

THE EFFECT OF PEER INSTRUCTION ON SIXTH GRADE STUDENTS'  
SCIENCE ACHIEVEMENT AND ATTITUDES

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

BY

SELEN SENCAR TOKGÖZ

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

SEPTEMBER 2007

Approval of the thesis:

**THE EFFECT OF PEER INSTRUCTION ON SIXTH GRADE STUDENTS'  
SCIENCE ACHIEVEMENT AND ATTITUDES**

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

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

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

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

**Examining Committee Members**

Assoc. Prof. Dr. A. İlhan Şen  
Secondary Science and Mathematics Education Dept., HU \_\_\_\_\_

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

Assoc. Prof. Dr. Safure Bulut  
Secondary Science and Mathematics Education Dept., METU \_\_\_\_\_

Assoc. Prof. Dr. Jale Çakıroğlu  
Elementary Education Department, METU \_\_\_\_\_

Inst. Dr. Ömer Faruk Özdemir  
Secondary Science and Mathematics Education Dept., METU \_\_\_\_\_

**Date:** \_\_\_\_\_ 07.09.2007 \_\_\_\_\_

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 : Selen SENCAR TOKGÖZ

Signature :

## ABSTRACT

### THE EFFECT OF PEER INSTRUCTION ON SIXTH GRADE STUDENTS' SCIENCE ACHIEVEMENT AND ATTITUDES

Sencar Tokgöz, Selen

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

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Ali Eryılmaz

September 2007, 147 pages

This study has aimed to examine effectiveness of the peer instruction on sixth grade students' science achievement, attitudes concerning current electricity and retention rates of what has already learnt about current electricity as compared to the conventional instruction. The study was conducted during 2005-2006 spring semester with 121 students from the four classes of two elementary schools in the central Yenimahalle district of Ankara. Current Electricity Achievement Test (CEAT) and Attitude toward Current Electricity Scale (ATCES) were administered as pretest to all groups in order to determine students' level of prior knowledge and level of interest toward the subject before the treatment, respectively. Then, treatment started in experimental group. It continued three weeks throughout the current electricity subject. While experimental group implementing the peer instruction, control group continued with their conventional lecturing. Immediately after three weeks, students both in control and experimental groups were post tested with the same test and scale. Moreover,

three months after the post tests, delayed post test on the CEAT was also administered to both experimental and control groups.

The data obtained from the administration of tests and scales were analyzed by the statistical techniques of MANCOVA; follow up ANCOVA's and repeated measure ANCOVA. Results of the statistical analysis indicated that the peer instruction has significantly greater effect on students' science achievement and retention rates as compared to the conventional instruction. However, the statistical analysis failed to show a significant difference between the attitudes of students instructed by the peer instruction and the conventional instruction.

Keywords: Science education, peer instruction, achievement, attitude, retention

## ÖZ

### AKRAN ÖĞRETİMİNİN ALTINCI SINIF ÖĞRENCİLERİNİN FEN BİLGİSİ DERSİ BAŞARILARINA VE FEN DERSİNE OLAN TUTUMLARINA ETKİSİ

Sencar Tokgöz, Selen

Doktora, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü

Tez Yöneticisi: Yrd. Doç. Dr. Ali Eryılmaz

Eylül 2007, 147 pages

Bu çalışma akran öğretimi öğretim yönteminin altıncı sınıf öğrencilerinin fen bilgisi dersi başarıları, akan elektrik konusuna karşı geliştirdikleri tutum ve hatırlama oranları üzerine etkisinin geleneksel öğretim yöntemi ile karşılaştırılmasını amaçlamaktadır. Çalışma 2005-2006 bahar döneminde Ankara'nın merkez Yenimahalle ilçesinde yer alan 2 okuldan, 2 öğretmenin 4 sınıfında eğitimlerine devam eden 121 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Akan Elektrik Başarı Testi ve Akan Elektrik konusuna karşı tutum ölçeği çalışmaya katılan tüm öğrencilere, başlangıç bilgi ve tutumlarını ölçmek amacıyla öntest olarak uygulanmıştır. Öntestlerin hemen ardından deneysel grupta uygulamalar başlamış ve akan elektrik konusunun bitimine kadar, 3 hafta devam etmiştir. Deneysel grup akran öğretim yöntemini uygularken, kontrol grubu geleneksel öğretim yöntemini kullanmaya devam etmiştir. Üç haftalık uygulamanın hemen ardından kontrol ve deney grubundaki öğrencilere aynı test ve ölçek sontest olarak

verilmiştir. Ayrıca, sonestden üç ay sonra Akan Elektrik Devreleri Başarı Testi her iki gruba bir kez daha uygulanmıştır.

Test ve ölçeklerden elde edilen veriler çok yönlü kovaryans analizi, takip eden tek yönlü kovaryans analizleri ve tekrarlı kovaryans analizi istatistiksel yöntemleri ile analiz edilmiştir. İstatistiksel analiz sonuçları akran öğretim yönteminin geleneksel öğretim yöntemine göre, öğrencilerin başarı ve hatırlama oranları üzerinde olumlu etkisi olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, istatistiksel analizler akran öğretimi yöntemi ve geleneksel öğretim yöntemi ile eğitim gören öğrencilerin tutumları arasında anlamlı bir fark ortaya koyamamıştır.

Anahtar kelimeler: Fen eğitimi, akran öğretimi, başarı, tutum, hatırlama oranı

This dissertation is dedicated to

My parents Fisun Sencar and Faruk Sencar

My sister Işıl Sencar

and

My husband Onur Engin Tokgöz



## ACKNOWLEDGMENTS

First of all, I would like to express my deepest gratitude to Assist. Prof. Dr. Ali Eryılmaz, the supervisor of my dissertation, for his guidance, patience, constructive criticism and encouragement throughout the study. He has been always there whenever I need him and helped me in every stage of the dissertation.

I would also like to express my appreciation to Assoc. Prof. Dr. Safure Bulut, Assoc. Prof. Dr. Jale Çakıroğlu, Assoc. Prof. Dr. Ahmet İlhan Şen, Inst. Dr. Ömer Faruk Özdemir and Inst. Dr. Ufuk Yıldırım for their valuable contributions and suggestions.

I am also grateful to my colleagues (special thanks to Özlem Yücel) for their continuous support and encouragement.

Finally, special thanks to my parents: Fisun and Faruk Sencar. There are no words to describe my appreciation and gratitude for their support during my life and my doctoral study. I am very proud to have them as my parents. I also thank my lovely sister Işıl Sencar who always encouraged and supported me emotionally. Lastly, I would like to thank my dear husband, Onur Engin Tokgöz, for his confidence in me that I could succeed.

Thank you all very much indeed.

## TABLE OF CONTENTS

ABSTRACT .....	iv
ÖZ.....	vi
ACKNOWLEDGMENTS .....	ix
TABLE OF CONTENTS .....	x
LIST OF TABLES.....	xiii
LIST OF FIGURES .....	xv
LIST OF ABBREVIATIONS.....	xvi
CHAPTERS	
1. INTRODUCTION .....	1
1.1. Main problem.....	3
1.2. Hypotheses.....	4
1.3. Definition of important terms .....	5
1.4. Significance of the study.....	6
2. REVIEW OF THE RELATED LITERATURE .....	8
2.1. Theoretical background .....	8
2.2. Student centered instruction and active learning .....	9
2.3. Social learning .....	11
2.4. Collaborative and cooperative learning .....	12
2.5. Interactive engagement (IE).....	13
2.6. Peer instruction .....	14

2.7. Achievement of students on electricity subject .....	19
2.8. Attitude .....	20
2.9. Retention .....	21
2.10. Summary of the findings of related studies .....	21
3. METHODOLOGY .....	23
3.1. Population and sample .....	23
3.2. Variables .....	25
3.3. Measuring tools.....	26
3.4. Research type and design.....	30
3.5. Procedure .....	31
3.6. Teaching-learning materials .....	33
3.7. Implementation .....	35
3.8. Analysis of the data.....	39
3.9. Assumptions and limitations.....	41
4. RESULTS .....	42
4.1. Missing data analysis .....	42
4.2. Descriptive statistics .....	43
4.3. Inferential statistics.....	46
4.4. Results of classroom observations .....	54
4.5. Summary of the findings of the study.....	58
5. DISCUSSION, CONCLUSION and RECOMMENDATIONS.....	60
5.1. Discussion of the results .....	60

5.2. Internal validity of the study.....	63
5.3. External validity of the study.....	65
5.4. Conclusions.....	66
5.5. Implications .....	67
5.6. Recommendations for further research.....	68
REFERENCES .....	70
APPENDICES	
A. OBJECTIVE LIST .....	77
B. TABLE OF TEST SPECIFICATION.....	80
C. CURRENT ELECTRICITY ACHIEVEMENT TEST.....	81
D. ATTITUDE SCALE TOWARD CURRENT ELECTRICITY .....	91
E. OBSERVATION CHECKLIST.....	93
F. PERMISSION .....	94
G. LESSON PLANS AND CONCEPT TESTS .....	95
H. PEER INSTRUCTION IMPLEMENTATION GUIDE.....	139
I. FLASH CARDS .....	142
J. RAW DATA .....	143
VITA.....	146

## LIST OF TABLES

### TABLES

Table 3.1 Characteristics of the sample with respect to gender and age .....	25
Table 3.2 Characteristics of the variables.....	26
Table 3.3 Research design of the study .....	31
Table 4.1 Descriptive statistics related to the pre-CEAT, pre-ATCES, post- CEAT, post-ATCES and delayed post-CEAT scores .....	43
Table 4.2 Significance test of correlations between dependent variables and potential covariates.....	46
Table 4.3 Box's test of equality of covariance matrices.....	47
Table 4.4 Results of multivariate regression correlation analysis of homogeneity of regression for the post-CEAT .....	48
Table 4.5 Results of multivariate regression correlation analysis of homogeneity of regression for post-ATCES.....	48
Table 4.6 Levene's test of equality of error variances.....	48
Table 4.7 MANCOVA results .....	50
Table 4.8 Follow-up ANCOVA results .....	50
Table 4.9 Adjusted means for the post-CEAT scores.....	52
Table 4.10 Repeated measure ANCOVA results .....	53
Table 4.11 Items related to physical conditions of class and their percentages ....	55

Table 4.12 Items related to behaviors of students and teachers and their percentages .....	56
Table 4.13 Items related to methodology and their percentages .....	58

## LIST OF FIGURES

### FIGURES

- Figure 4.1 Histograms with normal curves related to the post-CEAT, post-ATCES  
and delayed post-CEAT for both groups..... 45
- Figure 4.2 Adjusted means of post-CEAT & delayed post-CEAT for both groups .. 54

## LIST OF ABBREVIATIONS

### ABBREVIATIONS

PI	Peer Instruction
CI	Conventional Instruction
CEAT	Current Electricity Achievement Test
ATCES	Attitude Toward Current Electricity Scale
IE	Interactive Engagement
DV	Dependent Variable
IV	Independent Variable
EG	Experimental Group
CG	Control Group



## CHAPTER 1

### INTRODUCTION

There have been many studies concerning students' understanding in science. Especially in recent years, science education researchers have documented students' understanding of a variety of topics and have concluded that the conventional instruction has little effect on students' conceptual understanding even if students successfully learn problem solving algorithms and obtain good grades from their exams (Hake, 1998a; 1998b; Halloun & Hestenes, 1985; McCloskey, 1983; McDermott, 1984; 1991; 1993). Hence, today one of the important issues in science education is designing an instruction that maximizes conceptual understanding.

Conventional instruction, which is frequently seen in science classrooms, can be described as transmission of knowledge from teacher to students. In that kind of instruction, teacher explains and transforms the subject to a passive student group. Moreover, nowadays, there is a shift from the conventional instruction to student-centered instruction, which provides students opportunity to become actively engaged in the learning process. This approach is named as constructivism in literature. According to constructivism, learning is a construction of knowledge by learners having an active role in the process. Hence, the function of teacher became facilitator of knowledge construction rather than transmitter of knowledge (McDermott, 1991; 1993; Meltzer & Manivannan, 2002; Wyckoff, 2001).

Actually, several creative methods have been developed so far to improve science education. (Bonwell & Eison, 1991; Crouch & Mazur, 2001; Duch, 1996; Heller, 1992; Keyser, 2000; Skon, Johnson & Johnson, 1981). However, many of

them either require purchasing new equipments or long term trainings for teachers. Therefore, researchers still have been working to develop new methods that can be easily applied to the setting of conventional classes with limited resources.

It has been commonly indicated in the literature that to make teaching more effective and learning more useful, active engagement of the learner should be taken into account while planning the teaching-learning process. Regardless of the subject matter, when students are actively involved in the learning process, they learn more and retain it longer (Felder & Brent, 1996; Hake, 1998a; 1998b; Keyser, 2000; Van Heuvelen, 1991). The term collaborative learning is the subset of active learning in which learning takes place in a group of students. Collaborative learning can be thought as a tool for constructing the knowledge, which makes the ideas socially generated. There are variety of names and implementations falling under the classification of collaborative learning, including cooperative learning, collective learning, peer teaching, peer learning, peer instruction, team learning, study circles, study groups, work groups etc. (Heller, 1992; Heller, Keith & Anderson, 1992; Johnson & Johnson, 1987; Johnson, Johnson & Stanne, 2000; Johnson, Maruyama, Johnson, Nelson & Skon, 1981). Moreover, encouraging students to make their ideas explicit and to compare their ideas with their friends is common point of almost all of these implementations. Engaging students in scientific discussion helps them to examine their own perspectives, evaluate alternative conceptions and re-construct their knowledge (Driver, Asoko, Leach, Mortimer & Scott, 1994; Duschl & Gitomer, 1991). Therefore apparently promising approach to obtain improvements in conceptual understanding can be construction of knowledge through the use of the peer instruction (Crouch & Mazur, 2001; Mazur, 1997).

Peer instruction is an instructional method which easily engages students by using the conceptual questions. Conceptual questions require students to apply the main concepts being presented by their teachers while discussing the question

with their peers. Unlike the common way of asking questions during lesson, questioning and discussion process of the peer instruction involves every student in the class (Crouch & Mazur, 2001; Mazur, 1997).

Peer instruction has been developed and implemented for introductory physics courses by Eric Mazur. In 1990, Mazur came across some data which showed that college students did not improve their scores on a conceptual test of Newtonian mechanics after taking introductory physics (Fagen, Crouch & Mazur, 2002; Mazur, 1997). In 1991, Mazur and his study group developed an easily and widely applicable technique called peer instruction. Peer instruction encourages students to think critically and to discuss their ideas with their peers throughout the use of conceptual questions. Consequently, this method leads to improvement in students' performance (Crouch & Mazur, 2001; Fagen, Crouch & Mazur, 2002; Mazur, 1997).

In the light of these points, purpose of this study is to investigate the effects of the peer instruction and the conventional instruction on sixth grade public elementary school students' science achievement, retention rates and attitudes on current electricity subject.

### 1.1. Main problem

The main problem of the study is that:

What is the effect of the peer instruction (PI) on sixth grade public elementary school students' science achievement on current electricity, attitude toward current electricity and retention rates on current electricity as compared to the conventional instruction (CI) at central Yenimahalle district of Ankara?

### 1.1.1. Sub problems

The sub-problems of the study are as follows:

- What is the effect of teaching methods (PI vs. CI) on sixth grade public elementary school students' science achievements on current electricity subject?
- What is the effect of teaching methods (PI vs. CI) on sixth grade public elementary school students' attitudes toward current electricity subject?
- What is the effect of teaching methods (PI vs. CI) on sixth grade public elementary school students' retention rates?

### 1.2. Hypotheses

The problems stated above will be tested with the following hypotheses.

#### *1.2.1. Research hypothesis*

Sixth grade public elementary school students experiencing the PI will have higher science achievement scores on current electricity, better attitudes toward current electricity and higher retention rates on current electricity as compared to sixth grade public elementary students experiencing CI when the effects of students' gender, prior knowledge about current electricity and prior attitude toward current electricity are controlled.

#### *1.2.2. Null hypotheses*

H<sub>0</sub>1: There will be no significant main effect of the PI on the population mean of the collective dependent variables of sixth grade public elementary school students' science achievements on current electricity and attitudes toward

current electricity when the effects of students' gender, prior knowledge about current electricity and prior attitude toward current electricity are controlled.

H<sub>0</sub>1.1: There will be no significant difference between the population means of sixth grade public elementary school students experiencing the PI and CI in science course with respect to science achievement on current electricity when the effects of students' gender, prior knowledge about current electricity and prior attitude toward current electricity are controlled.

H<sub>0</sub>1.2: There will be no significant difference between the population means of sixth grade public elementary school students experiencing the PI and CI in science course with respect to attitude toward current electricity when the effects of students' gender, prior knowledge about current electricity and prior attitude toward current electricity are controlled.

H<sub>0</sub>2: There will be no significant difference between the population means of sixth grade public elementary school students experiencing the PI and CI in science course with respect to retention rates when the effects of students' gender, prior knowledge about current electricity and prior attitude toward current electricity are controlled.

### 1.3. Definitions of important terms

Peer instruction - is an instructional method in which students study as groups of two or three rather than alone. It includes short presentations focusing on main points of the subject and followed by a related conceptual question. After having a conceptual question, students decide on their individual answers, report their answers to the teacher, discuss their answers with their peer and again report their answers to the teacher. At the end, teacher explains the answer and moves on to the next topic (Mazur, 1997).

Conventional instruction - is an instructional method in which students passively receive all information from the teacher and/or the textbook. It consists

of presentation of subject in the form of monologue and it generally does not allow students to understand conceptually (McDermott, 1993; Reif, 1995).

Science achievement - is the measurement of succeeding in reaching an aim related to course objectives. In this study, it is what the CEAT measures.

Attitude - is a tendency to respond positively or negatively toward things, people, places, events or ideas. In this study, it is what the ATCES measures.

Retention rate - is a measure of retaining and recalling past experience or knowledge. In this study, it is what delayed post test of the CEAT measures.

#### 1.4. Significance of the study

The application of the peer instruction strategies to university settings and to the mechanic concepts has been defended in the literature but no empirical evidence has been found at the elementary school grade level and on current electricity concepts so far. Therefore, present study has aimed to examine effectiveness of the peer instruction on sixth grade students' science achievement, attitudes and retention rates concerning current electricity. As can be understood from the aim, present study is restricted to one grade level and one subject matter. However, results of the present study can give an idea to science educators about the implementation of the peer instruction at different grade levels and on different subject matters.

