri konusunda uyarmak gerekebilir. Bu duruma hazırlıklı olunuz. Böyle bir şey hissettiğinizde lütfen öğrencileri tekrar uyarınız).

“İlk olarak “kuvvet” kavramını konuşarak başlayalım. Kim kuvvetin tanımını yapmak ister? (cevap varsa alınız) Çok kısaca şöyle bir tanım yapalım o zaman. “Kuvvet, bir nesnenin bir diğeri üzerindeki itme ya da çekmesidir” (tanım tahtaya yazılacaktır). Aslında bu tanım bizim için bir başlangıç noktası olacaktır arkadaşlar ve bu derste bu tanıma genişletmeye çalışacağız. Şimdi hep beraber bir örnek ile başlayalım. Gördüğünüz gibi elimde bir kitap var, kitabı sıranın üzerine koyuyorum ve şekli tahtaya çiziyorum. İşte ilk sorunuz, “sizce sıra kitaba yukarı doğru bir kuvvet uygular mı?” Cevabınız? Bu soruyu NAÖ’ye oylayın deseydim nasıl işaretlerdiniz?” (Hatta isterseniz işaretletiniz. Oylama kağıdında zaten oy için yeterince yer mevcuttur. Kesinlikle dersin işlenmesi sırasında soracağınız diğer sorular için yeterli olacaktır).

“Gördüğünüz gibi şimdi elimde büyükçe sert bir yay var, bu hepimizin bildiği sıradan bir yay. Ben de bu yayı masa üzerinde bütün gücümle sıkıştırmaya çalışıyorum ancak galiba pek güçlü değilim 8-10 saniyeden fazla aynı şekilde sıkıştıramıyorum. Kim kendisine güveniyor, kim denemek ister? (denemeler için 1-2 dakika). Neden 20 saniyeden uzun süreyle yayı sıkıştırmaya devam edemiyoruz? (cevaplar için 1-2 dakika). Peki, bu durumun sıra üzerindeki kitap durumu ile benzerliği var mı? Bunlar birbirlerinden tamamen farklı durumlar mı?” (tartışma için 1-2 dakika).

“Şimdi elimde bir blok yumuşak köpük var. İki çubuk parçasıyla desteklediğim bu bloğun ortasına kitabı yerleştiriyorum. Lütfen ne olduğunu dikkatlice izleyin. Oluşan şekli tahtaya, sıra ve kitap şeklinin yanına çiziyorum. Sizce köpük kitaba yukarı yönde bir kuvvet uyguluyor mu? Sıranın üzerindeki kitap durumu ile köpük üzerindeki kitap durumu arasında bir benzerlik var mı? Yoksa bunlar birbirinden tamamen farklı durumlar mı? Neden?” (Tartışma için 1-2 dakika veriniz. Bu şekilde hem metoda ısınmış hem de konuya ucundan bir giriş yapmış oluruz).

4. Projektörden size verilmiş olan ilgili PowerPoint sunusunu açınız. İlk önce dördüncü kavram yanlışlığının hedef sorusunu sorunuz.

(Sunuda ilk olarak “indeks” diye bir slayt karşınıza çıkacaktır. Bu slayt içerisinde M ile başlayan M3, M4 şeklinde metinler mevcuttur. Bunlar kavram yanlışlarını ifade etmektedir. Yani M3 üçüncü kavram yanlışlığı, M4 de dördüncü kavram yanlışlığı gibi. Slaytta, kavram yanlışlıkları ikili gruplar halinde belirtilmiştir. Toplam 3 tane ikili grup mevcuttur. Aynı gün içerisinde yapılacak olan iki dersin numaraları birbirlerine biraz yakın ve her ikili grup diğerlerinden biraz ayrı bir şekilde yerleştirilmişlerdir. Bu dosyada her slayt birbirlerine



bağlanmıştır. Slaytların altında bulunan okları kullanarak geri dönmek veya başka slayda geçiş yapmak mümkündür. Siz M4 yani dördüncü kavram yanlışına tıklayınız. Karşınıza 24 tane hücreden oluşan ve sizlere çıktıları verilmiş dördüncü kavram şemasının metinsel hali çıkacaktır. Her hücredeki 4'8 veya 4'14a gibi yazılı metinler, ilgili analogi ile bağlantılanmıştır. Yani örneğin 4'8 e tıklarsanız dördüncü kavram yanlışının sekizinci benzetme sorusuna ulaşırsınız. Daha sonra alt sağdaki ok tuşuna basarak geri M4 indeksine dönebilirsiniz. Bu şekilde slaytları takip ederek dersi işlemek; metodu takip etmek, dersi daha organize olarak ve kolayca işlemek, doğru analogileri seçmek, zaman kaybetmemek ve derse biraz daha görsellik, dinamiklik kazandırmak açısından faydalı olacaktır.

(Burada öğrencilere, slaytlardaki numaraların önemli olmadığını, sadece kendi anlatımımızda bize yardımcı olması için oluşturduğumuz bir sıra ve numaralandırma olduğunu hatırlatabiliriz. Dördüncü kavram yanlışının hedef benzetme grubunda/torbasında yüzdeler sırasına göre küçükten büyüğe olmak üzere sıralanmış çeşitli sayıda numaralı sorular/benzetmeler mevcuttur. Bu kova/torba içersinde en yüksekte bulunan benzetme en düşük yüzdeli frekansa sahip, en altta bulunanı ise en yüksek frekansa sahip olanıdır. Bir başka deyişle en yüksekte bulunan örnek, bu kavram yanlışına yönelik sorulabilecek sorular/benzetmeler içersinde öğrencilerin en az doğru cevap verdiği sorudur. Ama unutulmamalıdır ki bu torbadaki benzetmelerin çoğu zaten düşük oranlı olarak doğru cevap verilen sorulardır. Ama doğal olarak kavram yanlışlığı sorusu olarak bunlardan en düşük oranlı olanla başlamak en mantıklısı olacaktır. Fakat bu tablolar bayan ve erkek ayrımı gözetmeksizin hazırlanmış tablolardır. Bundan dolayı verilen cinsiyete göre hazırlanmış tabloları, yapılması zorunlu olarak önerilen sorular tablosunu ve bu bilgilerin neredeyse tamamının yansıtıldığı ilgili kavram şemalarını biraz dikkatlice incelemekte fayda vardır. Burada ister araştırmacının size daha önce verdiği cinsiyete göre düzenlenmiş tabloları da inceleyerek hazırladığı zorunlu önerilen sorular tablosuna bakarak, ister M4 kavram şemasına bakarak hedef benzetme torbasından kenarında altı çizili asteriks (\*) sembolü olan sorunun numarasından hedef soruyu seçebilirsiniz (B Üniversitesi için 4'10, A Üniversitesi için 4'2). Tıklayarak önerilen soruyu açınız ve hedef benzetmeyi sorunuz).

5. Cevaplarını NAÖ'ye işaretlettiriniz.

6. Harf ve sayı kartlarını kullanarak cevaplarını göstermelerini isteyiniz.

(Bu kartlar özellikle arkaları yeşil ve kahverengi olmak üzere iki farklı renkte kartonla kaplanmıştır. Öğrenci kartını kaldırdığı zaman kaldırdığı kartta yazanın arkadan gözükmemesi için böyle yapılmıştır. Öğrencilerin rahatça cevaplarını gösterebilmeleri için "Arkadaşlar, lütfen katlarınızın tamamını üst üste olmak üzere başkaları tarafından gözükmeyecek şekilde bir elinizde tutunuz. Herkes yüzü bana dönük olarak sadece benim görebileceğim şekilde kartlarını kaldırsın. Lütfen önce harfleri sonra sayıları kaldırınız" şeklinde sınıf

içersinde bir açıklama yapmanız metodun iyi uygulanması açısından faydalı olacaktır. Zaten bu uygulama birkaç kez yapıldıktan sonra otomatikleşecektir. Hatta büyük ihtimalle siz söylemeden bile öğrenciler kartları belirttiğiniz şekilde diğer örnekler için de kaldırmaya başlayacaklardır).

(Bu soru hedef soru olduğu için çoğunun yanlış yapmasını bekliyoruz. Dolayısıyla hayırların çok olmasını beklediğimiz için zor olmasın diye “E” yani evetleri sayınız. Sınıf mevcudunun %10 kadarından az olması yeterli olacaktır. Yani sınıf mevcudu 50 kişiye beşten az evet varsa temel benzetmeyi sorabiliriz. Beş kişiden bayağı fazla ise bu gruptan/torbadan başka soru sorabiliriz. Çünkü seçilen, önerilen ve sorulan hedef benzetme bu grup için pek iyi çalışmamış olabilir. Fakat aynı torbadan mümkünse kızlar ve erkekler göre ayrı ayrı hazırlanmış tablolarda da hedef torbasında bulunan varsa daha düşük yüzdeli yoksa herhangi başka bir örnek daha sormak sorunu çözebilir. Durum böyle olursa yani seçtiğimiz ilk hedef benzetme iyi çalışmamışsa yeni bir tane hedef sorusu kesin sorulmalıdır. Kaç tane soracağınız ya da bu torbada bulunan benzetmelerin hepsini sorup sormayacağınız size, öğrencilerin yanlış yapıp yapmamasına, zamanınıza, öğrencilerin sıkılıp sıkılmamasına göre değişecektir. Buna uygulayıcı öğretmen olarak siz karar vermelisiniz).

(İstenirse biraz burada tartışma yapabilirsiniz. Konuşmak isteyen, istekli, bir şeyler söylemek isteyen varsa onları kırmayabiliriz. Hatta istenirse bu 2-3 dakika tartışmadan sonra tekrar bir oylama yapabilirsiniz. Bu da uygulayıcı öğretmen olarak size bağlıdır. Önemli nokta öğrencileri fazla sıkılmamak ve diğer oylarını almadan benzetme hakkında çok konuşarak o oylarını da fazla etkilememektir. Zaten daha sonra benzerlikler, farklılıklar ve özellikler konuşulacaktır).

7. Temel benzetmeyi slaytlardan gösteriniz. Cevaplarını NAÖ’ye işaretletiniz. Kartlarını kaldırarak cevaplarını göstermelerini isteyiniz.

(Temel benzetmelerde yine yüzdelerine göre büyükten küçüğe olmak üzere hem slaytlarda hem de kavram şemasında sıralanmıştır. Kesin soru tablosundan temel benzetme ve M4’ün kesiştiği hücreye bakınız. Burada hem kızlar hem erkekler için yapılan frekans tabloları karşılaştırılarak elde edilmiş temel benzetme grubunda olan ortak benzetmelerin tamamını görebileceğiniz gibi bunlardan araştırmacı tarafından önceden incelenip belirlenmiş ilk olarak yapılması istenen zorunlu örneği de görebilirsiniz. Bu bilgilerin aynılarını ilgili kavram şemasından daha da rahat görmeniz mümkündür. Olası en yüksek oranlı, diğer önerilen örnekler ile daha iyi bağdaştığı düşünülen ve şema da altı çizili asteriks (\*) ile gösterilmiş benzetmeyi yani bu 4. kavram yanılıgısı ile ilgili en az sorun yaşamayı umduğumuz, en anlaşıldığına ve öğrencilere en anlamlı geldiğine inandığımız ilgili soruyu sorunuz (hem B üniversitesi hem A üniversitesi için 4’3). Cevaplarını NAÖ’ye işaretlemelerini isteyiniz. Kartları kullanarak sadece sizin göreceğiniz şekilde cevaplarını göstermelerini isteyiniz).

(Bu soru hem bayanlar hem de erkekler için geçerli olan en yüksek oranlı temel benzetme olduğu için çoğunun doğru yapmasını bekliyoruz. Zaman kaybı

ve uygulama zor olmasın diye “E” yani evetleri değil az olmasını beklediğimiz “H” hayırları göz ucuyla sayınız. Sınıf mevcudu 50 kişiye ve 5 den az hayır varsa diğer basamağa geçmeyi düşünebiliriz. Ama bunu yapmadan önce bu örneğin öğrencilere anlamlı gelip gelmediğini de kontrol etmeniz gerekmektedir. Dolayısıyla yine az olmasını beklediğimiz 1 = “kesinlikle anlamlı gelmiyor” ve 2 = “pek anlamlı gelmiyor” sayılarını göz ucuyla sayınız. Herhangi biri (yani H veya 1 artı 2 ler) beş kişiden fazla ise bu gruptan/torbadan başka soru sorabiliriz. Her ne kadar yapılmış olan bu soru büyük ihtimalle en yüksek oranlı, çalışmasını umduğumuz soru olsa da varsa önce önerilmemiş daha yüksek oranlı yoksa oranca birazcık daha düşük olan ama aynı temel benzetme torbasında olan diğer soruları denemeliyiz. Bu durumda öncelikle kavram şemalarında asteriks (\*) ile işaretlenmiş yani hem kızlar hem erkekler için ayrı ayrı yapılan frekans sıralamalarında temel benzetme grubunda çıkan sorulardan birini sormanızı tavsiye ederiz. Daha sonra metodu iyi uygulamak açısından kısaca hedef benzetme ile benzerliklerini ve farklılıklarını konuşunuz/tartışınız. Öğrencileri yönlendirebilir, onlara sorular sorabilir, onların sorularını alabilirsiniz. Sonuçta ister ilk, ister ikinci temel benzetme sonunda hem yüksek yüzde ile evet aldysak hem de bu cevaplar onlara anlamlı geldiye birleştirici benzetmelere başlayabiliriz).

8. Öncelikle önerilen birleştirici benzetmeleri sorunuz. Cevaplarını NAÖ'ye işaretletin. Kartlarını kaldırarak cevaplarını göstermelerini isteyiniz.

(Birleştirici benzetmeler genelde iki farklı torbadan oluşmaktadır. Çünkü zaten amacımız hedef ve temel benzetme arasındaki uçurumu küçük adımlarla aşmaktır. Bu açıdan arada iki grup olması kavram yanlışlığına sahip öğrencilerin atlaması gerektiği zor ve uzun adımları kısaltacaktır. Böylece tüm benzetmeler arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları öğrenciler daha rahat görecekler. Ama bazı kavram yanlışlarında bazen bir tek birleştirici benzetme grubu oluşmuşta olabilir. Bu durumda aynı birleştirici benzetme torbasından farklı frekans aralığından (alt gruplardan) birden fazla benzetme yapmakta faydalı olacaktır. Sadece birleştirici benzetme grubu için değil kavram şemalarındaki tüm torbalar için mümkün olduğunca alt gruplar oluşturulmuştur. Birbirlerine frekans olarak çok yakın olan sıralamadaki komşu benzetmeler alt grupları oluşturmuştur. Bazı torbalarda 3-4 tane alt grup oluşurken bazılarında alt gruplar oluşmamış olabilir. Kavram şemalarında arka fonu gri ve beyaz yaparak bu alt gruplar belirtilmiştir. Alt grupları oluşturmaktaki amaç ise ilgili kavram yanlışlığının herhangi bir torbasında çok benzetme varsa ve uygulama sırasında aynı torbadan başka bir örnek yapma gereksinimi doğarsa birbirlerine çok yakın frekanslı yani aynı alt gruptaki örneği yapmaktansa ihtiyaç yönünde torba içersinde yukarı veya aşağı yönde farklı alt gruptan bir benzetme yapmaktır).

(Eğer kavram şemanız iki birleştirici benzetme torbasından oluşuyorsa önce temel benzetmeye yakın torbadan zorunlu önerilen benzetmeyi sorunuz. Cevapları NAÖ'ye işaretletin. Kartları kaldırtınız. Sonuçları hızlıca kafanızda

yorumlayınız. Bu gruptan başka bir benzetme mi yapacağınıza, yapacaksanız daha yüksek mi daha alçak frekansa mı sahip bir benzer benzetme yapacağınıza, yoksa diğer birleştirici benzetme grubundan mı soru çözeceğinize (örneğin M4 için A Üniversitesinin kavram şeması 3 torbadan B üniversitesininki ise 4 torbadan oluşmuştur. Yani B üniversitesi için 2 birleştirici benzetme torbası mevcutken A üniversitesi için 1 tane vardır), ya da bir problem yok olay çözülmüş deyip hedef benzetmeyi son bir kez daha mı soracağınıza karar veriniz. Kararınızı verdikten sonra önce kısaca birleştirici benzetme ile temel benzetmenin benzerliklerini ve farklılıklarını tartışınız. Sonra hedef benzetme ile olan benzerliklerini ve farklılıklarını tartışınız. Daha sonra kavram şemanızda hedef benzetmeye yakın diğer bir birleştirici benzetme torbası varsa orada önerilen soruyu (AU için 4'13) sorunuz. Kısaca önce birleştirici benzetme, sonra temel ve hedef benzetmeler ile olan benzerliklerini ve farklılıklarını tartışınız/tartıştırınız. Bu benzerlikleri tartışma işlemini her birleştirici benzetmeden sonra yapılacağı gibi tüm birleştirici benzetmeleri verdikten sonra tek bir seferde yapmak da mümkündür. Yine olaya katkısını, dersin süresini, öğrencilerin motivasyonunu düşünerek buna uygulayıcı olarak siz karar vermelisiniz. Bu tartışmaları yaparken öğretmen olarak sizler tartışmalara fazla katılmayınız ya da en azından en önemli rolde siz olmayınız. Sizler şeytanın avukatı rolüne soyununuz. Yani acaba bu şu mu demek? Şöyle olsa nasıl olurdu? Bu söylediğin arkadaşının söyledikleri ile çakışıyor mu? gibi kavramsal gelişime katkıda bulunacak, onları kavramsal kargaşaya düşürecek ve sonra mümkünse çıkaracak, farklı yönlerden örneklerle bakmalarını sağlayacak sorularla yönlendirmeler yapınız. Siz cevapları veren değil olayı idare eden olunuz).

(Diğer önemli bir noktada verilen örneklerle kimlerin yanlış cevap verdiği dikkat etmektir. Örneğin sorduğunuz birleştirici benzetmeye sadece erkekler yanlış cevap vermiş olabilir, ya da tam tersi sadece bayanlar. Bu durumda yapmanız gereken cinsiyete göre ayrı ayrı yapılmış olarak size verilmiş olan tablolardan ilgili cinsiyete yönelik aynı gruptan başka bir soru sormak olacaktır. Tabi bu sorulardan hangisini seçip seçmeyeceğimizi uygulayıcı olarak siz ders esnasında sorulara verilen E ve H harflerine ve ne kadar anlamlı geldiğini ifade eden sayılara göre karar vermelisiniz. Örneklemimizde genelde erkekler az olduğundan belki bunu yaparken çok hissettirmeden erkeklerin yerlerini değiştirerek, kabaca bayanları ve erkekleri daha rahat sayabileceğiniz bir düzende oturtmakta cevapları hızlıca sayma açısından iyi olacaktır. Ama böyle bir durumun nadiren karşılaşılabileceğinizi beklediğimizi de hatırlatmak isteriz).

(Eğer önerilen zorunlu sorular bu basamaklar arasındaki uçurumu kapatamadıysa, hala bağlantıları kurmakta sorunlar yaşıyorsa yine anlatılan mantık çerçevesinde ve süre elverdiği sürece isteğiniz kadar birleştirici benzetme yapabilir, oylatabilirsiniz. Zaten metodun ve grupları oluşturmanın, örneklerin fazlalığının ve hatta bunları cinsiyete göre ayırmanın en büyük zenginliklerinden bir tanesi de budur).

9. Burada amaçlarda belirtilen başlıklarla ilgili olanlardan 3. kanun ile ilgili gerekirse başka bilgiler verelim ve gösteri deneyi yapalım.

(Belki metodun özünde bulunan mekanik modelleme kavramını düşünerek burada gösteri deneyleri yapmakta ve olayı teorik boyutta ele almakta fayda olacaktır. Yani kısacası farklı cinsiyetten birkaç öğrenciyi tahtaya kaldırınız. “Ali, Ahmet, Ayşe ve Cansu sizler lütfen yanıma geliniz. Ali sen bu yayı alıp masanın üzerine koyup lütfen bütün gücünle sıkıştırır mısın? Ahmet sen de yayın üzerine düşmeden çıkar mısın? Kızlar lütfen sizlerde aynı işlemi biriniz tenis topunun üzerine diğeriniz de plastik topun üzerine çıkararak yapınız. Cisimler ne kadar sıkıştı herkes gözsün lütfen? Peki hangisi en fazla sıkıştı? Şimdi birer tane daha aynı cisimlerden alınız. Aynı işlemi ikişer tane olan cisimler üzerinde yapınız. Sıkışma miktarı değişti mi? Cisimlerin sayısını daha da artırsaydık. Yani 3, 4, 8, 100 vb. Ne olurdu? Peki arkadaşlar lütfen cisimleri kendi aranızda değişin. Sıkışma miktarları nasıl oldu? Birbirleriyle ve önceki durumlarıyla karşılaştırınız? Peki Ayşe al sana aynı büyüklükte başka marka bir plastik top. Üzerine çıkar mısın lütfen? Sıkışma miktarı diğer plastik topları aynı mı?”

“Yani demek ki cisim değişebiliyor (top, yay vb.), sayısı değişebiliyor (1, 2, 100 vb.), aynı cisimlerin modelleri ya da yapıldığı malzemeler değişebiliyor. Peki bu anlattıklarımızın cisimlerin sert ve yumuşak olması ile ne alakası var?” (Bu örnekleri atomik düzeye indirebilirsiniz, cisimleri milyonlarca toplardan ya da yaylardan oluştuğunu anlatabilir. Yukarıdaki örnekleri bu modellemenin içine yedirebilirsiniz. Bu, konunun anlaşılmasına ve öğrencilerin verdikleri cevapların kendilerine anlamlı gelmesine ciddi seviyede katkıda bulunacaktır).

10. Son olarak hedef benzetmeyi tekrar oylatınız. Cevaplarını NAÖ’ye işaretletin. Kartlarını kaldırarak cevaplarını göstermelerini isteyiniz.

(Oylama sonuçlarına göre uygulamayı sonlandırınız. Hedef kavram yanılığısı çok büyük bir ihtimalle giderilmiş olacaktır. Aksi halde zamanınız elverdiği sürece tartışmalara devam edebilir, kavram şemasından başka benzetmeler çalışabilir, gösteri deneylerini tekrar irdeleyebilirsiniz).

11. Son olarak Newton’un 3. kanunu açıkça tekrar ediniz/ettiriniz. Ve dersi “cisimler farklı sertlikte olsa da etkileşim/çarpışma anında birbirlerine uygulayacakları kuvvetler eşit olacaktır” şeklinde özetleyerek bitiriniz.

## Günlük Ders Planı 2

**Ders:** Fizik

**Konu:** Newton'un III. Hareket kanunu

**Sınıf:** Sınıf Öğretmenliği Bölümü 2. Sınıf Öğrencileri

**Süre:** 40 dakika

**Metot:** Birleştirici Benzetme Yöntemi

**Hedef Kavram Yanılgısı:** İki nesne çarpıştıklarında/etkileştiklerinde, büyük kütleli olan daha büyük bir kuvvet uygular.

**Amaçlar:**

1. İki cisim çarpıştıklarında veya etkileşim içersine girdiklerinde kütleli büyük olan cismin daha fazla kuvvet uygulamayacağını anlamak,
2. İki cisim çarpıştıklarında veya etkileşim içersine girdiklerinde kütleli küçük olanın tepki-etki kuvvetlerinin eşit olması için daha fazla kuvvet uygulamak zorunda olmadığını, etkileşim olduğu anda kuvvetlerin zaten doğal olarak eşit olacağını anlamak,
3. Eşit kütleli bir cansız cisim ile bir canlı çarpıştığında veya etkileşim içersine girdiklerinde cansız olanın daha az/fazla kuvvet uygulayamayacağını ya da canlı olanın daha az/fazla kuvvet uygulayamayacağını anlamak,
4. Kütle ve ağırlık kavramlarını kendi ifadeleri ile betimlemek, aralarındaki farkları açıklayabilmek,
5. Herhangi bir yüzey üzerinde durmakta olan bir cismin üzerindeki bütün kuvvetleri çizip gösterebilmek, bir Newton etki-tepki çifti olabilen ağırlık kavramının kendisini ve çiftini bu sistem üzerinde doğru olarak ifade edebilmek ve gösterebilmek,
6. Farklı yüzey ve durumlar için yüzeyin uygulayacağı yüzeye dik kuvvetleri doğru olarak çizip gösterebilmek,
7. Temas halindeki cisimler arasındaki kuvvetlerin eşit fakat zıt yönlü olduğunu anlamak,

8. Temas halinde uygulanan kuvvetlerin farklı cisimler üzerinde olduğunu ve bir cisim üzerinde sadece diğer cisimden kaynaklanan tek bir kuvvet olduğunu anlamak,
9. Kuvvetin cisimlerin sahip olduğu bir özellik olmadığını aksine cisimlerin birbirleriyle etkileşiminden doğan bir büyüklük olduğunu anlamak,
10. Hareket eden cisimlerin eylemsizliklerinden dolayı içlerinde kuvvet barındırmadığını, hareketin kuvvetin göstergesi olmayacağını anlamak,
11. Newton'un 3. hareket kanunu gerçek hayattaki diğer durumlara ve örneklere uygulayabilmek, olayları bu perspektiften yorumlayabilmektir.

### **Materyaller:**

1. Hareketli arabalar,
2. Bir büyük yay,
3. Bir çift benzer yay,
4. Bir çift farklı sertlikte cisim,
5. Bir çift top (tenis, futbol vb.),
6. Harf ve sayı kartları,
7. Neler anlamlıdır ölçekleri.

### **Sunuş:**

1. İlk olarak derse başlamadan önce bir yoklama alınız.
2. Bir önceki derste ne yaptığınızı bir iki cümle/soru vb. ile özetleyiniz veya özetletiniz.
3. Neler anlamlıdır ölçekleri ile harf ve sayı kartlarını dağıtınız.

“Geçen ders burada olmayanlar, yeni gelenler var mı? Lütfen parmak kaldırınız. Sizler için çok kısaca tekrarlıyorum. NAÖ’yü ders süresince soracağım yanıtı “evet” veya “hayır” olacak olan sorulara vereceğiniz cevaplarınızı yazmak ve bu verdiğiniz cevabın sizlere ne kadar anlamlı gelip gelmediğinizi işaretlemeniz için kullanacaksınız. NAÖ’ün amacı sadece bilginizin doğruluğunu veya yanlışlığını ölçmek değildir. Vereceğiniz yanıtların notlarınıza hiçbir etkisi olmayacaktır. Ancak yine de kendinizce doğru olduğunu düşündüğünüz seçenekleri işaretlemeniz önemlidir. Çünkü bunlar ileriki derslerde yapacağım uygulamaları belirlememi ve düzenlememi sağlayacaktır. Bu konu ile ilgili sormak istediğiniz bir şey var mı? Ben bilgisayar ve sunuyu açana kadar lütfen ölçeğin üzerinde yazan açıklamaları tekrar bir kere okuyunuz”.

4. Projektörden size verilmiş olan ilgili PowerPoint sunusunu açınız. İlk olarak altıncı kavram yanılığının hedef sorusunu sorunuz.

(Burada öğrencilere, slaytlardaki numaraların önemli olmadığını, sadece kendi anlatımımızda bize yardımcı olması için oluşturduğumuz bir sıra ve numaralandırma olduğunu tekrar hatırlatabiliriz. B Üniversitesi için 6'2, A Üniversitesi için 6'11 olarak önerilmiş olan soruyu tıklayarak açınız ve ilgili hedef benzetmeyi sorunuz).

5. Cevaplarını NAÖ'ye işaretlettiriniz.

6. Harf ve sayı kartlarını kullanarak cevaplarını göstermelerini isteyiniz.

7. Temel benzetmeyi slaytlardan gösteriniz. Cevaplarını NAÖ'ye işaretletiniz. Kartlarını kaldırarak cevaplarını göstermelerini isteyiniz.

(Hem B üniversitesi hem A üniversitesi için 6'5 olan temel benzetmeyi sorunuz. Biraz cevapları ve örneği tartışınız. Sistemdeki değişkenleri vurgulayınız. Benzetmedeki elemanların ve ortamın özelliklerini vurgulayınız. Örneğin sistemdeki top patlamıyor, sistemde sürtünme olabilir veya olmayabilir, hava sürtünmesi, yer sürtünmesi, araçların markaları farklı olabilir, kütleleri eşit verilmiş, hızları eşit verilmiş gibi. Eğer ilk örneğin iyi çalışmadığı kanısına varırsanız B üniversitesi için 6'12 yi, A üniversitesi için ise 6'12 veya 6'15 den bir tanesini oylatabilirsiniz. Ama tabi ki sınıf ortamında bulunan kişiler olarak bunlara sizler karar vereceksiniz).

8. Öncelikle önerilen birleştirici benzetmeleri sorunuz. Cevaplarını NAÖ'ye işaretletiniz. Kartlarını kaldırarak cevaplarını göstermelerini isteyiniz.

(Hem B üniversitesi hem A üniversitesi için ikişer tane birleştirici benzetme torbası bulunmaktadır. B üniversitesi için 6'21b ve 6'7b, A üniversitesi için ise 6'1a, 6'1b ve 6'21b cinsiyet göz önünde bulundurularak önerilen minimum zorunlu örneklerdir. Birleştirici benzetmelerin kendileriyle ve ayrıca temel ve hedef benzetmeler ile olan benzerliklerini ve farklılıklarını tartışmayı unutmayınız. Bu benzerlikleri tartışma işlemini her birleştirici benzetmeden sonra yapacağınız gibi tüm birleştirici benzetmeleri verdikten sonra tek bir seferde de yapabilirsiniz. Tabi bu örnekler minimum olarak yapılması gereken örneklerdir. Uygulayıcı olarak sizler daha fazla örnek yapabilirsiniz ve yapmanız faydalı olacaktır. Bu örneklerin çalışmadığı durumlarda ise zaten başka örnek yapmak durumunda kalacaksınız).

9. Burada amaçlarda belirtilen başlıklarla ilgili olanlardan 3. kanun ile ilgili gerekirse başka bilgiler verelim ve gösteri deneyi yapalım.



(Belki metodun özünde bulunan mekanik modelleme kavramını düşünerek burada gösteri deneyleri yapmakta ve olayı teorik boyutta ele almakta faydalı olacaktır. Yani kısacası bir önceki ders planında olduğu gibi öğrencileri işin içine katabilirsiniz. Geçen derste verilen örneklere kütle kavramını entegre ediniz. Burada kütleli tanımlayınız. Ağırlığı tanımlayınız. Yayların veya topların sayısının değişmesi, markalarının yani yapıldıkları maddelerin değişmesi, cisimlerin değişmesi ve birim cismin kalınlıklarının değişmesi gibi kavramlarla kütle kavramından hangisinin bağdaştırılabileceğini tartışınız. Farklı cinsiyetten farklı kütleli öğrencileri kaldırınız. Tek tek aynı duvarı ittiriniz. Her biri duvarı iterken duvarla öğrencilerin kütlelerini ve birbirlerine uyguladıkları kuvvetleri tartışınız. Farklı kütleli oyuncak arabalar alınız bunları birbirleriyle çarpıştırınız. Her birisini bir öğrencinin ayağına ayrı ayrı çarpıştırınız. Etkileşim halinde olan cisimlerin birbirlerine uyguladıkları kuvvetlerin eşit olması ile etkileşmekte olan iki farklı cisim çiftinin birbirlerine uyguladıkları değerlerinin karıştırılması üzerinde durunuz).