In education, the most important aim is to learn fundamental concepts and their applications. However, numerous research studies indicated that many students, after completing their science courses, were unable to apply their knowledge in different situations (Hake, 1998a; 1998b; Halloun & Hestenes, 1985; McCloskey, 1983; McDermott, 1984; 1991; 1993). Moreover, teachers often complain about their students' lack of understanding without criticizing their own performance in class. For most teachers, teaching seems equivalent to lecturing and they use most of the class time just for transmission of information.

They tend to concentrate on covering the content and explaining subject matter and students are required to sit and listen. On the other hand, related literature supports the idea that most effective way of teaching is the ones that emphasize active learning (Felder & Brent, 1996; Keyser, 2000; Niemi, 2002). Hence, it can easily be said that there is a large gap between educational research and what actually happens in practice. Actually, teachers usually want to apply active learning methods; on the other hand, they feel that they do not have enough strength for this since it requires too much work, too much time and too much preparation (Niemi, 2002). However, for the peer instruction, after the development of conceptual questions, time spent by the teacher is comparable to that in the conventional instructional format. Furthermore, the method requires minimal effort from the teacher and suits well even to very large classes. Hence, this study aims to simplify use of active learning by using strengths of the peer instruction such as its adaptability to a wide range of context and inexpensive implementation.

Ministry of National Education can have some benefits from the results of this study. They can enhance conceptual understanding in elementary schools by preparing curriculum and textbooks that are appropriate to suggested instruction. Present study can also attract teachers' attention and their usage of the peer instruction may increase quality of our national education. In addition to cognitive elements, peer instruction includes affective ones such as having enthusiasm for course content and improved communication skills for student. It also fosters intrinsic motivation by emphasizing conceptual understanding. Other than educational value, developing an academic and personal interaction among peers can achieve healthy social development of new generation.

## CHAPTER 2

### REVIEW OF THE RELATED LITERATURE

Previous studies that have produced theoretical and empirical bases for the present study are reviewed in this chapter. In addition to the theoretical background of the study, student centered instruction and active learning, social learning, collaborative learning, interactive engagement (IE), peer instruction, achievement of students on simple electricity concept; attitude and retention are also explained in this chapter.

#### 2.1. Theoretical background

“A learning theory is a systematic integrated outlook to the nature of the process whereby people relate to their environments in such a way as to enhance their ability to use both themselves and their environments more effectively” (Bigge, 1982, p.3). There are many such theories that have emerged over the last decades and Bigge (1982) classified these theories into two categories: One is behaviorist theories and the other is cognitivist theories.

A behaviorist approach to learning describes learning throughout the observable behaviors of the learner and generally do not take into account mental processes of the learner (Bigge, 1982). Therefore, this approach generally deals with the direct transmission of knowledge and skills. According to this approach, teachers are the experts and they teach throughout direct instruction. Therefore behaviorist approach is generally teacher oriented. Cognitive approach on the other hand directly deals with the mental process of the learner and concept formation (Wood, 1998). According to this approach, teachers assist students



learning process and learners are the active participants and therefore cognitivist approach is generally student centered.

Constructivism is sophisticated model of cognitivism. It defends that each learner should construct his/her own meaning and therefore constructivist are opposed to transfer knowledge of teacher to students (Yager, 1991). In general, constructivist teaching is student centered however this does not mean that teacher has no function. On the contrary, according to constructivist theory, teacher is a facilitator to create interactive class and also a guide to direct students (Selley, 1999)

Peer instruction is mainly based on constructivist approach. Moreover, it combines both the Piaget's emphasis on cognitive conflict "disequilibrium" and Vygotsky's idea of "zone of proximal development". Piaget considers the most critical factor in a child's cognitive development to be interaction with peers. Interaction lends opportunities for the child to have cognitive conflict, which results in arguing or debating with peers. Vygotsky asserts that the most fruitful experience in a child's education is his or her collaboration with more skilled partners.

## 2.2. Student centered instruction and active learning

Student centered instruction is a comprehensive approach that includes techniques such as using active learning experiences in lessons, assigning open ended problems to students that require critical thinking skills, making students responsible for role plays and assigning writing exercises etc. (Felder & Brent, 1996). In the conventional instruction, the teacher's duties are explaining concept, preparing assignments, evaluation. However, in student centered instruction, teacher gives students the opportunity of learning from one another and guides them (Bonwell & Eison, 1991; Driver et al., 1994; Felder & Brent, 1996; McDermott, 1991; Niemi, 2002).

In the last two decades, the related literature has described a variety of student centered instructional methods and offered many researches implementing them (Bonwell & Eison, 1991; Driver et al., 1994; Felder & Brent, 1996; McDermott, 1991; Niemi, 2002). Results of these researches indicated that, student centered instruction leads to increased motivation to learn, greater retention of knowledge, deeper conceptual understanding and positive attitudes toward the subject being taught (Bonwell & Eisen, 1991; Felder & Brent, 1996).

Psychological research has also shown that in order to learn the subject matter, students should be actively engaged with the material, instead of listening and ‘consuming’ the knowledge given by the teacher (Biggs, 1996 as cited in Van Dijk, Van Den Berg & Van Keulen, 2001). In conventional classrooms, teaching and learning occurs throughout the transfer of information from teacher to students. Therefore, they lose the opportunity to be active. The conventional instruction make students think that if they attend classes and write everything that their teacher wrote on board, they are involved in the learning process. On the other hand, although the methods supporting active learning differ in details, they all attempt to guide students to construct their own understanding by the help of activities and interaction with their friends and teachers (Bonwell & Eison, 1991; Keyser, 2000; Niemi, 2002; Paulson & Faust, 2000; Romig & Allbee, 2000).

According to Bonwell and Eison (1991) active learning involves students in doing things and thinking about the things they are doing. They also stated some characteristics of active learning as: Students should be involved in class rather than just listening. Emphasis should be given to the development of the skills of students rather than transformation of the knowledge. Students should be involved in higher order thinking such as analyzing, synthesizing and evaluation. Students should be involved in activities like reading, discussion and writing. Greater emphasis should be given to the exploration of student values and attitudes.

Almost all active learning definitions stress the social elements of learning, e.g. the importance of cooperative and collaborative approaches, sharing for better

conceptual understanding, participation in discussions, sharing reflections and results in better results (Keyser, 2000; Niemi, 2002; Stevens & Slavin, 1995).

### 2.3. Social Learning

Traditional classrooms generally maximize the isolation of students from one another as a result of seating arrangements. In this kind of classes, teacher becomes the center of the activity, controls the class and gives the information. In such a classroom, students are expected to listen and to respond to the teacher only when they are asked to do. Hence, student-student interactions are minimal. In this type of classes, learning takes place either individualistic or competitive way (Johnson & Johnson, 1987). On the other hand, in socially active classrooms, the teacher becomes a leader who interacts with students, asks questions, gives hints and helps students to move forward in their understanding. In that kind of classrooms, students learn from one another because in their interaction generally cognitive conflicts arise, reasoning processes and higher quality understanding occurs (Niemi, 2002; Stevens & Slavin, 1995; Webb, 1992; Weinstein & Bearison, 1985).

Moses and Trigwell (1993) as cited in Murray (1999) indicated that conceptual learning occurs through the high motivation, high degree of learner activity and interaction with peers and teachers. There is also a consensus in the literature that learning process occurs in a social context via social interaction and students learn best when there is an interaction with each other (Skon et al., 1981).

Vygotsky (1978) defined the zone of proximal development as “the distance between the actual development level as determined by independent development problem solving and the level of potential development as determined under adult guidance or in collaboration with more capable peers”. In his view, collaborative activity among children promotes growth because children of similar ages are likely to be operating within one another’s proximal zone of development. Damon

(1984) as cited in Slavin (1992) integrated Vygotskian perspectives on peer collaboration and proposed that: a) throughout discussions peers motivate one another and search for better solutions; b) collaboration between peers can encourage creative thinking; and c) peer interaction can introduce children to the process of generating ideas.

#### 2.4. Collaborative and cooperative learning

Collaborative learning translates social learning theory into practical instruction and it assumes that interaction among children while performing appropriate tasks facilitates learning of concepts (Sharan, 1990 as cited in Hertz-Lazarowitz, 1992; Slavin, 1992). In literature, there are plenty of studies concerning about collaborative learning and they suggest that collaborative learning brings positive results such as deeper understanding of content conceptually, increased overall achievement in grades, improved self-esteem and higher motivation to remain on task (Heller et al., 1992; Hertz-Lazarowitz, 1992; Johnson & Johnson, 1987; Slavin, 1992).

There are different techniques of collaborative learning and one of them is cooperative learning. An extensive research has been carried out on this subject but a recent one has investigated eight cooperative learning methods in 164 different studies (Johnson et al., 2000). The study produced 194 independent effect sizes representing academic achievement and suggested that benefits of cooperative learning activities hold for students at all age levels, for all subject areas and for a wide range of tasks such as those involving retention and memory skills. All eight cooperative learning methods had a significant positive impact on student achievement. Moreover, in their meta-analysis study, Johnson et al. (1981) suggested that the evidence supporting cooperative structures over competitive and individualistic ones in increasing productivity is so strong that further research on this comparison is unnecessary.

Although there are some definitions and rules for collaborative and cooperative learning strategies, it is common that most of the teachers think that when they have students seated in groups and talking in groups, this represents a collaborative or cooperative learning. A group of students sitting at the same table doing their own work, but free to talk with each other as they work, is not structured to be a collaborative group. Perhaps it could be called individualistic learning with talking (Johnson & Johnson, 1987; Johnson et al., 2000; Johnson et al., 1981)

## 2.5. Interactive engagement (IE)

Educational research in different subject areas such as physics, chemistry and engineering indicated that in conceptually difficult concepts, IE methods are more effective than traditional methods in enhancing students' understanding (Felder, Stice & Rugarcia, 2000a; 2000b; Hake, 1998a; 1998b; Mazur, 1997; Herron & Nurrenbern, 1999).

Hake (1998a) investigated effectiveness of IE methods over traditional strategies and implement a survey to the 6542 students. For his survey, he defined IE methods as the methods promoting conceptual understanding through IE of students in heads on and hands on activities which produce immediate feedback through discussion with peers and/or instructors. Based on this definition, he defined IE courses as those that make use of IE methods. He also defined traditional courses as those that make little or no use of IE methods and relying primarily on passive lectures. Results of his study showed that the most widely used IE method is collaborative peer instruction with 4458 students. Hake (1998a) also reported that IE courses which made substantial use of IE methods more effective than traditional courses. In brief, study of Hake (1998a; 1998b) indicated that

classroom use of IE methods enhance conceptual understanding and course effectiveness more than traditional methods.

## 2.6. Peer instruction

Although discussion in class is not a new idea since there is a huge amount of literature on the benefits of discussion in class, Mazur (1997) has presented a new approach to starting and initiating and directing discussion in class. According to his approach, lessons become a workshop developing conceptual understanding instead of being an information session and the discussion among peers helps students make their friendships better and encourage them to discuss class subjects every time.

According to Mazur (1997), in order to implement the peer instruction, lessons are broken down into parts of 10 to 15 minutes. In these small lesson parts, teacher concentrates on the basic concepts rather than explaining the whole unit in detail. After each small lesson parts, conceptual multiple choice question that tests students' understanding of the basic concept just presented is asked to the students. Then, students work on the question individually for one or two minutes and record their answers to their answer sheets. After that students are asked to show their responses either by raising their hands or by displaying flashcards that are given them before. Then, by looking at the percentage of correct answers teacher decides one of the three alternatives: If percentage of correct answers are too low, teacher explains the subject again; if percentage of correct answers are high enough, teacher only explain the correct answer of the question and either pass to the other conceptual question or to another concept. As a required situation, if percentage of correct answers is almost equal to 50% of class, students are directed to the discussion section. They are instructed to turn to their neighbor peer and convince them of their logic in how they responded. During this step, students are encouraged to look for similarities and differences in

their responses and are asked to justify or support their answers. Student shares her/his ideas, discusses and compares them with the other student. This process enables students to become aware of other ideas and evaluate their beliefs. The process of achieving consensus encourages students to reconstruct their understanding and learn from each other. While students discuss the conceptual question, teacher may participate in some of the discussions to find out how students explain the correct answer in their own words and to find out what mistakes they make. After a few minutes of the peer instruction period, the students are asked to reconsider their answer and display their flashcards again. A quick check over the flash cards is done so the teacher can decide whether to move on to the next concept or to continue on the same. This process may repeat 3 or 4 times until the end of the class. Mazur (1997) reported that the number of right answers almost always goes up after students discuss the problem.

Mazur taught two different levels of introductory physics at Harvard using this strategy and evaluate the effectiveness of the peer instruction in two ways: performance on conceptual problems and performance on standard problems. The Force Concept Inventory (FCI) test was used to evaluate conceptual understanding, while the Mechanics Baseline Test was used to evaluate standard problem solving skills. Results showed after two months peer instruction session, rate of answering of conceptual questions increased. Moreover, standard problem solving abilities of students also improved. It is obvious that a better understanding of the concepts results in improved performance on standard problems (Mazur, 1997).

According to Crouch and Mazur (2001); Fagen et al. (2002); Mazur (1997) and Skon et al. (1981) there are several factors to consider when using this approach such as forming the groups; reading assignments and quizzes; and concept tests and flash cards.

There are two alternatives of forming groups: Either teacher can group students or ask students to form their groups themselves. Sometimes, some

students find it difficult to work with others. If this is the case, teacher can explain them that teaching something to another person is the best way of reinforcing their own learning.

Moreover, various techniques have been tried about reading assignments and quizzes. Mazur has used two approaches: (1) testing of assigned reading in class and (2) testing of assigned reading before students come to class. Both of the alternatives require students to read the assignment not to understand it fully. However rather than these two approaches, fear of embarrassment in front of their peers is probably the main motivator for the students to read the assignments. Moreover, even students who do not read their assignment learn by the peer instruction approach.

In addition to forming the groups and reading assignments and quizzes; concept tests and flash cards are also considered as factors to consider. For the peer instruction, it is important for the concept tests to be at the moderate difficulty. So, the most difficult aspect of implementing the peer instruction is the development of concept tests. For example, if a small percentage of the class gives the right answer after they think individually, the discussion can be ineffective. On the other hand, if almost all the students get the right answer individually, the discussion can be equally unproductive. If, however, approximately fifty percent of the students give the correct answer, definite increase in correct answers is observed after discussion session. The other mission of concept tests and flash cards is to supply feedback to the teacher. This feedback can be in the form of raising student hands or flashcards. Another way of giving feedback is the electronic system in which students send their answers to the teacher by the help of the network of computers. The way suggested by Mazur (1997) is to provide each student with a set of cards with letters on them. Each student shares his or her answer by choosing a card and holding it up. In that way, approximate proportion of each answer can be easily seen by the teacher. Although this method is much cheaper and easier to implement than the electronic one, it has the



disadvantage that each students can see the answer of other one. Moreover, to extinguish this disadvantage, the rule can be set out in the class such as not to turn around and look at the card of others (Mazur, 1997).

Mazur (1997) indicated that students instructed with the peer instruction make significant gains in conceptual understanding and problem solving skills as comparable to those instructed with the conventional instruction. Mazur also came into contact with the many instructors from all over the world who implemented the peer instruction in their classes. In order to evaluate the experiences of peer instruction users, Mazur and his group prepared a 45-minute questionnaire and sent it to a list of 2750 recipients. Participants of the questionnaire showed a variety according to country. There are approximately 520 instructors from the United States, 28 from Canada, 16 from Australia and also from Hong Kong, the United Kingdom, the Netherlands, Spain, Sweden, Belgium, Argentina, Germany, Israel, Peru, the Philippines, Austria, Chile, China, Columbia, Cyprus, Ethiopia, Greece, Italy, Mexico, New Zealand, Norway, Portugal, Russia, Slovenia, South Africa, Sri Lanka, Taiwan, Thailand, Turkey and Venezuela. Institution types of the instructors also indicated diversity. 399 instructors from universities, 113 from 4-year colleges, 48 from high schools, 19 from 2-year colleges, 18 from community colleges, 5 from middle or elementary schools and 2 from vocational schools. Disciplines of the instructors were also different. 463 of them used the peer instruction for physics and engineering, 47 for chemistry, 37 for biological and environmental sciences, 24 for astronomy, 9 for mathematics, 7 for education, 5 for earth science, 4 for health and medicine, 3 for computer science, 3 for management, 1 for English and 1 for philosophy. Almost all of the respondents have positive experiences about the peer instruction: 87% have a positive experience, 8% is somewhat mixed, fewer than 5% had negative experiences with the peer instruction. About 25-30% of instructors did some sort of formal assessment to evaluate the effect of their teaching with the peer instruction. Nearly all of these instructors find an improvement on students' performance after the

implementation of the peer instruction, confirming Mazur's published results (Fagen, Crouch & Mazur, 2002). Some of the comments written by the participants of questionnaire are given below:

Peer Instruction is the best technique for teaching a large class I have used.

Best new introduction into my course in years. Far more important than any technological innovation.

Probably the most enjoyable teaching experiences I have had have involved peer instruction.

Peer instruction's strongest point, in my opinion, is the change in class atmosphere. Everything is less stiff, the students are not afraid to ask questions because their feared 'stupidity' has already been shared with others. Also, the instructor's explanations fall on fertile ground because they have just struggled with the concepts. I can only suggest that anyone involved in teaching almost any subject could profit from trying peer instruction.

I will certainly continue using peer instruction. The level of student satisfaction/involvement in this last class was the highest I have ever experienced (in 30 years of university teaching).

Suggestion: try it! Recommendation: try it! Warning: you might get hooked to this teaching style!

Results of study of Crouch and Mazur (2001) strengthen the related literature that indicated increased student mastery of both conceptual reasoning and quantitative problem solving upon implementing the peer instruction. In their study, Crouch and Mazur (2001) replaced in-class reading quizzes with pre-class written responses to the reading, to help students learn more from pre-class reading. They indicated that with continued use of peer instruction and with more activities that engage students actively, students learning would continue to improve. They showed that students taught with the peer instruction in spring 2000 with N=155 significantly outperformed the students taught traditionally in spring 1999 with N=178. The improvement of the peer instruction students over the traditional students corresponds to an effect size of .57. They also analyzed students' responses to all of the concept tests over an entire semester and found

that after discussion, number of students who gave the correct answer to a concept test increase substantially as long as the initial percentage of correct answers to a concept test is between 35% and 70%. They emphasized that improvement is largest when the initial percentage of correct answer to concept test is around 50%.