(Örnek üzerinden gidiniz. Ayşe yeri 560 N ile ezerken yerde Ayşe'yi 560 N ile itmektedir. Ama aynı yer üzerindeki daha büyük kütleli Serdar'ı ise 780 N ile itmektedir. Tabi ki Serdar'ın da uyguladığı baskı kuvveti 780 N dur. Yani etkileşmekte olan çiftlerin birbirlerine uyguladıkları kuvvetlerin eşitliğini vurgularken asla farklı çiftlerdeki kuvvet değerlerinin eşit olmak zorunda olduğunu söylemediğimizi vurgulayınız. Karıştırılanın bu olduğunu açıkça ifade ediniz ve bunun üzerinde biraz durunuz. Hatta kuvvetler eşit olmasına rağmen peki nasıl oluyor da hareket oluşuyor? Sorusunun cevabını da bu mantıkta yattığını belki vurgulayabilirsiniz. Yani sistem içersinde herhangi iki elemanın birbirlerine uyguladıkları kuvvetlerin eşit olduğunu ama aynı sistem içindeki bağlantılı diğer etki-tepki çiftinde üretilen değer bununla eşit olmaması durumunda hareketin oluştuğunu vurgulayabilirsiniz. Tabi ki bu an için bu bilgiyi vermek size uygun gelmiyorsa belki 3. hafta uygulamalarında üzerinde durmanız daha iyi olabilir. Buna uygulayıcılar olarak sizler karar veriniz).

10. Son kez hedef benzetmeyi tekrar oylatınız. Cevaplarını NAÖ'ye işaretletiniz. Kartlarını kaldırarak cevaplarını göstermelerini isteyiniz.

(Oylama sonuçlarına göre uygulamayı sonlandırınız. Hedef kavram yanılgısı çok büyük bir ihtimalle giderilmiş olacaktır. Aksi halde zamanınız elverdiği sürece tartışmalara devam edebilir, kavram şemasından başka benzetmeler çalışabilir, gösteri deneylerini tekrar irdeleyebilirsiniz).

11. Son olarak Newton'un 3. kanunu açıkça tekrar ediniz/ettiriniz. Ve dersi "Etkileşmekte olan farklı kütlelere sahip cisimlerin bile etkileşim/çarpışma anında birbirlerine uygulayacakları kuvvetler eşit olacaktır" şeklinde özetleyerek bitiriniz.

### Günlük Ders Planı 3

**Ders:** Fizik

**Konu:** Newton'un III. Hareket kanunu

**Sınıf:** Sınıf Öğretmenliği Bölümü 2. Sınıf Öğrencileri

**Süre:** 40 dakika

**Metot:** Birleştirici Benzetme Yöntemi

**Hedef Kavram Yanılgısı:** Hareket etmekte olan iki cisim/nesne etkileşim içersine girdiklerinde daha hızlı hareket etmekte olan daha fazla kuvvet uygular.

**Amaçlar:**

1. Hızı olmayıp durmakta olan bir cisme hareket etmekte olan başka bir cisim çarptığında, hareketli olanın daha fazla kuvvet uygulayamayacağını ve durmakta olanın da daha fazla kuvvete maruz kalmayacağını veya hissetmeyeceğini anlamak,
2. Hareket etmekte olan iki cisim çarpıştıklarında daha hızlı olanın daha fazla kuvvet uygulamayacağını ve daha yavaş olanın da daha fazla kuvvete maruz kalmayacağını veya hissetmeyeceğini anlamak,
3. Etkileşim içersinde olan iki cisimden hem hızı hem de kütlesi daha büyük olanın daha fazla/az kuvvet uygulamayacağını anlamak,
4. Hız ile kuvvet kavramının aynı olmadığını anlamak ve bu iki kavramı da kendi kelimeleri ile ifade edebilmek,
5. Ağırlıkları ihmal edilebilir yayların iki ucundaki kuvvetlerin değerinin hareket halinde olduklarında dahi eşit olduğunu anlamak,
6. Temas halindeki cisimler arasındaki kuvvetlerin eşit fakat zıt yönlü olduğunu anlamak,
7. Temas halinde uygulanan kuvvetlerin farklı cisimler üzerinde olduğunu ve bir cisim üzerinde sadece diğer cisimden kaynaklanan tek bir kuvvet olduğunu anlamak,
8. Kuvvetin cisimlerin sahip olduğu bir özellik olmadığını aksine cisimlerin

- birbirleriyle etkileşiminden doğan bir büyüklük olduğunu anlamak,
9. Hareket eden cisimlerin eylemsizliklerinden dolayı içlerinde kuvvet barındırmadığını, hareketin kuvvetin göstergesi olmayacağını anlamak,
10. Newton'un 3. hareket kanunu gerçek hayattaki diğer durumlara ve örneklerle uygulayabilmek, olayları bu perspektiften yorumlayabilmektir.

### **Materyaller:**

1. Hareketli arabalar,
2. Bir büyük yay,
3. Bir çift benzer yay,
4. Bir çift farklı sertlikte cisim,
5. Bir çift top (tenis, futbol vb.),
6. Harf ve sayı kartları,
7. Neler anlamlıdır ölçekleri.

### **Sunuş:**

1. İlk olarak derse başlamadan önce yoklama alınız.

(Yoklamayı titizlikle aldığınızdan emin olunuz. Sınıfı sayarak listedeki öğrenci sayısı ile sınıftaki öğrenci sayısının eşit olup olmadığını kontrol ediniz).

2. Size verilen iki sayfa ve 8 sorudan oluşan mini testi yapınız.

(İsterseniz bu testi quiz olarak dersin hemen başında yapınız. Böyle yaparsanız, testin sorularından bugünkü kavram yanlışlığı ile ilgisi olanları son kez hedef benzetmeyi oylatmadan önce sınıf içersinde tartışınız. Ama isterseniz ev ödevi olarak da verebilirsiniz. Hem evde bir tekrar yapmış olurlar hem de haftaya olan son uygulama derslerine hazırlıklı olarak gelmiş olurlar. Yine eksilerini ve artılarını düşünerek buna siz karar veriniz).

3. Bir önceki hafta derste ne yaptığınızı bir iki cümle/soru vb. ile bugünkü konuya taşmadan özetleyiniz veya özetletiniz.

4. Neler anlamlıdır ölçekleri ile ve harf ve sayı kartlarını dağıtınız.

“Geçen hafta derste burada olmayıp bu hafta derse gelenler var mı? Lütfen parmak kaldırınız. Sizler için çok kısaca tekrarlıyorum. NAÖ’yü benim ders süresince soracağım yanıtı “evet” veya “hayır” olacak olan sorulara vereceğiniz cevaplarınızı yazmak ve bu verdiğiniz cevabın sizlere ne kadar anlamlı gelip gelmediğini işaretlemeniz için kullanacaksınız. Ölçeği kullanması çok kolaydır. Tasalanmanıza gerek yok. Lütfen ben bilgisayar ve sunuyu açana kadar siz ölçeğin üzerinde yazan açıklamaları tekrar okuyunuz”.

5. Projektörden size verilmiş olan ilgili PowerPoint sunusunu açınız. İlk olarak beşinci kavram yanılığının hedef sorusunu sorunuz.

(B Üniversitesi için 5'12, A Üniversitesi için 5'11 olarak önerilmiş olan soruyu tıklayarak açınız ve ilgili hedef benzetmeyi sorunuz).

6. Cevaplarını NAÖ'ye işaretlettiriniz.

7. Harf ve sayı kartlarını kullanarak cevaplarını göstermelerini isteyiniz.

8. Temel benzetmeyi slaytlardan gösteriniz. Cevaplarını NAÖ'ye işaretletin. Kartlarını kaldırarak cevaplarını göstermelerini isteyiniz.

(Temel benzetmeyi sorunuz (B üniversitesi için 5'18, A üniversitesi için 5'8). Biraz cevapları ve örneği tartışınız. Eğer temel benzetmenin iyi çalışmadığı kanısına varırsanız B üniversitesi için 5'8, 5'9b ve 5'14a, A üniversitesi için ise 5'18 ve 5'13 temel benzetmelerinden birinci ders planında detaylı olarak sınırları çizilen kriterler çerçevesinde istediğinizi veya istediklerinizi kullanabilirsiniz).

9. Öncelikle önerilen birleştirici benzetmeleri sorunuz. Cevaplarını NAÖ'ye işaretletin. Kartlarını kaldırarak cevaplarını göstermelerini isteyiniz.

(B üniversitesi için 5'7b, 5'6 ve 5'5, A üniversitesi için ise 5'17b cinsiyet göz önünde bulundurularak önerilen minimum zorunlu örneklerdir. Birleştirici benzetmelerin kendileriyle ve ayrıca temel ve hedef benzetmeler ile olan benzerliklerini ve farklılıklarını tartışmayı unutmayınız. Bu benzerlikleri tartışma işlemi her birleştirici benzetmeden sonra yapacağınız gibi tüm birleştirici benzetmeleri verdikten sonra tek bir seferde de yapabilirsiniz. Tabi bu örnekler minimum olarak yapılması gereken örneklerdir. Uygulayıcı olarak sizler daha fazla örnek yapabilirsiniz ve yapmanız faydalı olacaktır. Bu örneklerin çalışmadığı durumlarda ise zaten başka örnek yapmak durumunda kalacaksınız. Diğer örneklere karar verirken zorunlu örnekler tablosu ve kavram şeması size çok yardımcı olacaktır. Onları incelemeyi unutmayınız).

10. Burada amaçlarda belirtilen başlıklarla ilgili olanlardan 3. kanun ile ilgili gerekirse başka bilgiler verelim ve gösteri deneyi yapalım.

“60 km/saat ile gitmekte olan bir araç durmakta olan bir cisme çarpıyor olsun ve cisim sürüklemeye başlasın. Cisimle aracın birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşit midir? (bekleyiniz) Peki araç hızını daha da artırsın örneğin 80 yapsın. Bu durumda kuvvetler eşit midir? (bekleyiniz). Peki 60 ile kendisine çarpılan cisim kendisine 80 ile çarpılınca uygulayabileceği kuvvet değişir mi? (bekleyiniz). Yani bana daha hızlı çarpıyorlar galiba ben daha fazla kuvvet

uygulamalı mıyım diyebilir mi? Ya da bu kuvveti nereden bulacak? Yani bu cismi sürüklemek için 10 km/saat ile çarpmak yetiyorsa daha hızlı çarpmanın getirisi nedir? Cismin göstereceği tepki kuvveti mi artacak? Peki cisimle aracın 60 ile ilerliyor olması ile 80 ile ilerliyor olması arasındaki fark nedir? Araç ile cisimlerin birbirlerine uyguladıkları kuvvetler değişmiş mi oldu? Peki şöyle düşünelim. Yere göre bakınca cisim birinde 60 diğerinde 80 ile hareket ediyor. Ama arabaya göre bakınca arabada her an cisimle aynı hıza sahip olduğu için cisim durmuş gibi olmuyor mu? (Cevapları alınız) Cevabınız evet ise bir soru daha geliyor. Yani araba- cisim sisteminde durmakta olan cisim dengede ise  $F_{net}=0$  olması gerekmiyor mu? Yani araç ile cismin birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşit olmalı. Cisimde potansiyeli dışında bir kuvvet uygulayamayacağına göre o zaman bu cisme 60 veya 80 ile çarpılmasının, hızın değişmesinin önemi var mı?” (Bu şekilde biraz kafa karıştırabilirsiniz).

(Burada biraz hız kavramından bahsediniz. Eylemsizlik prensibi ile hızın ilişkisini anlatınız. Hareket eden cisimlerin üzerinde veya içinde bir kuvvet olmayacağını vurgulayınız. İki cismin çarpışması sırasında kuvvetin aktarılması gibi bir şeyin söz konusu olmadığını ve kuvvetin paylaşılmadığını, alınıp verilmediğini anlatınız. Çarpışma anında çarpışmadan önce daha hızlı gidenin daha fazla hasar vereceğini düşündüğümüzü ve bunun genelde doğru olacağını ama bunun hızlı giden cismin daha fazla kuvvet uygulaması manasına gelmediğini ifade ediniz. Aynı şekilde çarpışma sırasında daha fazla zarar gören cismin daha az kuvvet uygulamadığını veya az zarar görenin de daha fazla kuvvet uygulamadığını anlatınız. Belki yayların deforme olması, esnekliği, yapıldığı maddenin cinsi, yay sayısı kavramları ile bir mekanik modelleme yapıp atomik düzeyde bir ilişkilendirme yapabilirsiniz).

(Yayları kullanarak iki farklı yay sıkıştırınız. Bitişik tutup aynı kuvvetle sıkıştırınız. Farklı sıkışınlar. Ayrı ayrı aynı derecede sıkışacak şekilde yayları sıkıştırınız. Benzerlikleri ve farklılıkları tartışınız. Oyuncak araçlar çarpıştırınız. Araçların farklı hızda olsalar bile, çarpışma sırasında eninde sonunda az ya da çok sıkışarak, az ya da çok hasar görerek durduklarını, dengeye geldiklerini vurgulayınız. Yoksa eşit kuvvet olmasa dengeye ulaşamayacağını vurgulayınız).

11. Son kez hedef benzetmeyi tekrar oylatınız. Cevaplarını NAÖ'ye işaretletiniz. Kartlarını kaldırarak cevaplarını göstermelerini isteyiniz.

(Oylama sonuçlarına göre uygulamayı sonlandırınız. Hedef kavram yanlışlığı çok büyük bir ihtimal giderilmiş olacaktır. Aksi halde zamanınız elverdiği sürece tartışmalara devam edebilir, kavram şemasından başka benzetmeler çalışabilir, gösteri deneylerini tekrar irdeleyebilirsiniz).

12. Son olarak Newton'un 3. kanunu açıkça tekrar ediniz/ettiriniz. Ve dersi “Hareket etmekte olan iki cisim/nesne etkileşim içersine girdiklerinde farklı hızla hareket etmekte olsalar bile birbirlerine eşit kuvvet uygularlar.” şeklinde özetleyerek bitiriniz.

### Günlük Ders Planı 4

**Ders:** Fizik

**Konu:** Newton'un III. Hareket kanunu

**Sınıf:** Sınıf Öğretmenliği Bölümü 2. Sınıf Öğrencileri

**Süre:** 40 dakika

**Metot:** Birleştirici Benzetme Yöntemi

**Hedef Kavram Yanılgısı:** İki nesne etkileşim içersine girerse güçlü olan zayıf olandan daha fazla kuvvet uygular.

**Amaçlar:**

1. Temas halinde olan cisimlerden güçlü olanın zayıf olana daha fazla/az kuvvet uygulayamayacağını anlamak,
2. Enerji ile güç kavramının aynı olmadığını anlamak ve bu iki kavramı da kendi kelimeleri ile ifade edebilmek,
3. Enerji ile gücün kuvvet ile aynı şey olmadığını anlamak,
4. Büyük, ağır, kütleli, enerjik, güçlü, kuvvetli vb. kavramlarının günlük hayatta kullanımı ile fizik eğitiminde kullanımı karıştırmamak, bu kelimeler arasındaki nüans farklılıklarını örnekleri gelince ayırt edebilmek,
5. Etkileşim halinde olan cisimlerden daha aktif olanın (motoru çalışan, iten, çeken vb.) pasif olana daha az/fazla kuvvet uygulayamayacağını anlamak,
6. Sadece canlı cisimlerin kuvvet uygulamadığını, cansız cisimlerin (masa, duvar, yer vb.) de kuvvet uygulayabildiğini anlamak,
7. Temas halindeki cisimler arasındaki kuvvetlerin eşit fakat zıt yönlü olduğunu anlamak,
8. Temas halinde uygulanan kuvvetlerin farklı cisimler üzerinde olduğunu ve bir cisim üzerinde sadece diğer cisimden kaynaklanan tek bir kuvvet olduğunu anlamak,
9. Kuvvetin cisimlerin sahip olduğu bir özellik olmadığını aksine cisimlerin birbirleriyle etkileşiminden doğan bir büyüklük olduğunu anlamak,

10. Hareket eden cisimlerin eylemsizliklerinden dolayı içlerinde kuvvet barındırmadığını, hareketin kuvvetin göstergesi olmayacağını anlamak,
11. Newton'un 3. hareket kanunu gerçek hayattaki diğer durumlara ve örneklere uygulayabilmek, olayları bu perspektiften yorumlayabilmektir.

**Materyaller:**

1. Bir büyük yay,
2. Bir çift benzer yay,
3. Bir masa/kürsü/sıra,
4. Harf ve sayı kartları,
5. Ödev kağıtları,
6. Neler anlamlıdır ölçekleri.

**Sunuş:**

1. İlk olarak derse başlamadan önce bir yoklama alınız.
2. Bir önceki derste ne yaptığınızı bir iki cümle/soru vb. ile özetleyiniz veya özetletiniz.
3. Neler anlamlıdır ölçekleri ile harf ve sayı kartlarını dağıtınız.
4. Projektörden size verilmiş olan ilgili PowerPoint sunusunu açınız. İlk olarak üçüncü kavram yanılığının hedef sorusunu sorunuz.

(B Üniversitesi için 3'5a, A Üniversitesi için 3'10 olarak önerilmiş olan soruyu tıklayarak açınız ve ilgili hedef benzetmeyi sorunuz).

5. Cevaplarını NAÖ'ye işaretlettiriniz.
6. Harf ve sayı kartlarını kullanarak cevaplarını göstermelerini isteyiniz.
7. Temel benzetmeyi slaytlardan gösteriniz. Cevaplarını NAÖ'ye işaretletiniz. Kartlarını kaldırarak cevaplarını göstermelerini isteyiniz.

(B üniversitesi için 3'1a, A üniversitesi için 3'9 olan temel benzetmeyi sorunuz. Bir süre cevapları ve örneği tartışınız. Eğer ilk örneğin iyi çalışmadığı kanısına varırsanız kavram şemasını ve zorunlu önerilen sorular tablosunu kullanarak başka benzetme seçiniz ve oylatınız).

8. Öncelikle önerilen birleştirici benzetmeleri sorunuz. Cevaplarını NAÖ'ye işaretletiniz. Kartlarını kaldırarak cevaplarını göstermelerini isteyiniz.

(Cinsiyet göz önünde bulundurularak B üniversitesi için 3'26a ve 3'6a, A üniversitesi için ise 3'13a, 3'26a ve 3'25a önerilen minimum zorunlu örneklerdir. Birleştirici benzetmelerin kendileriyle, temel ve hedef benzetmeler ile olan benzerliklerini ve farklılıklarını tartışmayı unutmayınız. Tabi ki bu örnekler minimum olarak yapılması gereken örneklerdir. Uygulayıcı olarak sizler daha fazla örnek yapabilirsiniz ve yapmanız faydalı olacaktır).

9. Burada amaçlarda belirtilen başlıklarla ilgili olanlardan 3. kanun ile ilgili gerekirse başka bilgiler verelim ve gösteri deneyi yapalım.

“Sinan ve Serkan ikiniz tahtaya gelir misiniz? Sizce hangisi daha güçlü arkadaşlar? (cevabı alınız). Peki birbirinizi fazla zorlanmadan itin bakalım ama sürüklemeyin birbirinizi. Evet arkadaşlar bakın bu güçlü beyler birbirlerini itiyorlar? Bakın yüzlerinden belli. Kızarmışlar. Durun bakayım evet kasları da sert, itiyorlar yani. Ama hareket yok sizce birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşit midir? (cevabı alınız). Peki birbirinizi tüm gücünüzle itin lütfen? Ama dikkat edin düşmeyin. Evet itin. Bakın Serkan arkadaşını sürüklüyor. Sizce birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşit midir? (cevabı alınız). Tamam Serkan sen kazandın daha güçlüsün. Yorduk seni ama bir de tahtanın yanına geçip duvarı iter misin? Evet, it lütfen. Evet arkadaşlar sizce duvar mı güçlü Serkan mı? Birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşit midir? Serkan biraz daha fazla güçle iter misin duvarı? Tüm gücünle lütfen. Peki şimdi arkadaşlar duvarla Serkan'ın birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşit midir? (cevabı bekleyiniz). Peki duvarın şu an Serkan'a uyguladığı tepki önceki uyguladığıyla eşit midir? (cevabı alınız). (İsterseniz biraz daha ilgi çekici ve kafa karıştırıcı sorular sorabilirsiniz de burada. Örneğin, duvar kendisini kimin ne kadar bir kuvvetle ittiğini ya da ne kadar reaksiyon göstereceğini nereden biliyor? Niye daha fazla reaksiyon göstermiyor? Oysa duvar istese çok daha fazla kuvvete dayanabilir ve çok daha fazla tepki kuvveti verebilir. Ama çok daha fazla güce sahip olmak çok daha fazla kuvvet uygulanabileceği manasına mı gelir? Peki duvarın bu gücünün daha doğrusu gösterdiği tepki kuvvetinin kaynağı nedir? vb.). Serkan'ım senden son ricam duvarı ittiğin aynı güçle, duvara uyguladığın aynı kuvveti dönüp havaya uygulaman? Yani havayı it? Evet, evet. İtemiyor musun? Arkadaşlar ne oldu Serkan gücünü mü kaybetti? Hala kaslarında aynı güç var? Peki duvarı itebiliyor da havayı niye itemiyor?”

“İşte arkadaşlar demek oluyor ki kuvvet ancak karşısındakiyle vardır ve bir bütün oluşturur. Yani etkiyi belirleyen tepkidir. Hatta bu manada belki etki dediğimize tepki ve tepki dediğimize etki demekte daha doğru olacaktır. Bu konuyu hep beraber bir düşünün isterseniz. Bir başka çıkan sonuçta etki-tepki değerini belirleyen küçük olan değerdir. Yani zayıf olan, güçsüz olan, minimum olan değeri belirler. Bakın bu hayatta da böyledir. Örneğin ben fizik sınavı yapacağım ve kafamda 45 kişiye bu eziyeti çektirmek var. Ama sınıfta o gün 42 kişi var. Ben 45 kişiye sınav yapabilir miyim? Hayır, ancak 42 kişi. Veya zenginler fakiri ezecekler. Her zaman olduğu gibi. Ama etrafta ezecek fakir olmadıktan sonra zenginler nasıl fakir ezsinler. Tepkiye etki. Ya da sabır. İnsan



her zaman artık bu sabrımın son noktası der. Daha fazlasına dayanamam der. Ama bir şekilde dayanır. Ne kadar etki o kadar tepki. Dayanamadığı noktada zaten depresyon vb. başlar. İşte bu noktada zorluğun-sabrın limiti ya da etki tepki çiftinin değeri belli olmuş oluyor. Lütfen siz kendiniz örnekleri çoğaltınız. Haftaya herkesin günlük hayattan bu konuyla ilgili bir şeyler düşünüp gelmiş olmasını istiyorum”.

(İsterseniz yay ittirip çektirebilirsiniz, ya da iple çekme yarışı yaptırabilirsiniz. Ders süresini ve derse katkısını düşünerek bu gösterileri yapıp yapmamayı da sizlere bırakıyoruz).

10. Son kez hedef benzetmeyi tekrar oylatınız. Cevaplarını NAÖ'ye işaretletiniz. Kartlarını kaldırarak cevaplarını göstermelerini isteyiniz.

(Oylama sonuçlarına göre uygulamayı sonlandırınız. Hedef kavram yanılığısı çok büyük bir ihtimal giderilmiş olacaktır. Aksi halde zamanınız elverdiği sürece tartışmalara devam edebilir, kavram şemasından başka benzetmeler çalışabilir, gösteri deneylerini tekrar irdeleyebilirsiniz).

11. Son olarak Newton'un 3. kanunu açıkça tekrar ediniz/ettiriniz. Ve dersi “Etkileşmekte olan cisimler/nesneler farklı güçlere sahip olsalar bile etkileşim anında birbirlerine uygulayacakları kuvvetler eşit olacaktır” şeklinde özetleyerek bitiriniz.

## Günlük Ders Planı 5

**Ders:** Fizik

**Konu:** Newton'un III. Hareket kanunu

**Sınıf:** Sınıf Öğretmenliği Bölümü 2. Sınıf Öğrencileri

**Süre:** 40 dakika

**Metot:** Birleştirici Benzetme Yöntemi

**Hedef Kavram Yanılgısı:** Bir cisim başka bir cismi sabit hızla iterken/çekerken kontak kuvvetleri eşit değildir.

**Amaçlar:**

1. Bir cismin başka bir cismi sabit hızla iterken/çekerken bile diğer cisimden daha fazla kuvvet uygulayamayacağını anlamak,
2. Cisimlerin sabit hızla hareket etmeleri için kuvvete ihtiyaç olmadığını anlamak,
3. Eylemsizlik prensibini açıklayabilmek ve etki-tepki prensibi ile olan ilişkisini kurabilmek,
4. Bir cismin dengede olabilmesi için gerekli olan şartları açıklayabilmek ve dengede olmanın sadece cismin üzerinde hiçbir kuvvet bulunmaması demek olmadığını, eğer cisme çeşitli kuvvetler etki ediyorsa bu kuvvetlerin vektörel toplamının sıfır olması da demek olduğunu anlamak,
5. Etkileşim içerisinde olan cisimlerden itmek, çekmek, dayanmak gibi işlemleri yapan daha aktif olan cisimlerin daha fazla kuvvet uygulayamayacağını anlamak,
6. Durgun bir sistemde iplerdeki gerilme kuvvetini anlamak, açıklayabilmek ve bunlarla ilgili sayısal sorular çözebilmek.
7. Sabit hızla hareket etmekte olan bir sistemde iplerdeki gerilme kuvvetini yorumlayabilmek,
8. Temas halindeki cisimler arasındaki kuvvetlerin eşit fakat zıt yönlü olduğunu anlamak,

9. Temas halinde uygulanan kuvvetlerin farklı cisimler üzerinde olduğunu ve bir cisim üzerinde sadece diğer cisimden kaynaklanan tek bir kuvvet olduğunu anlamak,
10. Kuvvetin cisimlerin sahip olduğu bir özellik olmadığını aksine cisimlerin birbirleriyle etkileşiminden doğan bir büyüklük olduğunu anlamak,
11. Newton'un 3. hareket kanunu gerçek hayattaki diğer durumlara ve örneklere (itme, çekme, sürüklenme vb.) uygulayabilmek, olayları bu perspektiften yorumlayabilmektir.

### **Materyaller:**

1. Bir büyük yay,
2. Bir çift benzer yay,
3. 1-2m uzunluğunda bir ip,
4. Birkaç öğrenci,
5. Harf ve sayı kartları,
6. Neler anlamlıdır ölçekleri.

### **Sunuş:**

1. İlk olarak derse başlamadan önce bir yoklama alınız.

(Yoklamayı titizlikle aldığınızdan emin olunuz. Sınıfı sayarak listedeki öğrenci sayısı ile sınıftaki öğrenci sayısının eşit olup olmadığını kontrol ediniz).

2. Bir önceki derste ne yaptığınızı bir iki cümle/soru vb. ile özetleyiniz veya özetletiniz.

3. Neler anlamlıdır ölçekleri ile harf ve sayı kartlarını dağıtınız.

“Evet arkadaşlar, bu 3. hafta kartları kullanacağımız son haftadır. İki haftadır derse gelmeyip ilk defa bu hafta gelen var mı? Lütfen parmak kaldırınız. Sizler için ilk kez diğer arkadaşlar için ise kısa bir hatırlatma olsun diye tekrarlıyorum. NAÖ’yü ders süresince soracağım yanıtı “evet” veya “hayır” olacak olan sorulara vereceğiniz cevapları yazmak ve bu verdiğiniz cevapların sizlere ne kadar anlamlı gelip gelmediğini işaretlemeniz için kullanacaksınız. NAÖ’ün amacı sadece bilginizin doğruluğunu veya yanlışlığını ölçmek değildir. Bu ölçeği doldururken dikkat edeceğiniz en önemli husus “anlamlı gelmek” kavramıdır. Yani aradığımız ve istediğimiz kendinizi iyi tartıp, iyi düşünüp sorulan soruların size anlamlı gelip gelmediğini derecelendirmeniz. İsterseniz farkı şöyle anlatayım. Eğitilmiş bir papağan da çok rahat söylenen sözü tekrar edebilir. Hafiften belki rol de yapabilir. Ama söylediği ve yaptığı şeyleri ne gönülden yapar, ne hisseder, ne başka sözlere ve

durumlara uygulayabilir ve ne de ne demek olduğunu anlayabilir. Sadece ağızdan çıkan, yürekte ve beyin ikilisinden gelmeyen bir sözdür. Anlamli gelmekten ifade edilen de budur. Yani verdiğiniz cevabın sadece ağızdan çıkan bir cevap değil birey olarak tüm vücudunuzla sizden gelen bir cevap olmasıdır. Verdiğiniz cevabın her yönüyle hiçbir şüpheye yer bırakmadan içinize sinmesidir. Lütfen yine de ben bilgisayarını ve sunuyu açana kadar sizler NAÖ'ün üzerinde yazan açıklamaları bir kere daha okuyunuz”.

4. Projektörden size verilmiş olan ilgili PowerPoint sunusunu açınız. İlk olarak 7b kavram yanlışlığının hedef sorusunu sorunuz.

“Evet öncelikle herkesin neler anlamlıdır ölçüğünün en üst kısmına büyük harflerle M7b yazmanızı istiyorum. Ve cevaplarınızı lütfen tükenmez kalem kullanarak işaretleyiniz. Tükenmez kaleminiz yoksa lütfen ders ilerledikçe cevaplarınızı değiştirmeyiniz”. (Bu şekilde aynı gündeki iki kavram yanlışlığının oylama kağıtlarının karıştırılmasını önlemiş oluruz. Ders sırasında/sonunda herhangi bir örneğe atıf yaptığımızda bu şekilde cevaplarını kağıtlarından isterlerse daha rahat takip etmelerini sağlamış oluruz. B Üniversitesi için 7'15b, A Üniversitesi için 7'7 olarak önerilmiş olan hedef benzetmeyi sorunuz). “Evet, şekildeki cisim diğerini sabit hızla iterek hareket ettirirken birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşit midir? Bu cevabınız size ne kadar anlamlı gelmektedir? Lütfen cevaplarınızı M7b yazdığımız oylama kağıdının 1. oy kısmını doldurarak belirtiniz”. Bu şekilde her defasında kaçınıcı oy işaretlediğimizi sürekli hatırlatınız. Böylece öğrencilerinizin tamamının aynı sayıda oylama yapmasını sağlayınız.

5. Cevaplarını NAÖ'ye işaretlettiriniz.

6. Harf ve sayı kartlarını kullanarak cevaplarını göstermelerini isteyiniz.

7. Temel benzetmeyi slaytlardan gösteriniz. Cevaplarını NAÖ'ye işaretletin. Kartlarını kaldırarak cevaplarını göstermelerini isteyiniz.

(B üniversitesi için 7b'6, A üniversitesi için 7b'22a olarak önerilmiş olan temel benzetmeyi sorunuz. Cevapları ve örneği biraz tartışınız. Bu sistemdeki değişkenleri, benzetmedeki elemanların ve ortamın özelliklerini vurgulayınız. Büyük bir olasılıkla çalışacaktır ama yine de eğer örneklerin iyi çalışmadığı kanısına varırsanız kavram şemasından başka örnekler seçip uygulayınız).

8. Önerilen birleştirici benzetmeleri sorunuz. Cevaplarını NAÖ'ye işaretletin. Kartlarını kaldırarak cevaplarını göstermelerini isteyiniz.

(Zorunlu önerilen sorular tablosuna veya kavram şemasına bakarsanız B üniversitesi için 7b'22a, 7b'19b ve 7b'16b, A üniversitesi için ise 7b'20b, 7b'5 ve 7b'15b örneklerinin birleştirici benzetme olarak önerildiğini göreceksiniz.

Minimum olarak bu üç benzetmeyi oylatınız. Birkaç öğrenciyi kaldırabilirsiniz. Ya da konuşmak isteyenlere söz hakkı verebilirsiniz. Kimse konuşmak istemiyorsa siz özellikle bu örneklerin kendi içlerinde benzerliklerini/farklılıklarını, bu örneklerin temel benzetme ve ayrıca hedef benzetme ile olan benzerlik ve farklılıklarını tartışınız, tartıştırınız. Gerekli görürseniz, yani uygulama sırasında cinsiyete bağımlı yanlış cevaplar ya da benzetmelerin istediğiniz kavramsal sıçramayı sağlatamaması vb., daha fazla birleştirici benzetme oylatınız. Veya bazılarını gösteri olarak yaptırınız. Burada farklı özelliği olan birleştirici benzetme varsa onları da oylatmak faydalı olacaktır.).

9. Amaçlarda belirtilen başlıklarla ilgili olanlardan 3. kanun ile ilgili gerekirse başka bilgiler verelim ve gösteri deneyi yapalım.

“Ali ile Ahmet siz ikiniz gelir misiniz lütfen. Şu yayı alınız. Ahmet sen bir ucundan Ali sen bir ucundan tut lütfen. Şimdi Ahmet sen çek, Ali sen de bırakma sakın. Bu şekilde bu işlemi yaparak sabit hızla aynı yönde ilerleyiniz. Evet arkadaşlar sizde yayı inceleyiniz. Bu sefer Ahmet çekmeni değil itmeni istiyorum. Lütfen dikkatli bir şekilde iter misin? Ali sende yayı bırakma lütfen. Bu şekilde sabit hızlı aynı yönde ilerleyiniz. Evet arkadaşlar gördüğünüz gibi sabit hızlı hareket yapıyor arkadaşlarımız. Acaba bu durumda uygulanan kuvvetler eşit midir? Hangi kuvvetler? Ali'nin yaya? Ahmet'in yaya? Yayın iki ucundaki kuvvet?”.

(İsterseniz iki farklı sertlikte yayı alıp, birbirine takınız. Ali ile Ahmet yine iterek aynı hareketi yapsınlar. Yayları inceleyiniz. Aynı mı sıkıştılar? Farklı mı sıkıştılar? Aynı da sıkışsa farklı da sıkışsa cevabınız değişir miydi?).

(İsterseniz bu seferde iki aynı sertlikte yayı alıp, birbirine takınız. Ali ile Ahmet yine iterek aynı hareketi yapsınlar. Yayları inceleyiniz. Aynı mı sıkıştılar? Farklı mı sıkıştılar? Aynı da sıkışsa farklı da sıkışsa cevabınız değişir miydi?).

(Bu sefer iki bayan öğrenci çağırınız. Onlarda benzer bir gösteriyi ip kullanarak yapsınlar. Neler değişti? Sürtünmenin rolü ne burada? Sürtünme olmasa ne olurdu? Tek tek kuvvetleri beraberce tartışarak çıkarınız. Tahtaya yazınız. Burada etki tepki çiftlerini gösteriniz. Bunların üzerinden kuvvetler eşit olmasına rağmen neden hareket olduğunu anlatınız).

(Peki bayanlardan bir tanesi diğerini sürükleyerek (ip veya yay kullanmadan sırtından tutarak) sabit hızla çekseydi ne olurdu? Bu durumda kuvvetler için ne söylenebilir? Tartışınız).

(Bu gösteriler ile slaytlardaki benzetmelerin bağlarını kurunuz. Teorik bilgi vermeye, olayı irdelemeye ta ki öğrencilere anlamlı gelmeye başladığını düşündüğünüz ana kadar devam ediniz).

10. Son kez hedef benzetmeyi tekrar oylatınız. Cevaplarını NAÖ'ye işaretletiniz. Kartlarını kaldırarak cevaplarını göstermelerini isteyiniz.

(Oylama sonuçlarına göre uygulamayı sonlandırınız. Hedef kavram yanlışlığı çok büyük bir ihtimal giderilmiş olacaktır. Aksi halde zamanınız elverdiği sürece tartışmalara devam edebilir, kavram şemasından başka benzetmeler çalışabilir, gösteri deneylerini tekrar irdeleyebilirsiniz).

11. Son olarak dersi bir özet cümlesi ile bitiriniz.

(Son olarak Newton'un 3. yasasını açıkça tekrar ediniz/ettiriniz. Demek ki "bir cisim başka bir cismi sabit hızla iterken/çekerken de kontak kuvvetler eşit ve bu durumlarda da Newton'un 3. kanunu geçerlidir" diye özetleyiniz). "Peki arkadaşlar Newton'un 3. kanunu ne zaman geçerli değildir? Bir dahaki ders bu konuyu inceleyeceğiz. Son dersimizde örnekler üzerinden bu soruyu irdeleyeceğiz ve tartışacağız. Lütfen ders arasında biraz bu konuyu düşününüz. Evet 15 dakika ara, lütfen diğer derse geç kalmayınız".

## Günlük Ders Planı 6

**Ders:** Fizik

**Konu:** Newton'un III. Hareket kanunu

**Sınıf:** Sınıf Öğretmenliği Bölümü 2. Sınıf Öğrencileri

**Süre:** 40 dakika

**Metot:** Birleştirici Benzetme Yöntemi

**Hedef Kavram Yanılgısı:** Bir cisim başka bir cismi ivmeli bir hareket yaparak iterken/çekerken aralarındaki kontak kuvvetleri eşit değildir.

**Amaçlar:**

1. İvme ile kuvvet kavramlarının aynı olmadığını anlamak ve bu iki kavramı kendi kelimeleri ile ifade edebilmek,
2. Dinamiğin temel prensibi ile etki-tepki prensibinin ilişkisini kurabilmek,
3. İvmenin her zaman hareketle aynı yönde olmak zorunda olmadığını anlamak,
4. İvme ile hız kavramının aynı olmadığını anlamak,
5. Bir cisim başka bir cismi ivmeli hareket yaptırıp iterken/çekerken bile birbirlerine uyguladıkları kontak kuvvetlerinin eşit olduğunu anlamak,
6. İvmeli hareket yapmakta olan bir sistemde iplerdeki gerilme kuvvetini yorumlayabilmek,
7. Temas halindeki cisimler arasındaki kuvvetlerin eşit fakat zıt yönlü olduğunu anlamak,
8. Temas halinde uygulanan kuvvetlerin farklı cisimler üzerinde olduğunu ve bir cisim üzerinde sadece diğer cisimden kaynaklanan tek bir kuvvet olduğunu anlamak,
9. Kuvvetin cisimlerin sahip olduğu bir özellik olmadığını aksine cisimlerin birbirleriyle etkileşiminden doğan bir büyüklük olduğunu anlamak,
10. Hareket eden cisimlerin eylemsizliklerinden dolayı içlerinde kuvvet barındırmadığını, hareketin kuvvetin göstergesi olmayacağını anlamak,

11. Newton'un 3. hareket kanunu gerçek hayatta karşılaşılabileceğimiz diğer durumlara ve örneklere (itme, çekme, sürüklenme vb.) uygulayabilmek, bu olayları fizik kanunları açısından yorumlayabilmek,
12. Newton'un 3. hareket kanunu'nun gerçek hayatta karşılaşılabileceğimiz diğer sosyal, ekonomik, duygusal, çevresel vb. durumlarda da aslında geçerli olabileceğini anlamak ve her sosyal durumu bu yönüyle gözlemleyebilmek,

**Materyaller:**

1. Bir çift büyük yay,
2. Bir çift benzer yay,
3. 1-2m uzunluğunda kalın bir ip,
4. Birkaç öğrenci,
5. Harf ve sayı kartları,
6. Neler anlamlıdır ölçekleri.

**Sunuş:**

1. Derse başlamadan önce yoklama alınız.

(Yoklamayı titizlikle aldığınızdan emin olunuz. Sınıfı sayarak listedeki öğrenci sayısı ile sınıftaki öğrenci sayısının eşit olup olmadığını kontrol ediniz).

2. Bir önceki derste ne yaptığınızı bir iki cümle/soru vb. ile özetleyiniz veya özetletiniz.

3. Neler anlamlıdır ölçekleri ile harf ve sayı kartlarını dağıtınız.

“Evet arkadaşlar öncelikle neler anlamlıdır ölçeğinin en üst kısmına büyük harflerle herkesin M7a yazmasını istiyorum. Ve cevaplarınızı lütfen tükenmez kalem kullanarak işaretleyiniz. Tükenmez kaleminiz yoksa tekrar hatırlatıyorum lütfen ders ilerledikçe cevaplarınızı değiştirmeyiniz”.

4. Projektörden size verilmiş olan ilgili PowerPoint sunusunu açınız. İlk olarak 7a kavram yanlışlığının hedef sorusunu sorunuz.

(B Üniversitesi ve A Üniversitesi için de 7a'3 olarak önerilmiş olan hedef benzetmeyi sorunuz). “Evet, şekildeki cisim diğerini iterek ivmeli bir hareket yaptırırken birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşit midir? Bu cevabınız size ne kadar anlamlı gelmektedir? Lütfen cevaplarınızı M7a yazdığınız oylama kağıdının 1. oy kısmını doldurarak belirtiniz”. (Bu şekilde her defasında kaçınıcı oyu işaretlediklerini sürekli hatırlatınız).

5. Cevaplarını NAÖ'ye işaretlettiriniz.



6. Harf ve sayı kartlarını kullanarak cevaplarını göstermelerini isteyiniz.

(Bu 3. hafta olduğu ve örnekler birbirine benzediği için öğrenciler sıkılmaya başlayabilirler. Onların motivasyonunu artırmak için bir şeyler düşünelim. Espri yapınız. Onları olayın içine daha çok katınız. Gösteri deneyleri yaptırınız. Bunun için bu ilk oylama işlemlerini çabuk geçmeniz de fayda olacaktır. Tartışmaları, benzerlikleri ve farklılıkları sona bırakabilirsiniz).

7. Temel benzetmeyi slaytlardan gösteriniz. Cevaplarını NAÖ'ye işaretletin. Kartlarını kaldırarak cevaplarını göstermelerini isteyiniz.

(B üniversitesi için 7a'2, A üniversitesi için 7a'17a olarak önerilmiş olan temel benzetmeyi sorunuz. Yalnız burada B üniversitesi için verilen örnek ağırlıklı bayanlar için çalışan bir örnektir. Bu yüzden B üniversitesi için birleştirici benzetmelere başlarken ilk olarak zorunlu önerilen ve kenarında "♂" işareti olan 7a'21a örneğiyle başlamanızı tavsiye ederiz. A üniversitesi için verilen örnek ise hem bayanlar hem de erkekler için temel benzetme torbasında olan bir örnek olduğu için bu örnekte ekstra bir hassasiyet mevcut değildir. Bu temel benzetmeler büyük bir olasılıkla çalışacaktır ama yine de eğer örneklerin iyi çalışmadığı kanısına varırsanız kavram şemasından başka örnekler seçip uygulayınız).

8. Önerilen birleştirici benzetmeleri sorunuz. Cevaplarını NAÖ'ye işaretletin. Kartlarını kaldırarak cevaplarını göstermelerini isteyiniz.

(Zorunlu önerilen sorular tablosuna veya kavram şemasına bakarsanız B üniversitesi için 7a'21a, 7a'17b ve 7a'14a, A üniversitesi için ise 7b'18a, 7b'14a ve 7b'13b örneklerinin birleştirici benzetme olarak önerildiğini göreceksiniz. Minimum olarak bu üç benzetmeyi oylatınız. Öğrenciler sıkılmasın diye bu örneklerin kendi içlerinde benzerliklerini/farklılıklarını, bu örneklerin temel benzetme ve ayrıca hedef benzetme ile olan benzerlik ve farklılıklarını tartışma ve tartıştırma işini birkaç ilgi çekici teorik bilgi veya gösteri deneyinden sonraya bırakınız).

(Gerekli görürseniz, yani uygulama sırasında cinsiyete bağlı yanlış cevaplar ya da kullanılan benzetmelerin istediğiniz kavramsal sıçramayı sağlamadığını vb. hissederseniz daha fazla birleştirici benzetme oylatınız. Veya bazılarını gösteri olarak yaptırınız. Burada farklı özelliği olan birleştirici benzetme varsa onları da oylatmak faydalı olacaktır).

9. Amaçlarda belirtilen başlıklarla ilgili olanlardan 3. kanun ile ilgili gerekirse başka bilgiler verelim ve gösteri deneyi yapalım.

(Öncelikle biraz daha ivme kavramından bahsediniz. Günlük hayatta nasıl ve nerelerde karşımıza çıktığından bahsediniz. Newton'un 1., 2. ve 3.

kanunlarının entegrasyonunu yapınız. Birbirleriyle ilişkilerini biraz anlatınız. Sonra aşağıdaki gösteri deneylerini yapınız).

“İbrahim ile Can siz ikiniz gelir misiniz lütfen. Şu yayı alınız. İbrahim sen bir ucundan Can sen bir ucundan tut lütfen. Şimdi İbrahim sen çek, Can sen de bırakma sakın. Bu şekilde bu işlemi yaparak git gide hızınızı artırarak aynı yönde ilerleyiniz. Evet arkadaşlar sizde yayı inceleyiniz. Bu sefer İbrahim çekmeni değil itmeni istiyorum. Lütfen dikkatli bir şekilde iter misin? Can sende yayı bırakma lütfen. Bu şekilde sabit hızlı aynı yönde ilerleyiniz. Evet arkadaşlar gördüğünüz gibi sabit hızlı hareket yapıyor arkadaşlarınız. Acaba bu durumda uygulanan kuvvetler eşit midir? Hangi kuvvetler? Can’ın yaya? İbrahim’in yaya? Yayın iki ucundaki kuvvet?”.

(İsterseniz iki farklı sertlikte yayı alıp, birbirine takınız. Can ile İbrahim yine iterek aynı hareketi yapsınlar. Yayları inceleyiniz. Aynı mı sıkıştılar? Farklı mı sıkıştılar? Aynı da sıkışsa farklı da sıkışsa cevabınız değişir miydi?).

(İsterseniz bu seferde iki aynı sertlikte yayı alıp, birbirine takınız. Can ile İbrahim yine iterek aynı hareketi yapsınlar. Yayları inceleyiniz. Aynı mı sıkıştılar? Farklı mı sıkıştılar? Aynı da sıkışsa farklı da sıkışsa cevabınız değişir miydi?).

(Bu sefer iki bayan öğrenci çağırınız. Onlar da benzer bir gösteriyi ip kullanarak yapsınlar. Neler değişti? Sürtünmenin rolü ne burada? Sürtünme olmasa ne olurdu? Tek tek kuvvetleri beraberce tartışarak çıkarınız. Tahtaya yazınız).

(Peki bayanlardan bir tanesi diğerini sürükleyerek (ip veya yay kullanmadan sırtından tutarak) sürekli hızını artırarak çekseydi ne olurdu? Bu durumda kuvvetler için ne söylenebilir. Tartışınız).

(Bu gösteriler ile slaytlardaki benzetmelerin bağlarını kurunuz. Newton’un ikinci kanunu üzerinde biraz daha durunuz. İsterseniz sistem kavramını anlatınız. Yani bir eleman üzerindeki kuvvetleri gösteriniz. Nasıl hareket eder şu şu kuvvetler varsa? diye sorunuz. Sonra diğer elemanlar üzerindeki kuvvetleri tartışınız/konuşunuz. İsterseniz şöyle bir örnek veriniz). “Arabamız yolun üzerinde bozuldu. Dışarıda çok yağmur yağıyor. Arabayı en yakın 500 m uzaktaki benzinciye itmeniz lazım. Arabada da kız arkadaşınız var. Ona hava atacaksınız. Başlıyorsunuz kollarınızı sıvamaya ve kaslarınızı göstermeye. Arabanın içinden dışarı çıkmadan bütün gücünüzle direksiyondan arabayı itiyorsunuz. Arabayı benzinciye kadar itebilir misiniz? Sizin direksiyona uyguladığınız kuvvet ile direksiyonun size uyguladığı kuvvet eşit midir? Acaba bu durumda kashyım ve hırslıyım demek isterken zekadan ödün veriyor durumuna düşüyor musunuz? Peki olayı toparlıyor ve arabanın dışına çıkıp aynı kuvvetle o yağmur altında itmeye başladınız. Bu sefer arabayı itebilir misiniz? Kuvvetler eşit midir? Neler değişti? Sistemin içinde olmak ne demek, sistemin dışında olmak demek? Bu örnek üstünde düşününüz. İşte arabanın içindeki kişi arabayı iterken, kuvvetler sistem içinde olduğu için mi birbirini dengeliyor? Örneğin atom içersinde de bir sürü çeşit kuvvet var. Niye atomlar dağılmıyor? Ya da dünyanın dışına çıkınız. Dünyaya dışardan baktığınızı var sayınız. Dünya içersinde de bir sürü kuvvet var. Bunlar birbirine eşit ama sistem içersinde mi? .

Dengeli mi? Dünyanın durumunu değiştirmek istersek ne yapmalıyız? Arabayı itmeye çalışan çocuğu düşününüz”.

(Bu tarz biraz daha kafa karıştırıcı ve üst düzey sorularla dikkati toplayıp asıl anlatmak isteğimiz benzetmeleri toparlamaya çalışınız. Benzerliklerini ve farklılıklarını tartışınız. Teorik bilgi vermeye, olayı irdelemeye ta ki öğrencilere anlamlı gelmeye başladığını düşündüğünüz ana kadar devam ediniz).

10. Son kez hedef benzetmeyi tekrar oylatınız. Cevaplarını NAÖ'ye işaretletiniz. Kartlarını kaldırarak cevaplarını göstermelerini isteyiniz.

(Oylama sonuçlarına göre uygulamayı sonlandırınız).

11. Bu uygulamanın son dersi olduğu için özeti biraz geniş tutunuz. Newton'un 3. kanunu ile ilgili uygulama dışında da öğrencilerin bilmesi gereken bilgiler varsa onları da verdiğinizden emin olunuz.

(“Newton'un 3. kanunu, kuvvetlerin eşit, zıt yönlü, farklı cisimler üzerinde olduğunu söyler. Ayrıca bir kuvvet çiftinin etki-tepki çifti olabilmesi için bu söylenen özelliklere sahip olduğu gibi etki-tepki kuvvetlerin aynı cins olması gerekir.” şeklinde kanunu son bir kez özetleyiniz). “Sonuç olarak bu derste öğrendiğimiz nedir arkadaşlar? Demek ki bir cisim başka bir cismi ivmeli bir hareket yaparak iterken/çekerken de aralarındaki kontak kuvvetleri eşit ve Newton'un 3. kanunu geçerlidir. Daha önceki derslerde ne öğrenmiştik? (Bekleyiniz) Demek ki ne oluyormuş? Cisimler farklı sertlikte, farklı kütleli, farklı büyüklükte veya farklı güçte, canlı veya cansız olsalar, farklı hasar görseler, farklı hızda olsalar, biri diğerinden daha aktif olsa, sabit hızla birbirlerini itse de Newton'un 3. kanunu geçerlidir? Vay be ne kanunmuş? Değil mi arkadaşlar? Peki o zaman Newton'un 3. kanunu ne zaman geçerli değildir? (Biraz bekleyiniz. Cevap gelirse alınız). Bakınız bu cisimler hep temas ediyorlar. Yani hep özetlediğimiz benzetmeler temas kuvvetleri, cevap bu olabilir mi? Yani eğer alan kuvveti olsaydı bunlar, cevabınız değişir miydi? Kütle çekim kuvveti, elektromanyetik kuvvet, manyetik kuvvet gibi?”.

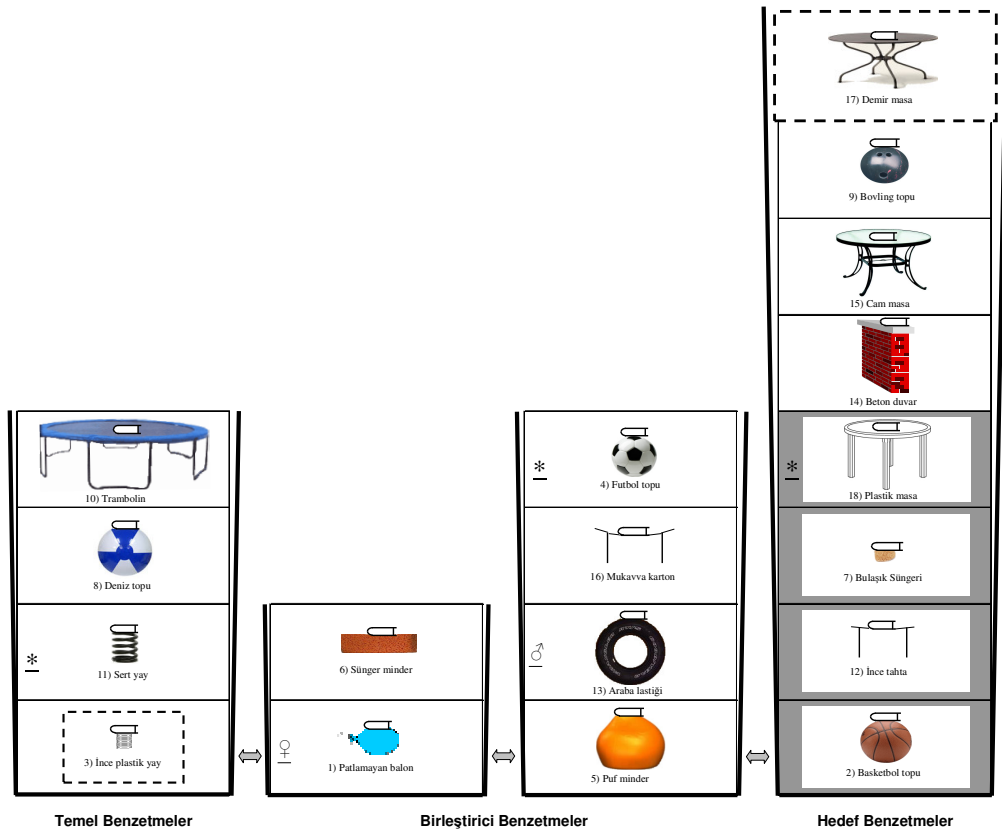
(Kütle çekim kuvvetinden bahsediniz biraz, ağırlıkla olan ilişkisini, sıra üzerinde duran kitap örneğindeki çizimleri hatırlatınız). “Yani bu kanunun geçerli olmadığı bir yer ve durum bulamazsınız. Bu sosyal hayatta da böyledir. Para piyasalarını düşününüz. Ne zaman iyi veya kötü bir şey olsa para piyasaları sarsılır. Etkiye tepki. Örneğin bu sınıfta ben kaç kişi varsa o kadar kişiye ders anlatabilirim. Daha fazlasına değil. Derdim bilgili olduğumu göstermekse, sadece bu 42 kişiye bunu gösterebilirim. Ama 43 değil. Derdim zekamı göstermekse sınıfta sizler olmasanız ben kime zekamı göstereceğim? Yani siz olmasanız hava atmanın bir manası yok? Yani etkiyi değerli kılan tepkinin olması? Tepki olmadan etki olamaz? Ya da etki olmadan tepki olmaz?”.

“Dolayısıyla biz bu uygulamayla bir etki yapmaya çalıştık. En kısa sürede umarız ki olumlu tepkilerinizi, iyi notlar ve başarı olarak bekliyoruz. Haftaya atışlar ve momentum konularıyla devam edeceğiz. Herkese iyi günler.”