Snider (2004) indicated peer instruction to be a valuable teaching tool especially for promoting conceptual understanding and critical thinking. Moreover, according to his observations as well as the students' comments, he clarified that students enjoyed learning with the peer instruction and participated actively in the lectures. He also indicated that attendance rate at lectures is close to 100%. Here is a selection of students' comments on what they liked about the method:

- Not boring. Encourages people to discuss and ask questions.
- Concepts are clear (better than normal lecture).
- Having opportunities to discuss the questions with classmates.
- Discussing with peers can make the concept easier to understand.

Slavin (1992) stated that the peer instruction develops a conceptual understanding of theoretical concepts by replacing traditional lecture with pre-class readings, replacing the long lectures with brief lectures explaining main points of the subject and peer discussion of conceptual questions.

Listerman (1999), Miner (1999) and Pilzer (2001) were also obtained results similar to Mazur's, along with an increase in students' conceptual understanding, retention and enthusiasm.

## 2.7. Achievement of students on electricity subject

Simple electricity subject is a difficult subject for students to construct meaningful learning. That is why the achievement of students in this subject is

quite low (McDermott & Shaffer, 1992; Shipstone, Rhöneck, Jung, Karrqvist, Dupin, Joshua and Lieht, 1988). Actually, there are some other reasons of this low achievement such as students' preconceptions, prior experiences related to subject, attitude toward subject, socio-economic level, age, gender, characteristics of teacher and teaching method (McDermott, 1984; 1991; 1993; Reif, 1995). Among all of these effects, the last one, teaching method plays an important role. It seems logical to search for effective teaching methods to improve students' understanding on simple electricity concepts. Although there are many ways to assist students in improving their understanding not only in simple electricity subjects but also in other school subjects, a seemingly promising approach is to enhance the understanding by the use of social interaction in the form of the peer instruction.

## 2.8. Attitude

Attitude is a mental state that affects learners' choices that they make and learners' behaviors (Gagne, 1965). Simpson, Koballa, Oliver and Crawley (1994) defined attitude as tendency to respond positively or negatively to things, people, places, events or ideas. There are some factors that affect students' attitudes toward science learning. Gender, environmental factors such as classroom, teacher, family, friends etc., curriculum, and perceived difficulty of subject matter can be stated as an example for these factors (Osborne, 2003). Moreover, it was indicated by Kahle and Lakes (1983) and Joyce and Farenga (1999) that students' attitudes toward science are the result of their educational experiences and activities as well as other social and cultural factors. The encouragement or discouragement they receive at home and at school, experiences, their perception of science classes and their view of science all affect their attitudes toward science.

How students' feel toward science influences their performance. Therefore, development of positive attitudes toward science should be a basic goal of science instruction. In addition, researchers showed that positive attitudes toward science improve students' achievement in science (Cannon & Simpson, 1985; Simpson & Oliver, 1985; 1990).

## 2.9. Retention

When teachers use traditional instruction, students generally learn through either repetition or memorization. Such methods limit students' assimilation of material and require students to spend additional time for comprehension. Moreover, cognitive psychologists agree that for information to be retained in the long-term memory, students should elaborate on subject and comprehend it. Researches stated that students who discuss, think and elaborate on subjects can recall more than students who simply are taught by traditional instruction (Anderson, Howe, Soden, Halliday & Low, 2001; Crouch & Mazur, 2001; Driver et al., 1994; Hertz-Lazarowitz, 1992; Johnson et al., 1981). Hence, teachers can incorporate instructional techniques that help students retain and recall more information. The peer instruction can be a method that helps students to remember information more easily both for the exams and for use later in life.

## 2.10. Summary of the findings of related studies

- Student centered instruction have positive effects on students' conceptual understanding (Bonwell & Eison, 1991; Felder & Brent, 1996).
- Collaborative and cooperative learning oriented instructions are more beneficial than the conventional instructions (Johnson et al., 2000; Sharan, 1990 as cited in Hertz-Lazarowitz, 1992; Slavin, 1992).
- IE methods enhance students' understanding (Hake, 1998a; 1998b).

- Peer instruction improves conceptual understanding of students (Crouch & Mazur, 2001; Mazur, 1997).
- Current electricity subject is a difficult subject for students to construct meaningful learning (McDermott & Shaffer, 1992; Shipstone et al., 1988).
- Students who discuss, think and elaborate on subjects can recall more than students who simply are taught by traditional instruction (Anderson et al, 2001; Crouch & Mazur, 2001; Driver et al., 1994; Hertz-Lazarowitz, 1992; Johnson et al., 1981).

Summary that is obtained from all of these studies is that students' conceptual understanding on current electricity subject is not enough. Moreover, it is known that, by using different techniques, students' conceptual understanding can be increased. Some techniques were used in past to enhance students' conceptual understanding but they have some disadvantages such as requiring long term training for teachers and necessity of some expensive equipments. Since there is no study investigating the effect of the peer instruction on elementary school students and since the peer instruction is easy to implement, this research has aimed to examine effectiveness of the peer instruction on elementary school students' science achievements, attitudes and retention rates.

## CHAPTER 3

### METHODOLOGY

In the previous chapters, problems and hypotheses of the study were presented, the related literature was reviewed and the essence of the study was justified. In this chapter, population and sample, description of variables, development of measuring tools, development of teaching/learning materials, research design and procedure, methods used to analyze data, power analysis, limitations and assumptions of the study will be explained briefly.

#### 3.1. Population and sample

The target population of the study consists of all sixth grade public elementary school students in Yenimahalle district which consists of central Yenimahalle, Demetevler, Şentepe, Karşıyaka, Yahyalar, Batıkent, Ümitköy and Çayyolu sub districts. There are 81 public elementary schools in this district. Since it is not easy to conduct an experimental study on such a population, accessible population is defined as all sixth grade public elementary school students in the central Yenimahalle sub district of Yenimahalle district. This is the population for which the results of the study will be generalized.

There are six public elementary schools in the central Yenimahalle district and there are approximately 30 sixth grade classrooms in these schools. Total number of sixth grade students in these six schools is almost 900. Out of six schools, two were selected conveniently, and 4 classrooms from these two schools were selected randomly. As a result, sample of the study consisted of 121 students in the central Yenimahalle district. Selected number of schools, classes and

sample constituted more than 10% of the total number of public elementary schools, classes and population of the central Yenimahalle district, respectively.

The sample chosen from the accessible population was a sample of convenience for this study since it was difficult to select a random sample of individuals. Other reasons for non-random sampling procedure can be stated as to communicate easily and frequently with the teachers and to observe the classrooms frequently for treatment verification. Teachers also were conveniently decided to involve in the study by looking at their agreement to use peer instruction in their classes.

Two public elementary schools and two intact classes in each (one as experimental and one as control groups) taught by the same teacher were randomly assigned to the experimental and control groups, which received instruction based on the peer instruction and the conventional instruction, respectively. In other words, we can say that, random assignment of the treatments to intact groups was employed for the study.

The data analyzed in this study were obtained from two schools, two teachers and four classes. When the schools were observed, it was seen that both of the schools are small ones with limited number of students and both of the schools have almost the same physical conditions. Teacher of the both schools are generally middle aged and experienced ones and the two teachers participating in this study are female, middle aged and approximately 10-15 years experienced. They both like their profession and enthusiastic about teaching and interested about new teaching techniques. Data of the study obtained from 63 students participated in the peer instruction and 58 students participated in the conventional instruction. In other words, in this study 121 sixth grade students (73 male and 48 female) participated. Ages of the students are changing between 11 and 12. It was assumed that, almost all of the students' socio-economic status, including the educational level of their parents, family income and life standards are low. While making this assumption, schools records and ideas of participating teachers were



taken into account. Schools records indicated that almost all of the students' mothers are house-wife with middle school graduation while most of the students' fathers are high school graduation. The demographic data of the number of male and female students and their ages are presented in Table 3.1.

Table 3.1 Characteristics of the sample with respect to the gender and age

Age	Gender	
	Female	Male
11	21	39
12	27	34
All	48	73

### 3.2. Variables

There are seven variables involved in this study, three of them are dependent and the remaining four of them are independent variables. Independent variables are divided into two groups as group membership and covariates. Since random assignment of individuals to experimental and control groups were not possible; students' current electricity achievement pretest scores (pre-CEAT), attitude toward current electricity pretest scores (pre-ATCES) and gender are considered as covariates to control preexisting differences in groups. Method of teaching with two levels, PI and CI, is defined as group membership. Moreover, dependent variables of the study are posttest and retention scores of students on the CEAT and posttest scores of students on the ATCES. Table 3.2 presents some characteristics of these variables.

Table 3.2 Characteristics of the variables

Name of variable	Dependent/Independent	Continuous/Categorical	Scale
Post-CEAT	DV	Continuous	Interval
Post-ATCES	DV	Continuous	Interval
Retention	DV	Continuous	Interval
Pre-CEAT	IV	Continuous	Interval
Pre-ATCES	IV	Continuous	Interval
Gender	IV	Categorical	Nominal
Method of teaching	IV	Categorical	Nominal

### 3.3. Measuring tools

Throughout the study, data were mainly collected through two measuring tools: Current Electricity Achievement Test (CEAT) and Attitude toward Current Electricity Scale (ATCES). Moreover, concept tests were administered to experimental group during the treatment and observation checklist was used by the researcher to evaluate both the experimental and control groups.

#### 3.3.1. Current Electricity Achievement Test

The CEAT, used in the study, was developed by the researcher to assess students' understanding of the concepts related to current electricity concept. It was used as a pretest, posttest and delayed posttest. The test contained the contents of current electricity unit (parts of an electric circuit, measuring potential difference, current and resistance, series and parallel circuits etc.) and meets the general and specific objectives of the related unit in sixth grade science curriculum of public elementary school.

For the developmental procedure, first behavioral objectives on the “current electricity” subject were developed for sixth grade public elementary school students by using textbooks that were used in public elementary schools. As shown in Appendix A and Appendix B respectively, there were 50 behavioral objectives and related questions categorized according to domains of Blooms taxonomy in the table of specification. Second, primarily Mazur’s conceptual tests and Simple Electric Circuit Concept Test, which was previously developed by the researcher and other resources, were examined in order to find questions that fit the behavioral objectives of the study.

To establish the face and content validity of the CEAT, it was checked by two elementary school science teacher with respect to appropriateness of the questions to the content and grade level. In order to ensure content validity and to determine to what extend the objectives of the test and items in the test match, two teachers were explained about the aim of the test and they also wanted to examine and evaluate table of specification prepared by the researcher.

Instead of a pilot study, test was administered to 4 conveniently selected sixth grade students one by one and their comments on questions were evaluated in order to give the test its final form. It consisted of 22 multiple-choice, 3 true-false and 3 matching questions (See Appendix C). Reason for preferring mostly multiple choice questions is that it is easy and quick to administer and objective to score. Moreover 3 true-false and 3 matching questions were included in the test in order to measure students understanding of some basic definitions. Most of the questions were adapted from the researcher’s previous study (Sencar, 2001). The others were either developed by the researcher newly or taken and adapted from other studies (Hardal, 2003; Sönmez, 2002).

During the scoring process, each correct answer of the students on the CEAT was given one point. Higher scores of the students indicated more and lower scores of the students indicated less understanding of the unit. Possible achievement scores could range from 0 to 28 and. One class hour (40 minutes)

were given to students to complete this test. Reliability analysis of the test was performed and internal reliability was calculated as .76, .81 and .80 for the pre, post and delayed post test, respectively. These values indicate a medium to high value for the reliability of the test results. Item discrimination indexes and item difficulty levels of the questions of the CEAT were estimated by the help of ITEMAN programme. Average value of item discrimination indexes was .58 which means that items discriminate between high scorers and low scorers. Moreover, difficulty levels are between .24 and .68 with an average of .32 which means that items have moderate to high difficulty in general and 32% of the items were correctly answered by students.

### *3.3.2. Attitude toward Current Electricity Scale*

The ATCES shown in Appendix D assesses students' attitudes toward the current electricity and was adapted from the study of Taşlıdere (2002). There are 24 items designed to be rated on 5-point likert scale (absolutely agree, agree, neutral, disagree, absolutely disagree). Dimensions of the scale were enjoyments, importance, achievement motivation, interest related behaviors and self-efficacy. Possible ATCES scores could range from 24 to 120 with higher scores indicating positive attitudes toward current electricity and lower scores indicating negative attitudes toward current electricity. 20 minutes were given to students to complete the scale.

Internal reliability was calculated as .94 by Taşlıdere. Moreover in this study, the values obtained for reliability values for pre and post tests were .88 and .92 respectively. Since this scale is directly adapted from the previous study, there is no problem with the validity and it can be said that scores obtained from this scale are valid. Moreover, in order to find sub dimensions of the scale and compare them with the results of Taşlıdere (2002) factor analysis was conducted. The results of the factor analysis showed that there were five dimensions in the

scale as in the study of Taşlıdere. Items that are included in the first dimension were 1, 2, 3, 4; items that are included in the second dimension were 5, 6, 7, 8, 10; items that are included in the third dimension were 9, 11, 12, 13, 15; items that are included in the fourth dimension were 14, 16, 17, 18, 19; items that are included in the fifth dimension were 20, 21, 22, 23 and 24. Since the items in each of the five dimensions are almost same with the ones obtained by Taşlıdere, they can be named as enjoyment, importance of science, interest related behavior, achievement motivation and self efficacy as in the study of Taşlıdere.

### *3.3.3. Observation checklist*

Observation checklist that was developed by Eryılmaz (2004) was mainly used to compare the experimental group with the control group with respect to the treatments administered and consequently to verify treatment verification. Observation checklist consists of three parts. The first part is related to the physical properties of the classroom. Second part includes behaviors of both teachers and students. Then, last part includes the questions that are related to the methodologies. All main characteristics of the peer instruction and the conventional instruction were included in this checklist and it gave chance to the researcher both to make overall judgments on various aspects of the courses and to assess statistically whether the teachers followed the peer instruction criteria or not in the experimental and control groups. There are 16 items on a scale of “yes”, “no” or “partially” in the checklist and the observer in the present study was the researcher herself (See Appendix E). There were 3 class hours science course in a week in 6<sup>th</sup> grade curriculum. These hours were divided as 2 hours and an hour in a week. Since the treatment continued for 3 weeks in four classes, totally 36 class hours included in the study. Researcher conducted 15-16 hours of observation but since she completed one observation checklist for some of the consecutive hours, at the end of the treatment there were total of 10 observations done for the aim of

treatment verification. Five of them were completed for the experimental and the other ones were for the control group which means that approximately 40% of the lessons were observed for the aim of treatment verification.

#### 3.4. Research type and design

The experimental study was used in the study to examine the effects of the peer instruction on the students' science achievement and retention rates as measured by the CEAT and attitude as measure by the ATCES. The design of the study can be characterized as a quasi-experimental design since students can not be randomly assigned as individuals to the experimental groups and control groups (Fraenkel & Wallen, 2003). In the control group the conventional instruction, in the experimental group the peer instruction was employed to determine whether or not the peer instruction has an effect on students' science achievement, retention rate and attitude. In order to verify that the students in the control and experimental groups do not differ significantly on relevant prior knowledge and to investigate the effect of the treatment on students' science achievement and retention rates concerning current electricity concept, the CEAT was administered as pre, post and delayed test in all groups. The ATCES was also administered to both groups as pre and posttest.

Both control and experimental groups studied the same curriculum; received the same materials, equal numbers of in and out of class assignments and equivalent methods of evaluation. Also, the time reserved for the course in each groups were the same.

Research design is presented in Table 3.3. In this table, EG represents experimental group receiving the peer instruction and CG represents control group receiving the conventional instruction. As the table shows, at first both the experimental and control groups were given pre tests. After that experimental groups were exposed to treatment for three weeks and then all the groups were

given post tests. Finally, three months after the posttest, the students were given the same posttest unannounced in order to evaluate knowledge retention.

Table 3.3 Research design of the study

Groups	Pre-test	Treatment	Post-test	Retention test
EG	CEAT / ATCES	PI	CEAT / ATCES	CEAT
CG	CEAT / ATCES	CI	CEAT / ATCES	CEAT

### 3.5. Procedure

At the beginning of the study, literature was reviewed for the study. Social Science Citation Index (SSCI), Educational Resources Information Center (ERIC), Ebscohost, Science Direct and World Wide Web were searched with keywords “peer instruction, peer learning, peer collaboration, interactive engagement, active learning, student/learner centered learning, attitude toward science, retention” and related articles have been supplied from METU and ULAKBIM libraries. Also, the theses and dissertations in abroad and in Turkey were searched by UMI International Dissertation Abstracts database and YOK database. Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi, Eğitim ve Bilim, MEB Dergisi and Fen Bilimleri Eğitimi Konferans Dergileri were also searched with the same keywords. Photocopies of needed articles were obtained, read and references of articles that were important for the study were reached. After all, results and methodologies of all these studies were analyzed.

After that, population and sample of the study were decided. All sixth grade public elementary school students in Yenimahalle district were decided as the target population. Total number of schools in that region were determined as 81. Since it is not easy to conduct an experimental study on such a population,

accessible population is defined as all sixth grade public elementary school students in the central Yenimahalle district of Ankara.

Then, researcher adapted the ATCES from the study of Taşlıdere and developed the CEAT and other teaching learning materials mentioned in Section 3.6. After that, necessary permission was granted for carrying out the study (See Appendix F).

The study was conducted during 2005–2006 spring semester. Before starting the study, lesson plans and details of treatment were discussed with the teachers who participated in this study. After that, training sessions were conducted prior to the study both to familiarize the teachers with the use of the peer instruction and to standardize the implementation of the treatments. They were provided both with the guidelines for the peer instruction and the lesson plans. The teachers were also trained so as not to use any strategy of the peer instruction in their control groups so that implementation was not a threat to the study. Teachers promised to standardize the administration procedures and application of treatments and allowed the researcher to observe their classes. In addition to this training session, meetings with teachers were conducted during the study in order to evaluate progress, facilitate communication related with the study and facilitate proper use of the peer instruction.

Students involved in the study completed a pretest, posttest and a delayed posttest in order to determine their level of prior knowledge, their science achievement and their retention rates, respectively. They also completed pre and post attitude scale in order to determine their level of interest toward the subject before and after the treatment, respectively. One week before the treatment, the CEAT and ATCES were given both to control and experimental groups as a pre-test. One class hour and twenty-five minutes were given to the students to complete the achievement test and attitude scale as pre-test. The time was adequate for students. In order to have students relaxed and comforted, the teachers read directions and made necessary explanations to them. After that,



either conventional or the peer instruction started in four classes. Treatments continued three weeks throughout the current electricity subject. Immediately after the implementation of treatment, students' achievement and attitudes on subject was measured using the CEAT and ATCES, respectively. Three months after the post tests, delayed post test on the CEAT was also administered to both groups.