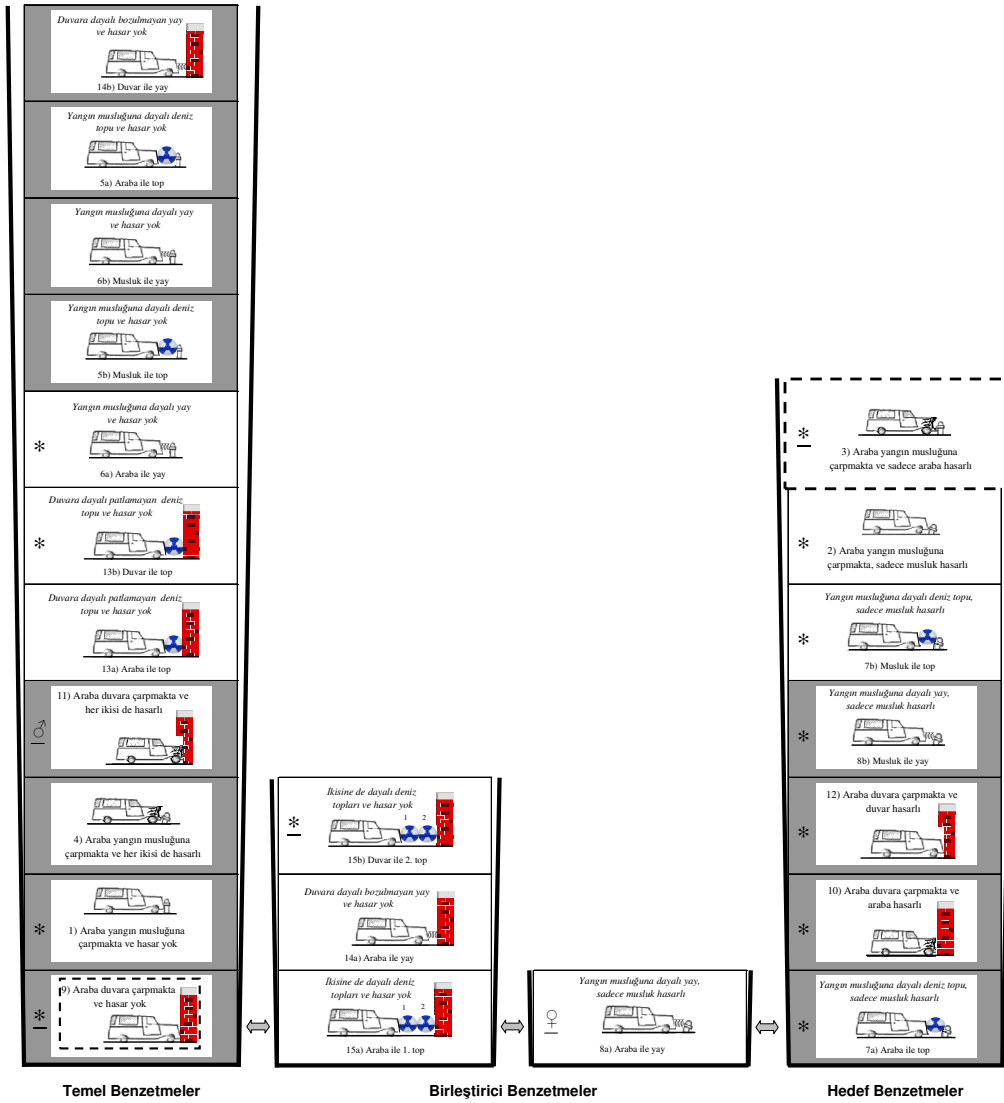
## APPENDIX G

## CONCEPT DIAGRAMS

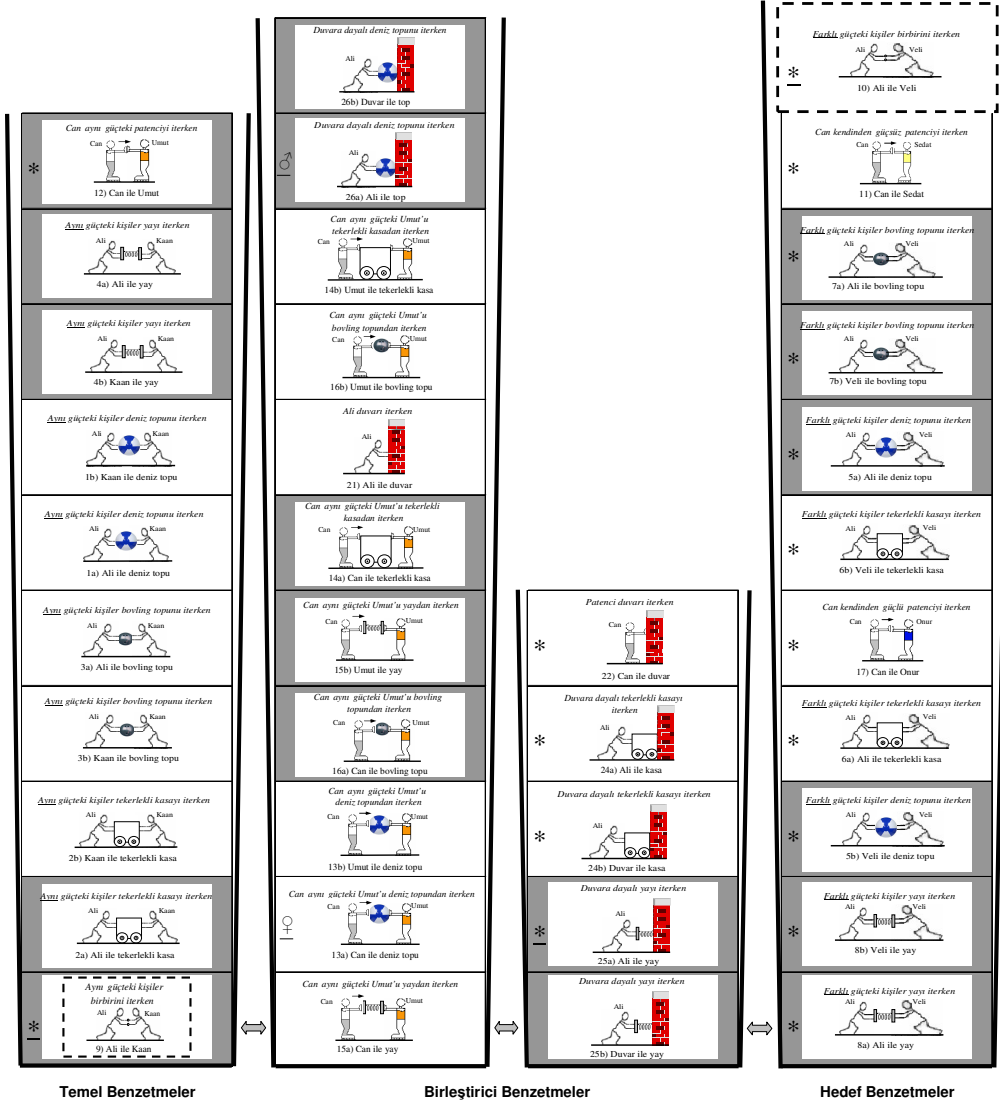
## A Üniversitesi - Kavram Şeması 1



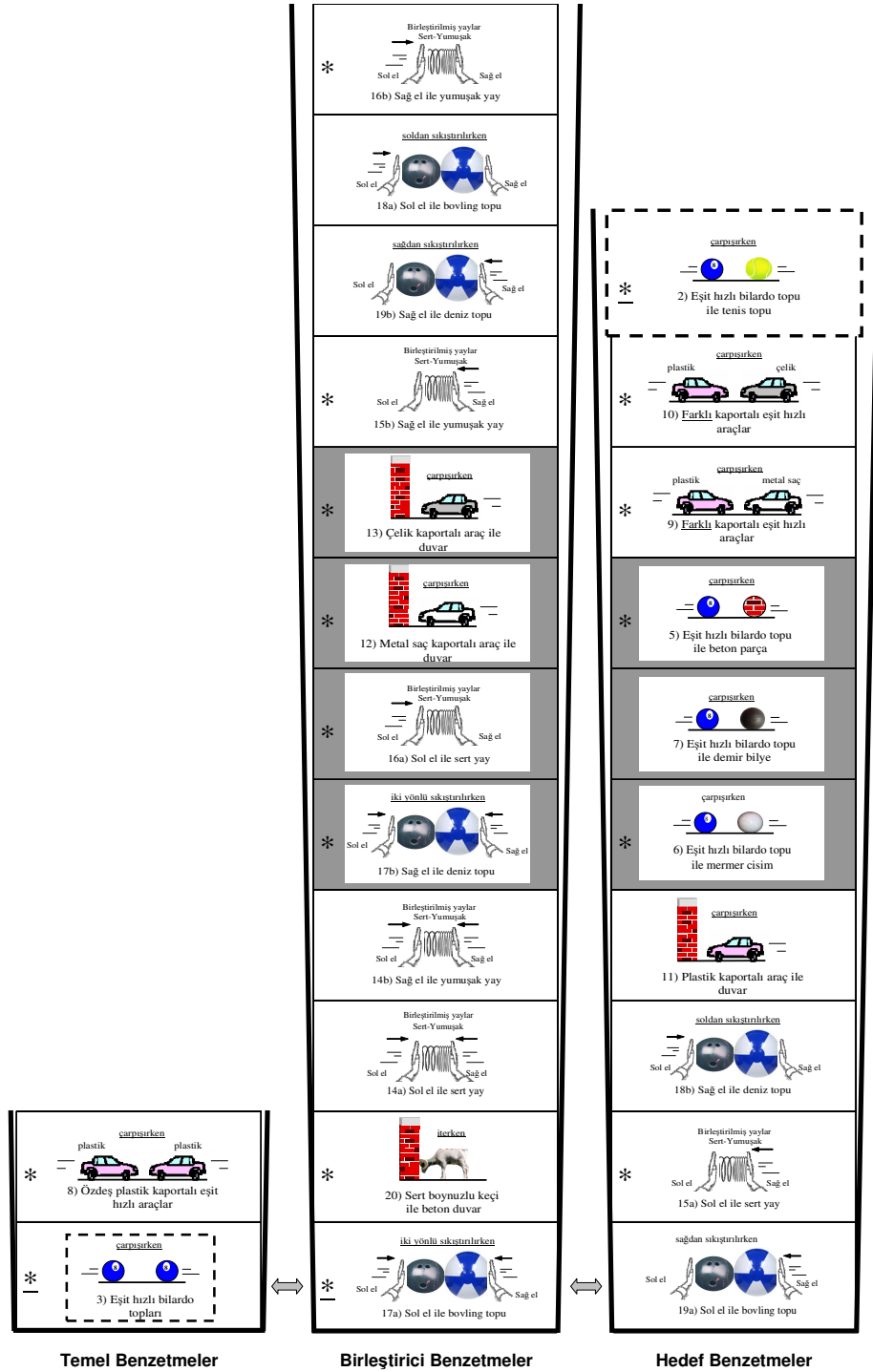
## A Üniversitesi - Kavram Şeması 2



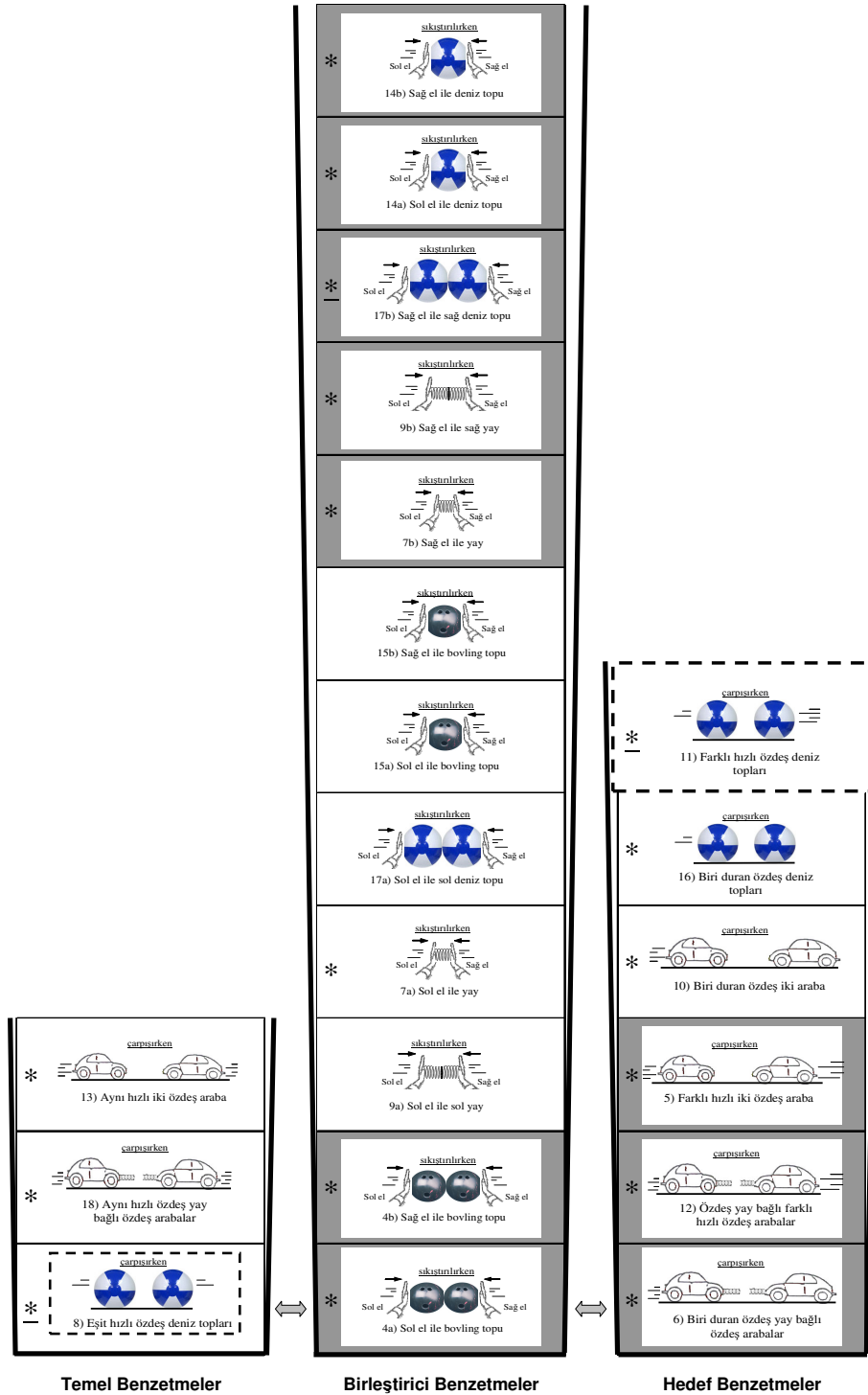
## A Üniversitesi - Kavram Şeması 3



## A Üniversitesi - Kavram Şeması 4

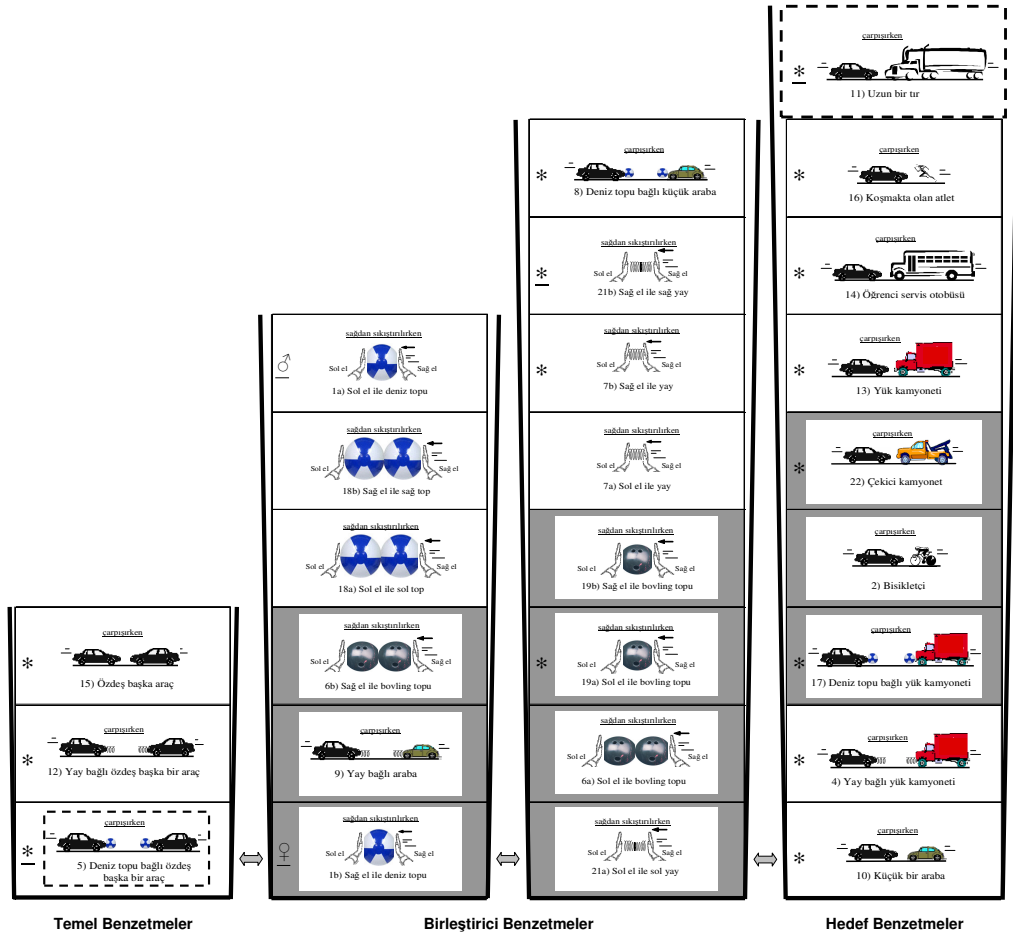


## A Üniversitesi - Kavram Şeması 5

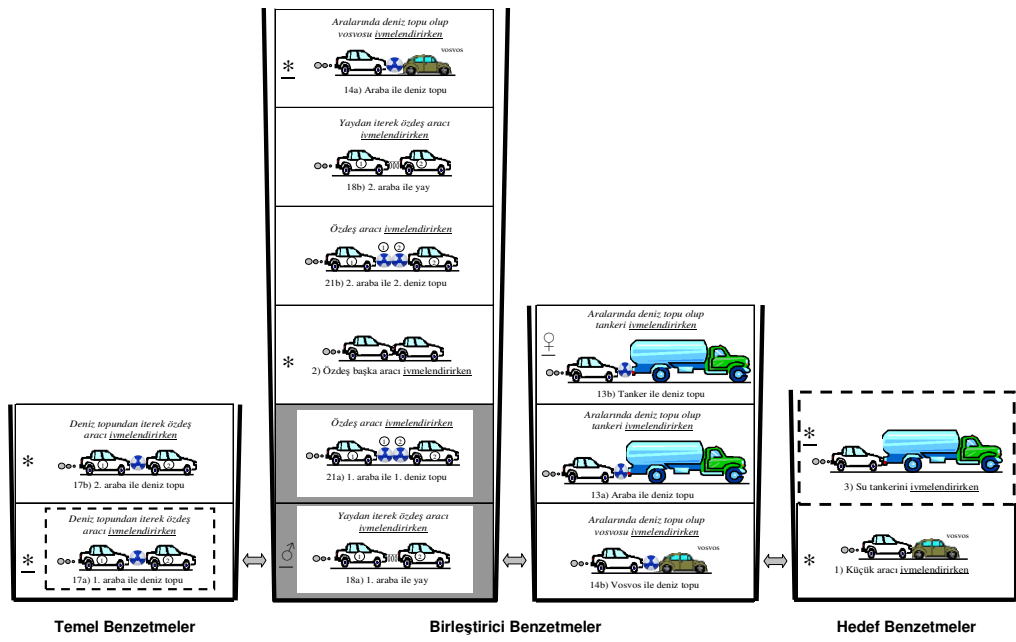




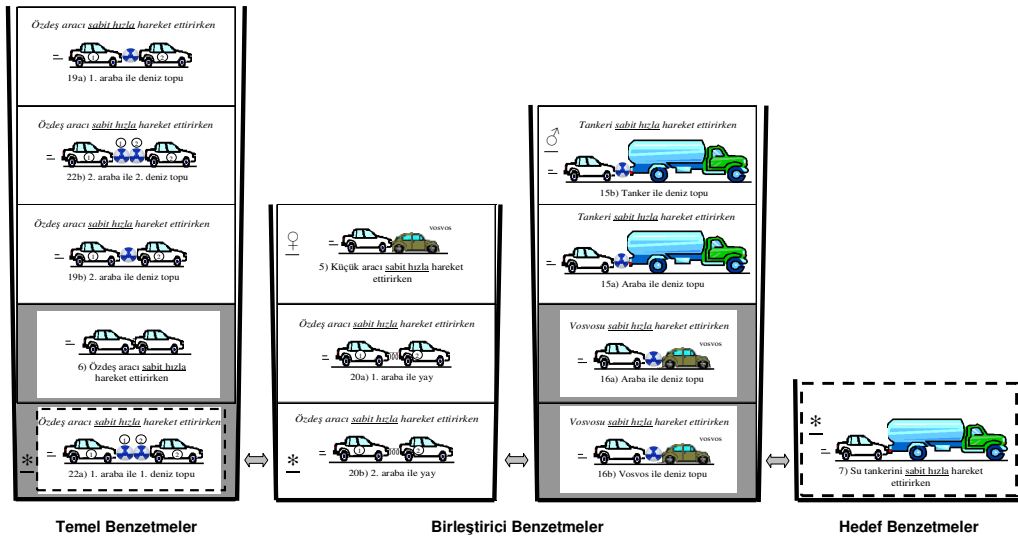
## A Üniversitesi - Kavram Şeması 6



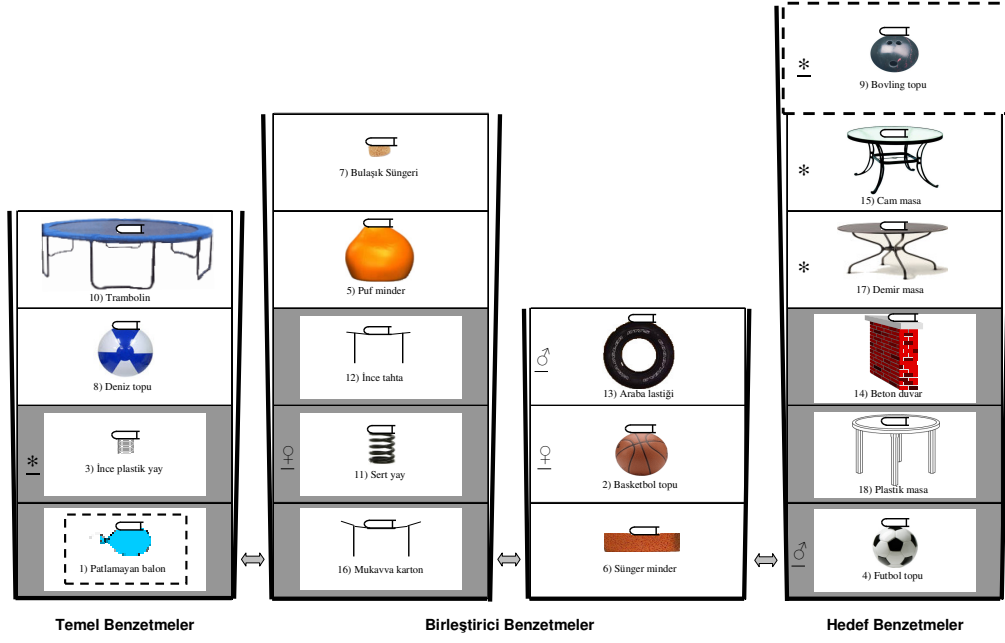
## A Üniversitesi - Kavram Şeması 7a



## A Üniversitesi - Kavram Şeması 7b



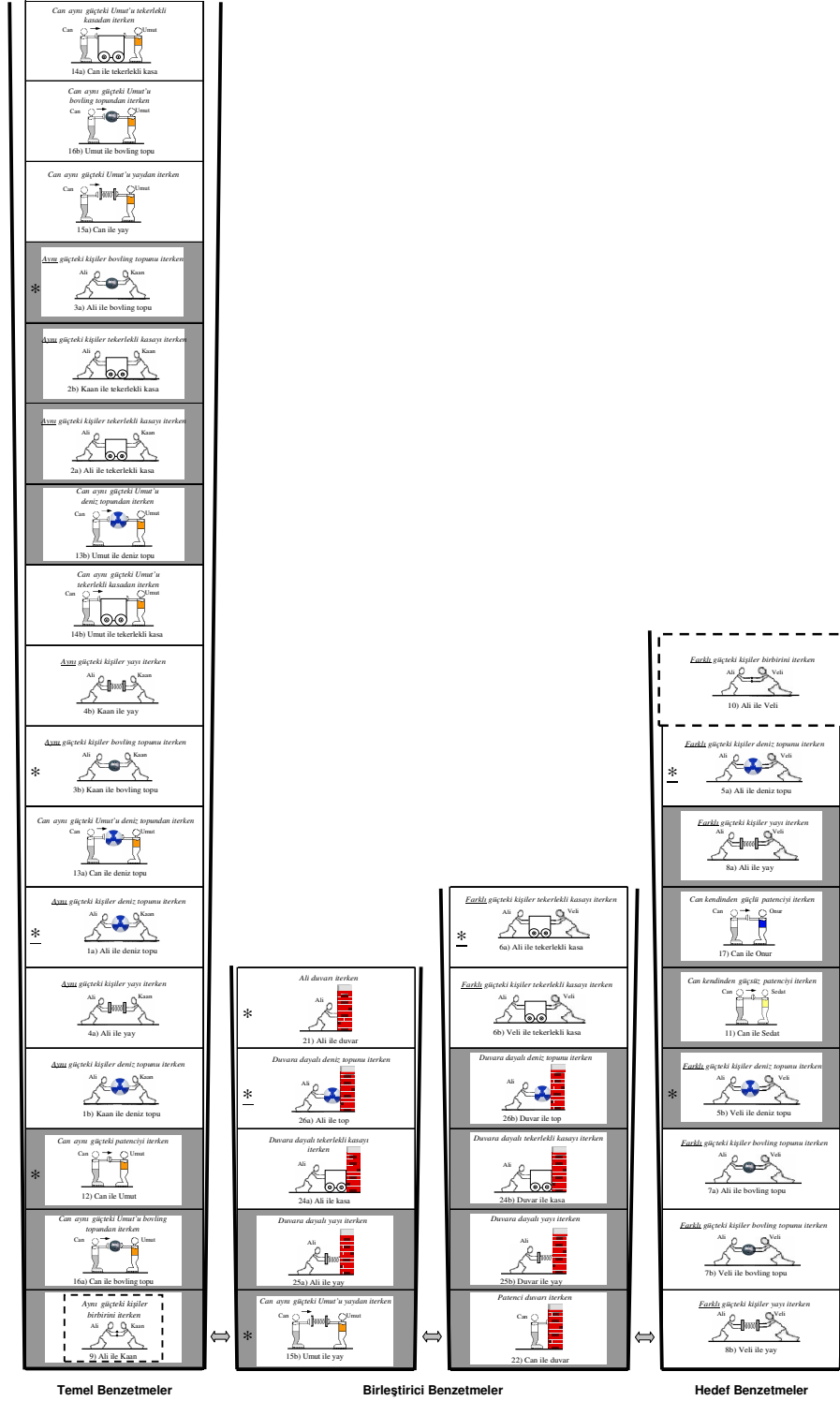
## B Üniversitesi - Kavram Şeması 1



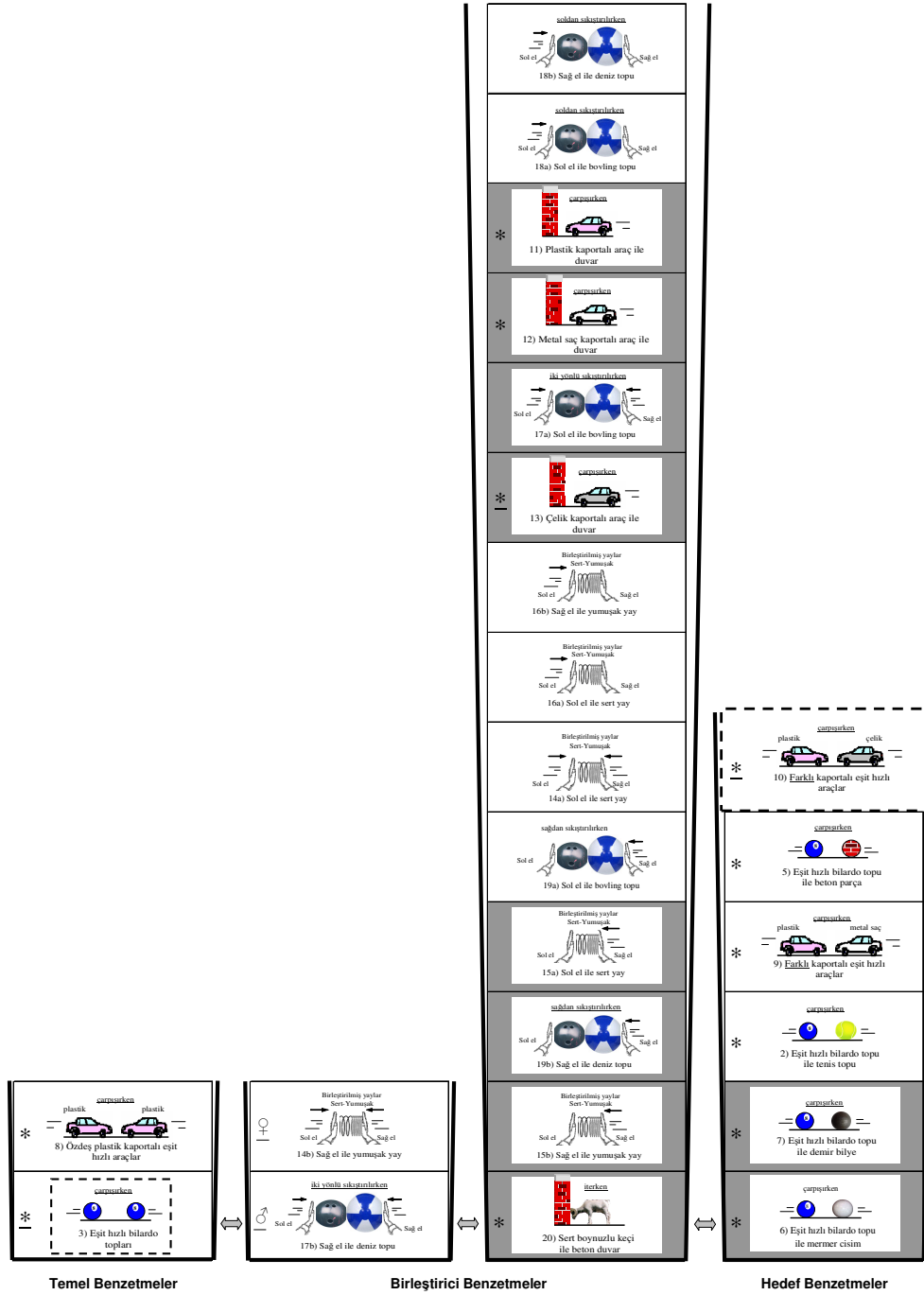
## B Üniversitesi - Kavram Şeması 2



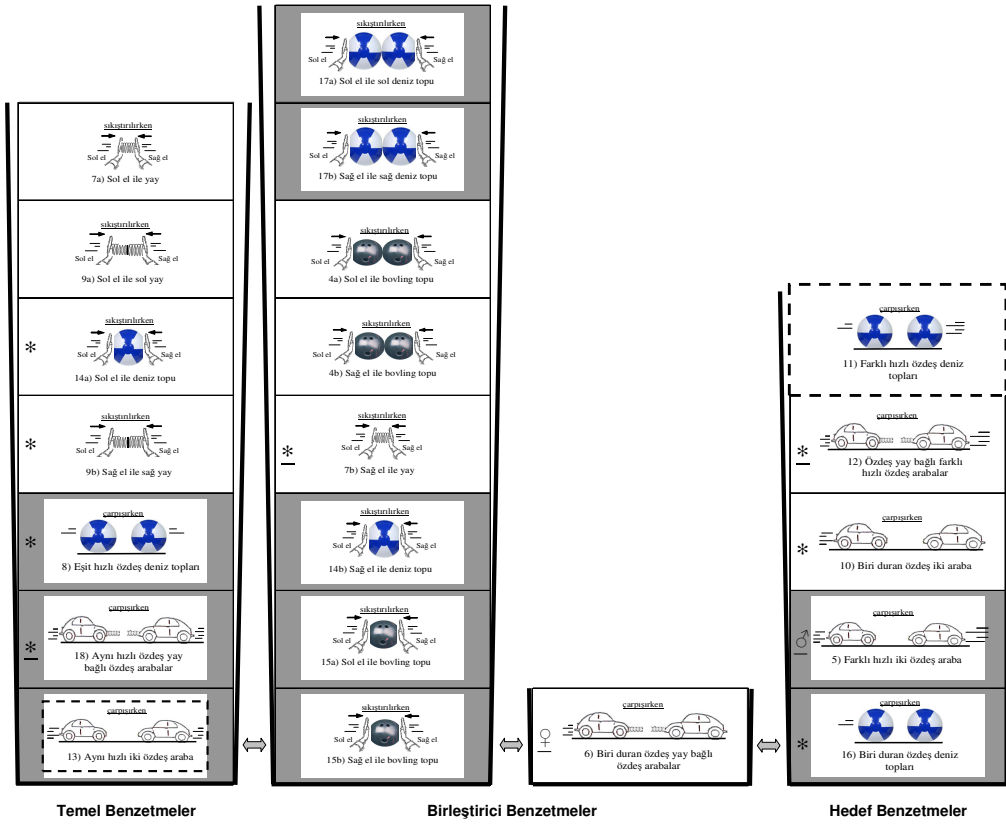
## B Üniversitesi - Kavram Şeması 3



## B Üniversitesi - Kavram Şeması 4

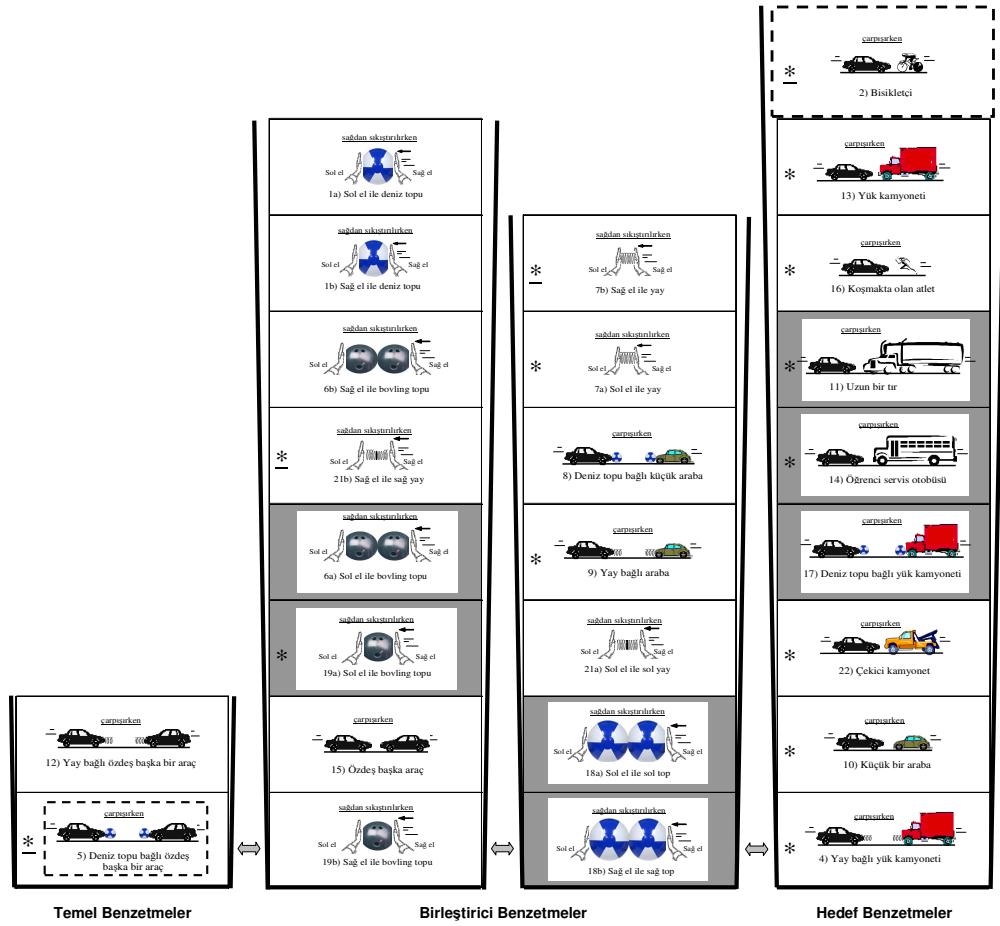


## B Üniversitesi - Kavram Şeması 5

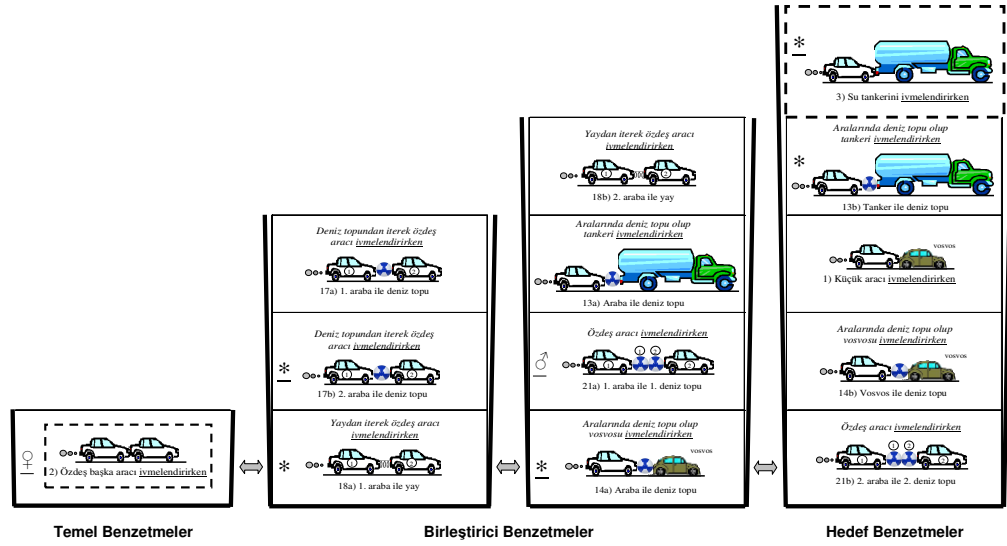




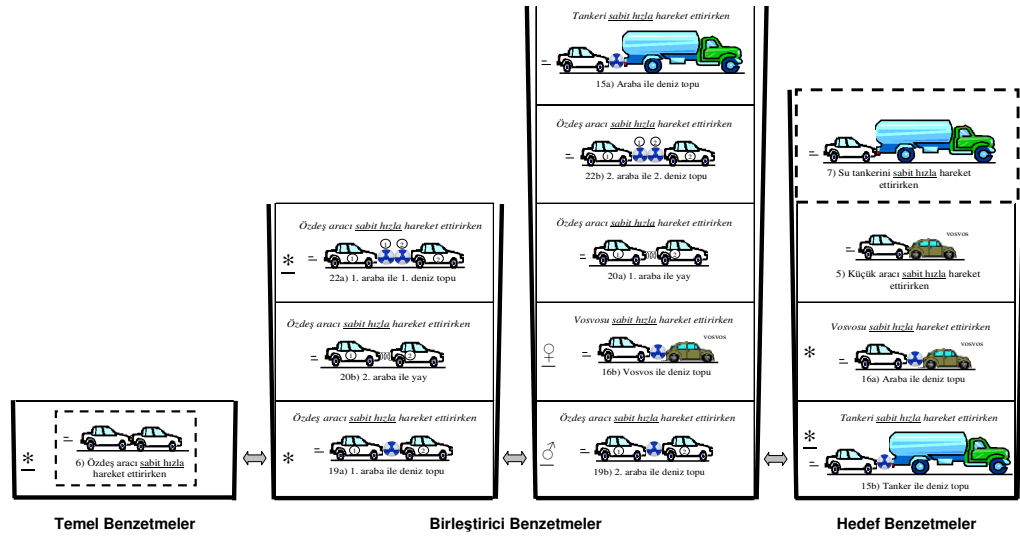
## B Üniversitesi - Kavram Şeması 6



## B Üniversitesi - Kavram Şeması 7a



## B Üniversitesi - Kavram Şeması 7b

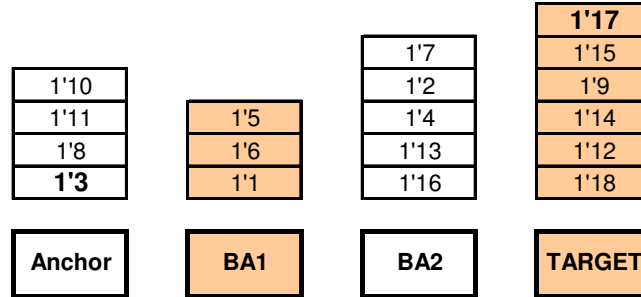


## APPENDIX H

## GENDER SPLITTED FREQUENCY TABLES

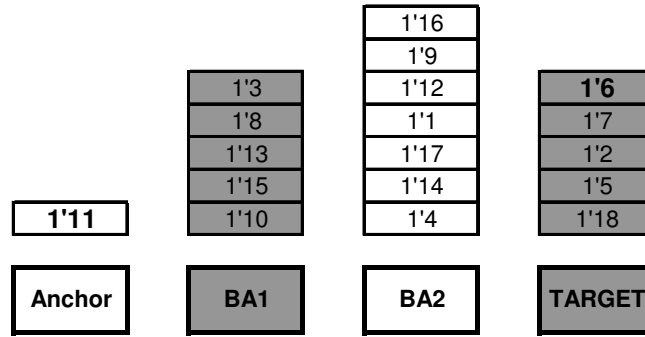
A Üniversitesi - M1 - Kızlar

#	%
1'3	77,9
1'8	74,5
1'11	73,1
1'10	72,6
1'1	70,5
1'6	67,1
1'5	65,2
1'16	63,1
1'13	61,9
1'4	61,0
1'2	59,5
1'7	59,0
1'18	57,3
1'12	57,1
1'14	54,7
1'9	54,3
1'15	52,5
1'17	51,6