### 3.6. Teaching-learning materials

Various materials were used in this study: objectives list, table of specification, lesson plans, reading quizzes, concept tests, and guide for teachers.

#### *3.6.1. Objective list and table of specification*

The objectives are collected in 5 main categories. These are; ability to recognize electric current, ability to recognize electric circuits, ability to identify electrical resistance and factor affecting it, ability to recognize current and potential difference, ability to identify series and parallel connected circuits. Total number of objectives was 50 (See Appendix A). After that, table of specification was prepared. In this table, the objectives and questions related to objectives were categorized according to the cognitive domain of taxonomy (See Appendix B).

#### *3.6.2. Lesson plans*

In order to implement the peer instruction to sixth grade science classes, five lesson plans with the titles electric current, electric circuits, electrical resistance and factor affecting it, current and potential difference, series and parallel connected circuits were prepared. At the beginning behavioral objectives were written according to Blooms taxonomy. Then the researcher surveyed elementary

school science textbooks and a wide range of sources in order to comprehend and analyze what and how to teach in class and obtain most appropriate figures, definitions etc. Then, lesson plans were designed around the objectives by the help of materials at hand. After developing the lesson plans, teachers who participated in the study were asked their opinions about the appropriateness of lesson plans to the grade level and content. In general, teachers' comments on lesson plans were positive but both of the teachers have some concerns about lack of problem solving algorithms in the plans. Actually this was also the concern of the researcher and she solved this problem by solving numerical problems in both of the control and experimental groups. One class hour problem solving session was made by the researcher every week. Questions solved in these hours are determined by the teachers of the class and questions solved in two schools were tried to be parallel. One of the teachers had some comments on reading questions and concept tests. These were not the exact alteration suggestions but researcher took into account their opinions and revised the lesson plans which took the final form given in Appendix G.

### *3.6.3. Reading quizzes*

The reading quizzes include multiple-choice questions designed to evaluate the degree to which the students read their related books (see Appendix G). To provide some extra motivation, students were informed that these quiz marks count towards their final grade.

### *3.6.4. Concept tests*

Conceptual questions that were included in the concept test were either translated or adapted from the previous studies or developed by the researcher according to objectives of the related lesson plan.

### *3.6.5. Implementation guide*

During teacher training process, researcher gave and explained implementation guide to the teachers. Teachers paid attention to steps given in this guide. By using this guide, implementation of the treatment in experimental groups was standardized (see Appendix H).

### 3.7. Implementation

In this study, groups needed for the peer instruction are formed according to the friendship and sitting positions. This approach has positive effect in learning because of several features. First of all, the friends sitting nearby are generally more attune to each other's needs and goals, and this makes them construct shared understanding. Secondly, close friends are generally more willing to explain their ideas as a result of the trust to each other. Lastly, the respect between the close friends makes them appreciate each other's ideas (Heller, 1992).

Basic steps involved in successful implementation of the peer instruction identified by Mazur (1997) were used in experimental groups. For instance, teacher used a number of brief presentations focusing on basic points instead of presenting the detail covered in the textbook. These mini lectures are followed by related conceptual questions called a concept test by Mazur. Teacher typically devoted one third to one half of class time to concept tests and spend the remainder on lecturing. Actually, the amount of time varies from class to class depending on the topic and difficulty of the material. Moreover, the questions were answered twice by using colored flash cards (Appendix I). Flash card responses provided feedback to the instructor and also measured improvement in students understanding resulted from class discussion. The students were first given one or two minutes to formulate individual answers. After first voting session, the results were displayed, with the help of colored cards. This provided a

quick visual survey of the class, with minimal expense or effort. After the first voting, when the comprehension was so low (less than 40%), students were not allowed to convince each other by means of the peer instruction since only a few of them know the correct answer. Then, teacher gave the answer and briefly explained the concept again. After that, new conceptual question were asked. Moreover, when the comprehension is intermediate (between 40% and 90%), which is the most appropriate case for well designed peer instruction, students were given the opportunity to discuss the questions and share their opinions with others sitting near them. By the way, the teacher urged students to try to convince each other of the correctness of their own answer by explaining the underlying reasoning. The teacher ended the discussion, which typically lasted two to four minutes. The advantage of these discussions is that they break the monotony of the conventional instruction and make students think and put their thoughts into words. After the second voting session, the correct answer was displayed and the teacher explained the answer, gave feedback, and moved on to the next topic. During the implementation period, some time was allowed for explanation after each concept test even when the vast majority of students chose the correct answer. There were two reasons for this approach; first, an explanation can be helpful to students who answered incorrectly, and second can be helpful to students who gave the correct answer without true understanding. During the peer instruction, it is important that teacher walks around the classroom, listening to student discussions and directing them when necessary. In this way, the teacher hears how students explain concepts to other students and also can help student groups if none of the students in the group understood the answer.

On the other hand, students in the control group received the conventional instruction in which students are passively involved in receiving all information from the teacher and the textbook. The teacher explained the facts on the blackboard and students took notes throughout the lesson. It is important to state that the questions asked in the experimental groups as a concept test were also

asked and solved individually in the control group. Moreover, researcher solved quantitative problems with all groups. The problems solved were supplied by the teachers and arranged as same for all groups.

### *3.7.1. Implementation in the PI group*

The followings present a process of a lesson for Lesson Plan 1 actualized in one of the experimental groups.

When students come to school, they should have read the reading assignment about “simple batteries” given previously. Since reading assignment related to simple batteries was given by the teacher at the end of the previous lesson, this lesson started with reading quiz in order to check whether students read or not the given assignment. At the beginning of the lesson teacher gave the quiz given in Lesson Plan 1 for five minutes. When the time is up, she collected the quiz papers and answered the questions briefly. In addition to this, she said that, she will evaluate the quizzes at home and the results will affect their semester grades. After that, teacher informed students that that day they will study the concept of simple batteries and than she explained subject according to the given lesson plan for 15 minutes. After this brief presentation, she wrote the first conceptual multiple choice question on that subject. Teacher asked students to read the question and think about it. Students were given one or two minutes to think about their own answer. Then, all students voted the question. Colored flash cards were used and almost all of the students hold up their cards at the same time. After seeing all the flash cards, teacher orally reported the distribution of answers. She said that “Approximately 70% of you have voted for answer ‘C’, the rest of you are split between ‘A’ and ‘B’”. Since most of the students had the wrong answer, teacher briefly explained the subject again and then re-assess the situation by using another question. She wrote the second conceptual multiple choice question on that subject and asked students to read the question and think about it.

Students were given one or two minutes to think about their own answer. Then, all students again voted the question. Colored flash cards were used and almost all of the students hold up their cards at the same time. After seeing all the flash cards, teacher orally reported the distribution of answers. She said that "Approximately half of you voted for answer 'A', the rest of you are split between 'B' and 'C'". Since almost 50% of students have the right answer, students were given 3-4 minutes to discuss their answers with their neighbor peers. Teacher said "Now, turn to the person sitting next to you and try to convince them that your answer is correct. I will give you 3 minutes to talk about the answer and then we will vote answers again." While students discuss the question, teacher walked around the class and listened few of the discussions. However, since this is the first application, to motivate students, teacher asked three students to explain their answers and why they chose that answer to the class and using this as an example class wide discussion started before voting again. After 3-4 minutes, discussion session was closed by the teacher and then class voted on the answer again. Since the proportion of students who gave the right answer has increased to almost 90% after the discussion, the teacher confirmed the answer and moved to the next question. She wrote the third conceptual multiple choice question on that subject and asked students to read the question and think about it. Students were given one or two minutes to think about their own answer. Then, all students again voted the question. Colored flash cards were used and almost all of the students hold up their cards at the same time. After seeing all the flash cards, teacher orally reported the distribution of answers. She said that "Approximately all of you have voted for answer 'C'" and since most of the students have the right answer, the teacher confirmed it and finished the lesson by just giving the reading assignment of the next class.

### *3.7.2. Implementation in the CI group*

The followings present a process of a lesson for Lesson Plan 1 actualized in one of the control groups.

Reading assignment related to “simple batteries” was given by the teacher at the end of the previous lesson but there is no reading quiz in control group to check whether students read or not the given assignment. Teacher started lesson by informing students that, they will study the concept of simple batteries that day and than she explained subject according to the given lesson plans. After lecturing, she wrote the first conceptual multiple choice question on that subject. Teacher asked students to read the question and give time to them to think about it. Moreover, in control group, students solved conceptual questions individually. Then, students were asked about the correct answer and one volunteer student was selected to tell his/her answer. After that, teacher briefly explained the answer. In control group, teacher asked and answered all the conceptual questions solved in experimental group.

### 3.8. Analysis of the data

First of all, all the data obtained by the CEAT and ATCES were entered to the Microsoft Excel file. After that, related variables have been transferred to the SPSS file and variables were formed (The raw data can be found in Appendix J). Data were analyzed in two parts. In the first part, descriptive statistics and in the second part, inferential statistics were used. Descriptive statistics have been used both for summarizing the data and checking the assumptions of the inferential statistics. The mean, standard deviation, skewness and kurtosis values and histograms for each variable were obtained both for the control and experimental groups. Moreover, inferential statistics has been used to generalize results from the sample to the population. MANCOVA, follow up ANCOVAs and one-way

repeated measures ANOVA were used as statistical analyses to test the hypotheses of the present study. MANCOVA and follow up ANCOVAs, which are the statistical analysis methods that can equate groups on one or more independent variables, have been used since the effect of independent variable on the dependent variables was searched both before and after the treatment. Moreover, the other statistical analysis which is named as one-way repeated measures ANOVA has been used since the effect of independent variable on the repeated measures was searched. It is the statistical analysis that can evaluate the effect of one independent variable on a dependent variable that was repeated at least twice for each subject.

First hypothesis of the study was analyzed by MANCOVA. Second and third hypotheses were analyzed by follow up ANCOVAs. Remaining fourth hypothesis was analyzed by one-way repeated measures ANOVA.

During analyses, alpha, the probability of rejecting true null hypothesis (probability of making Type I-error) was set to .05 as a priori to our hypothesis testing since it is the mostly used value in educational studies. To specify power and effect size for the present study, similar previous studies have been investigated. They mostly reveal significant mean differences but do not present effect sizes in favor of treatment. Hence, power of the study was calculated for medium effect size and effect size index was set to .15 for variance. Since, Cohen and Cohen (1983) suggest setting the minimum power value for the study as .80; power of the study was initially set to .80. According to Cohen and Cohen, the “L” value for the two covariates and three dependent variables was reported as 12.83 when  $\alpha$  is equal to .05. By considering these values the minimum value of sample size was calculated as 91 for medium effect size. Since there were 127 students included in the study, “L” value for medium effect size was calculated as 18.15 respectively which means that power of the study can be stated as value between .90 and .95. Therefore probability of failing to reject a false null



hypothesis (probability of making Type II-error) was found as between .05 and .10.

### 3.9. Assumptions and limitations

The assumptions of the study are given below;

- Students included in the study answered the items of the tests and scales honestly.
- The administration of the treatments and the CEAT and ATCES were under standard conditions.
- Students from different treatment groups did not interact and did not share questions of the CEAT and ATCES before or during the administration of the tests.

The limitations of the study are given below;

- Study is limited to 6<sup>th</sup> grade students of public elementary schools.
- Study is limited to only one subject area of physics which is “current electricity”.
- Study is limited to 121 students in four classes of two public elementary schools.
- Lessons were only observed by the researcher.
- Pilot study for the peer instruction methodology was not conducted.

## CHAPTER 4

### RESULTS

This chapter presents the results of the study in five sections. First section presents missing data analysis. Second and third sections present descriptive and inferential statistics, respectively. Descriptive statistics presents the statistics related to the comparison of the conventional instruction with the peer instruction according to the data collected from pre-tests, post-tests and delayed post-tests. Inferential statistics presents the statistical data produced from the testing of the null hypotheses. The fourth section presents the results of classroom observations and finally, the last section summarizes the findings of the study.

#### 4.1. Missing data analysis

Missing data analysis was done before starting the descriptive and inferential statistics. 127 students were pre-tested for the CEAT and ATCES; however, at the end of the treatment period, 121 students were post tested for the same test and scale. The loss of six students (4.7%) was because of being absent on the day of the post-test. These six students were excluded from the statistical analysis of the study. Moreover, three of the 121 students post tested (2.4%) did not complete the CEAT. Since, missing data in these scores constituted a range smaller than 5% of the whole data, they were replaced with the mean scores of the entire subjects. For the delayed post-test of the CEAT, 121 students that were post-tested were reached again and they were wanted to complete the test. There were no students who did not complete pre and post-ATCES, so there is no missing data due to the non-complete the ATCES.

#### 4.2. Descriptive statistics

Descriptive statistics related to pre, post and delayed post-test scores on the CEAT and pre and post-test scores on the ATCES were grouped according to the teaching methods. Students' achievement scores on the CEAT range from 0 to 28 in which higher scores mean greater achievement and students' attitude scores on the ATCES range from 24 to 120 in which higher scores mean greater attitude toward current electricity subject. Table 4.1 displays some descriptive statistics for the pre-CEAT, pre-ATCES, post-CEAT, post-ATCES and delayed post-CEAT scores.

Table 4.1 Descriptive statistics related to the pre-CEAT, pre-ATCES, post-CEAT, post-ATCES and delayed post-CEAT scores

	N	Mean	SD	Skewness	Kurtosis	Min	Max
<b>Pre-CEAT</b>							
CI	58	5.33	1.92	-0.27	-0.55	1	9
PI	63	5.89	1.69	-0.17	-0.97	3	9
Total	121	5.62	1.82	-0.27	-0.61	1	9
<b>Pre-ATCES</b>							
CI	58	80.95	11.59	-0.14	0.18	49	109
PI	63	80.16	10.98	-0.29	0.82	51	104
Total	121	80.54	11.24	-0.20	0.42	49	109
<b>Post-CEAT</b>							
CI	58	7.53	1.81	0.41	-0.02	4	12
PI	63	9.63	1.78	0.29	-0.48	6	14
Total	121	8.63	2.08	0.19	-0.36	4	14
<b>Post-ATCES</b>							
CI	58	80.05	11.29	-0.69	0.39	47	99
PI	63	81.22	11.02	-0.13	-0.61	55	99
Total	121	80.66	11.12	-0.41	-0.09	47	99
<b>Delayed post-CEAT</b>							
CI	58	4.64	1.83	0.68	0.55	2	10
PI	63	7.64	1.71	0.91	2.11	5	14
Total	121	6.19	2.32	0.24	0.11	2	14

The descriptive study indicated that the minimum score was 1 and the maximum score was 9 on the pre-CEAT among whole students. After the study was completed, the minimum score was 4 and the maximum score was 14 for the post-CEAT among all students. The treatment also increased the general mean of the CEAT from 5.62 to 8.63. Although students' mean score over achievement was increased, it is still low when compared to the possible maximum score from the CEAT which is 28. Reason of low scores and means can be the conceptual questions included in the CEAT. In addition to the conceptual questions, there are some questions including distractors which are emphasized as common misconceptions of electricity concept in the related literature. These distractors can also be the reason of low scores since they confused students.

Moreover, general mean of the pre-ATCES was 80.54 and it remained almost same after the treatment which means that treatment did not affect students' attitudes.

Table 4.1 also presents some other basic descriptive statistics of students like standard deviation, skewness, kurtosis, minimum and maximum scores. For the CI students, the values for skewness on the pre-CEAT, post-CEAT and delayed post-CEAT scores were -0.27, 0.41 and 0.68 respectively and in a similar manner, for the PI students' skewness values on the pre-CEAT, post-CEAT and delayed post-CEAT scores are -0.17, 0.29 and 0.91 which could be accepted as normal. Skewness values on the ATCES scores both for CI and PI, just before and after the treatment were -0.14, -0.69 and -0.29, -0.13 respectively. These values could also be accepted as normal. When the kurtosis values are taken into account, values for the CI and PI students' CEAT scores were -0.55, -0.02, 0.55 and -0.97, -0.48, 2.11 on the pre-test, post-test and delayed post-test, respectively. Kurtosis values for the CI and PI students' ATCES scores were 0.18, 0.82 on the pre-test and 0.39, -0.61 on the post-test. Since these values are within the acceptable ranges, it can be said that distributions of the scores are normal.

Figure 4.1 displays the histograms with normal curves related to the post-CEAT, post-ATCES and delayed post-CEAT both for the CI and PI groups. Since they seem as normal, these graphs are evidence for normal distribution.

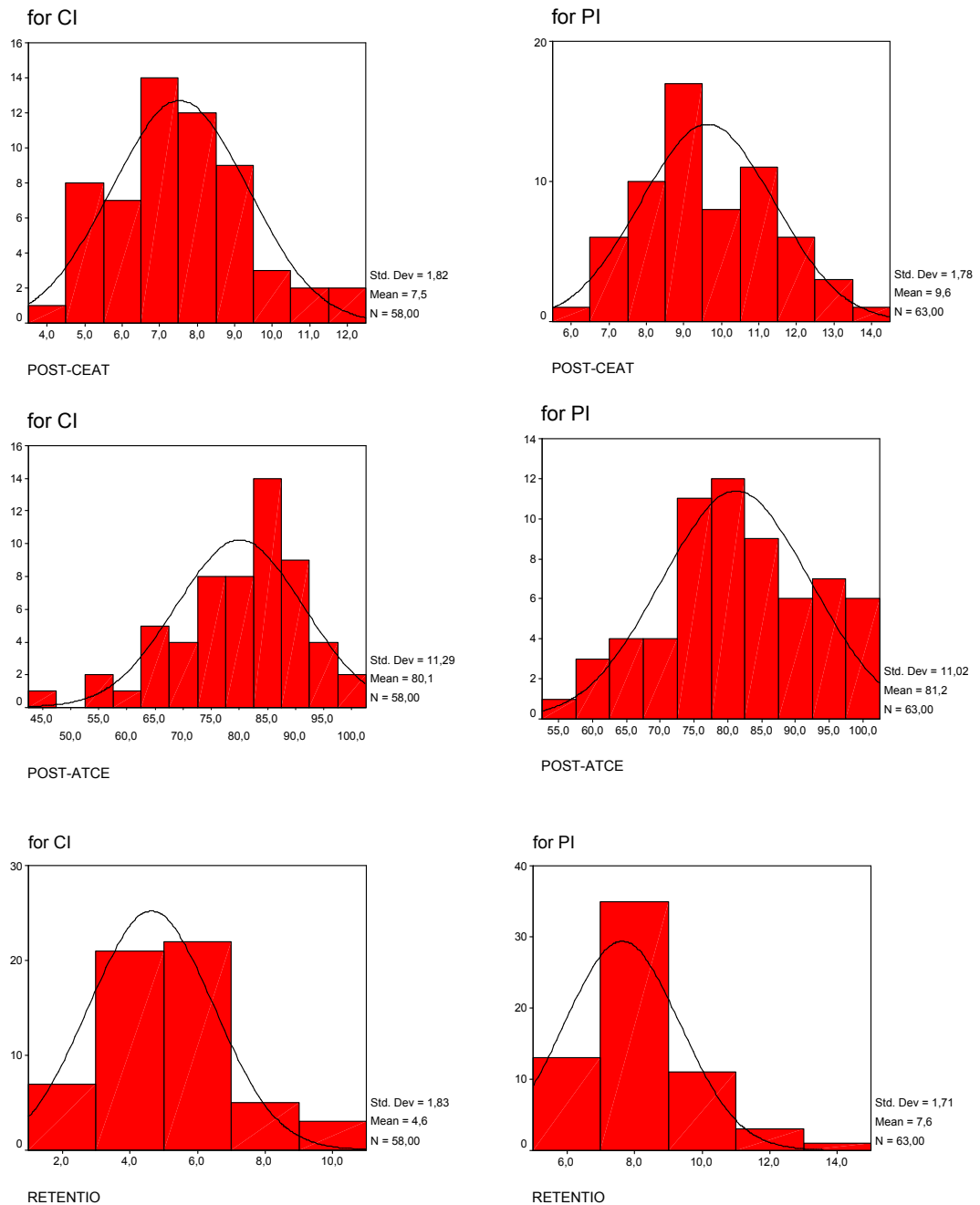


Figure 4.1 Histograms with normal curves related to the post-CEAT, post-ATCES and delayed post-CEAT for both groups.

### 4.3. Inferential statistics

Under this title, firstly covariates were defined. After that, assumptions of MANCOVA were verified. Finally analyses of the hypotheses were given.

#### 4.3.1. Determination of covariates

Three independent variables (students' pre-test scores on the CEAT, students' pre-test scores on the ATCES and gender) were pre-determined as potential confounding factors of the study and have been correlated with the three dependent variables (students' post-test scores on the CEAT, students' delayed post-test scores on the CEAT and students' post-test scores on the ATCES). The results of these correlations and their significance are given in Table 4.2. Two of the potential confounding variables have significant correlation with at least one of the dependent variables but gender has no significant correlation with one of the dependent variables. Also, as can be seen in Table 4.2, correlations among potential covariates are less than .80. Therefore it was decided that, the pre-CEAT and pre-ATCES can be used as covariates for the inferential statistics of the study.

Table 4.2 Significance test of correlations between dependent variables and potential covariates

Correlation coefficients				
Variables	Pre-CEAT	Post-CEAT	Post-ATCES	Retention
Pre-CEAT	.10	.54*	.01	.28*
Pre-ATCES		.06	.59*	.03
Gender		-.02	-.05	.13

\* Correlation is significant at the .01 level

#### 4.3.2. Assumptions of MANCOVA

Multiple analysis of covariance (MANCOVA) has five assumptions: Normality, homogeneity of regression, equality of variances, multicollinearity and independency of observations.

For normality assumption, skewness and kurtosis values given in the descriptive statistics section were used. When interpreting the skewness and kurtosis statistics, it is suggested that for normally distributed scores, these values should range from  $-2$  to  $+2$  (Kunnan as cited in Ağazade, 2001). The results of the examination of skewness and kurtosis values indicated that all variables were in acceptable range. This indicated that the distribution of this variables satisfied normality.

Moreover, Table 4.3 indicates Box's M test which tests the multivariate homogeneity of variances and covariances. As seen from Table 4.3, multivariate normality is not significant. So assumption of multivariate normality was also validated.

Table 4.3 Box's test of equality of covariance matrices

Box's M	.326
F	.107
Df1	3
Df2	3275977
Sig.	.956

For the homogeneity of regression assumption, results of Multivariate Regression Correlation (MRC) analysis of homogeneity of regression both for post-CEAT and post-ATCES were used. As can be seen from the Table 4.4 and

Table 4.5, interaction terms did not result in significant change in the variance which means that homogeneity of regressions assumption was met.

Table 4.4 Results of multivariate regression correlation analysis of homogeneity of regression for the post-CEAT

Change Statistics for the post-CEAT					
Model	R <sup>2</sup> Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1 (Covariates)	.294	24.603	2	118	.000
2 (Group membership)	.184	41.311	1	117	.000
3 (Cov.*Group int.)	.002	.201	2	115	.818

Table 4.5 Results of multivariate regression correlation analysis of homogeneity of regression for the post-ATCES

Change Statistics for post-ATCES					
Model	R <sup>2</sup> Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1 (Covariates)	.353	32.251	2	118	.000
2 (Group membership)	.007	1.260	1	117	.264
3 (Cov.*Group int.)	.000	.036	2	115	.965

Levene's test of equality was used to determine the equality of variance assumption. As the Table 4.6 indicates, the error variances of the dependent variables across groups were equal.

Table 4.6 Levene's test of equality of error variances

	F	df1	df2	Sig.
Post-CEAT	.001	1	119	.980
Post-ATCES	.112	1	119	.738



For the testing of multicollinearity assumption correlation among covariates were examined. As given in the “determination of covariates” subtitle, correlation among the covariates is smaller than .80. So, the assumption of multicollinearity was also verified.

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

#### Null hypothesis 1

The first null hypothesis was “There will be no significant main effect of the PI on the population mean of the collective dependent variables of sixth grade public elementary school students’ science achievements on current electricity and attitudes toward current electricity when the effects of students’ prior knowledge about current electricity and prior attitude toward current electricity are controlled”.

MANCOVA was conducted to determine the effect of teaching methods on post-CEAT and post-ATCES when the effects of students’ prior knowledge about current electricity and prior attitude toward current electricity were controlled.

Table 4.7 indicates the result of the statistical analysis of MANCOVA. Significant difference was found between students instructed with the PI and CI on the collective dependent measures as indicated in Table 4.7 ( $F(2,116) = 20.539, p = .000$ ). In other words, the first null hypothesis was rejected.

Table 4.7 MANCOVA results

Effect	Wilks' Lambda	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Eta squared	Observed power
Intercept	.706	24.099	2	116	.000	.29	1.00
Pre-ATCES	.640	32.558	2	116	.000	.36	1.00
Pre-CEAT	.696	25.539	2	116	.000	.30	1.00
Methods	.738	20.539	2	116	.000	.26	1.00

In order to test the effect of independent variable Method (PI and CI) on each dependent variable, an analysis of covariance (ANCOVA) was conducted as a follow-up test to the MANCOVA. Table 4.8 indicates the result of the statistical analysis of ANCOVA for null hypotheses 1 and 2.

Table 4.8 Follow-up ANCOVA results

	D.V.	Type III Sum of Squares	df	Mean square	F	Sig.	Eta squared	Observed power
Corrected Model	CEAT	247.957	3	82.652	35.775	.000	.48	1.00
	ATCES	5348.938	3	1782.979	21.968	.000	.36	1.00
Intercept	CEAT	54.048	1	54.048	23.394	.000	.17	.99
	ATCES	2517.051	1	2517.051	31.012	.000	.21	1.00
Pre-ATCES	CEAT	.459	1	.459	.199	.657	.00	.07
	ATCES	5307.558	1	5307.558	65.393	.000	.60	1.00
Pre-CEAT	CEAT	111.374	1	111.374	48.207	.000	.29	1.00
	ATCES	61.014	1	61.014	.752	.388	.01	.14
Group	CEAT	95.441	1	117	41.311	.000	.26	1.00
	ATCES	102.248	1	102.248	1.260	.260	.01	.20
Error	CEAT	270.307	117	2.310				
	ATCES	9496.169	117	81.164				
Total	CEAT	9526.000	121					
	ATCES	802098.000	121					
Corrected Total	CEAT	518.264	120					
Total	ATCES	14845.107	120					

While evaluating the ANCOVA results, it is suggested to divide the alpha ( $\alpha = .05$ ) by the number of dependent variables to decrease the experiment wise errors for radical solutions. Since, there are two dependent variables, we divided  $\alpha$  by two and obtained the new alpha value as .025. For the following analysis, the p values in the ANCOVA will be compared with this new value of  $\alpha$ . Moreover, as seen be understood from the above table, for the dependent variable of the post-CEAT, only the covariate of pre-CEAT and for the dependent variable of post-ATCES, only the covariate of pre-ATCES was included in the analysis.

#### Null hypothesis 2

The second null hypothesis was “There will be no significant difference between the population means of sixth grade public elementary school students experiencing the PI and CI in science course with respect to science achievement on current electricity when the effects of prior knowledge about current electricity and prior attitude toward current electricity are controlled”.

Follow-up analysis of covariance (ANCOVA) was conducted to determine the effect of the PI and CI on the post-CEAT. Table 4.8 indicates the result of the statistical analysis of follow-up ANCOVA. As seen from the table, the second null hypothesis was rejected  $F(1,117) = 41.311, p=.000$  which means that significant differences were found between the students instructed with the PI and CI on the post-CEAT scores. When the means given in Table 4.1 were examined, it can easily be said that after the treatment period, students instructed by the PI had higher CEAT scores than students instructed by the CI.

Moreover, Table 4.9 shows adjusted means of the PI and CI groups for the post-CEAT. The PI students’ post-CEAT means were adjusted from 9.63 to 9.49 and CI students’ post-CEAT means increased from 7.53 to 7.69 because of the covariates pre-CEAT and pre-ATCES. Adjusted means indicates that, while students in experimental groups showed a mean increase of 3.60 points from the

pre-test to post-test; control groups had increased only 2.36 points from the pre-test to post-test which indicates that the CI has little effect on students' science achievements as compared to the PI.

Table 4.9 Adjusted means for post-CEAT scores

D.V.	Method of teaching	Mean	Adjusted mean
Post-CEAT	PI	9.63	9.49
	CI	7.53	7.69

### Null hypothesis 3

The third null hypothesis was “There will be no significant difference between the population means of sixth grade public elementary school students experiencing the PI and CI in science course with respect to attitude toward current electricity when the effects of prior knowledge about current electricity and prior attitude toward current electricity are controlled”.

ANCOVA was conducted to determine the effect of the PI and CI on the post-ATCES. Table 4.8 indicates the result of the statistical analysis of follow-up ANCOVA. As seen from the table, the third null hypothesis was failed to be rejected  $F(1,117) = 1.260, p=.264$  which means that significant differences were not found between the PI and CI students' post-test scores on the ATCES. When the means given in Table 4.1 were examined, it can easily be said that after the treatment period, students instructed by the PI had higher ATCES scores than students instructed by the CI. However, this amount of difference did not cause a significant difference between the groups' ATCES scores.

#### Null hypothesis 4

The fourth null hypothesis was “There will be no significant difference between the population means of sixth grade public elementary school students experiencing the PI and CI in science course with respect to retention of what has already been learnt about current electricity concept when the effect of prior knowledge about current electricity is controlled”.

Analysis of one way repeated measure ANCOVA was conducted to determine the retention rate of students experiencing the PI and CI.

Table 4.10 indicates the result of the statistical analysis of repeated measure ANCOVA. As seen from the table, the fourth null hypothesis was rejected ( $F(1,118) = 17.112, p=.000$ ) which means that retention rates of students instructed with the PI and CI changes in significantly different rates as time passes. In other words, students instructed with the PI retain more than students instructed with the CI.

Table 4.10 Repeated measure ANCOVA results

	Type III Sum of Squares	Df	Mean square	F	Sig.	Eta squared	Observed power
Time	2.699	1	2.699	2.727	.101	.02	.37
Time*Pre-CEAT	18.905	1	18.905	19.102	.000	.14	.99
Time*Group	16.94	1	118	17.112	.000	.13	.98
Error (Time)	116.784	118	.990				

Figure 4.2 also indicate the changes in adjusted means from the post-test to delayed post-test for both groups. When students’ means decrease from 9.63 to 7.64 in the PI group which means that there is a decrease of 1.99; students’ means decrease from 7.53 to 4.64 which indicates a decrease of 2.89. Comparison of

decreases of means in both groups is also an evidence of more retention for the experimental group.

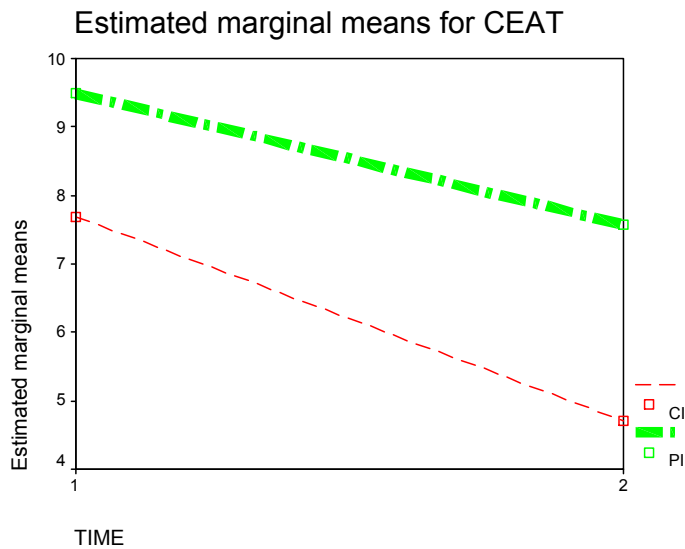


Figure 4.2 Adjusted means of post-CEAT and delayed post-CEAT for both groups

#### 4.4. Results of classroom observations

One way of treatment verification is observing the classrooms and evaluating whether the instructions were done as appropriate to their rules or not. For this study, observation checklist with 16 items on a scale of “yes”, “no” or “partially” was completed five times for the experimental groups and five times for the control groups. Observation checklist consists of three parts. The first part is related to the physical conditions of the classroom. Second part includes behaviors of both teachers and students. Then, last part includes the questions that are related to the methodologies.

Physical conditions of the classrooms were evaluated by three items. Table 4.11 presents the results of physical conditions of classroom according to the

related items evaluated in the observation checklist. The values given in the table are percentages of the given answers.

According to the results given in Table 4.11, the physical conditions of classroom for both groups are the same. Hence, it can be said that classrooms have similar physical conditions.

Table 4.11 Items related to physical conditions of classrooms and their percentages

Question number	# of observation	PI			CI		
		Yes	No	Partially	Yes	No	Partially
1	5	100	-	-	100	-	-
2	5	100	-	-	100	-	-
3	5	100	-	-	100	-	-

The results of the second part are related to behaviors of both students and teachers. This part was evaluated by three items. Table 4.12 presents the results of behaviors of students and teachers according to the related items evaluated in the observation checklist. The values given in the table are percentages of the given answers.

Table 4.12 indicates that, teachers in all groups are friendly to the students and students in all groups are almost equally willing to the lesson. Moreover, it seems that, after the treatment period, students instructed with the PI liked the lesson more than students instructed with the CI. It was observed that, in classes, where the PI is applied, students were initially unwilling to discuss the concept tests with their peers. As the study continued, students got used to the technique and started to take part in discussions.

Table 4.12 Items related to behaviors of students and teachers and their percentages

Question number	# of observations	PI			CI		
		Yes	No	Partially	Yes	No	Partially
4	5	100	-	-	100	-	-
5	5	60	-	40	60	20	20
16	5	80	-	20	20	20	60

The third part is related with the methods conducted within the groups. Some questions of that part require the observations of characteristics that are unique to PI such as usage of flash cards before and after the discussion sections among students, and some require the observation of the similar situation in both groups such as asking conceptual questions in both groups but answering them by using different methodologies. Table 4.13 presents the results of methodological items evaluated in the observation checklist. The values given in the table are percentages of the given answers. In order to see that there were two different instructions in the PI and CI classes, percentages for the related items in the observation checklist were compared. Results of comparison indicated that for the items 8, 9, 10, 11 and 12; the PI and CI classes were different. Since items 8, 9, 11 and 12 are directly related to the PI and since they evaluate the behaviors which are necessary to implement the PI, percentages of these items are completely different for experimental and control groups. Percentages of items 8 and 11 indicated that, students in the PI groups marked the answers of concept test to their answer sheets before and after the discussion part. On the other, since there is no such a session in CI, students in these groups did not mark their answers to the answer sheets. Similarly, percentages of items 9 and 12 indicated that, students in the PI groups showed their individual and group answers via flash cards before and after the discussion part. On the other, since there is no such a session in CI, students in these groups did not show their answers via flash cards. They just



answered the concept test questions individually in a traditional manner. The most important item of this part is item 10. When percentages are compared for this item, it can be seen that students in both groups answered conceptual question but while students in the PI groups solved the questions through discussion, students in CI groups solved individually. Percentages of item 13 indicated that in general, demonstrations are not a main part of either the PI or CI groups. However, both of the groups made one demonstration partially in class. Percentages for item 14 indicated that numerical questions were solved in both of the groups most of the times. Sometimes designated questions were not solved or number of them decreased due to time pressure but since the situations are same for both groups, there is nothing different for control and experimental groups. Lastly, when percentages are compared for the item 15, it can be seen that students in both groups solved numerical questions but percentage of “yes” for the PI groups was greater than that of the CI groups which means that the PI groups are more student centered than the CI.

According to these results, method used in experimental groups was student centered and there were always conceptual questions answered through discussion sessions among peers however, method used in control groups were always teacher centered and conceptual questions answered individually. It is important to note that number of conceptual questions solved in both groups was same but methodology was different. All these results were expected once and therefore, treatment verification is supported. It can be said that, the groups, that instructed with the PI, implemented instruction according to the peer instruction methodology and groups, that instructed with the CI, did not implement any methodology related to the PI.