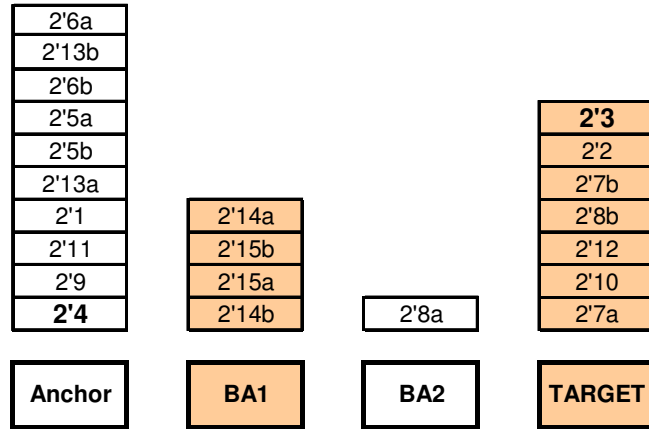
## A Üniversitesi - M1 - Erkekler

#	%
1'11	88,4
1'10	74,7
1'15	73,7
1'13	73,7
1'8	73,3
1'3	72,6
1'4	71,6
1'14	69,5
1'17	67,4
1'1	67,4
1'12	66,3
1'9	66,3
1'16	65,3
1'18	63,2
1'5	61,1
1'2	58,9
1'7	56,7
1'6	55,8



## A Üniversitesi - M2 - Kızlar

#	%
2'4	73,5
2'9	72,8
2'11	72,3
2'1	70,4
2'13a	67,0
2'5b	66,3
2'5a	65,8
2'6b	65,4
2'13b	65,3
2'6a	65,2
2'14b	62,4
2'15a	60,2
2'15b	58,8
2'14a	57,6
2'8a	50,7
2'7a	46,0
2'10	43,6
2'12	43,6
2'8b	43,1
2'7b	41,0
2'2	38,8
2'3	37,6



## A Üniversitesi - M2 - Erkekler

#	%
2'1	78,9
2'14a	77,9
2'14b	75,8
2'9	73,7
2'13b	73,7
2'15a	71,6
2'6a	70,5
2'13a	69,5
2'6b	66,3
2'15b	64,2
2'5a	64,2
2'5b	63,2
2'11	60,0
2'4	60,0
2'8a	46,3
2'2	46,3
2'7b	46,3
2'10	44,4
2'7a	44,2
2'3	43,2
2'8b	42,1
2'12	42,1

2'6a
2'15a
2'13b
2'9
2'14b
2'14a
<b>2'1</b>

Anchor

2'5b
2'5a
2'15b
2'6b
2'13a

BA1

2'4
2'11

BA2

<b>2'12</b>
2'8b
2'3
2'7a
2'10
2'7b
2'2
2'8a

TARGET

## A Üniversitesi - M3 - Kızlar

#	%
3'9	82,9
3'2a	76,4
3'2b	75,5
3'3b	75,2
3'1a	75,0
3'1b	74,8
3'3a	74,8
3'4b	72,8
3'4a	72,5
3'12	70,0
3'15a	67,9
3'13b	67,4
3'13a	66,9
3'16a	63,9
3'14a	62,1
3'15b	62,1
3'14b	60,7
3'16b	60,0
3'21	57,6
3'26a	55,5
3'26b	54,9
3'25b	54,0
3'25a	53,5
3'24b	52,4
3'24a	51,4
3'22	48,6
3'5b	31,0
3'8a	30,8
3'8b	30,4
3'6a	29,4
3'17	28,6
3'6b	28,4
3'5a	26,4
3'7a	25,0
3'7b	24,8
3'11	22,1
3'10	20,7

3'12
3'4a
3'4b
3'3a
3'1b
3'1a
3'3b
3'2b
3'2a
<b>3'9</b>

Anchor

3'16b
3'14b
3'15b
3'14a
3'16a
3'13a
3'13b
3'15a

BA1

3'22
3'24a
3'24b
3'25a
3'25b
3'26b
3'26a
3'21

BA2

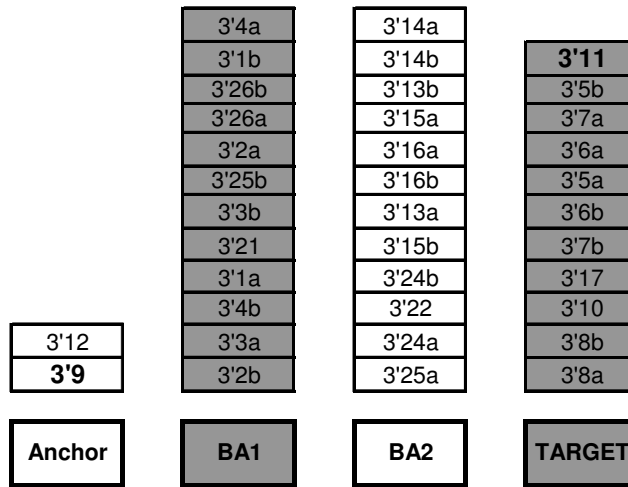
<b>3'10</b>
3'11
3'7b
3'7a
3'5a
3'6b
3'17
3'6a
3'8b
3'8a
3'5b

TARGET



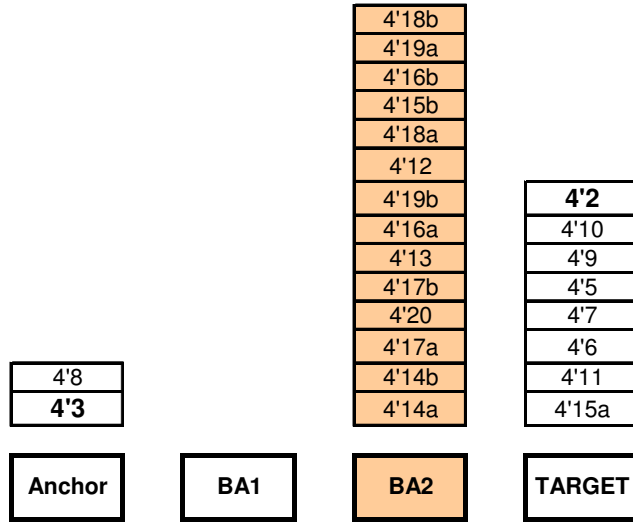
## A Üniversitesi - M3 - Erkekler

#	%
3'9	85,3
3'12	74,7
3'2b	70,5
3'3a	70,5
3'4b	70,5
3'1a	69,5
3'21	69,5
3'3b	69,5
3'25b	69,5
3'2a	68,4
3'26a	68,4
3'26b	68,4
3'1b	67,4
3'4a	67,4
3'25a	64,2
3'24a	63,2
3'22	62,2
3'24b	61,1
3'15b	60,0
3'13a	58,9
3'16b	58,9
3'16a	57,8
3'15a	56,8
3'13b	55,8
3'14b	54,7
3'14a	52,6
3'8a	33,7
3'8b	33,7
3'10	33,7
3'17	32,2
3'7b	31,6
3'6b	31,6
3'5a	30,5
3'6a	28,4
3'7a	28,4
3'5b	27,4
3'11	27,4



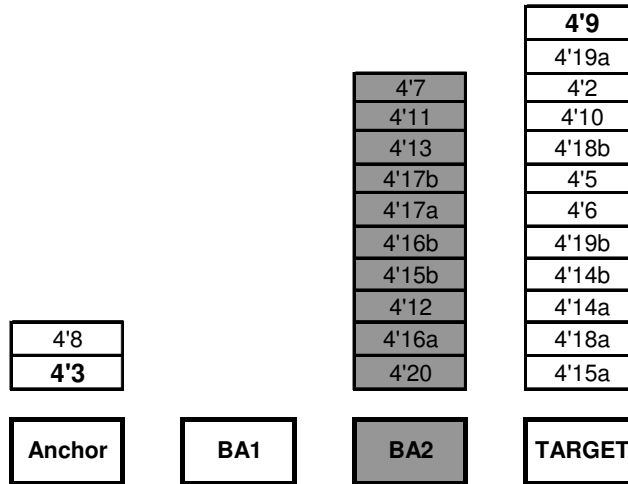
## A Üniversitesi - M4 - Kızlar

#	%
4'3	86,0
4'8	84,0
4'14a	55,7
4'14b	55,5
4'17a	55,5
4'20	53,6
4'17b	53,5
4'13	51,0
4'16a	51,0
4'19b	50,7
4'12	50,5
4'18a	50,2
4'15b	49,3
4'16b	48,1
4'19a	47,9
4'18b	45,7
4'15a	44,8
4'11	43,8
4'6	39,8
4'7	38,6
4'5	37,9
4'9	37,6
4'10	37,1
4'2	32,1



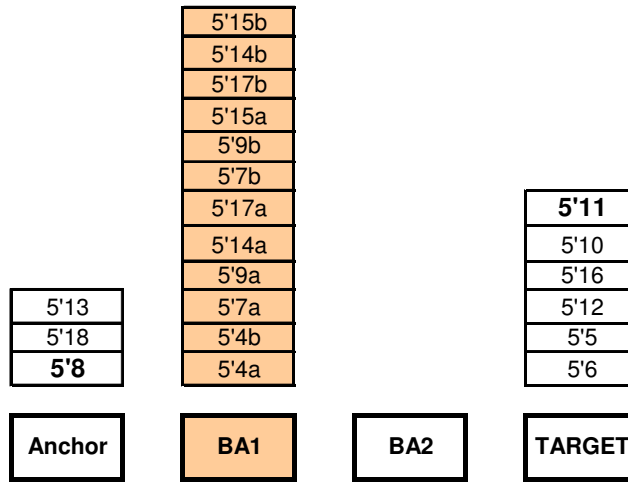
## A Üniversitesi - M4 - Erkekler

#	%
4'3	87,4
4'8	85,3
4'20	60,0
4'16a	58,9
4'12	55,8
4'15b	55,6
4'16b	55,6
4'17a	52,6
4'17b	52,6
4'13	52,6
4'11	50,5
4'7	50,5
4'15a	50,0
4'18a	49,5
4'14a	48,4
4'14b	48,4
4'19b	48,4
4'6	48,4
4'5	46,3
4'18b	44,2
4'10	44,2
4'2	43,2
4'19a	43,2
4'9	42,1



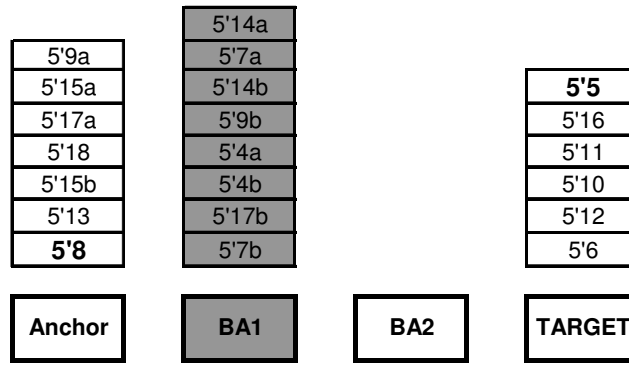
## A Üniversitesi - M5 - Kızlar

#	%
5'8	86,4
5'18	86,0
5'13	84,3
5'4a	72,6
5'4b	71,4
5'7a	69,8
5'9a	69,4
5'14a	68,6
5'17a	68,3
5'7b	68,3
5'9b	68,3
5'15a	68,0
5'17b	68,0
5'14b	67,7
5'15b	67,2
5'6	42,6
5'5	35,7
5'12	34,7
5'16	33,1
5'10	32,5
5'11	31,2



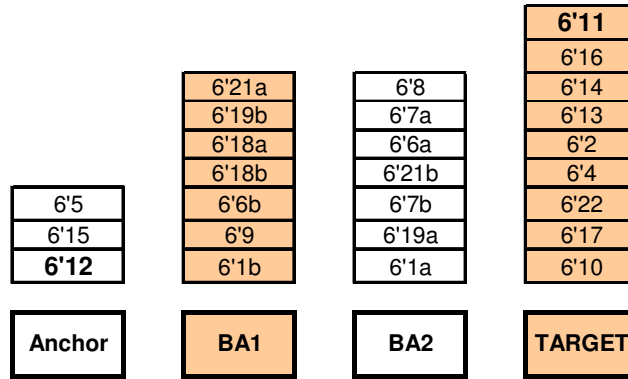
## A Üniversitesi - M5 - Erkekler

#	%
5'8	86,3
5'13	81,1
5'15b	76,8
5'18	76,8
5'17a	73,7
5'15a	73,7
5'9a	72,6
5'7b	71,6
5'17b	71,6
5'4b	71,6
5'4a	70,5
5'9b	70,5
5'14b	68,4
5'7a	67,4
5'14a	67,4
5'6	41,1
5'12	36,8
5'10	36,5
5'11	33,7
5'16	33,3
5'5	30,5



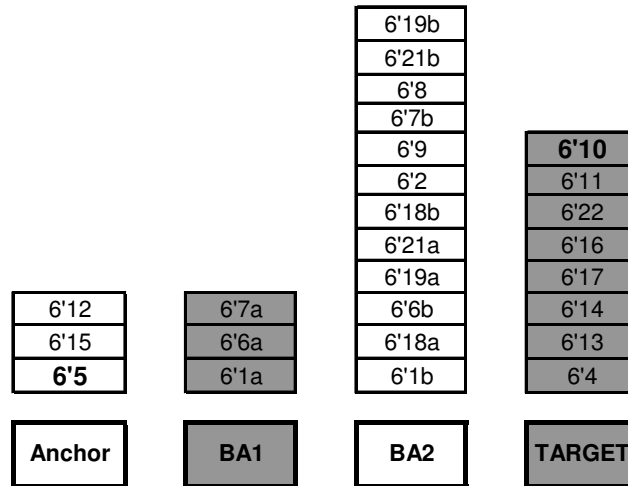
## A Üniversitesi - M6 - Kızlar

#	%
6'12	76,6
6'15	75,4
6'5	74,9
6'1b	58,3
6'9	57,3
6'6b	55,2
6'18b	54,7
6'18a	53,5
6'19b	53,5
6'21a	53,0
6'1a	51,8
6'19a	51,7
6'7b	51,3
6'21b	50,8
6'6a	50,1
6'7a	49,4
6'8	42,2
6'10	39,0
6'17	35,4
6'22	34,2
6'4	34,2
6'2	31,0
6'13	29,9
6'14	29,4
6'16	29,4
6'11	28,4



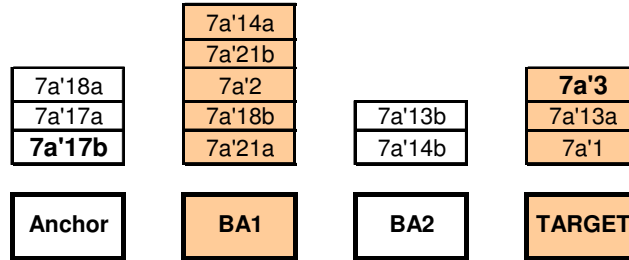
## A Üniversitesi - M6 - Erkekler

#	%
6'5	87,4
6'15	83,3
6'12	80,0
6'1a	63,2
6'6a	61,1
6'7a	60,0
6'1b	56,8
6'18a	56,5
6'6b	55,8
6'19a	54,4
6'21a	51,1
6'18b	50,6
6'2	50,5
6'9	49,5
6'7b	47,8
6'8	47,8
6'21b	46,7
6'19b	45,6
6'4	45,3
6'13	44,4
6'14	38,9
6'17	35,6
6'16	34,4
6'22	34,4
6'11	33,7
6'10	31,6



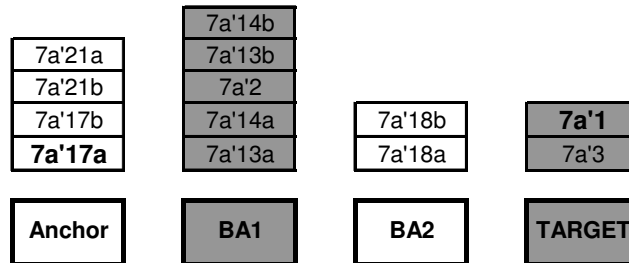
## A Üniversitesi - M7a - Kızlar

#	%
7a'17b	56,9
7a'17a	56,4
7a'18a	52,3
7a'21a	50,7
7a'18b	50,4
7a'2	50,2
7a'21b	49,0
7a'14a	46,9
7a'14b	42,4
7a'13b	38,8
7a'1	38,6
7a'13a	38,3
7a'3	32,8



## A Üniversitesi - M7a - Erkekler

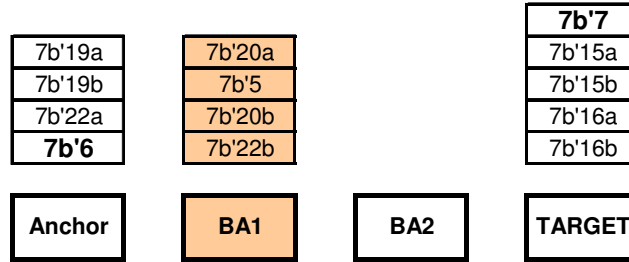
#	%
7a'17a	51,1
7a'17b	48,9
7a'21b	48,9
7a'21a	47,8
7a'13a	46,7
7a'14a	46,7
7a'2	45,6
7a'13b	44,4
7a'14b	44,4
7a'18a	42,2
7a'18b	42,2
7a'3	34,4
7a'1	33,3





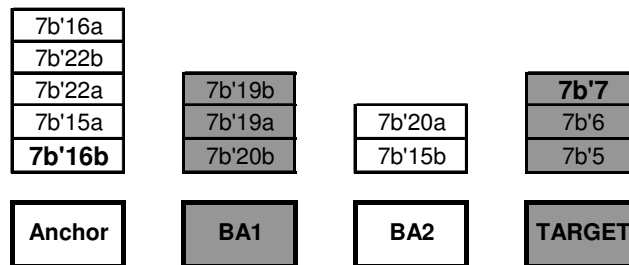
## A Üniversitesi - M7b - Kızlar

#	%
7b'6	62,4
7b'22a	60,7
7b'19b	59,0
7b'19a	58,3
7b'22b	58,1
7b'20b	57,4
7b'5	56,9
7b'20a	56,4
7b'16b	48,6
7b'16a	47,1
7b'15b	46,7
7b'15a	45,7
7b'7	45,5



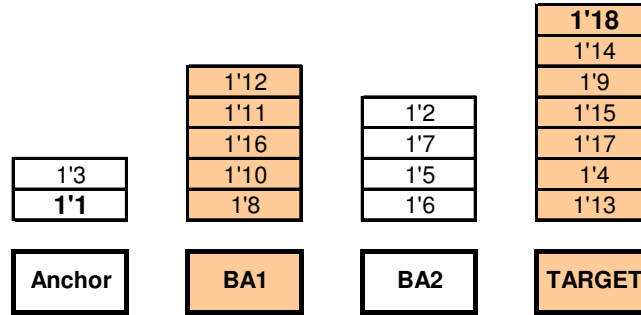
## A Üniversitesi - M7b - Erkekler

#	%
7b'16b	53,3
7b'15a	52,2
7b'22a	51,1
7b'22b	51,1
7b'16a	50,0
7b'20b	47,8
7b'19a	47,8
7b'19b	47,8
7b'15b	46,7
7b'20a	45,6
7b'5	41,1
7b'6	40,0
7b'7	27,8



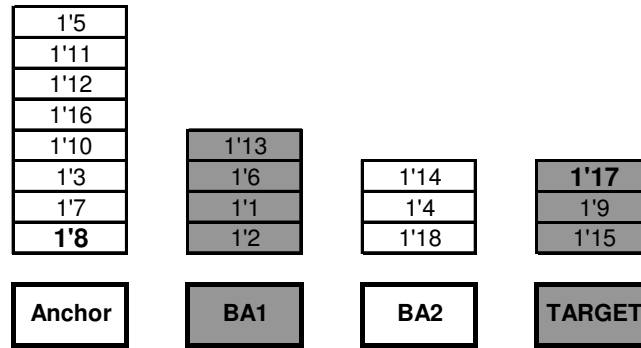
## B Üniversitesi - M1 - Kızlar

#	%
1'1	75,9
1'3	72,1
1'8	63,6
1'10	60,8
1'16	60,0
1'11	60,0
1'12	55,0
1'6	49,3
1'5	48,6
1'7	45,9
1'2	42,1
1'13	38,6
1'4	35,6
1'17	31,4
1'15	30,0
1'9	30,0
1'14	28,6
1'18	27,1



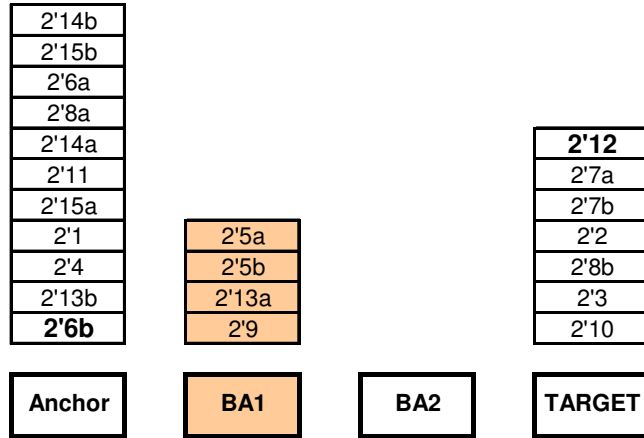
## B Üniversitesi - M1 - Erkekler

#	%
1'8	100
1'7	96,0
1'3	95,0
1'10	90,0
1'16	88,0
1'12	88,0
1'11	84,0
1'5	84,0
1'2	80,0
1'1	76,0
1'6	70,0
1'13	66,7
1'18	64,0
1'4	64,0
1'14	52,0
1'15	36,0
1'9	36,0
1'17	30,0



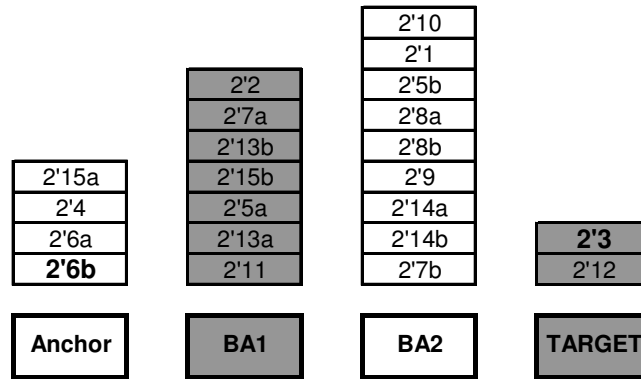
## B Üniversitesi - M2 - Kızlar

#	%
2'6b	70,4
2'13b	66,4
2'4	66,4
2'1	64,4
2'15a	63,8
2'11	63,2
2'14a	63,1
2'8a	61,7
2'6a	61,6
2'15b	61,5
2'14b	61,5
2'9	60,8
2'13a	60,0
2'5b	56,4
2'5a	53,3
2'10	41,5
2'3	39,2
2'8b	38,4
2'2	36,2
2'7b	34,4
2'7a	32,5
2'12	32,3



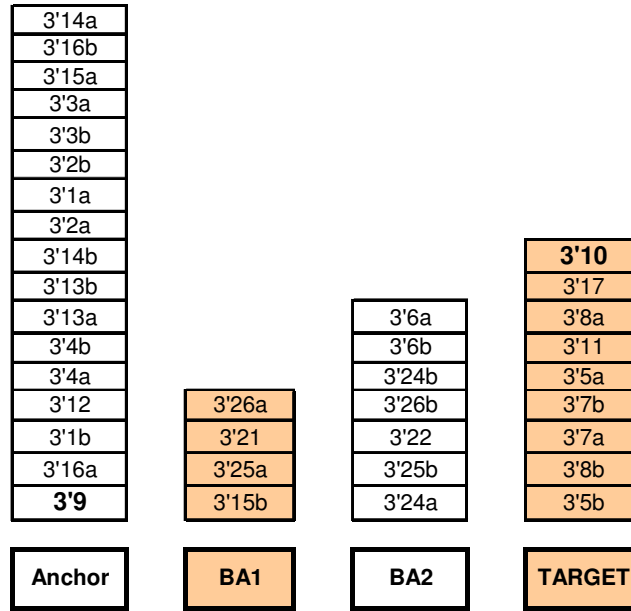
## B Üniversitesi - M2 - Erkekler

#	%
2'6b	92,0
2'6a	90,0
2'4	82,9
2'15a	80,0
2'11	76,7
2'13a	72,0
2'5a	72,0
2'15b	66,7
2'13b	66,7
2'7a	66,7
2'2	66,7
2'7b	64,0
2'14b	63,3
2'14a	63,3
2'9	60,0
2'8b	60,0
2'8a	60,0
2'5b	60,0
2'1	60,0
2'10	57,1
2'12	48,6
2'3	36,7



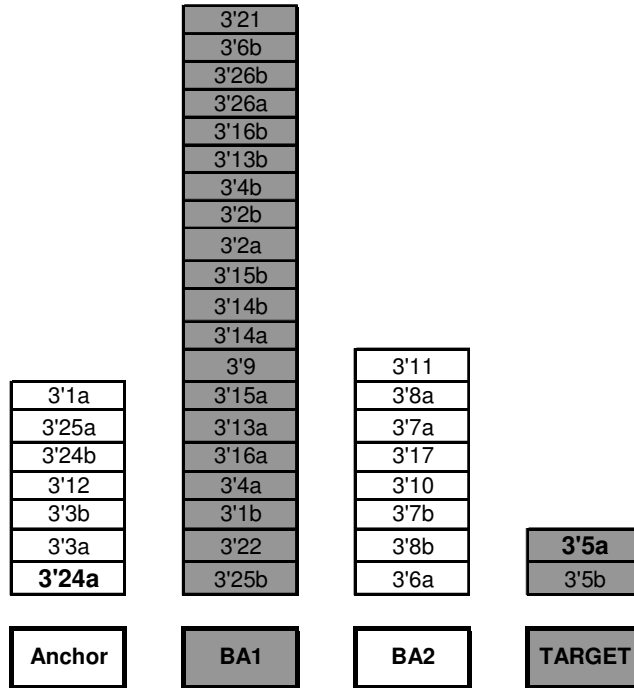
## B Üniversitesi - M3 - Kızlar

#	%
3'9	80,0
3'16a	77,9
3'1b	75,0
3'12	75,0
3'4a	74,3
3'4b	74,3
3'13a	74,0
3'13b	74,0
3'14b	74,0
3'2a	73,3
3'1a	73,0
3'2b	72,4
3'3b	71,4
3'3a	67,6
3'15a	66,0
3'16b	66,0
3'14a	65,0
3'15b	60,0
3'25a	54,0
3'21	53,0
3'26a	52,4
3'24a	47,6
3'25b	43,0
3'22	41,9
3'26b	41,0
3'24b	39,0
3'6b	38,0
3'6a	34,7
3'5b	29,5
3'8b	29,5
3'7a	28,6
3'7b	28,6
3'5a	27,6
3'11	25,0
3'8a	23,8
3'17	23,0
3'10	16,2



## B Üniversitesi - M3 - Erkekler

#	%
3'24a	100
3'3a	90,0
3'3b	90,0
3'12	80,0
3'24b	80,0
3'25a	76,0
3'1a	75,0
3'25b	73,3
3'22	72,0
3'1b	70,0
3'4a	70,0
3'16a	70,0
3'13a	66,7
3'15a	66,7
3'9	65,0
3'14a	65,0
3'14b	65,0
3'15b	65,0
3'2a	60,0
3'2b	60,0
3'4b	60,0
3'13b	60,0
3'16b	60,0
3'26a	56,0
3'26b	55,0
3'6b	53,3
3'21	52,0
3'6a	46,7
3'8b	44,0
3'7b	40,0
3'10	40,0
3'17	40,0
3'7a	35,0
3'8a	35,0
3'11	30,0
3'5b	0,0
3'5a	0,0



## B Üniversitesi - M4 - Kızlar

#	%
4'3	95,0
4'8	87,4
4'17b	55,3
4'20	54,1
4'19b	50,0
4'14b	49,4
4'15b	48,8
4'15a	45,0
4'19a	42,4
4'13	38,9
4'16a	38,8
4'14a	37,6
4'16b	37,5
4'11	36,7
4'12	36,7
4'17a	35,3
4'18a	33,3
4'18b	32,2
4'6	28,4
4'7	26,3
4'2	19,0
4'9	16,8
4'5	15,8
4'10	15,8

4'8
<b>4'3</b>

Anchor

BA1

4'12
4'11
4'16b
4'14a
4'16a
4'13
4'19a
4'15a
4'15b
4'14b
4'19b
4'20
4'17b

BA2

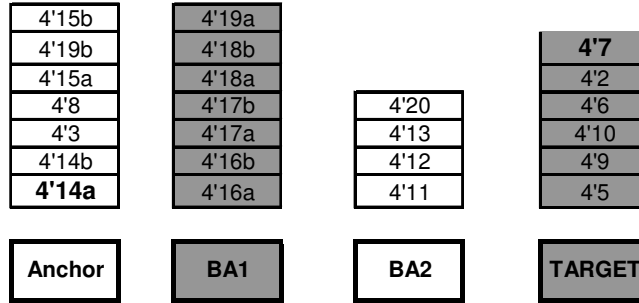
<b>4'10</b>
4'5
4'9
4'2
4'7
4'6
4'18b
4'18a
4'17a

TARGET



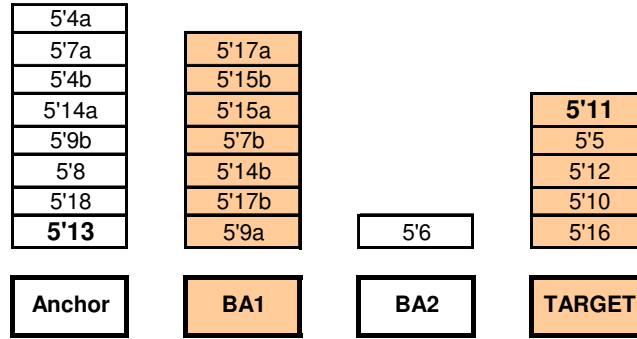
## B Üniversitesi - M4 - Erkekler

#	%
4'14a	95,0
4'14b	95,0
4'3	93,3
4'8	90,0
4'15a	90,0
4'19b	86,7
4'15b	85,0
4'16a	80,0
4'16b	80,0
4'17a	80,0
4'17b	80,0
4'18a	80,0
4'18b	80,0
4'19a	80,0
4'11	76,0
4'12	76,0
4'13	72,0
4'20	68,0
4'5	52,0
4'9	52,0
4'10	52,0
4'6	50,0
4'2	48,0
4'7	46,7



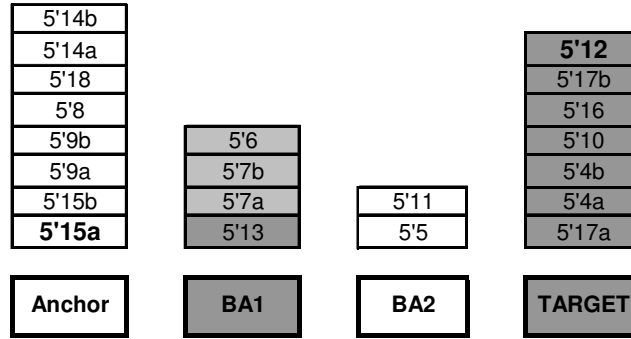
## B Üniversitesi - M5 - Kızlar

#	%
5'13	81,0
5'18	80,0
5'8	78,3
5'9b	69,6
5'14a	69,1
5'4b	68,2
5'7a	67,8
5'4a	67,6
5'9a	66,1
5'17b	66,1
5'14b	64,5
5'7b	64,3
5'15a	62,7
5'15b	62,7
5'17a	61,7
5'6	37,3
5'16	35,7
5'10	32,7
5'12	32,7
5'5	31,3
5'11	22,6



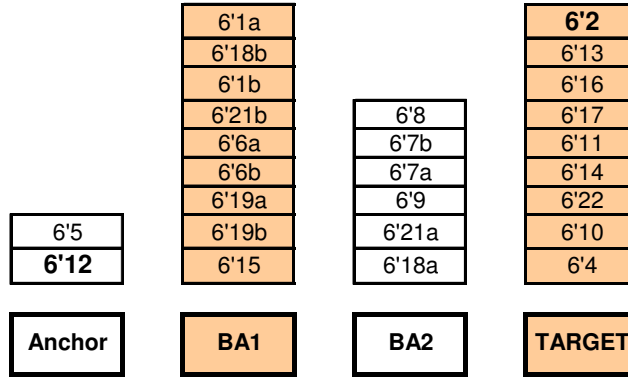
## B Üniversitesi – M5 - Erkekler

#	%
5'15a	85,0
5'15b	85,0
5'9a	84,0
5'9b	84,0
5'8	76,0
5'18	76,0
5'14a	72,0
5'14b	72,0
5'13	70,0
5'7a	64,0
5'7b	64,0
5'6	60,0
5'5	56,0
5'11	48,0
5'17a	44,0
5'4a	44,0
5'4b	44,0
5'10	40,0
5'16	40,0
5'17b	40,0
5'12	32,0



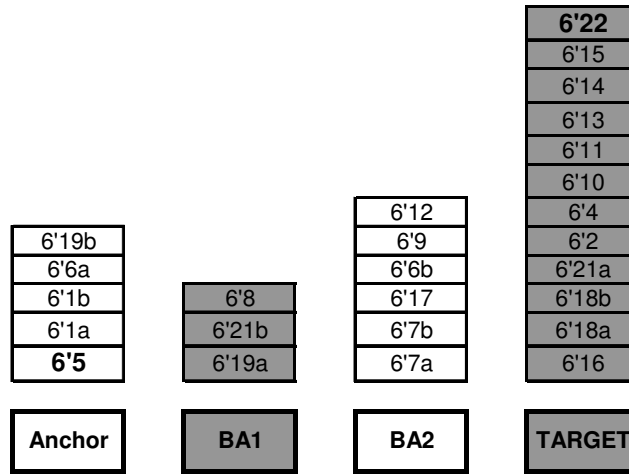
## B Üniversitesi – M6 - Kızlar

#	%
6'12	78,0
6'5	77,1
6'15	67,6
6'19b	61,0
6'19a	56,8
6'6b	56,4
6'6a	55,5
6'21b	54,0
6'1b	52,4
6'18b	52,0
6'1a	50,5
6'18a	48,0
6'21a	47,6
6'9	45,7
6'7a	43,2
6'7b	43,2
6'8	42,9
6'4	31,4
6'10	31,4
6'22	31,0
6'14	30,0
6'11	29,0
6'17	26,7
6'16	25,0
6'13	24,0
6'2	22,7



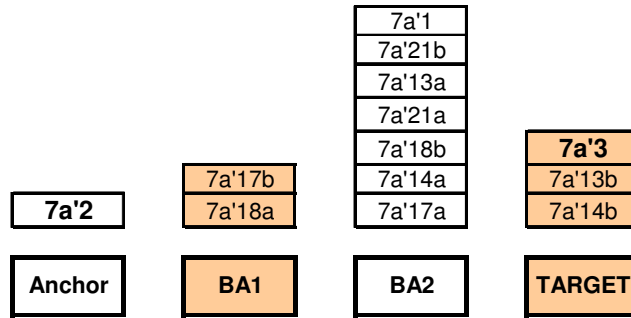
## B Üniversitesi – M6 - Erkekler

#	%
6'5	96,0
6'1a	93,3
6'1b	93,3
6'6a	88,0
6'19b	88,0
6'19a	80,0
6'21b	80,0
6'8	76,0
6'7a	75,0
6'7b	75,0
6'17	72,0
6'6b	68,0
6'9	68,0
6'12	68,0
6'16	64,0
6'18a	64,0
6'18b	64,0
6'21a	60,0
6'2	56,0
6'4	56,0
6'10	56,0
6'11	56,0
6'13	56,0
6'14	56,0
6'15	56,0
6'22	56,0



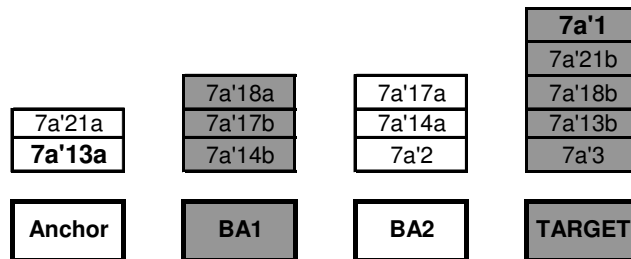
## B Üniversitesi – M7a - Kızlar

#	%
7a'2	63,8
7a'18a	52,4
7a'17b	48,6
7a'17a	46,7
7a'14a	46,0
7a'18b	43,8
7a'21a	43,8
7a'13a	41,0
7a'21b	39,0
7a'1	39,0
7a'14b	35,2
7a'13b	34,3
7a'3	30,5



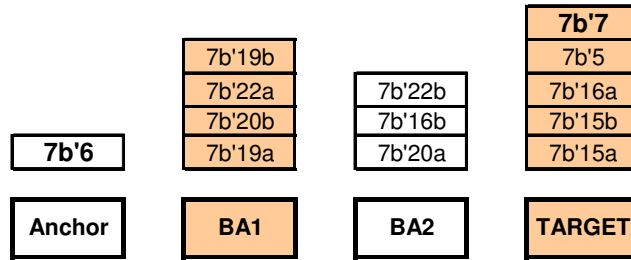
## B Üniversitesi – M7a - Erkekler

#	%
7a'13a	46,7
7a'21a	46,7
7a'14b	43,3
7a'17b	43,3
7a'18a	43,3
7a'2	40,0
7a'14a	40,0
7a'17a	40,0
7a'3	36,7
7a'13b	36,7
7a'18b	36,7
7a'21b	33,3
7a'1	23,3



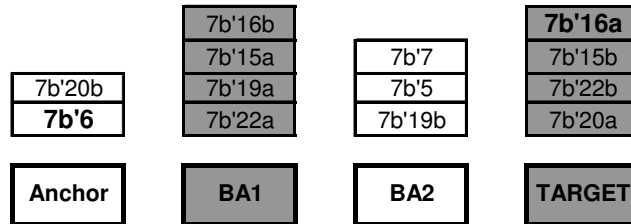
## B Üniversitesi – M7b - Kızlar

#	%
7b'6	67,6
7b'19a	59,0
7b'20b	57,1
7b'22a	57,1
7b'19b	56,2
7b'20a	55,2
7b'16b	54,0
7b'22b	53,3
7b'15a	49,5
7b'15b	48,6
7b'16a	48,0
7b'5	44,8
7b'7	43,8



## B Üniversitesi – M7b - Erkekler

#	%
7b'6	53,3
7b'20b	50,0
7b'22a	46,7
7b'19a	44,0
7b'15a	43,3
7b'16b	43,3
7b'19b	40,0
7b'5	36,7
7b'7	36,7
7b'20a	33,3
7b'22b	33,3
7b'15b	30,0
7b'16a	30,0



## APPENDIX I

## CRITERION FREQUENCY TABLES FOR CONCEPT DIAGRAMS

## II. FREQUENCY TABLES

University A – Misconception 1

#	Difference	A		B			C		
		Mean	%		Anchor(%)	Target (%)	Others(%)	Yes	%
1	—	1'3	76,9	1'3	75,7	13,6	10,7	1'8	84,9
2	1,0	1'11	75,9	1'8	73,3	9,9	16,8	1'3	84,3
3	1,7	1'8	74,3	1'10	70,9	9,7	19,4	1'11	84,3
4	1,2	1'10	73,0	1'11	70,9	10,7	18,4	1'10	77,8
1	3,1	1'1	69,9	1'1	68,9	18,4	12,6	1'1	76,9
2	4,9	1'6	65,0	1'6	61,2	21,4	17,5	1'6	72,2
1	0,6	1'5	64,5	1'13	59,2	21,4	19,4	1'13	70,4
2	0,4	1'13	64,1	1'5	59,2	25,2	15,5	1'16	70,4
3	0,6	1'16	63,5	1'4	58,3	30,1	11,7	1'5	69,2
4	0,6	1'4	62,9	1'16	56,3	23,3	20,4	1'7	64,5
1	3,5	1'2	59,4	1'14	55,9	35,3	8,8	1'4	63,9
2	0,6	1'12	58,8	1'7	54,9	27,5	17,6	1'12	63,0
3	0,2	1'7	58,6	1'2	54,4	32,0	13,6	1'14	61,1
4	0,2	1'18	58,4	1'12	53,4	29,1	17,5	1'2	60,2
5	1,0	1'14	57,5	1'15	52,9	35,3	11,8	1'15	60,2
6	0,9	1'15	56,5	1'18	52,9	30,4	16,7	1'18	60,2
7	0,0	1'9	56,5	1'17	51,0	36,3	12,7	1'9	58,3
8	2,0	1'17	54,5	1'9	50,5	34,0	15,5	1'17	58,3

18

K	63,9	60,0	24,6	15,4	68,9
---	------	------	------	------	------

L	5,6	6,3	6,6
M	71,3	69,4	78,3
N	65,7	63,1	71,6
O	60,1	56,8	65,0
P	54,5	50,5	58,3



## University A – Misconception 2

#	Difference	A		B			C		
		Mean	%		Anchor(%)	Target (%)	Others(%)	Yes	%
1		2'9	72,9	2'9	71,6	13,7	14,7	2'9	80,6
2	1,0	2'1	72,0	2'1	67,6	16,7	15,7	2'1	78,7
3	1,0	2'4	71,0	2'11	63,7	14,7	21,6	2'13b	78,7
4	1,0	2'11	70,0	2'4	62,7	15,7	21,6	2'13a	75,9
5	2,5	2'13a	67,5	2'5b	59,8	19,6	20,6	2'14b	75,9
6	0,6	2'13b	66,9	2'5a	58,8	19,6	21,6	2'4	75,0
7	0,7	2'6a	66,2	2'13a	58,8	14,7	26,5	2'11	71,3
8	0,5	2'5b	65,7	2'13b	57,8	16,7	25,5	2'6b	70,8
9	0,1	2'6b	65,6	2'6a	57,0	17,0	26,0	2'15a	70,4
10	0,1	2'5a	65,5	2'6b	57,0	19,0	24,0	2'14a	69,4
11	0,6	2'14b	64,9	2'14b	54,9	19,6	25,5	2'6a	68,9
1	2,5	2'15a	62,4	2'14a	50,0	22,5	27,5	2'5a	68,5
2	1,0	2'14a	61,4	2'15a	48,0	16,7	35,3	2'5b	67,6
3	1,6	2'15b	59,8	2'15b	44,1	21,6	34,3	2'15b	67,6
1	9,9	2'8a	49,9	2'8a	33,7	34,7	31,7	2'8a	49,1
1	4,2	2'7a	45,7	2'10	32,7	48,5	18,8	2'7a	41,1
2	1,9	2'10	43,8	2'12	31,4	50,0	18,6	2'10	37,0
3	0,4	2'12	43,3	2'7a	29,4	43,1	27,5	2'2	36,1
4	0,4	2'8b	42,9	2'2	28,4	53,9	17,6	2'8b	35,5
5	1,0	2'7b	42,0	2'3	27,5	55,9	16,7	2'12	35,2
6	1,8	2'2	40,2	2'7b	27,5	50,0	22,5	2'3	32,4
7	1,6	2'3	38,6	2'8b	25,5	45,1	29,4	2'7b	32,1

22

<b>K</b>	58,1	47,6	28,6	23,8	59,9
----------	------	------	------	------	------

<b>L</b>	8,6	11,5		12,1
<b>M</b>	64,4	60,0		68,4
<b>N</b>	55,8	48,5		56,3
<b>O</b>	47,2	37,0		44,2
<b>P</b>	38,6	25,5		32,1

## University A- Misconception 3

#	Difference	A		B			C		
		Mean	%		Anchor(%)	Target (%)	Others(%)	Yes	%
1		3'9	84,3	3'9	80,6	4,9	14,6	3'9	90,7
2	9,3	3'2a	75,0	3'1b	71,8	13,6	14,6	3'1a	84,3
3	0,4	3'2b	74,6	3'1a	70,9	12,6	16,5	3'3a	83,3
4	0,4	3'3b	74,2	3'3a	69,9	9,7	20,4	3'3b	82,4
5	0,2	3'3a	74,0	3'3b	68,9	8,7	22,3	3'1b	81,5
6	0,0	3'1a	74,0	3'2a	68,0	6,8	25,2	3'2a	81,5
7	0,6	3'1b	73,4	3'2b	68,0	9,7	22,3	3'2b	81,5
8	1,0	3'4b	72,4	3'12	66,0	17,5	16,5	3'4a	79,4
9	0,8	3'4a	71,6	3'4a	64,7	14,7	20,6	3'4b	79,4
10	0,7	3'12	70,9	3'4b	64,7	12,7	22,5	3'12	76,9
1	5,0	3'15a	65,8	3'13a	60,2	23,3	16,5	3'15a	74,1
2	0,4	3'13a	65,4	3'13b	60,2	23,3	16,5	3'16a	71,4
3	0,2	3'13b	65,2	3'15a	54,4	20,4	25,2	3'13a	70,4
4	2,5	3'16a	62,8	3'16a	53,5	23,8	22,8	3'13b	70,4
5	1,0	3'15b	61,7	3'15b	53,4	26,2	20,4	3'14a	68,5
6	1,4	3'14a	60,4	3'21	53,4	28,2	18,4	3'16b	67,6
7	0,6	3'21	59,8	3'16b	52,5	28,7	18,8	3'15b	67,3
8	0,0	3'16b	59,8	3'14b	50,5	29,1	20,4	3'14b	66,7
9	0,2	3'14b	59,6	3'14a	49,5	26,2	24,3	3'21	62,0
10	1,7	3'26a	57,9	3'26a	47,6	26,2	26,2	3'25b	59,8
11	0,4	3'26b	57,5	3'26b	46,1	27,5	26,5	3'26b	59,8
1	3,0	3'25b	54,4	3'25a	44,1	29,4	26,5	3'24a	56,1
2	0,1	3'25a	54,3	3'24b	43,7	32,0	24,3	3'26a	55,6
3	1,3	3'24b	53,0	3'25b	43,1	25,5	31,4	3'24b	54,1
4	0,4	3'24a	52,6	3'24a	39,8	32,0	28,2	3'25a	53,2
5	2,6	3'22	50,0	3'22	39,2	36,3	24,5	3'22	45,3
1	18,6	3'8a	31,4	3'8b	16,7	64,7	18,6	3'5b	24,1
2	0,4	3'8b	31,0	3'5b	16,5	61,2	22,3	3'8a	22,4
3	0,7	3'5b	30,3	3'8a	14,7	61,8	23,5	3'6b	21,5
4	1,1	3'6a	29,2	3'6a	13,7	63,7	22,5	3'8b	21,5
5	0,0	3'17	29,2	3'6b	13,7	64,7	21,6	3'6a	20,6
6	0,2	3'6b	29,0	3'5a	13,6	66,0	20,4	3'17	19,6
7	1,8	3'5a	27,2	3'17	12,7	63,7	23,5	3'5a	19,4
8	1,2	3'7b	26,0	3'7b	11,7	67,0	21,4	3'7b	16,7
9	0,1	3'7a	25,9	3'7a	9,7	66,0	24,3	3'10	15,7
10	1,3	3'11	24,6	3'11	8,7	68,9	22,3	3'7a	14,8
11	0,0	3'10	24,6	3'10	8,7	69,9	21,4	3'11	12,0

37

<b>K</b>	53,9	43,9	34,2	21,8	54,9
<b>L</b>	14,9	18,0			19,7
<b>M</b>	69,4	62,6			71,1
<b>N</b>	54,5	44,7			51,4
<b>O</b>	39,5	26,7			31,7
<b>P</b>	24,6	8,7			12,0

## University A – Misconception 4

#	Difference	A		B			C		
		Mean	%		Anchor(%)	Target (%)	Others(%)	Yes	%
1	—	4'3	86,2	4'3	83,5	2,9	13,6	4'3	94,4
2	1,9	4'8	84,3	4'8	81,6	4,9	13,6	4'8	92,6
1	29,3	4'17a	55,0	4'17a	43,7	27,2	29,1	4'14b	55,6
2	0,2	4'20	54,8	4'20	43,7	35,0	21,4	4'20	55,6
3	0,4	4'14a	54,4	4'12	41,7	40,8	17,5	4'17a	55,1
4	0,2	4'14b	54,2	4'17b	41,2	28,4	30,4	4'14a	53,7
5	0,8	4'17b	53,3	4'13	38,8	35,9	25,2	4'17b	51,9
6	1,0	4'16a	52,4	4'14b	36,9	28,2	35,0	4'18a	51,4
7	0,9	4'12	51,5	4'16a	36,3	27,5	36,3	4'13	50,0
8	0,2	4'13	51,3	4'14a	35,9	24,3	39,8	4'16a	50,0
9	0,9	4'15b	50,4	4'15b	34,3	29,4	36,3	4'12	49,1
10	0,1	4'19b	50,3	4'18a	33,0	33,0	34,0	4'15b	47,2
11	0,2	4'18a	50,1	4'19b	32,0	30,1	37,9	4'16b	46,2
12	0,7	4'16b	49,4	4'11	30,1	43,7	26,2	4'19b	45,8
1	2,4	4'19a	47,0	4'19a	29,1	35,9	35,0	4'11	42,6
2	1,3	4'15a	45,7	4'16b	28,4	29,4	42,2	4'15a	38,7
3	0,2	4'18b	45,4	4'18b	28,2	38,8	33,0	4'18b	38,3
4	0,4	4'11	45,0	4'15a	27,5	35,3	37,3	4'19a	38,3
5	3,7	4'6	41,4	4'6	26,2	49,5	24,3	4'7	36,1
6	0,6	4'7	40,8	4'7	26,2	49,5	24,3	4'6	35,2
7	1,4	4'5	39,4	4'2	25,2	60,2	14,6	4'9	33,3
8	1,0	4'9	38,4	4'5	25,2	52,4	22,3	4'10	33,3
9	0,0	4'10	38,4	4'9	25,2	55,3	19,4	4'5	32,4
10	4,3	4'2	34,2	4'10	24,3	55,3	20,4	4'2	27,8

24

K	50,5	36,6	35,5	27,9	48,1
---	------	------	------	------	------

L	13,0	14,8	16,7
M	73,2	68,7	77,8
N	60,2	53,9	61,1
O	47,2	39,1	44,4
P	34,2	24,3	27,8

## University A– Misconception 5

#	Difference	A		B			C		
		Mean	%		Anchor(%)	Target (%)	Others(%)	Yes	%
1		5'8	86,4	5'8	85,4	1,9	12,6	5'18	93,5
2	2,1	5'18	84,3	5'13	83,5	5,8	10,7	5'8	92,6
3	0,6	5'13	83,7	5'18	80,6	2,9	16,5	5'13	90,7
1	11,5	5'4a	72,2	5'4b	66,0	13,6	20,4	5'4a	80,6
2	0,8	5'4b	71,5	5'4a	65,0	11,7	23,3	5'4b	80,6
3	1,5	5'9a	70,0	5'7a	64,1	15,5	20,4	5'9a	77,8
4	0,7	5'7a	69,3	5'14a	64,1	17,5	18,4	5'7a	76,9
5	0,0	5'17a	69,3	5'9a	63,7	13,7	22,5	5'9b	76,9
6	0,3	5'15a	69,0	5'14b	63,7	18,6	17,6	5'15b	74,5
7	0,0	5'15b	69,0	5'9b	63,1	15,5	21,4	5'14a	74,1
8	0,1	5'7b	68,9	5'7b	62,1	13,6	24,3	5'17a	74,1
9	0,2	5'9b	68,7	5'17b	61,8	15,7	22,5	5'7b	73,1
10	0,1	5'17b	68,6	5'17a	61,2	13,6	25,2	5'15a	72,9
11	0,3	5'14a	68,3	5'15a	59,8	14,7	25,5	5'14b	72,0
12	0,5	5'14b	67,8	5'15b	59,8	16,7	23,5	5'17b	72,0
1	25,5	5'6	42,3	5'6	29,1	50,5	20,4	5'6	35,5
2	7,2	5'12	35,1	5'5	21,4	62,1	16,5	5'12	27,1
3	0,3	5'5	34,8	5'12	19,6	57,8	22,5	5'5	25,9
4	1,6	5'10	33,2	5'10	19,0	67,0	14,0	5'10	24,8
5	0,1	5'16	33,1	5'16	17,6	62,7	19,6	5'16	23,6
6	1,5	5'11	31,7	5'11	15,5	62,1	22,3	5'11	21,3

21

K	61,8	53,6	26,4	20,0	63,8
---	------	------	------	------	------

L	13,7	17,5	18,1
M	72,7	68,0	75,5
N	59,0	50,5	57,4
O	45,3	33,0	39,4
P	31,7	15,5	21,3

## University A – Misconception 6

#	Difference	A		B			C		
		Mean	%		Anchor(%)	Target (%)	Others(%)	Yes	%
1	—	6'5	77,3	6'12	72,3	7,9	19,8	6'5	88,8
2	0,0	6'12	77,2	6'15	72,3	7,9	19,8	6'12	85,8
3	0,4	6'15	76,8	6'5	70,6	7,8	21,6	6'15	85,8
1	18,8	6'1b	58,0	6'1b	47,1	31,4	21,6	6'1b	57,0
2	2,2	6'9	55,9	6'9	45,1	33,3	21,6	6'6b	56,6
3	0,6	6'6b	55,3	6'18a	42,0	30,0	28,0	6'9	55,1
4	1,3	6'18a	54,0	6'18b	42,0	33,0	25,0	6'19b	52,4
5	0,0	6'18b	54,0	6'6b	41,2	31,4	27,5	6'19a	51,0
6	0,1	6'1a	53,9	6'1a	40,2	33,3	26,5	6'7a	50,5
1	1,2	6'21a	52,7	6'6a	38,2	33,3	28,4	6'1a	50,5
2	0,5	6'6a	52,2	6'19b	37,6	35,6	26,7	6'7b	49,5
3	0,0	6'19a	52,2	6'7a	36,6	32,7	30,7	6'21a	49,5
4	0,1	6'19b	52,1	6'7b	36,6	32,7	30,7	6'6a	49,1
5	0,8	6'7a	51,3	6'21a	35,6	29,7	34,7	6'18a	49,0
6	0,6	6'7b	50,7	6'19a	35,0	35,0	30,0	6'18b	49,0
7	0,6	6'21b	50,1	6'21b	34,7	32,7	32,7	6'21b	43,8
8	6,9	6'8	43,2	6'8	28,7	49,5	21,8	6'8	39,0
1	5,5	6'10	37,6	6'10	25,5	54,9	19,6	6'10	29,9
2	1,4	6'4	36,3	6'4	24,5	53,9	21,6	6'4	29,2
3	0,8	6'17	35,4	6'2	20,8	55,4	23,8	6'17	28,3
4	0,8	6'2	34,7	6'17	17,8	53,5	28,7	6'2	25,5
5	0,4	6'22	34,3	6'22	17,8	54,5	27,7	6'22	25,5
6	1,8	6'13	32,5	6'16	16,8	61,4	21,8	6'13	21,7
7	1,4	6'14	31,1	6'14	15,8	63,4	20,8	6'14	20,8
8	0,8	6'16	30,3	6'13	14,9	59,4	25,7	6'16	19,8
9	0,9	6'11	29,4	6'11	13,7	62,7	23,5	6'11	19,6

26

<b>K</b>	48,8	35,5	39,1	25,4	45,5
----------	------	------	------	------	------

<b>L</b>	12,0	14,6	17,3
<b>M</b>	65,3	57,6	71,5
<b>N</b>	53,3	43,0	54,2
<b>O</b>	41,4	28,4	36,9
<b>P</b>	29,4	13,7	19,6

## University A – Misconception 7a

#	Difference	A		B			C		
		Mean	%		Anchor(%)	Target (%)	Others(%)	Yes	%
1	—	7a'17a	<u>56,5</u>	7a'17a	38,4	23,5	38,0	7a'17a	57,1
2	0,0	7a'17b	<u>56,5</u>	7a'17b	37,5	24,5	38,0	7a'17b	57,1
1	6,0	7a'18a	50,5	7a'2	32,4	34,3	33,3	7a'2	51,4
2	0,3	7a'21a	50,2	7a'21a	31,4	27,5	41,2	7a'18a	49,5
3	0,8	7a'2	49,4	7a'18a	30,7	28,7	40,6	7a'18b	47,6
4	0,4	7a'21b	49,0	7a'18b	28,7	34,7	36,6	7a'21a	46,7
5	0,1	7a'18b	48,9	7a'21b	28,4	29,4	42,2	7a'21b	44,9
6	2,0	7a'14a	46,9	7a'14a	27,5	35,3	37,3	7a'14a	36,4
1	4,1	7a'14b	42,7	7a'1	23,8	48,5	27,7	7a'14b	33,6
2	2,9	7a'13a	<u>39,8</u>	7a'14b	23,5	42,2	34,3	7a'13b	32,1
3	0,0	7a'13b	<u>39,8</u>	7a'13a	18,8	44,6	36,6	7a'13a	31,1
1	2,2	7a'1	37,6	7a'13b	18,8	45,5	35,6	7a'1	28,3
2	4,6	7a'3	33,1	7a'3	13,9	52,5	33,7	7a'3	23,6

13

<b>K</b>	46,2	27,2	36,2	36,6	41,5
----------	------	------	------	------	------

<b>L</b>	5,9	6,1	8,4
<b>M</b>	50,6	32,3	48,7
<b>N</b>	44,8	26,1	40,3
<b>O</b>	38,9	20,0	32,0
<b>P</b>	33,1	13,9	23,6

## University A – Misconception 7b

#	Difference	A		B			C		
		Mean	%		Anchor(%)	Target (%)	Others(%)	Yes	%
1		7b'22a	59,0	7b'6	47,1	26,5	26,5	7b'6	61,7
2	0,6	7b'6	58,4	7b'22a	42,2	17,6	40,2	7b'19a	60,7
3	1,4	7b'19b	57,1	7b'22b	39,2	22,5	38,2	7b'19b	59,8
4	0,2	7b'22b	56,9	7b'5	38,6	29,7	31,7	7b'22a	59,4
5	0,4	7b'19a	56,5	7b'19a	38,2	23,5	38,2	7b'20a	57,0
1	1,7	7b'20b	54,8	7b'19b	37,3	20,6	42,2	7b'22b	55,7
2	0,3	7b'20a	54,5	7b'20a	37,3	28,4	34,3	7b'20b	55,1
3	0,5	7b'5	54,1	7b'20b	37,3	24,5	38,2	7b'5	51,9
1	4,6	7b'16b	49,4	7b'16b	33,3	32,4	34,3	7b'16b	40,2
2	1,8	7b'16a	47,6	7b'16a	32,4	34,3	33,3	7b'15a	38,3
3	0,8	7b'15a	46,9	7b'15b	30,4	36,3	33,3	7b'16a	38,3
4	0,2	7b'15b	46,7	7b'15a	28,4	35,3	36,3	7b'15b	37,4
1	4,3	7b'7	42,4	7b'7	22,5	39,2	38,2	7b'7	33,6

13

<b>K</b>	52,6	35,7	28,5	35,8	49,9
----------	------	------	------	------	------

<b>L</b>	4,2	6,1	7,0
<b>M</b>	54,9	40,9	54,7
<b>N</b>	50,7	34,8	47,7
<b>O</b>	46,5	28,7	40,7
<b>P</b>	42,4	22,5	33,6

## University B– Misconception 1

#	Difference	A		B			C		
		Mean	%		Anchor(%)	Target (%)	Others(%)	Yes	%
1	—	1'1	75,9	1'3	75,0	9,4	15,6	1'1	81,1
2	3,7	1'3	75,0	1'1	73,5	11,8	14,7	1'3	77,8
3	0,0	1'8	69,4	1'8	71,9	21,9	6,3	1'8	68,4
4	3,7	1'10	66,3	1'10	62,5	15,6	21,9	1'10	67,6
1	7,4	1'16	64,4	1'16	59,4	18,8	21,9	1'11	65,8
2	0,0	1'11	63,6	1'12	54,5	21,2	24,2	1'16	63,2
3	2,6	1'12	60,0	1'11	51,5	18,2	30,3	1'12	60,5
4	0,0	1'5	53,9	1'7	46,9	37,5	15,6	1'5	50,0
5	1,1	1'7	53,8	1'5	45,5	33,3	21,2	1'6	50,0
1	0,0	1'6	52,9	1'6	44,1	32,4	23,5	1'7	47,4
2	0,0	1'2	47,6	1'2	38,2	47,1	14,7	1'2	40,5
3	2,7	1'13	43,5	1'13	32,4	55,9	11,8	1'13	36,8
1	0,0	1'4	40,0	1'4	28,1	56,3	15,6	1'4	32,4
2	0,0	1'18	32,7	1'14	27,3	66,7	6,1	1'14	24,3
3	1,0	1'14	32,1	1'15	22,6	64,5	12,9	1'17	23,7
4	3,7	1'17	31,3	1'17	18,8	62,5	18,8	1'15	21,1
5	0,0	1'15	31,0	1'9	16,1	61,3	22,6	1'18	21,1
6	3,7	1'9	31,0	1'18	15,2	54,5	30,3	1'9	18,9

18

<b>K</b>	51,4	43,5	38,3	18,2	47,3
----------	------	------	------	------	------

<b>L</b>	11,2	15,0	15,5
<b>M</b>	64,7	60,0	65,5
<b>N</b>	53,4	45,1	50,0
<b>O</b>	42,2	30,1	34,5
<b>P</b>	31,0	15,2	18,9