Table 4.13 Items related to methodology and their percentages

Question number	# of observations	PI			CI		
		Yes	No	Partially	Yes	No	Partially
6	5	80	-	20	100	-	-
7	5	100	-	-	100	-	-
8	5	100	-	-	-	100	-
9	5	100	-	-	-	100	-
10	5	100	-	-	-	100	-
11	5	100	-	-	-	100	-
12	5	100	-	-	-	100	-
13	5	-	80	20	-	80	20
14	5	60	20	20	60	20	20
15	5	60	-	40	40	20	40

#### 4.5 Summary of the findings of the study

Findings of the study could be summarized as follows:

- The descriptive study indicated that; although students' mean score over achievement was low when compared to the possible maximum score from the CEAT, treatment increased the general mean of the CEAT from pre test to post test. Descriptive study also indicated that, students instructed with the PI retain more as compared to the students instructed with CI. Lastly, general mean of the pre-ATCES remained almost same after the treatment.
- The statistical analyses showed that independent variables of pre-CEAT and pre-ATCES have significant correlations with at least one of the dependent variables of post-CEAT, post-ATCES and delayed post-CEAT, therefore, independent variables of pre-CEAT and pre-ATCES were used as the covariates of the study.

- Assumptions of normality, homogeneity of regression, equality of variances, multicollinearity and independency of observations for inferential statistics were checked and validated.
- Statistical analysis of MANCOVA and follow-up ANCOVA showed that, there was significant effect of the PI on the post-CEAT. Students instructed with the PI had better achievement scores as compared to the students instructed with CI.
- Statistical analysis of MANCOVA and follow-up ANCOVAs showed that, there was no significant effect of the PI on the post-ATCES.
- Results of the repeated measure ANCOVA indicated that students instructed with the PI retain more than students instructed with the CI.
- The results of the observation checklist indicated that physical conditions of the classrooms and teacher characteristics were almost same for all groups. Moreover, groups that instructed with the PI implemented instruction according to the peer instruction methodology and groups that instructed with the CI did not implement any methodology related to the PI. In other words, teachers in all of the groups implemented the methodologies properly as appropriate to the guidelines and lesson plans given to them.

## CHAPTER 5

### DISCUSSION, CONCLUSION and RECOMMENDATIONS

#### 5.1. Discussion of the results

This study was investigated the effect of the peer instruction which was introduced and developed by Mazur (1997). Although there were some studies in literature that mention about the peer instruction as a subtitle of cooperative or collaborative learning, method developed by Mazur is completely different from that method. Moreover, since Mazur is studying on physics, researchers come across with his studies are also generally physics educators. This is why, his method is not widespread among educators other than studying in physics area and hence number of studies investigating his methodology is limited. In addition to these, related studies are divided into two categories according to their research types; qualitative and quantitative ones. In spite of the limited number of studies, there are studies that investigated and reported the effect of the peer instruction on students' science/physics achievements and attitudes (Crouch & Mazur, 2001; Eryilmaz, 2004; Fagen et al., 2002; Mazur, 1997). When investigated, all of these studies obtained similar findings. For instance, in all of the cases, students obtained better grades from the related achievement test after the implementation of the peer instruction. This study also supported the findings of these studies. In line with the results of the study of Eryilmaz (2004) and Mazur study group, in our study, the peer instruction increased students' average achievement means. However, when we examine the mean scores of students instructed with the peer instruction and the conventional instruction, it was seen that even after the treatment students in both groups have low scores from achievement test. Reason

of these low scores and means may be the conceptual questions asked in the achievement test. Moreover, although it is said that the CEAT is an achievement test, it has some questions that include distracters which are common misconceptions indicated in the related literature. Therefore in general, achievement scores of students in both groups are low.

Actually, our study has some major differences when compared to the ones mentioned above. For example, in the related literature, it was seen that there were studies that studied the effect of the peer instruction on university and high school level. But, no study has been found which examines the effect of the peer instruction on elementary school level. In fact, this is more than the grade level difference. Although it is defended in the literature that the peer instruction is effective on university and high school grades, one can ask that how elementary school students respond this approach and how they achieve discussion part of the peer instruction methodology. It can also be wondered that whether elementary school students make use of the peer instruction or not while discussing the conceptual questions. Hence, in that manner this study added value to the educational research and it was observed that, the peer instruction have positive effect on elementary schools students' science achievements. The other major difference of this study from the others is that, any study in the related literature, investigating the effects of the peer instruction, did not study on retention rates of students after implementing the peer instruction. In this study, however, in addition to the effects of the peer instruction on sixth grade elementary school students' science achievements and attitudes on electricity subject; retention rates of sixth grade elementary school students' in science were also investigated. It was observed that the peer instruction is effective on students' retention rates. In other words, students instructed with the peer instruction retain learned science concepts more than students instructed with the conventional instruction. There could be some possible reasons of this situation. For instance, one can easily say that students instructed with the peer instruction do not need to memorize things.

They can easily understand and comment on concepts by the help of discussion sessions which actualized over conceptual questions and among peers. Therefore, when the time passes they can easily remember the things that they discuss.

In spite of the positive contributions of the peer instruction to students' achievements and retention rates, effect of it on students' attitudes could not be found statistically significant in this study. This may due to some reasons; first of all, most of the students initially had almost neutral attitudes towards electricity since they didn't like electricity subject so much because of its abstractness. The second reason could be the duration of the study. Since the study continued for three weeks; time may not be enough to change students' attitude in a positive manner. Moreover, since students come across such an interactive method for the first time in their school, it might be difficult for them to adapt and feel positive in a short time and as a result of late perception of method by the students, attitudes toward subject also may not improve. As a last point, reading assignments and quizzes may have affected students' attitudes negatively.

From the studies reviewed the most similar one to this study is the study of Eryilmaz (2004). It was the first study that investigated the effects of the peer instruction on students' achievement and attitudes in Turkey. Eryilmaz (2004) conducted her study in six different classes with total of 192 tenth grade students in Yenimahalle district of Ankara. She prepared lesson plans and concept tests on the subject of mechanics. One class of each teacher was instructed by the peer instruction while the other was instructed by the conventional instruction. Although basic points of study of Eryilmaz (2004) and this study are similar to each other, grade levels are different. While one of the study examined the achievement and attitudes of the tenth grade high school students in mechanics, this study examined the achievements and attitudes of the sixth grade elementary school students in electricity. Moreover, results are consistent and support each other.

In this study, effect size was preset to medium level (.15) at the beginning of the study. Moreover, SPSS calculated it as .26 for the post-CEAT and .01 for the post-ATCES. The value for the post-CEAT is approximately equal to large effect size so it can be concluded that this study has practical significance for the students' science achievements which means that the peer instruction has both statistically and practically positive effect on students' science achievements. Moreover, it has found in this study that retention rates of students instructed with the PI and CI changes in different rates as time passes; this result is also practically significant due to calculated effect size value of .13 which is almost equal to the preset value.

## 5.2. Internal validity of the study

Possible threats to the internal validity of this study and used methods in order to minimize their effects were discussed in this section. Internal validity of the study means that observed differences on the dependent variable are directly related to the independent variable, and not due to some other unintended variable (Fraenkel & Wallen, 1996, p. 242). To determine whether the changes in students' science achievement, attitudes and retention rates are directly related to the peer instruction or not, several possible threats to internal validity of the present study were considered by the researcher such as subjects' characteristics, mortality, location, instrumentation, data collector bias, testing, location, history, maturation, attitudinal, regression and implementer threats. Since experimental designs are effective in controlling some of these threats such as subject characteristics, mortality, history and maturation, researcher mostly paid attention to the other threats.

Probably the most important threat in experimental studies is attitudinal threat. Hawthorne and John Henry effects can produce short term effects due to special attention to the experimental group and the desire of a control group to

exceed the performance of an experimental group, respectively. For instance, in the present study, students in the experimental groups may improve due to extraordinary nature of the peer instruction or students in the control group may do poorly due to perceived unfairness. To eliminate these effects, teachers were informed about making their peer instruction sessions less novel and part of a regular routine. For instance, teachers did not mention about the positive sides of the peer instruction in their classes. They also did not behave as if the peer instruction is a new approach and they continued their routines in the class. They just apply the methodology without changing their behaviors to class completely. This is why; students in control group can not realize what is going on in their friends' classes. Moreover if the students in control group recognize that their friends are doing something different, this continues for one or two day. After that, this new things also becomes routine and do not effects the results due to desensitization in three weeks. Therefore in this study, effects of Hawthorn and John Henry are limited.

Although subject characteristics are controlled by the experimental designs, it can still be a threat to the present study since we could not randomly assign students to the treatments. Three characteristics of the students, which are gender, pretest scores of students on the CEAT and pretest scores of students on the ATCES were considered as confounding variables for the study and were included in the covariate set to statistically equalize students on these variables. Some other subject characteristics such as students' intelligences, prior science experiences and socioeconomic levels were assumed as equally distributed among all groups.

The use of pretest sometimes can cause differential effects in studies since exposing to pretest might affect students' performance on the lessons and post-test. However, it is assumed that pre-test would affect both the treatment and control groups equally. Beside this, the study was conducted for three weeks and pre-test was administered one week before the treatment and post-test administered one week after the treatment. As a result, preset is not a threat for



this study. History and location threats were also tried to control by administrating the test and scales to all groups approximately at the same time and in similar conditions. Data collector characteristics and data collector bias were controlled by training the teachers so that they use standard procedures while collecting data. Implementation was also not a threat since teachers were trained, and observation was made throughout the implementation for each group. Moreover, teachers and the researcher had meetings several times during the implementation period in order to standardize implementation. Lastly, to control mortality, missing data analysis was conducted.

To prevent ethical problems, all subjects were given enough information on the aims of the study sincerely and they were protected from any physical and psychological harm. Moreover, prior to study, teachers were informed about the observations of the lessons by the researcher. Furthermore, to ensure confidentiality of data, names of the participants and schools were only used by the researcher and they were replaced by numbers in the data set.

### 5.3. External validity of the study

The population generalizability refers to the degree to which a sample of a study represents the population of interest (Fraenkel & Wallen, 1996, p.107). In this study, accessible population was defined as all sixth grade public elementary school students in the central Yenimahalle sub district of Yenimahalle district. There are six public elementary schools in the central Yenimahalle sub district and there are approximately 30 sixth grade classrooms in these schools. Total number of sixth grade students in these six schools is almost 900. Out of six schools, two were selected conveniently and 4 classrooms from these two schools were selected randomly. As a result, 121 students in the central Yenimahalle district constituted sample of the study. Selected number of schools, classes and sample constituted more than 10% of the total number of public elementary

schools, classes and population of the central Yenimahalle district, respectively. Actually this sample is enough to represent the population; however, since subjects of the study were not selected randomly from accessible population, generalization of results of this study is limited to similar populations of public elementary school students in central Yenimahalle district.

The degree to which the results of a study can be extended to other settings or conditions is called ecological generalizability (Fraenkel & Wallen, 1996, p.109). For this study, all treatments and testing procedure took place in small, sunny, warm classrooms with approximately 30 students, during regular class time. Therefore it was believed that results may be generalized to other public elementary schools that have similar settings and conditions with this study. As a result, results of the study could be generalized to the public elementary schools in central Yenimahalle district of Ankara and also any other public elementary schools that have similar conditions to the ones in this study.

#### 5.4. Conclusions

As previously mentioned, the sample of the study chosen from the accessible population was a sample of convenience. Hence, there was a limitation on the generalizability of this research. The conclusions given below can be generalized to similar public elementary schools in central Yenimahalle districts of Ankara.

The peer instruction affected students' achievement in electricity subject significantly which means that students instructed with the peer instruction have better achievement scores when compared to students instructed with the conventional instruction.

The peer instruction did not affect students' attitudes towards electricity subject significantly.

The effect of the peer instruction on students retention rates were found as statistically significant which means that students instructed with the peer instruction retain learned science concepts more than students instructed with the conventional instruction.

### 5.5. Implications

According to the findings of this study following suggestions can be offered:

Faculties of education should be sensitive while preparing their teachers. These candidates should be equipped with active learning strategies and any other methodologies that can be used in classrooms without spending too much time and money. The peer instruction method with its easy and inexpensive implementation should also be included in the curriculum of method of teaching courses in addition to the other methods.

Science teacher should be aware of different teaching methodologies. They should pay special attention to the student centered instruction methods. Moreover, since the peer instruction is easy to implement in almost any subject and since it does not require significant expenditures of time or money, science teachers may try this method in their classrooms easily. Besides having the advantage of engaging the students and making the lessons more interesting to students with minimum effort, this method gives the teacher significant feedback about where the class is and what they know. The peer instruction is also such an instructional method that it can be easily implemented in crowded classes. Therefore, widely use of the peer instruction is recommended to the teachers. Teachers who wanted to use the peer instruction in their science classes may make use of the materials developed for this study.

The Ministry of National Education should consider that to achieve conceptual understanding and as a result of this, higher achievement in science

education, it is necessary to change method of instruction from the conventional instruction to any other student centered instruction which is easy to implement without requiring too much time to training of teachers and too much money to purchasing educational materials. The peer instruction can be an alternative for them. Moreover, teachers should be informed about this new instructional method by means of in-service trainings.

Textbooks that include conceptual explanation and conceptual questions are needed for better peer instruction implementations. So, authors and researchers can work to develop textbooks appropriate to the peer instruction.

#### 5.6. Recommendations for further research

This study has suggested some recommendations for further researches:

Future studies may examine the effect of the peer instruction on students' science achievement and attitudes on different branches of science or any other subjects in different grade levels.

Future studies may examine the effect of the peer instruction on students' science achievements and attitudes after implementing the method for a long term period which causes more healthy results since students get used to the methods and this gives more accurate results.

Future studies may examine qualitative dimension of the peer instruction. In other words, "what is going on in class when implementing the peer instruction" and "what are the changes in class after the implementation" questions can be investigated qualitatively.

Sample size of a further research may be increased and also teachers that will participate in the study may be included in the study from start to end. Especially in the process of preparation of the materials related to the methodology, their participation and contribution should be taken into account.

Since any methodology becomes tiresome with repetition, future studies may examine effects of the peer instruction method integrated with any activities such as demonstrations, daily life examples, experiments, games on students' achievement and attitudes.

## REFERENCES

- Ağazade, A. (2001). *A linear structural relations modeling of individual learner factors affecting English medium Turkish university non-English major freshman students' general English proficiency level attainment*. Unpublished Doctoral Thesis, Middle East Technical University, Ankara.
- Anderson, A., Howe, C., Soden, R., Halliday, J. & Low, J. (2001) Peer interaction and the learning of critical thinking skills in further education students. *Instructional Science*, 29, 1-32.
- Bigge, M. L. (1982). *Learning theories for teachers*. New York: Harper & Row, Publishers, Inc.
- Bonwell, C. & Eison, J. (1991). Active learning: creating excitement in the classroom. Retrieved June 2, 2007 from, <http://www.ntlf.com/html/lib/bib/91-9dig.htm>
- Cannon, R.K. & Simpson, R.D. (1985). Relationships among attitude, motivation, and achievement of ability grouped, seventh-grade, life science students. *Science Education*, 69, 121-138.
- Cohen, J. & Cohen, P. (1983). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences*. Second Edition. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Crouch, C. H. & Mazur, E. (2001). Peer instruction: ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, 69, 9, 970-977.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23, 7, 5-12.
- Duch, B. J. (1996). Problem-based learning in physics: The power of students teaching students. *Journal of College Science Teaching*, 15, 5, 326-329.

- Duschl, R. A. & Gitomer, D. H. (1991). Epistemological perspectives on conceptual change: Implications for educational practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 26, 9, 839-858.
- Eryilmaz, H. (2004). *The effect of peer instruction on high school students' achievement and attitudes toward physics*, Unpublished doctoral thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- Fagen, A. P., Crouch, C. H. & Mazur, E. (2002). Peer instruction: results from a range of classrooms. *The Physics Teacher*, 40, 206-209.
- Felder, R. M. & Brent, R. (1996). Navigating the bumpy road to student centered instruction. *College Teaching*, 44, 2, 43-47.
- Felder, R. M., Stice, J.E. & Rugarcia, A. (2000a). The future of engineering education. VI. Making reform happen. Retrieved June 2, 2007 from, [http://www2.ncsu.edu/unity/lockers/users/fffelder/public/Papers/Education\\_Papers.html](http://www2.ncsu.edu/unity/lockers/users/fffelder/public/Papers/Education_Papers.html)
- Felder, R. M., Stice, J. E. & Rugarcia, A. (2000b). The future of engineering education. II. Teaching methods that work. Retrieved June 2, 2007 from, [http://www2.ncsu.edu/unity/lockers/users/fffelder/public/Papers/Education\\_Papers.html](http://www2.ncsu.edu/unity/lockers/users/fffelder/public/Papers/Education_Papers.html)
- Fraenkel, J. R. & Wallen, N. E. (2003). *How to design and evaluate research in education*. 6th edition, New York: McGraw-Hill, Inc.
- Gagne, R. M. (1965). *The conditions of learning*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Hake, R.R. (1998a). Interactive engagement vs. traditional methods: A six thousand students' survey of mechanics test data for introductory physics courses. Retrieved June 2, 2007 from, <http://www.physics.indiana.edu/~sdi/>.
- Hake, R. R. (1998b) Interactive engagement vs. traditional methods in mechanics instruction. Retrieved June 2, 2007 from, <http://www.physics.indiana.edu/~sdi/>.

- Halloun, I. & Hestenes, D. (1985). The initial knowledge state of college physics students. Retrieved June 2, 2007 from, <http://modeling.la.asu.edu/R&E/InitialKnowledge.pdf>
- Hardal, Ö. (2003). *The effects of hands-on activities on ninth grade students' achievement and attitudes towards physics*. Unpublished master thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- Heller, P. (1992). Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 2: Designing problems and structuring groups. *American Journal of Physics*, 60, 7.
- Heller, P., Keith, R. & Anderson, S. (1992). Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 1: Group versus individual problem solving. *American Journal of Physics*, 60, 7, 627-636.
- Herron, J. D. & Nurrenbern, S. C. (1999). Chemical education research: improving chemistry learning. Retrieved June 2, 2007 from, <http://jchemed.chem.wisc.edu/Journal/Issues/1999/Oct/index.html>
- Hertz-Lazarowitz (1992). Understanding interactive behaviors: Looking at six mirrors of the classroom. In R. Hertz-Lazarowitz & N. Miller (Eds.), *Interaction in cooperative groups: The theoretical anatomy of group learning* (pp.145-173). Cambridge University Press.
- Johnson, D. W. & Johnson, R. T. (1987). *Learning together and alone. Cooperative, competitive and individualized learning*. 2nd edition. Englewood cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Johnson, D.W., Johnson, R. T. & Stanne, M. B. (2000). Cooperative learning methods: A meta-analysis. Retrieved June 2, 2007 from, <http://www.clcrc.com/pages/cl-methods.html>.
- Johnson, D.W., Maruyama, G., Johnson, R., Nelson, D. & Skon, L. (1981). Effects of cooperative, competitive and individualistic goal structures on achievement: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 89, 47-62.