## University B – Misconception 2

#	Difference	A		B			C		
		Mean	%		Anchor(%)	Target (%)	Others(%)	Yes	%
1	—	2'4	70,7	2'4	68,8	21,9	9,4	2'4	76,3
2	0,7	2'9	70,0	2'11	64,5	29,0	6,5	2'6b	74,3
3	0,1	2'1	69,9	2'6b	64,3	7,1	28,6	2'6a	68,6
4	0,9	2'11	69,0	2'13b	61,3	19,4	19,4	2'11	68,4
5	1,5	2'6b	67,5	2'1	60,6	24,2	15,2	2'15a	68,4
6	0,7	2'13b	66,8	2'9	59,4	25,0	15,6	2'14a	66,7
7	0,6	2'13a	66,2	2'14a	59,4	18,8	21,9	2'15b	66,7
8	0,2	2'6a	66,0	2'14b	59,4	21,9	18,8	2'14b	64,1
9	1,9	2'14b	64,2	2'13a	56,7	20,0	23,3	2'13b	63,2
10	0,3	2'5b	63,8	2'15a	54,8	9,7	35,5	2'5b	62,9
11	0,1	2'5a	63,8	2'5b	53,6	28,6	17,9	2'1	60,5
12	0,4	2'15a	63,3	2'6a	51,7	13,8	34,5	2'9	60,5
1	1,5	2'14a	61,8	2'5a	50,0	26,9	23,1	2'13a	59,5
2	1,3	2'15b	60,4	2'15b	50,0	15,6	34,4	2'5a	55,9
1	8,0	2'8a	52,5	2'8a	44,8	20,7	34,5	2'8a	54,3
1	8,2	2'7a	44,2	2'2	37,5	59,4	3,1	2'10	46,2
2	0,2	2'10	44,0	2'10	35,3	58,8	5,9	2'3	42,1
3	1,1	2'8b	42,9	2'3	34,4	62,5	3,1	2'8b	38,9
4	1,4	2'12	41,5	2'8b	25,8	41,9	32,3	2'2	36,8
5	0,1	2'7b	41,4	2'12	24,2	66,7	9,1	2'7a	30,6
6	0,8	2'2	40,6	2'7a	23,3	50,0	26,7	2'7b	30,6
7	0,2	2'3	40,4	2'7b	20,0	43,3	36,7	2'12	25,6

22

<b>K</b>	57,8	48,2	31,1	20,7	55,5
----------	------	------	------	------	------

<b>L</b>	7,6	12,2		12,7
<b>M</b>	63,2	56,6		63,6
<b>N</b>	55,6	44,4		51,0
<b>O</b>	48,0	32,2		38,3
<b>P</b>	40,4	20,0		25,6

## University B – Misconception 3

#	Difference	A		B			C		
		Mean	%		Anchor(%)	Target (%)	Others(%)	Yes	%
1	—	3'9	77,6	3'9	76,0	16,0	8,0	3'16a	88,9
2	1,1	3'16a	76,5	3'12	75,0	12,5	12,5	3'9	86,2
3	0,7	3'12	75,8	3'16a	73,9	8,7	17,4	3'2a	83,3
4	1,7	3'1b	74,2	3'1b	70,8	12,5	16,7	3'2b	83,3
5	0,6	3'4a	73,6	3'4a	68,0	12,0	20,0	3'4a	83,3
6	0,3	3'1a	73,3	3'4b	66,7	12,5	20,8	3'4b	82,8
7	0,3	3'13a	73,0	3'1a	66,7	12,5	20,8	3'12	82,8
8	0,0	3'3b	73,0	3'14b	66,7	16,7	16,7	3'1b	80,0
9	0,5	3'4b	72,5	3'13a	65,2	8,7	26,1	3'13b	79,3
10	0,0	3'14b	72,5	3'2a	62,5	12,5	25,0	3'14b	79,3
11	0,8	3'13b	71,7	3'2b	62,5	16,7	20,8	3'13a	78,6
12	0,0	3'2a	71,7	3'13b	62,5	8,3	29,2	3'1a	76,7
13	0,8	3'2b	70,8	3'3b	60,9	8,7	30,4	3'3a	75,0
14	1,3	3'3a	69,6	3'14a	58,3	25,0	16,7	3'3b	75,0
15	3,5	3'15a	66,1	3'3a	56,5	13,0	30,4	3'14a	71,4
16	1,1	3'16b	65,0	3'15a	56,5	17,4	26,1	3'15a	71,4
17	0,0	3'14a	65,0	3'16b	54,2	20,8	25,0	3'15b	69,0
1	4,2	3'15b	60,8	3'15b	45,8	25,0	29,2	3'16b	69,0
2	2,4	3'25a	58,4	3'21	44,0	32,0	24,0	3'25a	63,3
3	4,2	3'24a	54,2	3'24a	41,7	37,5	20,8	3'24a	58,6
4	1,1	3'26a	53,1	3'25a	40,0	24,0	36,0	3'26a	55,2
5	0,3	3'21	52,8	3'22	34,6	38,5	26,9	3'25b	46,4
1	5,1	3'22	47,7	3'26a	30,8	30,8	38,5	3'21	41,4
2	0,7	3'25b	47,0	3'6b	26,1	47,8	26,1	3'6b	37,9
3	2,6	3'24b	44,3	3'24b	26,1	43,5	30,4	3'22	36,7
4	1,1	3'26b	43,2	3'25b	26,1	34,8	39,1	3'26b	35,7
5	3,2	3'6b	40,0	3'26b	24,0	40,0	36,0	3'24b	34,5
6	3,6	3'6a	36,4	3'6a	18,2	50,0	31,8	3'6a	32,1
1	4,1	3'8b	32,3	3'7a	16,0	60,0	24,0	3'17	27,6
2	1,9	3'7b	30,4	3'7b	16,0	60,0	24,0	3'7b	23,3
3	0,8	3'7a	29,6	3'8b	15,4	57,7	26,9	3'8b	20,7
4	3,8	3'5b	25,8	3'5b	12,5	66,7	20,8	3'7a	20,0
5	0,0	3'11	25,8	3'11	12,5	70,8	16,7	3'11	17,2
6	0,0	3'17	25,8	3'10	12,0	76,0	12,0	3'8a	13,8
7	0,2	3'8a	25,6	3'5a	8,3	70,8	20,8	3'10	13,8
8	1,4	3'5a	24,2	3'17	8,3	66,7	25,0	3'5b	13,3
9	4,2	3'10	20,0	3'8a	8,0	64,0	28,0	3'5a	10,3
37		K	54,0		42,4	33,3	24,3		54,5
		L	14,4		17,0				19,6
		M	63,2		59,0				69,3
		N	48,8		42,0				49,6
		O	34,4		25,0				30,0
		P	20,0		8,0				10,3

## University B – Misconception 4

#	Difference	A		B			C		
		Mean	%		Anchor(%)	Target (%)	Others(%)	Yes	%
1	—	4'3	92,6	4'3	95,2	0,0	4,8	4'3	95,7
2	4,6	4'8	88,0	4'8	88,0	4,0	8,0	4'8	93,3
1	27,1	4'17b	60,9	4'14b	52,4	28,6	19,0	4'14b	53,6
2	2,8	4'14b	58,1	4'17b	50,0	27,3	22,7	4'15a	51,9
1	0,8	4'20	57,3	4'20	50,0	27,3	22,7	4'20	50,0
2	1,3	4'15b	56,0	4'15a	45,0	35,0	20,0	4'17b	48,3
3	0,2	4'19b	55,8	4'15b	45,0	30,0	25,0	4'15b	48,1
4	1,8	4'15a	54,0	4'14a	42,9	42,9	14,3	4'16a	48,1
5	4,5	4'19a	49,5	4'19b	42,1	31,6	26,3	4'19b	48,0
6	1,0	4'14a	48,6	4'17a	36,4	45,5	18,2	4'14a	46,4
7	1,6	4'16a	47,0	4'19a	33,3	33,3	33,3	4'17a	41,4
8	1,0	4'16b	46,0	4'13	33,3	41,7	25,0	4'16b	40,7
9	0,2	4'13	45,8	4'18a	30,4	43,5	26,1	4'19a	40,7
10	0,4	4'17a	45,5	4'18b	30,4	43,5	26,1	4'11	37,9
11	0,2	4'12	45,2	4'11	30,4	43,5	26,1	4'18a	37,9
12	0,0	4'11	45,2	4'12	30,4	39,1	30,4	4'12	36,7
13	1,7	4'18a	43,5	4'16a	30,0	35,0	35,0	4'18b	34,5
14	0,9	4'18b	42,6	4'16b	30,0	35,0	35,0	4'13	33,3
1	9,0	4'6	33,6	4'6	28,0	64,0	8,0	4'6	30,0
2	2,4	4'7	31,2	4'7	24,0	64,0	12,0	4'2	26,7
3	6,4	4'2	24,8	4'2	16,0	72,0	12,0	4'7	26,7
4	0,6	4'9	24,2	4'5	12,5	75,0	12,5	4'9	20,0
5	0,8	4'5	23,3	4'9	12,5	75,0	12,5	4'10	20,0
6	0,0	4'10	23,3	4'10	12,5	79,2	8,3	4'5	16,7

24

K	47,6	37,5	42,3	20,1	42,8
---	------	------	------	------	------

L	17,3	20,7	19,8
M	75,3	74,5	75,9
N	58,0	53,8	56,2
O	40,7	33,2	36,4
P	23,3	12,5	16,7

## University B – Misconception 5

#	Difference	A		B			C		
		Mean	%		Anchor(%)	Target (%)	Others(%)	Yes	%
1	—	5'13	79,3	5'13	80,0	12,0	8,0	5'13	90,9
2	0,1	5'18	79,2	5'8	78,6	14,3	7,1	5'8	87,9
3	1,3	5'8	77,9	5'18	78,6	3,6	17,9	5'18	84,8
4	5,7	5'9b	72,1	5'7a	64,3	21,4	14,3	5'4a	72,7
5	2,5	5'14a	69,6	5'9b	64,3	10,7	25,0	5'4b	72,7
6	0,3	5'9a	69,3	5'7b	60,7	25,0	14,3	5'9a	72,7
7	2,1	5'7a	67,1	5'9a	60,7	14,3	25,0	5'9b	72,7
1	1,0	5'15b	<u>66,2</u>	5'15a	57,7	15,4	26,9	5'7a	69,7
2	0,0	5'15a	<u>66,2</u>	5'15b	57,7	15,4	26,9	5'14a	69,7
3	0,2	5'14b	65,9	5'4b	55,6	22,2	22,2	5'15b	68,8
4	1,6	5'7b	64,3	5'14a	55,6	7,4	37,0	5'15a	67,7
5	0,6	5'4b	63,7	5'4a	53,8	23,1	23,1	5'14b	66,7
6	0,6	5'4a	63,1	5'14b	51,9	11,1	37,0	5'17a	66,7
7	1,6	5'17b	61,4	5'17b	50,0	21,4	28,6	5'17b	66,7
8	2,9	5'17a	58,6	5'17a	46,4	25,0	28,6	5'7b	63,6
1	17,1	5'6	41,5	5'6	29,6	55,6	14,8	5'5	30,3
1	5,1	5'16	36,4	5'5	28,6	67,9	3,6	5'6	30,3
2	0,7	5'5	35,7	5'16	25,0	57,1	17,9	5'16	27,3
3	1,6	5'10	34,1	5'10	22,2	63,0	14,8	5'10	25,0
4	1,5	5'12	32,6	5'12	18,5	66,7	14,8	5'12	21,9
5	5,4	5'11	27,1	5'11	17,9	71,4	10,7	5'11	21,2

21

K	58,6	50,4	29,7	19,9	59,5
---	------	------	------	------	------

L	13,0	15,5	17,4
M	66,3	64,5	73,5
N	53,2	48,9	56,1
O	40,2	33,4	<u>38,6</u>
P	27,1	17,9	21,2

## University B– Misconception 6

#	Difference	A		B			C		
		Mean	%		Anchor(%)	Target (%)	Others(%)	Yes	%
1	—	6'5	80,8	6'5	80,8	7,7	11,5	6'5	84,4
2	4,8	6'12	76,0	6'12	68,0	8,0	24,0	6'12	83,3
1	9,6	6'19b	66,4	6'15	61,5	26,9	11,5	6'15	77,4
2	1,0	6'15	65,4	6'19b	56,0	16,0	28,0	6'19b	70,0
3	3,7	6'19a	61,7	6'1a	50,0	25,0	25,0	6'6b	62,5
4	0,2	6'6a	61,5	6'1b	50,0	25,0	25,0	6'19a	60,0
5	2,3	6'21b	59,2	6'6a	48,1	25,9	25,9	6'21b	60,0
6	0,7	6'6b	58,5	6'19a	45,8	16,7	37,5	6'6a	59,4
7	1,0	6'1b	57,5	6'6b	44,4	25,9	29,6	6'9	58,1
8	1,7	6'1a	55,8	6'18b	44,0	32,0	24,0	6'1a	56,7
1	1,4	6'18b	54,4	6'21b	44,0	24,0	32,0	6'1b	56,7
2	3,2	6'18a	51,2	6'18a	40,0	36,0	24,0	6'7b	55,2
3	1,2	6'21a	50,0	6'8	38,5	42,3	19,2	6'18b	53,3
4	0,0	6'9	50,0	6'9	38,5	42,3	19,2	6'7a	51,7
5	0,8	6'8	49,2	6'7a	34,8	34,8	30,4	6'18a	46,7
6	0,5	6'7a	48,7	6'21a	34,6	30,8	34,6	6'8	45,2
7	0,0	6'7b	48,7	6'7b	30,4	34,8	34,8	6'21a	41,9
1	12,5	6'4	36,2	6'4	26,9	57,7	15,4	6'11	33,3
2	0,0	6'10	36,2	6'10	23,1	61,5	15,4	6'14	33,3
3	0,2	6'22	36,0	6'2	22,2	70,4	7,4	6'17	30,0
4	0,6	6'17	35,4	6'11	20,0	60,0	20,0	6'10	29,0
5	0,2	6'14	35,2	6'14	20,0	64,0	16,0	6'13	26,7
6	0,8	6'11	34,4	6'22	20,0	60,0	20,0	6'4	25,8
7	1,6	6'16	32,8	6'17	19,2	53,8	26,9	6'22	25,8
8	2,4	6'13	30,4	6'13	16,0	68,0	16,0	6'2	21,9
9	1,5	6'2	28,9	6'16	16,0	64,0	20,0	6'16	19,4

26

K	50,0	38,2	39,0	22,8	48,8
---	------	------	------	------	------

L	13,0	16,2	16,3
M	67,8	64,6	68,1
N	54,8	48,4	51,9
O	41,9	32,2	35,6
P	28,9	16,0	19,4

## University B – Misconception 7a

#	Difference	A		B			C		
		Mean	%		Anchor(%)	Target (%)	Others(%)	Yes	%
1	—	7a'2	58,5	7a'2	44,4	18,5	37,0	7a'2	69,7
1	8,1	7a'18a	50,4	7a'17b	33,3	37,0	29,6	7a'21a	57,6
2	3,0	7a'17b	47,4	7a'18a	33,3	29,6	37,0	7a'18a	56,3
3	2,2	7a'17a	45,2	7a'17a	29,6	37,0	33,3	7a'17a	53,1
1	0,6	7a'14a	44,6	7a'14a	26,9	34,6	38,5	7a'17b	50,0
2	0,2	7a'21a	44,4	7a'18b	22,2	44,4	33,3	7a'18b	46,9
3	2,2	7a'13a	42,2	7a'1	14,8	44,4	40,7	7a'21b	39,4
4	0,0	7a'18b	42,2	7a'13a	14,8	33,3	51,9	7a'13a	36,4
1	4,4	7a'21b	37,8	7a'14b	14,8	44,4	40,7	7a'14a	32,3
2	0,7	7a'14b	37,0	7a'21a	14,8	33,3	51,9	7a'14b	28,1
3	1,5	7a'1	35,6	7a'13b	11,1	44,4	44,4	7a'1	24,2
4	0,7	7a'13b	34,8	7a'21b	11,1	44,4	44,4	7a'13b	21,2
5	3,0	7a'3	31,9	7a'3	7,4	48,1	44,4	7a'3	18,2

13

<b>K</b>	42,5	21,4	38,0	40,6	41,0
----------	------	------	------	------	------

<b>L</b>	6,7	9,3	12,9
<b>M</b>	51,9	35,2	56,8
<b>N</b>	45,2	25,9	43,9
<b>O</b>	38,5	16,7	31,1
<b>P</b>	31,9	7,4	18,2

## University B – Misconception 7b

#	Difference	A		B			C		
		Mean	%		Anchor(%)	Target (%)	Others(%)	Yes	%
1	—	7b'6	64,4	7b'6	48,1	14,8	37,0	7b'6	72,7
1	8,3	7b'19a	56,2	7b'20b	44,4	29,6	25,9	7b'19a	71,9
2	0,6	7b'20b	55,6	7b'20a	40,7	33,3	25,9	7b'22a	69,7
3	0,7	7b'22a	54,8	7b'16b	30,8	23,1	46,2	7b'20b	66,7
1	1,7	7b'19b	53,1	7b'19a	30,8	15,4	53,8	7b'20a	63,6
2	1,5	7b'16b	51,5	7b'22a	29,6	18,5	51,9	7b'19b	59,4
3	1,2	7b'20a	50,4	7b'22b	29,6	25,9	44,4	7b'22b	51,5
4	1,5	7b'22b	48,9	7b'16a	26,9	34,6	38,5	7b'16b	48,5
5	0,7	7b'15a	48,1	7b'19b	26,9	15,4	57,7	7b'16a	45,5
1	3,7	7b'15b	44,4	7b'15a	25,9	22,2	51,9	7b'5	42,4
2	0,6	7b'16a	43,8	7b'15b	22,2	29,6	48,1	7b'15a	42,4
3	0,9	7b'5	43,0	7b'5	18,5	37,0	44,4	7b'7	39,4
4	0,7	7b'7	42,2	7b'7	14,8	33,3	51,9	7b'15b	39,4
<b>13</b>									
<b>K</b>		50,5		30,0	25,6	44,4		54,9	
<b>L</b>		5,6		8,3				8,3	
<b>M</b>		58,9		39,8				64,4	
<b>N</b>		53,3		31,5				56,1	
<b>O</b>		47,8		23,1				47,7	
<b>P</b>		42,2		14,8				39,4	

## 12. SPECIFICATIONS FOR FREQUENCY TABLES

Key points, basic features, descriptions, variables, and characteristics of “criterion tables for concept diagrams” can be summarized as follows:

- First column (represented with “#”) are used to mention the number of analogies in each analogy group (bag, box).
- The numbers at the bottom of column “#” represent the total number of analogy in the related concept diagram.
- Column A represents the A-type tables similar to Table 3.18 explained in Section 3.4.2.
- Column B includes the B-type tables similar to Table 3.17 explained in Section 3.4.2. The sum of percentages in Anchor, Target, and Others columns should be 100.
- Column C shows the C-type tables similar to Table 3.15 explained in Section 3.4.2.
- Vertical blank lines are used to separate each type of sub tables (A, B, and C-type).
- Horizontal thick lines are used to separate and highlight bags or groups (anchor, bridging analogy I, bridging analogy II, and target case).
- The frequencies in column “Difference” are found by subtracting two frequency values of consecutive rows in column “A” from each other. It is used to decide the sub groups of each bag (group) of the concept diagram. Drastic decreases in frequencies (analogies with similar frequencies) are taken as an evidence of sub groups.
- Different background colors are used to emphasize the sub groups in each group (bag). A sub group is consisted of at least two analogies.
- Underlines are used for two purposes in these tables. If they were used in column “A”, it was meaning that the two or more consecutive frequencies



(percentages) are the same. Or they can be used in rows “M” or “N” to mean the group none existed.

- Row “K” was used to represent the average of the frequencies in each column.
- The frequency in row “L” was found by subtracting the frequency value of the first row (anchor) in column “A” (A-type table) from the last row (target) of the same column and dividing it with four. The researcher took one fourth of the difference in order to have anchor, bridging analogy I, bridging analogy II, and target groups. The procedure was the same for the other columns (Anchor column of B-type and C-type).
- The frequency in row “M” was found by subtracting the frequency value in row “L” of the column “A” from the first row (anchor) of the same column. The procedure was the same for the other columns.
- The frequencies in row “N” were found by subtracting the frequency values in row “L” from frequency values in row “M”.
- The frequencies in row “O” were found by subtracting the frequency values in row “L” from frequency values in row “N”.
- The frequencies in row “P” were equal to the frequency values of the last row (targets).
- The frequency values in “M”, “N”, and “O” rows were regarded as cut-points. In each column, the items between two consecutive cut-points were colored and tagged as a potential group (bag).
- Column “B” was used to determine the order of underlined frequencies of the column “A”.
- Column “A” was used (as criterion) to decide the groups (bags) of concept diagrams. Groups and the analogies in the groups were determined according to the cut points (analogies in these frequency intervals) of column A and named as following: (row P  $\leq$  target < row O); (row O  $\leq$  bridging analogy II < row N); (row N  $\leq$  bridging analogy I < row M); (row M  $\leq$  anchor).

- If the distributions in three columns (A, B, and C) were coinciding (thresholds/number of items in cut points/order of items), it was almost perfect and almost no doubt about the trustworthiness of the groups.

## APPENDIX J

## COMMON AND STRONGLY OFFERED ITEMS

## J1. ITEM TABLES

University B

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7a	M7b	#4
Anchor	<u>3</u>	<u>4</u> 6b 6a <u>5b</u> ♀ 15a	12 <u>1a</u> 3b 3a	<u>3</u> 8	<u>18</u> 8 9b 14a	<u>5</u>	<u>2</u> ♀	<u>6</u>	19
Bridging Analogy I	<u>11</u> ♀	<u>15b</u> ♂	15b <u>26a</u> 21	<u>17b</u> ♂ <u>14b</u> ♀	<u>7b</u>	19a <u>21b</u>	18a <u>17b</u>	19a <u>22a</u>	14
Bridging Analogy II	<u>2</u> ♀ <u>13</u> ♂	<u>8a</u> ♂	<u>6a</u>	20 <u>13</u> 12 11	<u>6</u> ♀	9 7a <u>7b</u>	<u>14a</u> <u>21a</u> ♂	<u>19b</u> ♂ <u>16b</u> ♀	16
Target	<u>4</u> ♂ 17 15 <u>9</u>	<u>10</u> ♀ 12 <u>3</u>	5b <u>5a</u>	6 7 2 9 5 <u>10</u>	16 5♂ 10 <u>12</u>	4 10 22 14 11 16 13 <u>2</u>	13b <u>3</u>	<u>15b</u> 16a	31
#1	6	6	4	5	5	4	5	5	40
#2	8	10	10	14	10	14	7	7	80
#3	18	22	37	24	21	26	13	13	174

## University A

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7a	M7b	#4
Anchor	<u>11</u>	<u>9</u> 1 <u>11♂</u> 13b 6a	<u>9</u> 12	<u>3</u> 8	<u>8</u> 18 13	<u>5</u> 12 15	<u>17a</u> 17b	<u>22a</u>	19
Bridging Analogy I	<u>1♀</u>	15b	<u>13a♀</u> <u>26a♂</u>		4a 4b 7a 7b 9b <u>17b</u> 14a 14b	<u>1b♀</u> <u>1a♂</u>	<u>18a♂</u> 2 <u>14a</u>	<u>20b</u> <u>5♀</u>	19
Bridging Analogy II	<u>13♂</u> 4	<u>8a♀</u>	<u>25a</u> 24b 24a 22	<u>17a</u> 20 17b 16a 12 13 15b 16b		19a 7b <u>21b</u> 8	<u>13b♀</u>	<u>15b♂</u>	21
Target	<u>18</u>	7a 10 12 8b 7b 2 <u>3</u>	8a 8b 5b 6a 17 6b 5a 7b 7a 11 <u>10</u>	15a 6 5 9 10 <u>2</u>	6 12 5 10 16 <u>11</u>	10 4 17 22 13 14 16 <u>11</u>	1 <u>3</u>	<u>7</u>	42
#1	5	5	5	3	3	5	5	5	37
#2	5	14	19	16	17	17	8	5	101
#3	18	22	37	24	21	26	13	13	174

## J2. SPECIFICATIONS FOR ITEM TABLES

The key terms, descriptions, and basic features related with these “gender splitted frequency tables” can be explained as in the followings:

- Rows were used to represent groups (anchor, bridging, and target) and columns were used to represent misconceptions (questions in the AADT).
- The numbers in the cells were the original numbers of the analogies as used in the AADT.
- Each column or question was sorted in a descending order as the frequency distribution tables.
- Last column (represented with “#4”) was used to mention the total number of analogies in each row (bag, box).
- The row “#1” was used to emphasize the number of the analogies underlined.
- Underlining was used to inform the strongly offered items predetermined by the researcher. The researcher decided these analogies after comparing the tables given in Appendix H. The instructors used these items in order to reflect and control gender differences in the BABI.
- The number of analogies in each column was shown in row “#2”.
- The row “#3” was used to remind the total number of the analogies in concept diagrams.
- If any of the analogies in anchor or target groups (bags) were written in bold, they had the highest or lowest frequency values of the belonged distributions.
- All the analogies in these tables except the ones marked with “♀” or “♂” symbols were in the same bags of all three types (prepared for girls, boys, and all). The symbol “♀” was used to mention that the analogy was in the same groups for females (all and females) only. Likewise, the symbol “♂”

was used to state that the analogy was in the same groups for males (all and males) only.

- The number of the analogies marked with “♀” or “♂” symbols should be the same for each column (misconception).
- Another contribution of these tables was to enable the entire picture related with all misconceptions in one single table (instead of eight concept diagrams) besides the extra descriptive information (#1, #2, #3, and #4) made implicit in the tables.

## APPENDIX K

## MAKE SENSE SCALE

NELER ANLAMLIDIR ÖLÇEĞİ (Öğretmen Kopya)

Ad Soyad:

**Acıklama:** Size sorulacak olan benzetme veya sorulara cevabınız Evet ise **Cevap** sütunundaki "E", Hayır ise "H" harfini yuvarlak içine alınız. Verdiğiniz bu cevabın size ne kadar anlamlı geldiğini belirtmek için diğer sütunlardaki beş seçenektan birini (X) şeklinde işaretleyerek belirtiniz. Seçenekler "Kesinlikle anlamlı gelmiyor", "Çok anlamlı gelmiyor", "Kararsızım veya bilmiyorum", "Gayet anlamlı geliyor", "Kesinlikle anlamlı geliyor" dur. Anlamlı gelmekten kastedilen mana ölçeğin altındaki "**Neler anlamlıdır?**" başlıklı kısımda açıklanmaktadır. Oylarınızı işaretlemeyen önce bu kısmı okuduğunuzdan emin olunuz.

Oy No	Cevap Evet/Hayır	1 Kesinlikle anlamlı gelmiyor	2 Çok anlamlı gelmiyor	3 Kararsızım veya Bilmiyorum	4 Gayet anlamlı geliyor	5 Kesinlikle anlamlı geliyor	KY Soru No: (3'2; 3'8a; 5'14 gibi)
1. oy	E H	( )	( )	( )	( )	( )	
2. oy	E H	( )	( )	( )	( )	( )	
3. oy	E H	( )	( )	( )	( )	( )	
4. oy	E H	( )	( )	( )	( )	( )	
5. oy	E H	( )	( )	( )	( )	( )	
6. oy	E H	( )	( )	( )	( )	( )	
7. oy	E H	( )	( )	( )	( )	( )	
8. oy	E H	( )	( )	( )	( )	( )	
9. oy	E H	( )	( )	( )	( )	( )	
10. oy	E H	( )	( )	( )	( )	( )	
11. oy	E H	( )	( )	( )	( )	( )	
12. oy	E H	( )	( )	( )	( )	( )	

### **NELER ANLAMLI DIR ÖLÇEĞİ (Öğrenci Kopya)**

Ad Soyad:

**Açıklama:** Size sorulacak olan benzetme veya sorulara cevabınız Evet ise **Cevap** sütunundaki "E", Hayır ise "H" harfini yuvarlak içine alınız. Verdiğiniz bu cevabın size ne kadar anlamlı geldiğini belirtmek için diğer sütunlardaki beş seçenektan birini (X) şeklinde işaretleyerek belirtiniz. Seçenekler "Kesinlikle anlamlı gelmiyor", "Çok anlamlı gelmiyor", "Kararsızım veya bilmiyorum", "Gayet anlamlı geliyor", "Kesinlikle anlamlı geliyor" dur. Anlamlı gelmekten kastedilen mana ölçeğin altındaki "**Neler anlamlıdır?**" başlıklı kısımda açıklanmaktadır. Oylarınızı işaretlemeyen önce bu kısmı okuduğunuzdan emin olunuz.

Oy No	Cevap Evet/Hayır	1 Kesinlikle anlamlı gelmiyor	2 Çok anlamlı gelmiyor	3 Kararsızım veya Bilmiyorum	4 Gayet anlamlı geliyor	5 Kesinlikle anlamlı geliyor
1. oy	E H	( )	( )	( )	( )	( )
2. oy	E H	( )	( )	( )	( )	( )
3. oy	E H	( )	( )	( )	( )	( )
4. oy	E H	( )	( )	( )	( )	( )
5. oy	E H	( )	( )	( )	( )	( )
6. oy	E H	( )	( )	( )	( )	( )
7. oy	E H	( )	( )	( )	( )	( )
8. oy	E H	( )	( )	( )	( )	( )
9. oy	E H	( )	( )	( )	( )	( )
10. oy	E H	( )	( )	( )	( )	( )
11. oy	E H	( )	( )	( )	( )	( )
12. oy	E H	( )	( )	( )	( )	( )

#### **Neler Anlamlıdır?**

Yaşamımız boyunca, fiziksel dünyada bazıları bize anlamlı gelirken bazıları da anlamlı gelmeyen birçok tecrübemiz olmuştur. Herhangi bir ifade içgüdüsel ve yürekten anlaşılırsa bize anlamlı gelir.

Cevaptan emin olunduğu ve durumun kişiye tamamıyla anlamlı geldiği zamanlar vardır. Örneğin, büyük bir kamyon küçük bir arabaya çarparsa, çoğu insan arabanın daha fazla zarar göreceğinden emindir. Ayrıca bu onlara anlamlı da gelmektedir.

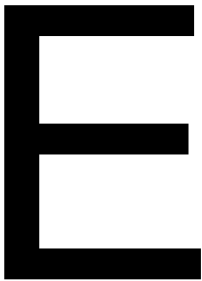
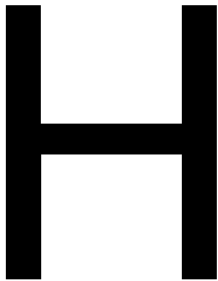
Ancak, öyle zamanlar olur ki cevabın doğruluğu bilinir (yani cevabımızda eminizdir) fakat cevap gerçekten kişiye anlamlı gelmez. Örneğin, birçok insan boomerang'ın (Avustralyalılar'ın av için kullandığı eğri sopa) atıldığında geri döneceğinden emindir, fakat neden geri dönmesi gerektiği onlara anlamlı gelmez. Onlara anlamlı gelen ise boomerang'ın doğru bir çizgide hareket etmesi gerektiğidir. Peki bu durumda (boomerang'ın atan kişiye dönebilmesi için) neler anlamlıdır ölçeğini nasıl işaretlemeliydiniz? (1 ve 2'yi işaretlemeniz beklenirdi)

Ölçek, irdelenen durumun veya sorunun doğruluğu hakkında ne kadar emin olduğunuz işaretlemeniz için değil, durumun size ne kadar anlamlı geldiğini işaretlemeniz için verilmektedir.