- Joyce, A.B. & Farenga, J. S. (1999). Informal science experiences, attitudes, future interest in science, and gender of high-ability students: An exploratory study. *School Science and Mathematics*, 99 (8), 431-437.
- Kahle, J. B. & Lakes, M. K. (1983). The myth of equality in science classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(2). 131-140.
- Keyser, M. W. (2000). Active learning and cooperative learning: understanding the difference and using both styles effectively. *Research Strategies*, 17, 35-44.
- Listerman, T. W. (1999). Peer instruction in an algebra-based general physics course. Retrieved June 2, 2007 from, <http://adsabs.harvard.edu/abs/1999APS..OSF..CC02L>
- Mazur, E. (1997). *Peer instruction: A user's manual*. Prentice Hall, New York, USA.
- McCloskey, M. (1983). Intuitive physics. *Scientific American*, 248, 4, 122-130.
- McDermott, L.C. (1984). Research on conceptual understanding in mechanics. *Physics Today*, 37, 7, 24-32.
- McDermott, L. C. (1991). Millikan lecture 1990: What we teach and what is learned: Closing the gap. *American Journal of Physics*, 59, 301-315.
- McDermott, L. C. (1993). Guest comment: how we teach and how students learn: a mismatch? *American Journal of Physics*, 61, 295-298.
- McDermott, L.C. & Shaffer, P.S. (1992). Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity, Part I: Investigation of student understanding. *American Journal of Physics*. 60, 994-1003.
- Meltzer, D. E. & Manivannan, K. (2002). Transforming the lecture hall environment: The fully interactive physics lecture. *American Journal of Physics*, 70, 6, 639-654.
- Miner, G. K. (1999). Peer instruction in a conceptual-based physical science course. Retrieved June 2, 2007 from,

<http://adsabs.harvard.edu/abs/1999APS..OSF..CC06M>

- Murray, M. H. (1999). Building networks through peer interaction. *Journal of Professional issues in Engineering Education and Practice*, October, 159-162.
- Niemi, H. (2002). Active learning-A cultural change needed in teacher education and schools. *Teaching and Teacher Education*, 18, 763-780.
- Osborne, J. (2003) Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
- Paulson, D. & Faust, J. (2000). Active learning. Retrieved June 2, 2007 from, [http://www.calstatela.edu/centers/cetl/instspeak/scl/active\\_learning](http://www.calstatela.edu/centers/cetl/instspeak/scl/active_learning).
- Pilzer, S. (2001). Peer instruction in physics and mathematics. Retrieved June 2, 2007 from, [http://findarticles.com/p/articles/mi\\_qa3997/is\\_200106/ai\\_n8963033](http://findarticles.com/p/articles/mi_qa3997/is_200106/ai_n8963033)
- Reif, F. (1995). Millikan lecture 1994: Understanding and teaching important scientific thought processes. *American Journal of Physics*, 63, 1, 17-32.
- Romig, J. L. & Allbee, I. E. (2000). Some guidelines for active learning in the college classroom. Retrieved June 2, 2007 from, <http://www.drake.edu/romig/activeIng>.
- Selley, N. (1999). *The art of constructivist teaching in the primary school*. David Fulton Publishers, London.
- Sencar, S. (2001). *The effect of gender on different categories of ninth grade students' misconceptions concerning simple electric circuits*. Unpublished master thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- Shipstone, D.M., Rhöneck, C.V., Jung, W., Karrqvist, C., Dupin, J., Joshua, S. & Lieht, P. (1988). A study of secondary students' understanding of electricity in five European countries. *International Journal of Science Education*, 10(3), 303-316.

- Simpson, R.D., Koball TR., Oliver, J.S. & Crawley, FE. (1994). Research on the affective dimension of science learning. In D.L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (pp. 211-234). New York: Macmillan
- Simpson, R. D. & Oliver, J. S. (1985). Attitude towards science and achievement motivation profiles of male and female science students in grade six through ten. *Science Education*, 69, 511-526.
- Simpson, R. D. & Oliver, J. S. (1990). A summary of major influences on attitude toward an achievement in science among adolescent students. *Science Education*, 74 (1), 1-18.
- Skon, L., Johnson, D. W. & Johnson, R. T. (1981). Cooperative peer interaction versus individual competition and individualistic efforts: effects on the acquisition of cognitive reasoning strategies. *Journal of Educational Psychology*, 73, 1, 83-92.
- Slavin, R. E. (1992). When and why does cooperative learning increase achievement? Theoretical and empirical perspectives. In R. Hertz-Lazarowitz & N. Miller (Eds.), *Interaction in cooperative groups: The theoretical anatomy of group learning* (pp. 145-173). Cambridge University Press.
- Snider, L. A. (2004). Teaching students to think using peer instruction and student electronic response (PISER) for the enhancement of conceptual and critical learning. Retrieved June 2, 2007 from, <http://www.cdtl.nus.edu.sg/link/mar2004/tm2.htm>
- Sönmez, G. (2002). *The role of refutational text supported with discussion web in overcoming difficulties with electric current concepts of 6th grade students*. Unpublished master thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.

- Stevens, R. J. & Slavin, R. E. (1995). The cooperative elementary school: Effects on students' achievement, attitudes, and social relations. *American Educational Research Journal*, 32, 321-351.
- Taşlıdere, E. (2002). *The Effect of conceptual approach on students' achievement and attitudes towards physics*, Unpublished Master Thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- Van Dijk, L. A., Van Den Berg, G. C. & Van Keulen, H. (2001). Interactive lectures in engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 26, 1, 15-28.
- Van Heuvelen, A. (1991) Learning to think like a physicist. *American Journal of Physics*, 59, 888-897.
- Vygotsky, L. (1978): *Mind in society: The development of higher psychological processes*. MA: Harvard University Press.
- Webb, N. M. (1992). Testing a theoretical model of student interaction and learning in small groups. In R. Hertz-Lazarowitz & N. Miller (Eds.), *Interaction in cooperative groups: The theoretical anatomy of group learning* (pp. 145-173). Cambridge University Press.
- Weinstein, B.D. & Bearison, D.J. (1985). Social interaction, social observation, and cognitive development in young children. *European Journal of Social Psychology*, 15, 333-343.
- Wood, D. (1998). *How children think and learn: The social context of cognitive development*. Blackwell Publishers, Oxford, UK.
- Wyckoff, S. (2001). Changing the culture of undergraduate science teaching. *Journal of College Science Teaching*, 30, 306-312.
- Yager, R. (1991). The constructivist learning model, towards real reform in science education. *The Science Teacher*, 58 (6), 52-57.

## APPENDIX A

### OBJECTIVE LIST

1. Elektrik potansiyel enerjisinin ısı veya ışık enerjisine dönüştüğü örnekleri saymak.
2. Zıt yüklü iki küre iletken bir tel ile birleştirildiğinde, yüklerinin tel üzerinden geçtiğini açıklamak.
3. Elektrik yüklerinin hareketinden faydalanabilmek için yük akışının devamlılığının önemli olduğunu açıklamak.
4. Yüklerin bir iletken üzerinden uzun süre akabilmesi için potansiyel farkın gerekli olduğunu belirtmek.
5. Pilin sabit bir potansiyel fark kaynağı olduğunu ifade etmek.
6. Islak pilin yapısını açıklamak.
7. Islak pil ile kuru pili karşılaştırmak.
8. Pil kullanırken dikkatli olunması gerektiğini ifade etmek.
9. Yüklerin akabilmesi (elektrik akımı) için kapalı bir devrenin gerekliliği söylemek.
10. Kapalı devreyi tanımlamak.
11. Açık ve kapalı devreyi ayırt edebilmek.
12. Basit elektrik devresi elemanlarını saymak.
13. Basit elektrik devresinde yer alan elemanların fonksiyonlarını tanımlamak.
14. Bir lambanın devreye bağlanacağı noktaları tanımlamak.
15. Anahtarın, elektrik akımının (yüklerin akışının) kontrolü için kullanıldığını açıklamak.
16. Pil, lamba ve tellerden oluşan çeşitli devre resimlerini yorumlamak.
17. Pil, lamba ve tel kullanarak bir lambanın nasıl yakılabileceğini açıklamak.

18. Kapalı bir elektrik devresinde iletken bir tel üzerinde akan elektronların yönünü göstermek.
19. Kapalı bir elektrik devresinde elektrik akımının izlediği yolu göstermek.
20. Elektriksel direnci tanımlamak.
21. Elektrik devrelerinin, elektriksel direnç yardımı ile ışık ve ısı üretebileceklerini açıklamak.
22. Elektriksel direncin güncel hayatta kullanılan uygulamalarına örnek verebilmek.
23. Bir telin elektriksel direncinin telin çeşidine bağlı olduğunu söylemek.
24. Bir telin sahip olduğu kesit alanı ile elektriksel direncini ilişkilendirmek.
25. Bir telin sahip olduğu uzunluk ile elektriksel direncini ilişkilendirmek.
26. Elektriksel direnci etkileyen faktörleri birbirleri ile ilişkilendirmek.
27. Elektriksel direnci etkileyen faktörler ile ilgili problemler çözmek.
28. Elektrik akımını tanımlamak.
29. Potansiyel farkı tanımlamak.
30. Elektrik akımının nasıl ölçüldüğünü açıklamak.
31. Ampermetrenin elektrik devrelerine nasıl bağlandığını açıklamak.
32. Devredeki akımın herhangi bir devre elemanı tarafından harcanmadığını belirtmek.
33. Devrenin farklı noktalarındaki akım değerini söylemek.
34. Potansiyel farkının nasıl ölçüldüğünü açıklamak.
35. Voltmetrenin elektrik devrelerine nasıl bağlandığını açıklamak.
36. Akım, potansiyel fark ve direnci birbirleri ile ilişkilendirmek.
37. Seri bağlı devrelerde her bir devre elemanından aynı miktarda akım geçeceğini ifade etmek.
38. Seri bağlı devrelerde eşdeğer direnci hesaplamak.
39. Seri bağlı direnç sayısının artmasının devre üzerindeki etkilerini açıklamak.
40. Devreye seri bağlanan direnç sayısının artması ile eşdeğer direnci ilişkilendirmek.

41. Devrenin sahip olduğu potansiyel farkın seri bağlı dirençler üzerindeki potansiyel farkların toplamına eşit olduğunu söylemek.
42. Seri bağlı devrelerde pilin sağladığı potansiyel farkın devre elemanlarının dirençleri ile doğru orantılı olarak paylaşılacağını ifade etmek.
43. Paralel bağlı devrelerde her bir devre elemanından farklı miktarda akım geçeceğini ifade etmek.
44. Paralel bağlı devrelerde eşdeğer direnci hesaplamak.
45. Paralel bağlı direnç sayısının artmasının devre üzerindeki etkilerini açıklamak.
46. Devreye paralel bağlanan direnç sayısı artması ile eşdeğer direnci ilişkilendirmek.
47. Pilin sağladığı potansiyel fark ile pile paralel bağlanan dirençlerin potansiyel farkının aynı olduğunu ifade etmek.
48. Paralel bağlı devrelerde ana koldaki toplam akımın devre elemanlarının dirençleri ile ters orantılı olarak kollara ayrılacağını ifade etmek.
49. Elektrik devrelerine yeni bir direnç eklenmesi ya da çıkarılması sonucunda devreden geçen akımı yorumlamak.
50. Seri ve ya paralel bağlı lambaların parlaklıklarını karşılaştırmak.

## APPENDIX B

### TABLE OF TEST SPECIFICATION

Objective level	Knowledge	Comprehension	Application	Analysis	Synthesis	Evaluation	Total (objectives)	Total (questions)
Content								
I - Elektrik akımı	1, 2, 6	3, 4, 5, 7, 8					8 (%16.00)	
Questions		6, 7, 16						3 (%10.71)
II - Elektrik devreleri	9, 10, 12, 18, 19	13, 14, 15	11, 16, 17				11 (%22.00)	
Questions	26, 27, 28	1, 14, 15, 17						7 (%25)
III - Direnç ve direnç etkileyen faktörler	20, 21, 23	22, 24, 25	26, 27				8 (%16.00)	
Questions	24	18	20					3 (%10.71)
IV - Akım ve Potansiyel Fark	28, 29, 32	30, 31, 34, 35	33, 36				9 (%18.00)	
Questions	11, 13	10	2, 21					5 (%17.86)
V - Dirençlerin seri ve paralel bağlanması	37, 41, 42, 43, 47, 48	39, 45	38, 40, 44, 46, 50	49			14 (%28.00)	
Questions	23, 25	3, 5, 8	4, 9, 12, 19, 22					10 (%35.71)
Total (objectives)	20 (%40.00)	17 (%34.00)	12 (%24.00)	1			50 (%100.00)	
Total (questions)	8 (%28.57)	12 (%42.86)	8 (%28.57)					28 (%100.00)



## APPENDIX C

### CURRENT ELECTRICITY ACHIEVEMENT TEST

**Adı** : .....

**Soyadı** : .....

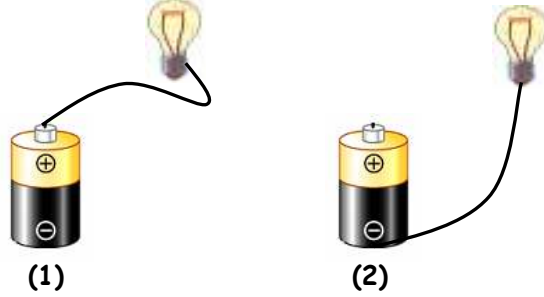
**Sınıfı** : .....

**Cinsiyeti**  Kız  Erkek

Sevgili öğrenciler,

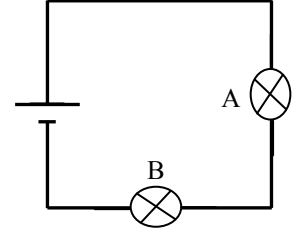
Bu testin amacı "Yaşamımızı Yönlendiren Elektrik" Ünitesinde yer alan "Akan Elektrik" konusu ile ilgili olarak bulunduğunuz düzeyi tespit etmektir. Testin sonuçları sizler için daha iyi ve anlaşılır bir fen bilgisi dersi tasarlanmasında kullanılacaktır. 28 sorudan oluşan bu testte yer alan soruları dikkatlice okuyunuz ve tüm soruları cevaplamaya çalışınız.

1. Aşağıda bir lamba, bir pil ve bir iletken telden oluşan iki şekil görüyorsunuz. Verilen şekillere göre, aşağıdaki seçeneklerden doğru olanı işaretleyiniz.



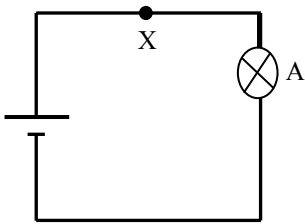
- a) Şekil 2'deki lamba yanmaz fakat Şekil 1'deki lamba yanar, çünkü pilin (+) ucundan çıkan elektrik akımı lambaya ulaşır.
- b) Şekil 1'deki lamba yanmaz fakat Şekil 2'deki lamba yanar, çünkü pilin (-) ucundan çıkan elektrik akımı lambaya ulaşır.
- c) İki şekilde de lamba yanmaz çünkü devrelerden akım geçmez.
- d) Her iki şekilde de lamba yanar çünkü lamba ve pil arasındaki tek bir tel bağlantısı, lambanın yanması için yeterlidir.

2. Şekilde verilen devrede birbirine seri olarak bağlanmış A ve B lambalarını görüyorsunuz. Bu lambaların parlaklıkları ile ilgili aşağıdaki yargılardan hangisi doğrudur?

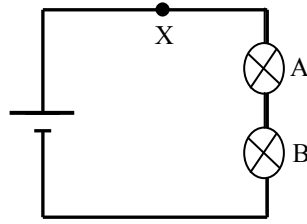


- a) B lambası A lambasından daha az parlak yanar çünkü A lambası akımın bir kısmını kullanmıştır ve B lambasına ulaşan akım şiddeti azalmıştır.
- b) A lambası B lambasından daha az parlak yanar çünkü A lambası B lambasına göre pilden daha uzakta bulunmaktadır.
- c) A ve B lambalarının parlaklıkları aynıdır, çünkü pilin (+) kutbundan gelen akım A lambasına ulaşır, pilin (-) kutbundan gelen akım B lambasına ulaşır ve bu iki akımın şiddeti birbirine eşittir.
- d) A ve B lambalarının parlaklıkları aynıdır, çünkü devrede oluşan akım pilin iki kutbu arasında tek yönde hareket etmektedir ve iki lambadan eşit miktarda akım geçmektedir.

3. B lambası Şekil 1'de görülen devreye seri olarak bağlandığında Şekil 2'de görülen devre elde edilmektedir. Buna göre aşağıdaki bilgilerden doğru olanı işaretleyiniz. (A ve B lambaları özdeş)



Şekil 1

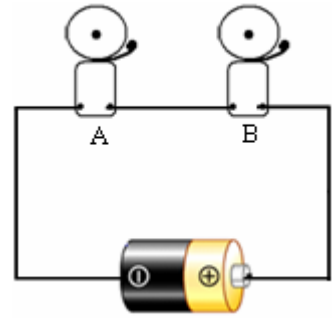


Şekil 2

- a) Şekil 1'de verilen devreye B lambası Şekil'deki gibi bağlandığında A lambasının parlaklığı azalır çünkü B lambası devrede sabit olan akımın bir kısmını harcar.
- b) Şekil 2' verilen devrede B lambasının parlaklığı A lambasının parlaklığından daha azdır çünkü A lambası akımın bir kısmını kullanır ve B lambasına daha az akım ulaşır.
- c) Her iki devrede de X noktasından geçen akım aynıdır çünkü devrede X noktasından önce akımı kullanabilecek bir lamba yoktur ve bu nedenle lamba sayısı bu noktadaki akım miktarını değiştirmez.
- d) Şekil 2'de verilen devrede A ve B lambaları eşit parlaklığa sahiptirler fakat ikisi de Şekil 1'de verilen devredeki A lambasından daha az parlak yanarlar.

4. Şekilde görülen devre için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?  
(Ziller aynı özelliklere sahiptir.)