**APPENDIX L**

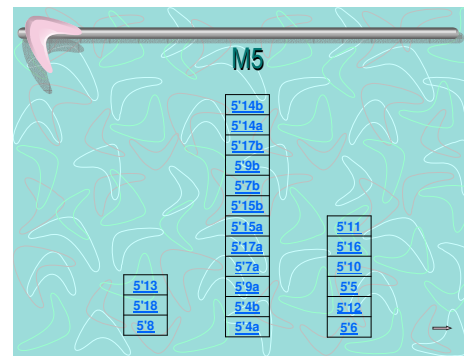
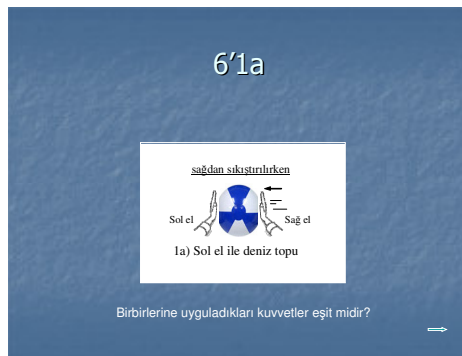
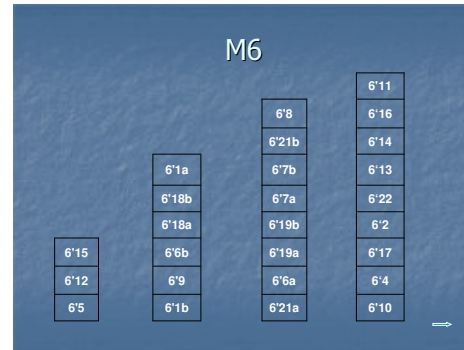
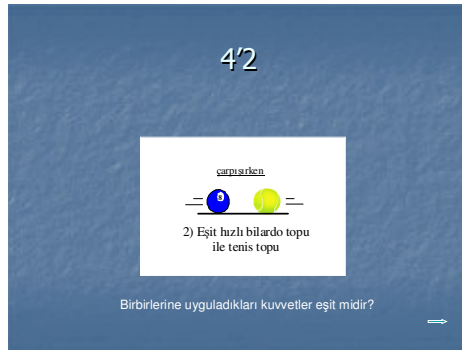
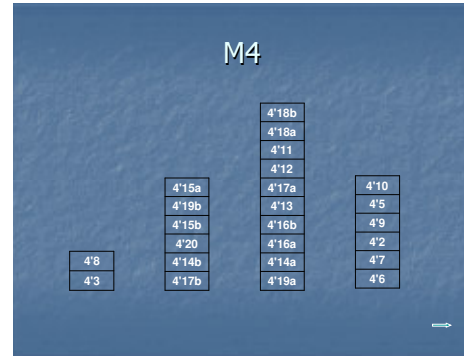
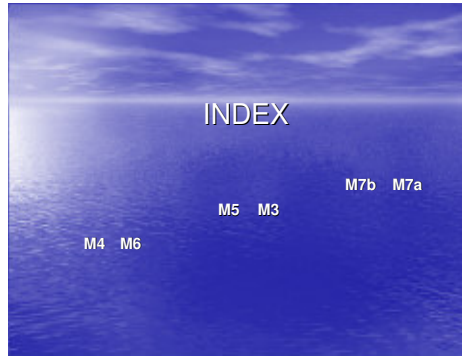
**FLASH CARDS**

<b>1</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	


## APPENDIX M

## POWERPOINT SLIDES



**5'12**

*çarpışırken*



12) Özdeş yay bağlı farklı hızlı özdeş arabalar

Birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşit midir?

**M3**

3'12	3'26b	3'10
3'4a	3'26a	3'11
3'4b	3'14b	3'7a
3'1b	3'16b	3'7b
3'3a	3'21	3'5a
3'1a	3'14a	3'6b
3'3b	3'15b	3'17
3'2b	3'16a	3'24a
3'2a	3'13b	3'24b
3'9	3'13a	3'5b
	3'15a	3'6b
		3'8a

**3'6b**

*Farklı güçteki kişiler tekerlekli kasayı iterken*



6b) Veli ile tekerlekli kasa

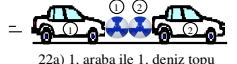
Birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşit midir?

**M7b**

7'5	7'15b
7'20a	7'15a
7'20b	7'16a
7'19a	7'16b
7'6	7'7
7'22a	7'19b

**7b'22a**

*Özdeş aracı sabit hızla hareket ettirirken*




22a) 1. araba ile 1. deniz topu

Birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşit midir?

**M7a**

7'21a	7'13b
7'18a	7'13a
7'17b	7'14b
7'17a	7'21b
	7'2
	7'14a
	7'3
	7'1

**7a'3**



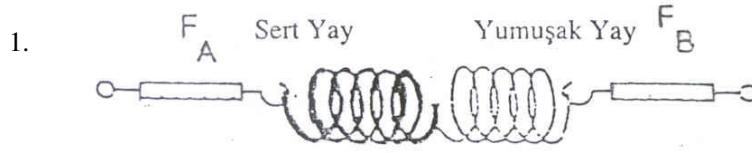
3) Su tankerini *ıvımelendirirken*

Birbirlerine uyguladıkları kuvvetler eşit midir?

## APPENDIX N

## ASSIGNMENT/QUIZ

## MİNİ SINAV



Şekilde gösterildiği gibi, soldaki sert yay ile sağdaki yumuşak yayın çekilmesinde iki adet kuvvet ölçerden yararlanılmıştır. Bir kişi iki yandan bütün gücüyle bu yayları çekerse kuvvet ölçerlerin gösterdiği değerlerle ilgili hangi seçenek doğrudur?

- (A)  $F_A$ ,  $F_B$ 'den fazla göstermektedir  
 (B)  $F_B$ ,  $F_A$ 'dan fazla göstermektedir  
 (C) Her ikisi de eşit değerler göstermektedir  
 (D) Her ikisi de sıfırı göstermektedir
2. Ağır kaya parçalarıyla tamamen dolu bir kamyon 1 lt su şişesinden 1 metre uzağa park edilmiştir. Bu durumda kamyon ile su şişesinin birbirine uyguladıkları kuvvetler ile ilgili aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğrudur?
- (A) Yalnız kamyon suya çekim kuvveti uygulamaktadır  
 (B) Yalnız su kamyonu çekim kuvveti uygulamaktadır  
 (C) Ne su ne de kamyon birbirlerine çekim kuvveti uygular  
 (D) Her ikisi de birbirine eşit çekim kuvveti uygular  
 (E) Kamyon sudan daha fazla çekim kuvveti uygulamaktadır
3. Demirden yapılmış bir kutu kauçuk bir kutunun üzerine konmaktadır. Kutular bu şekilde hareketsiz durmaktayken aşağıdaki seçeneklerden hangisi doğru olur?
- (A) Demir kutu kauçuk olana kuvvet uygulamaz  
 (B) Kauçuk kutu demir kutuya kuvvet uygulamaz  
 (C) Demir kutu kauçuk olana daha fazla kuvvet uygular  
 (D) Kauçuk kutu demir kutuya daha fazla kuvvet uygular  
 (E) Her iki kutuda birbirine eşit kuvvet uygular  
 (F) Her ikisi de birbirine kuvvet uygulamaz

4. 60 N'luk kuvvet uygulayabilen bir kişi bir ucu duvara bağlı olan ipi yatay olarak çekmektedir. İpin, biri duvara diğeri ise kişiye yakın olmak üzere iki ucuna kuvvet ölçerler yerleştirilmiştir. Buna göre kuvvet ölçerlerin gösterdiği  $F_A$  (duvara yakın) ve  $F_B$  (kişiye yakın) değerleri nasıl olacaktır?

- (A)  $F_A=0$  N,  $F_B=0$  N      (D)  $F_A=60$  N,  $F_B=60$  N      (G)  $F_A=120$  N,  $F_B=120$  N  
 (B)  $F_A=0$  N,  $F_B=60$  N      (E)  $F_A=30$  N,  $F_B=30$  N      (H)  $F_A=0$  N,  $F_B=120$  N  
 (C)  $F_A=60$  N,  $F_B=0$  N      (F)  $F_A=0$  N,  $F_B=30$  N

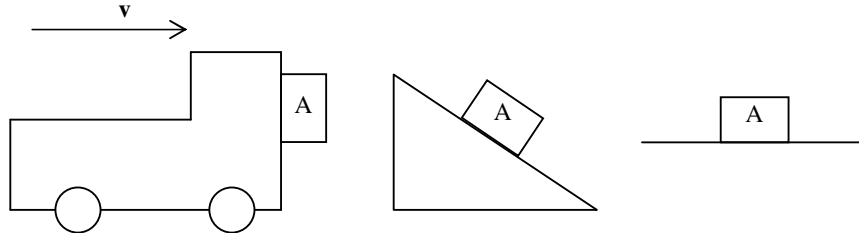
5. Bu sefer aynı ipi iki ucundan A ve B kişileri 60'ar N'luk kuvvet uygulayarak çekmektedirler. İpin her iki ucuna kişilere yakın olarak kuvvet ölçerler yerleştirilmiştir. Buna göre kuvvet ölçerlerin gösterdiği  $F_A$  (A kişisine yakın) ve  $F_B$  (B kişisine yakın) değerleri nasıl olacaktır??

- (A)  $F_A=0$  N,  $F_B=0$  N      (D)  $F_A=60$  N,  $F_B=60$  N      (G)  $F_A=120$  N,  $F_B=120$  N  
 (B)  $F_A=0$  N,  $F_B=60$  N      (E)  $F_A=30$  N,  $F_B=30$  N      (H)  $F_A=0$  N,  $F_B=120$  N  
 (C)  $F_A=60$  N,  $F_B=0$  N      (F)  $F_A=0$  N,  $F_B=30$  N

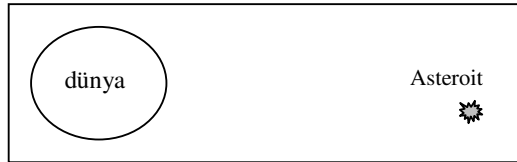
6. Aşağıdaki kutucuğun içine yerin üzerinde durmakta olan bir masa ve bu masanın üzerinde durmakta olan bir kitap çiziniz. Bu sistem içersindeki tüm kuvvetleri gösteriniz.



7. Aşağıdaki durumlarda A kutusu üzerine etki edecek yüzeye dik kuvvet vektörlerinin (N) nasıl olacağını gösteriniz.



8. Aşağıdaki şekilde gösterilen asteroidin dünyaya uyguladığı kuvvetin büyüklüğü:



- a) Dünyanın asteroite uyguladığı kuvvetin büyüklüğünden daha fazladır.  
 b) Dünyanın asteroite uyguladığı kuvvetin büyüklüğü ile eşittir.  
 c) Dünyanın asteroite uyguladığı kuvvetin büyüklüğünden daha azdır.  
 d) Sıfırdır. (Asteroid dünyaya kuvvet uygulamaz)

## APPENDIX O

### KEY WORDS

1. Physics Education
2. Misconceptions
3. Preconceptions
4. Common-Sense Beliefs
5. Newton's Third Law
6. Action-Reaction Forces
7. Bridging Analogies Teaching Strategy (Bridging Strategy)
8. Analogy
9. Anchoring Analogies (Anchor)
10. Conceptual Understanding
11. Conceptual Change
12. Three-Tier Tests
13. Electricity
14. Magnetism
15. Optics
16. Different combinations of the key words above.

## APPENDIX P

### RAW DATA

Table P Raw data of the study

No	Instructor	Group	Gender	Age	PREASNTL	POSTASNTL	PRENTLMT	POSTNTLMT
1	1	0	1	242	77.0	87.0	3.3	4.0
2	1	0	1	246	75.7	85.0	3.3	4.0
3	1	0	1	238	94.0	91.0	5.0	0.0
4	1	0	1	234	62.0	78.0	3.0	0.0
5	1	0	1	256	75.7	74.0	3.3	0.0
6	1	0	1	243	79.0	81.0	3.0	0.0
7	1	0	1	236	90.0	89.0	0.0	0.0
8	1	0	1	276	74.0	71.0	5.0	4.0
9	1	0	1	230	77.0	99.0	5.0	3.0
10	1	0	1	255	89.0	78.0	3.0	2.0
11	1	0	1	234	81.0	87.0	3.0	5.0
12	1	0	1	255	75.7	71.0	3.3	4.0
13	1	0	1	225	80.0	79.0	4.0	1.0
14	1	0	1	235	87.0	89.0	5.0	4.0
15	1	0	1	235	52.0	58.0	4.0	0.0
16	1	0	1	247	75.0	63.0	3.0	4.0
17	1	0	1	260	69.0	70.0	5.0	5.0
18	1	0	1	244	71.0	67.0	4.0	3.0
19	1	0	1	257	82.0	91.0	5.0	0.0
20	1	0	1	209	107.0	105.0	4.0	4.0
21	1	0	1	249	83.0	74.0	4.0	4.0
22	1	0	1	247	57.0	60.0	4.0	4.0
23	1	0	1	220	67.0	73.0	5.0	5.0
24	1	0	1	262	75.7	76.0	3.3	5.0
25	1	0	1	262	106.0	101.0	5.0	2.0
26	1	0	1	246	73.0	57.0	3.0	3.0
27	1	0	1	260	57.0	56.0	4.0	4.0
28	1	0	1	258	87.0	85.0	4.0	4.0
29	1	0	1	230	75.7	77.0	3.3	3.0
30	1	0	1	251	38.0	47.0	5.0	4.0
31	1	0	1	262	69.0	65.0	3.0	2.0
32	1	0	1	239	92.0	90.0	1.0	0.0
33	1	0	1	219	78.0	72.0	4.0	3.0



Table P (continued)

34	1	0	1	242	64.0	50.0	4.0	3.0
35	1	0	1	239	81.0	81.0	4.0	2.0
36	1	0	1	248	66.0	79.0	4.0	2.0
37	1	1	1	244	75.7	33.0	5.0	0.0
38	1	1	1	256	73.0	71.0	3.0	0.0
39	1	1	1	247	54.0	54.0	4.0	0.0
40	1	1	1	216	82.0	92.0	5.0	0.0
41	1	1	1	243	75.7	64.0	3.3	0.0
42	1	1	1	272	64.0	57.0	5.0	1.0
43	1	1	1	227	57.0	54.0	5.0	0.0
44	1	1	1	233	74.0	86.0	5.0	0.0
45	1	1	1	254	90.0	97.0	4.0	0.0
46	1	1	1	261	97.0	100.0	4.0	4.0
47	1	1	1	234	75.7	94.0	3.3	3.0
48	1	1	1	251	81.0	94.0	4.0	2.0
49	1	1	1	249	81.0	60.0	3.0	1.0
50	1	1	1	236	59.0	67.0	4.0	0.0
51	1	1	1	291	75.7	63.0	3.3	0.0
52	1	1	1	225	75.7	70.0	3.3	0.0
53	1	1	1	243	58.0	68.0	5.0	0.0
54	1	1	1	255	75.7	76.0	3.3	3.0
55	1	1	1	238	75.7	100.0	3.3	0.0
56	1	1	1	229	81.0	87.0	4.0	4.0
57	1	1	1	238	89.0	92.0	5.0	2.0
58	1	1	1	228	73.0	85.0	4.0	0.0
59	1	1	1	244	86.0	88.0	5.0	0.0
60	1	0	2	237	75.7	89.0	0.0	4.0
61	1	0	2	239	53.0	46.0	3.0	3.0
62	1	0	2	244	75.7	75.0	3.0	2.0
63	1	0	2	251	70.0	61.0	5.0	4.0
64	1	0	2	239	75.7	64.0	5.0	1.0
65	1	0	2	234	74.0	76.0	2.0	3.0
66	1	0	2	235	89.0	96.0	3.0	0.0
67	1	0	2	230	64.0	75.0	1.0	1.0
68	1	0	2	239	107.0	92.0	3.0	2.0
69	1	0	2	231	50.0	40.0	2.0	0.0
70	1	0	2	246	61.0	57.0	0.0	2.0
71	1	0	2	235	50.0	52.0	4.0	4.0
72	1	0	2	245	72.0	63.0	3.0	4.0
73	1	0	2	246	75.7	63.0	3.3	2.0
74	1	0	2	252	61.0	80.0	2.0	0.0
75	1	0	2	238	57.0	79.0	3.0	4.0
76	1	0	2	251	81.0	73.0	0.0	4.0
77	1	0	2	225	75.0	83.0	4.0	1.0
78	1	0	2	239	82.0	80.0	3.0	0.0
79	1	0	2	220	76.0	73.0	4.0	4.0
80	1	0	2	225	72.0	56.0	5.0	5.0
81	1	0	2	250	55.0	75.0	0.0	0.0
82	1	0	2	233	69.0	63.0	3.0	3.0

Table P (continued)

83	1	0	2	244	66.0	83.0	0.0	1.0
84	1	0	2	219	53.0	57.0	1.0	0.0
85	1	0	2	230	97.0	90.0	3.0	0.0
86	1	0	2	248	86.0	88.0	4.0	4.0
87	1	0	2	248	68.0	78.0	3.0	2.0
88	1	0	2	250	76.0	76.0	1.0	1.0
89	1	0	2	234	61.0	72.0	4.0	4.0
90	1	0	2	251	91.0	91.0	1.0	4.0
91	1	0	2	227	69.0	73.0	3.0	0.0
92	1	0	2	235	79.0	72.0	3.0	1.0
93	1	0	2	239	80.0	87.0	2.0	2.0
94	1	0	2	257	58.0	65.0	4.0	2.0
95	1	0	2	260	102.0	83.0	5.0	3.0
96	1	0	2	247	72.0	73.0	4.0	1.0
97	1	0	2	241	76.0	75.0	1.0	5.0
98	1	0	2	262	72.0	75.0	5.0	4.0
99	1	0	2	261	75.7	84.0	3.3	4.0
100	1	0	2	282	79.0	82.0	1.0	4.0
101	1	0	2	250	49.0	40.0	5.0	5.0
102	1	0	2	241	75.7	47.0	3.3	4.0
103	1	0	2	271	71.0	77.0	4.0	2.0
104	1	0	2	245	57.0	60.0	0.0	4.0
105	1	0	2	239	73.0	53.0	3.0	2.0
106	1	0	2	256	78.0	74.0	4.0	4.0
107	1	0	2	239	80.0	81.0	4.0	4.0
108	1	0	2	247	93.0	81.0	1.0	2.0
109	1	0	2	249	57.0	79.0	0.0	5.0
110	1	0	2	263	75.7	67.0	3.3	4.0
111	1	0	2	234	76.0	60.0	5.0	5.0
112	1	0	2	245	69.0	71.0	1.0	3.0
113	1	0	2	251	63.0	65.0	2.0	4.0
114	1	0	2	235	63.0	60.0	5.0	5.0
115	1	0	2	231	73.0	65.0	2.0	2.0
116	1	0	2	247	80.0	87.0	4.0	1.0
117	1	0	2	253	88.0	77.0	4.0	5.0
118	1	0	2	247	73.0	61.0	5.0	2.0
119	1	0	2	261	83.0	73.0	3.0	3.0
120	1	0	2	245	77.0	66.0	5.0	0.0
121	1	0	2	221	76.0	94.0	4.0	2.0
122	1	0	2	229	59.0	73.0	3.0	3.0
123	1	0	2	247	63.0	57.0	5.0	4.0
124	1	0	2	231	72.0	72.0	3.0	2.0
125	1	0	2	233	75.7	87.0	3.3	2.0
126	1	0	2	241	61.0	57.0	3.0	4.0
127	1	0	2	226	78.0	78.0	3.0	0.0
128	1	0	2	256	86.0	74.0	5.0	4.0
129	1	0	2	228	86.0	89.0	3.0	0.0
130	1	0	2	239	79.0	71.0	4.0	3.0
131	1	0	2	235	89.0	84.0	3.0	5.0

Table P (continued)

132	1	0	2	220	75.0	76.0	3.0	4.0
133	1	0	2	245	67.0	61.0	5.0	0.0
134	1	0	2	236	96.0	91.0	5.0	4.0
135	1	0	2	243	98.0	92.0	2.0	1.0
136	1	0	2	259	79.0	75.0	4.0	4.0
137	1	0	2	251	75.7	85.0	3.3	1.0
138	1	0	2	250	50.0	37.0	4.0	4.0
139	1	0	2	230	66.0	63.0	2.0	4.0
140	1	0	2	245	79.0	76.0	2.0	4.0
141	1	0	2	229	68.0	78.0	3.0	2.0
142	1	0	2	228	76.0	72.0	0.0	2.0
143	1	0	2	258	89.0	90.0	4.0	5.0
144	1	0	2	241	30.0	43.0	2.0	3.0
145	1	0	2	234	64.0	60.0	1.0	1.0
146	1	0	2	234	76.0	81.0	1.0	0.0
147	1	0	2	231	70.0	76.0	0.0	1.0
148	1	0	2	250	86.0	88.0	5.0	1.0
149	1	0	2	249	92.0	96.0	4.0	5.0
150	1	0	2	243	66.0	58.0	0.0	2.0
151	1	0	2	232	75.0	70.0	5.0	1.0
152	1	0	2	275	87.0	96.0	4.0	4.0
153	1	0	2	259	75.7	57.0	3.3	0.0
154	1	0	2	242	48.0	62.0	3.0	4.0
155	1	0	2	259	70.0	63.0	0.0	0.0
156	1	0	2	255	75.7	62.0	3.3	5.0
157	1	1	2	236	68.0	79.0	1.0	0.0
158	1	1	2	254	75.7	77.0	3.3	0.0
159	1	1	2	229	85.0	96.0	5.0	0.0
160	1	1	2	229	75.7	71.0	0.0	0.0
161	1	1	2	235	57.0	52.0	3.0	0.0
162	1	1	2	239	77.0	75.0	3.0	0.0
163	1	1	2	231	83.0	90.0	1.0	0.0
164	1	1	2	243	90.0	79.0	1.0	0.0
165	1	1	2	237	75.7	67.0	3.3	3.0
166	1	1	2	227	83.0	81.0	2.0	0.0
167	1	1	2	216	75.0	71.0	2.0	0.0
168	1	1	2	242	68.0	75.0	4.0	1.0
169	1	1	2	242	80.0	73.0	4.0	3.0
170	1	1	2	236	75.7	36.0	3.3	2.0
171	1	1	2	250	52.0	53.0	5.0	0.0
172	1	1	2	250	82.0	101.0	4.0	4.0
173	1	1	2	218	77.0	77.0	2.0	1.0
174	1	1	2	251	75.7	74.0	3.3	0.0
175	1	1	2	261	88.0	103.0	5.0	0.0
176	1	1	2	237	75.0	86.0	0.0	0.0
177	1	1	2	229	69.0	77.0	0.0	0.0
178	1	1	2	214	78.0	75.0	4.0	0.0
179	1	1	2	245	86.0	71.0	0.0	1.0
180	1	1	2	230	48.0	44.0	5.0	0.0

Table P (continued)

181	1	1	2	237	69.0	82.0	4.0	0.0
182	1	1	2	239	86.0	88.0	5.0	0.0
183	1	1	2	244	89.0	76.0	4.0	1.0
184	1	1	2	237	73.0	70.0	1.0	0.0
185	1	1	2	232	82.0	83.0	4.0	2.0
186	1	1	2	248	81.0	90.0	4.0	1.0
187	1	1	2	217	74.0	72.0	4.0	0.0
188	1	1	2	247	62.0	57.0	3.0	1.0
189	1	1	2	239	73.0	54.0	5.0	0.0
190	1	1	2	222	63.0	57.0	0.0	0.0
191	1	1	2	251	57.0	62.0	4.0	4.0
192	1	1	2	260	87.0	83.0	3.0	1.0
193	1	1	2	247	59.0	59.0	0.0	1.0
194	1	1	2	231	79.0	82.0	3.0	3.0
195	1	1	2	251	83.0	79.0	5.0	0.0
196	1	1	2	230	88.0	73.0	4.0	1.0
197	1	1	2	226	81.0	84.0	4.0	0.0
198	1	1	2	249	67.0	85.0	4.0	0.0
199	1	1	2	250	85.0	77.0	4.0	0.0
200	1	1	2	236	78.0	76.0	2.0	1.0
201	1	1	2	233	78.0	61.0	4.0	0.0
202	1	1	2	220	71.0	72.0	2.0	0.0
203	1	1	2	257	71.0	83.0	5.0	0.0
204	1	1	2	231	75.7	60.0	3.3	0.0
205	1	1	2	245	83.0	73.0	2.0	0.0
206	1	1	2	260	75.7	60.0	3.3	0.0
207	1	1	2	235	62.0	62.0	4.0	3.0
208	1	1	2	239	73.0	74.0	5.0	4.0
209	1	1	2	262	82.0	79.0	5.0	0.0
210	1	1	2	234	75.0	67.0	4.0	2.0
211	1	1	2	239	69.0	58.0	3.0	0.0
212	1	1	2	229	62.0	62.0	4.0	0.0
213	1	1	2	257	75.0	67.0	5.0	4.0
214	1	1	2	262	75.7	63.0	3.3	0.0
215	1	1	2	227	82.0	89.0	2.0	0.0
216	1	1	2	244	63.0	61.0	4.0	4.0
217	1	1	2	236	81.0	74.0	4.0	2.0
218	1	1	2	252	93.0	84.0	1.0	0.0
219	1	1	2	243	75.7	61.0	3.3	0.0
220	1	1	2	232	82.0	79.0	4.0	2.0
221	1	1	2	237	86.0	88.0	2.0	0.0
222	1	1	2	255	75.7	87.0	3.3	0.0
223	1	1	2	243	76.0	76.0	0.0	0.0
224	1	1	2	248	95.0	92.0	3.0	0.0
225	1	1	2	291	82.0	83.0	1.0	0.0
226	1	1	2	235	98.0	96.0	3.0	3.0
227	1	1	2	244	75.7	64.0	3.3	0.0
228	1	1	2	243	83.0	69.0	4.0	0.0
229	1	1	2	239	75.0	58.0	0.0	0.0

Table P (continued)

230	1	1	2	238	93.0	98.0	3.0	4.0
231	1	1	2	236	91.0	92.0	4.0	0.0
232	1	1	2	254	71.0	63.0	4.0	3.0
233	1	1	2	216	73.0	61.0	0.0	0.0
234	1	1	2	249	98.0	86.0	5.0	4.0
235	1	1	2	251	75.7	83.0	3.3	0.0
236	1	1	2	246	75.0	80.0	4.0	0.0
237	1	1	2	247	70.0	69.0	3.0	0.0
238	1	1	2	244	75.7	75.0	3.3	0.0
239	2	0	1	233	75.7	106.0	3.3	0.0
240	2	0	1	232	75.7	60.0	3.3	4.0
241	2	0	1	243	75.7	93.0	3.3	0.0
242	2	0	1	239	80.0	81.0	5.0	3.0
243	2	0	1	249	81.0	80.0	4.0	1.0
244	2	0	1	236	72.0	65.0	5.0	4.0
245	2	0	1	250	94.0	87.0	0.0	0.0
246	2	0	1	246	88.0	90.0	4.0	4.0
247	2	0	1	247	61.0	82.0	4.0	2.0
248	2	0	1	228	57.0	52.0	4.0	5.0
249	2	0	1	231	75.7	85.0	3.3	3.0
250	2	0	1	275	75.7	81.0	3.3	4.0
251	2	0	1	246	75.7	78.0	3.3	2.0
252	2	0	1	240	95.0	86.0	4.0	4.0
253	2	0	1	238	82.0	85.0	5.0	3.0
254	2	1	1	278	72.0	50.0	5.0	1.0
255	2	1	1	248	59.0	82.0	5.0	1.0
256	2	1	1	263	80.0	93.0	5.0	0.0
257	2	1	1	235	71.0	72.0	4.0	4.0
258	2	1	1	238	107.0	86.0	4.0	1.0
259	2	1	1	257	60.0	74.0	5.0	5.0
260	2	1	1	220	79.0	58.0	4.0	1.0
261	2	1	1	238	79.0	82.0	5.0	4.0
262	2	1	1	229	77.0	56.0	2.0	4.0
263	2	1	1	222	87.0	86.0	5.0	4.0
264	2	1	1	230	60.0	75.0	5.0	2.0
265	2	1	1	232	80.0	86.0	4.0	1.0
266	2	0	2	257	75.7	64.0	3.3	0.0
267	2	0	2	244	75.7	75.0	3.3	3.0
268	2	0	2	248	75.7	79.0	3.3	0.0
269	2	0	2	256	75.7	67.0	3.3	2.0
270	2	0	2	259	75.7	75.0	3.3	4.0
271	2	0	2	245	75.7	81.0	3.3	3.0
272	2	0	2	228	72.0	71.0	5.0	5.0
273	2	0	2	257	75.0	69.0	0.0	0.0
274	2	0	2	229	81.0	73.0	4.0	4.0
275	2	0	2	234	69.0	76.0	5.0	0.0
276	2	0	2	269	75.7	97.0	3.3	4.0
277	2	0	2	253	73.0	72.0	3.0	3.0
278	2	0	2	261	82.0	64.0	5.0	3.0

Table P (continued)

279	2	0	2	245	66.0	58.0	5.0	1.0
280	2	0	2	246	97.0	84.0	4.0	4.0
281	2	0	2	232	75.7	71.0	3.3	3.0
282	2	0	2	235	81.0	74.0	3.0	1.0
283	2	0	2	232	66.0	80.0	4.0	1.0
284	2	0	2	251	87.0	68.0	3.0	3.0
285	2	0	2	245	73.0	70.0	3.0	0.0
286	2	0	2	239	84.0	72.0	5.0	2.0
287	2	1	2	258	74.0	80.0	0.0	0.0
288	2	1	2	220	79.0	67.0	4.0	4.0
289	2	1	2	237	74.0	74.0	5.0	5.0
290	2	1	2	255	71.0	74.0	3.0	4.0
291	2	1	2	234	76.0	72.0	0.0	2.0
292	2	1	2	234	94.0	87.0	4.0	1.0
293	2	1	2	237	78.0	81.0	0.0	2.0
294	2	1	2	247	98.0	86.0	4.0	4.0
295	2	1	2	254	73.0	80.0	5.0	1.0
296	2	1	2	232	98.0	81.0	4.0	0.0
297	2	1	2	257	75.0	76.0	0.0	0.0
298	2	1	2	234	75.0	80.0	5.0	1.0
299	2	1	2	248	91.0	76.0	3.0	3.0
300	2	1	2	248	85.0	83.0	2.0	2.0
301	2	1	2	240	86.0	88.0	0.0	0.0
302	2	1	2	232	92.0	85.0	5.0	5.0
303	2	1	2	233	83.0	91.0	1.0	0.0
304	2	1	2	237	86.0	85.0	5.0	0.0
305	2	1	2	235	69.0	73.0	5.0	0.0
306	2	1	2	239	76.0	77.0	3.0	0.0
307	2	1	2	238	84.0	77.0	4.0	4.0
308	2	1	2	243	61.0	84.0	0.0	0.0

## VITA

**Surname, Name:** Yılmaz, Serkan

**Nationality:** Turkish (T.C.)

**Date and Place of Birth:** 17 August 1976, Rize

**Education:** SSME, Master of Science, 2001, METU, Ankara  
 Physics Education, Undergraduate, 1998, METU, Ankara  
 Science, High School, 1994, Kadıköy Anadolu Lisesi, İstanbul

**Work Experience:** Research Assistant, January 2002-, Hacettepe Univ., Ankara  
Research Assistant, December 1999-2001, METU, Ankara  
Student Assistant, October 1999-December 1999, TED, Ankara  
Tutor, Physics and Mathematics, January 1996-2000, Ankara

**Articles:** International:

1. **Yılmaz, S.**, Eryılmaz, A., & Geban, Ö. (2006). Assessing the Impact of Bridging Analogies in Mechanics, School Science and Mathematics, 106 (6), 220-230.

National:

1. **Yılmaz, S.** (2006). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Mekanik Konularına Karşı Tutumlarının İncelenmesi, Eğitim Araştırmaları Dergisi, 24, 199-208.
2. **Yılmaz, S.** (2005). Anımsatıcı Sistemlerin Fizik Eğitimindeki Yeri, Çağdaş Eğitim, 30 (320), 30-37.
3. **Yılmaz, S.** (2005). Bilgi İşlem Modeli'ne Dayalı Bir Dersin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Manyetizma Konusundaki Başarılarına Etkisi, HÜ Eğitim Fakültesi Dergisi, 28,1-9.