- a) Şekilde görülen iki zil de çalar fakat B zili pilin (+) kutbuna daha yakın olduğu için daha güçlü çalar.
- b) Şekilde görülen iki zil de eşit şiddette çalar çünkü devreden geçen akım, pilin iki kutbu arasında tek yönde hareket etmekte ve iki zilden de eşit miktarda akım geçmektedir.
- c) Şekilde görülen iki zil de çalar fakat A zili pilin (-) kutbuna daha yakın olduğu için daha güçlü çalar.
- d) Şekilde görülen iki zil de eşit şiddette çalar çünkü devreden geçen akım ziller tarafından paylaşılır ve azalarak pile geri döner.



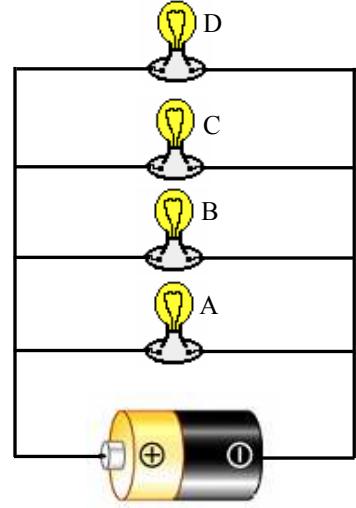
5. Aşağıda verilen cümleleri dikkatlice okuyup, verilen şekil için doğru olan seçeneği işaretleyiniz. (Lambalar özdeşdir.)

a) Şekilde görülen lambaların hepsi yanar çünkü pilin bir kutbundan A, B, C, D lambalarına doğru hareket edip daha sonra pilin diğer kutbuna geri dönen akım lambaların yanmasını sağlar.

b) Şekilde görülen lambaların hepsi yanar çünkü pilin (+) kutbundan gelen elektrik akımı ile pilin (-) kutbundan gelen elektrik akımı lambalarda karşılaşır ve lambaların yanmasını sağlar.

c) Şekilde görülen lambaların hepsi yanar fakat A lambası pile en yakın lamba olduğu için en parlak yanarken D lambası pile en uzak lamba olduğu için en az parlak yanar.

d) Şekilde görülen bütün lambaların parlaklıkları aynıdır. Devredeki akım lambalar tarafından eşit olarak paylaşılır ve harcanır.



6. Bir lambanın bir pile iletken teller ile bağlanması sonucunda lamba ışık vermektedir. Bu durumda aşağıda verilen cümlelerden doğru olanı işaretleyiniz.

a) Lamba devredeki elektrik akımının bir kısmını harcar.

b) Lamba devredeki elektrik potansiyel enerjisinin bir kısmını harcar.

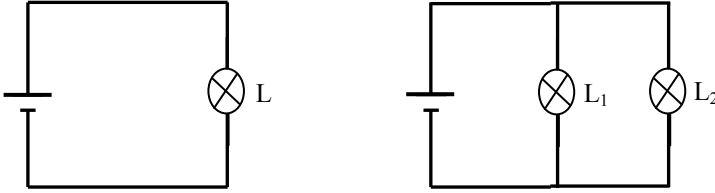
c) Aynı pil kullanılarak devreye başka lambalar eklendiğinde, devreden geçen toplam akım miktarı değişmez.

d) Lambanın parlaklığı devreye başka lambaların eklenmesinden sonra değişmez çünkü lambalardan geçen akım şiddeti iki durumda da aynıdır.

7. Aşağıdaki seçeneklerden doğru olanı işaretleyiniz.

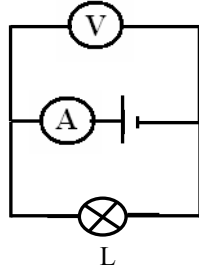
- a) Devre nasıl olursa olsun bir pil bütün devrelerde aynı elektrik akımını üretir.
- b) Pil, bütün devrelerde aynı toplam potansiyel farkına sebep olur.
- c) Tek direnci olan bir devreye yeni bir direnç paralel bağlandığında eşdeğer direnç artar.
- d) Pil, devredeki akımı oluşturan elektronların kaynağıdır.

8. Aşağıdaki elektrik devrelerinde piller ve lambalar özdeştir. Buna göre aşağıda verilen seçeneklerden doğru olanı işaretleyiniz.

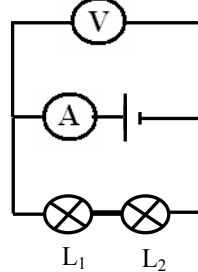


- a)  $L_1$  ve  $L_2$  lambalarının uçlarındaki potansiyel fark birbirine eşittir.
- b)  $L_1$  ve  $L_2$  lambalarının uçlarındaki potansiyel fark L lambasının sahip olduğu potansiyel farktan daha azdır.
- c)  $L_1$  ve  $L_2$  lambaları, L ye göre daha az parlak yanarlar.
- d) İkinci devredeki eşdeğer direnç daha büyük olduğu için devreden geçen toplam akım miktarı daha azdır.

9. Aşağıda verilen elektrik devreleri ile ilgili olarak aşağıda verilen bilgilerden doğru olanı işaretleyiniz. (Piller ve lambalar özdeştir.)



I. devre



II. devre

- a) İkinci devredeki voltmetre birinci devredeki voltmetreye göre daha düşük bir potansiyel fark gösterir.
- b)  $L_2$  lambası  $L_1$  lambasına göre daha parlak yanar çünkü pile daha yakındır.
- c)  $L_1$  ve  $L_2$  lambaları  $L$  lambasına göre daha az parlak yanarlar.
- d) Birinci devredeki ampermetrenin ölçtüğü toplam akım şiddeti ikinci devredeki ampermetrenin ölçtüğü toplam akım şiddetinden daha azdır.

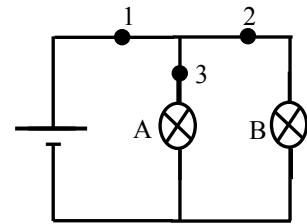
10. Aşağıdaki devrede 1, 2, 3 noktalarındaki akım miktarlarını karşılaştırınız ve doğru olan seçeneği işaretleyiniz.

- a) 2 ve 3 noktalarındaki akım miktarları birbirine eşittir. 1 noktasındaki akım, 2 ve 3 noktalarındaki akım miktarlarının toplamına eşittir.

- b) 1, 2 ve 3 noktalarındaki akımlar birbirine eşittir çünkü akım henüz lambalara ulaşmamıştır.

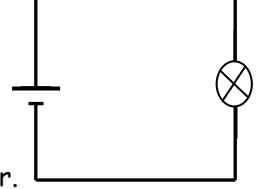
- c) 2 noktasındaki akım en büyüktür çünkü pilin (-) kutbuna en yakındır.

- d) 1 noktasındaki akım en küçüktür çünkü akım, A ve B lambalarından geçerken azalmıştır.

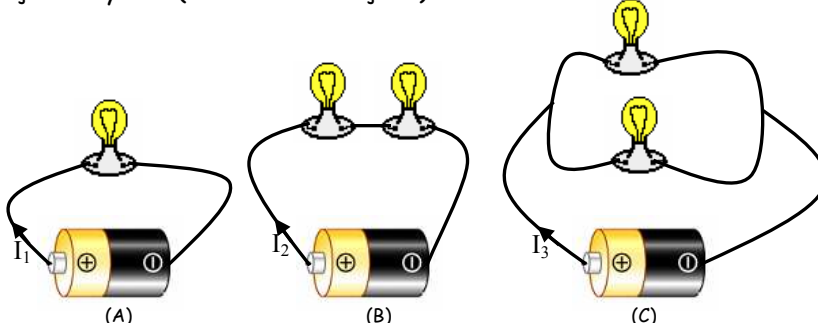


11. Şekilde görülen devreden geçen akım ile ilgili olarak aşağıda verilen bilgilerden hangisi doğrudur?

- a) Akım pilin her iki kutbundan çıkar ve lamba tarafından kullanılır.
- b) Akım, devrenin her yerinde aynıdır.
- c) Pilden uzaklaştıkça akım miktarı azalır.
- d) Akım, lambada kullanıldıktan sonra azalır ve böylece pile geri döner.



12. Şekilde görülen üç devreden geçen akım miktarları ile ilgili doğru seçeneği işaretleyiniz. (Lambalar özdeşdir.)

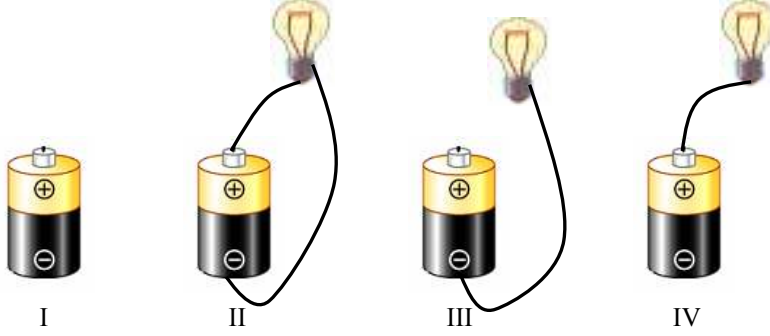


- a) Üç devrenin ana kollarından geçen akım miktarı birbirine eşittir ( $I_1 = I_2 = I_3$ ).
- b) B ve C devrelerindeki toplam lamba (direnç) sayısı aynı olduğu için akımlar da birbirine eşittir. A devresindeki akım farklıdır ( $I_2 = I_3 \neq I_1$ ).
- c) Ana koldan geçen toplam akım miktarı üç devrede de farklıdır.
- d) En fazla akım A devresinden geçer çünkü devredeki akım sadece bir lamba tarafından harcanır.

13. Aşağıda verilen seçeneklerden doğru olanı işaretleyiniz.

- a) Birbirlerine paralel ve seri olarak bağlanmış lambaların olduğu bir devrede pil, devredeki her lambaya aynı miktarda akım verir.
- b) Akım, devrede sadece bir yönde ve her bir devre elemanında azalarak akar.
- c) Akım, devre elemanları arasında eşit olarak paylaşılır.
- d) Pilden çıkan akımla pile geri dönen akım aynıdır ve akım bir yönde akar.

14, 15, 16 ve 17. soruları aşağıdaki şekillere göre cevaplayınız.



14. Yukarıdaki şekillerin hangisi ya da hangilerinde lamba ışık verir?

- a) *Yalnız II*   b) *Yalnız III*   c) *Yalnız IV*   d) *II, III ve IV*

15. Yukarıdaki şekillerin hangisi ya da hangileri kapalı bir devredir?

- a) *Yalnız II*   b) *Yalnız III*   c) *Yalnız IV*   d) *II ve III*

16. Yukarıdaki şekillerin hangisi ya da hangilerinde potansiyel fark vardır?

- a) *Yalnız I*   b) *Yalnız III*   c) *Yalnız IV*   d) *I, II, III ve IV*

17. Yukarıdaki şekillerin hangisi ya da hangilerinde akım vardır?

- a) *Yalnız II*   b) *Yalnız III*   c) *Yalnız IV*   d) *II ve III*

18. Aşağıda verilen ifadelerden hangisi bir elektrik devresindeki direncin görevini doğru olarak açıklar?

- a) Elektrik devrelerinin enerji ihtiyacını karşılar.  
b) Devre elemanlarının uçları arasındaki potansiyel farkını ölçer.  
c) *Devreden geçen akım miktarını sınırlar.*  
d) Devreden geçen akımı kesmeye ve devreye akım verilmesini sağlar.



19.  $R_1$  ve  $R_2$  dirençleri bir üretcin uçları arasına paralel olarak bağlanmıştır.  $R_2$ 'nin büyüklüğü azaltılacak olursa, aşağıdakilerden hangisi doğru olur?

- a)  $R_1$ 'den geçen akım şiddeti sabit kalır.
- b)  $R_1$ 'den geçen akım şiddeti artar.
- c) Devreden geçen akım şiddeti azalır.
- d)  $R_1$ 'in uçları arasındaki potansiyel fark azalır.

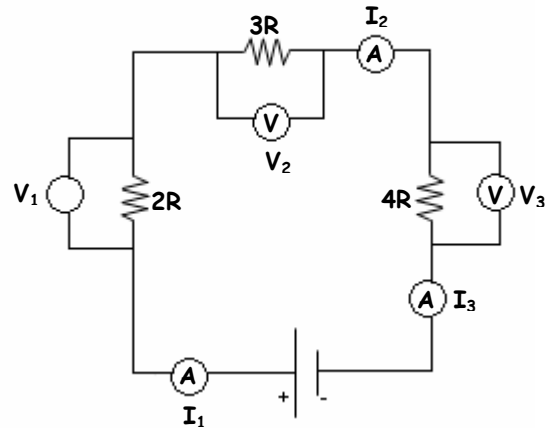
20. Bir iletken telin üzerinden geçen akım şiddeti arttırılmak isteniyor. Bunun için telle ilgili değişikliklerden hangisi ve hangileri yapılabilir?

- I- Telin boyu uzatılmalı
- II- Telin kesiti büyütülmeli
- III- Telin uçları arasındaki potansiyel fark düşürülmeli

- a) *Yalnız II*    b) I ve II    c) II ve III    d) I, II, III

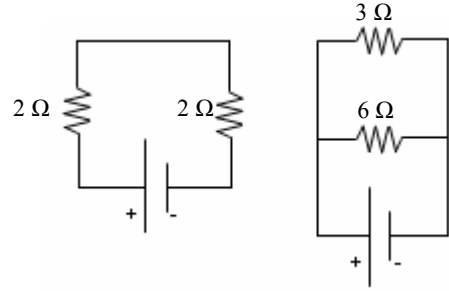
21. Şekilde gösterilen devrede ampermetrenin okuduğu değerler  $I_1, I_2, I_3$  ve voltmetrenin okuduğu değerler  $V_1, V_2, V_3$  tür. Bu değerler arasındaki ilişki nedir?

- a)  $V_3 > V_2 > V_1$      $I_1 = I_2 = I_3$
- b)  $V_1 = V_3 < V_2$      $I_1 = I_2 > I_3$
- c)  $V_2 > V_1 = V_3$      $I_1 = I_2 = I_3$
- d)  $V_2 > V_1 > V_3$      $I_3 > I_1 > I_2$



22. Şekildeki özdeş üreteçlerden kurulmuş I. ve II. devrelerin eşdeğer dirençleri  $R_1$  ve  $R_2$ 'dir. Buna göre  $R_1 / R_2$  oranı kaçtır?

- a) 2 b) 8/3 c) 4 d) 1/2



**Açıklama:**

Aşağıdaki cümleleri okuduktan sonra doğru olduğunu düşündüğünüz cümlelerin önündeki "D" harfini, yanlış olduğunu düşündüğünüz cümlelerin önündeki "Y" harfini parantez içine alınız.

- |   |   |   |
|---|---|---|
| D | Y | 23. Paralel bağlı devrelerde, her bir kolun uçları arasındaki potansiyel fark, üreticinin uçları arasındaki potansiyel farka eşittir. |
| D | Y | 24. İletkenlerin direnci yüksek, yalıtkanların direnci ise düşüktür.  |
| D | Y | 25. Seri bağlı devrelerdeki lamba sayısı arttıkça devrenin eşdeğer direnci azalır.  |

**Açıklama:**

Aşağıdaki "A" sütununda devre elemanları, "B" sütununda ise devre elemanlarının tanımları yer almaktadır. Her bir elemanın solundaki boşluğa o elemanın tanımının önündeki harfi yazınız.

	"A" Sütunu	"B" Sütunu
----E----	26. Üreteç	A. Devredeki akımı kesmeye ve tekrar açmaya yarayan devre elemanıdır.
----D----	27. Ampermetre	B. Bir devre elemanının uçları arasında oluşan potansiyel farkını ölçmeye yarayan, devreye paralel bağlanan araçtır.
----A----	28. Anahtar	C. İletken içinden geçmek isteyen yüklü parçacıklara iletkenin temel parçacıklarının karşı koymalarının ölçüsüdür.
		D. Bir elektrik devresinden geçen akım şiddetini ölçmeye yarayan, devreye seri bağlanan iki uçlu araçtır.
		E. Elektrik devrelerinin enerji ihtiyacını karşılayan, devrenin ana elemanıdır.

## APPENDIX D

### ATTITUDE SCALE TOWARD CURRENT ELECTRICITY

Sevgili Öğrenciler,

Bu anket "Yaşamımızı Yönlendiren Elektrik" ünitesi altında yer alan "Akan Elektrik" konusuna karşı tutumlarınızı ölçmek için geliştirilmiştir. Cevaplarınız önümüzdeki yıllarda fen bilgisi derslerinin sizin görüşleriniz ve beklentileriniz doğrultusunda şekillenmesine katkıda bulunabileceğinden önem taşımaktadır. Aşağıdaki tabloda "Akan Elektrik" konusuna ilişkin tutum cümleleri ile her cümlenin karşısında KESİNLİKLE KATILYORUM, KATILYORUM, KARARSIZIM, KATILMIYORUM ve KESİNLİKLE KATILMIYORUM olmak üzere beş seçenek verilmiştir. Her cümleyi dikkatle okuduktan sonra kendinize uygun olan seçeneği (X) ile işaretleyiniz.

Katılımınız için teşekkür ederiz.



#### **Dikkat!**

AKAN ELEKTRİK konusu:

- A) Basit bir pil yapalım: Kimyasal tepkimeler yükleri ayırır
  - B) Protonlar akmaz fakat elektronlar akar
  - C) Elektrik akımı görülmez fakat etkilerinden gözlenip, ölçülebilir
  - D) Bir pilin kutupları arasındaki gerilim (voltaj)
  - E) Elektronlar iletken akarken dirençle karşılaşır
  - F) Elektrik enerjisi direnç nedeniyle ısıya dönüşür
  - G) Ampul bir dirençtir
  - H) Dirençler seri ve paralel bağlanabilir
  - I) Akan elektrik kuralım ve çalıştırılalım
  - J) Çeşitli piller ve bunların kullanıldığı yerler
  - K) Pilleri çöpe atmayalım, çevremiz temiz kalsın
- bölümlerini kapsamaktadır.

Adınız, Soyadınız: \_\_\_\_\_

Cinsiyetiniz: E \_\_\_ K \_\_\_

Doğum Tarihiniz: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_\_

	Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
1. "Akan elektrik" konularını severim.					
2. "Akan elektrik" konularına karşı olumlu hislerim vardır.					
3. "Akan elektrik" konularından öğrendiklerimin hayatımı kolaylaştıracağına inanıyorum.					
4. "Akan elektrik" konularının gelecekte öneminin artacağına inanmıyorum.					
5. "Akan elektrik" konularının, ilerideki çalışmalarımda bana yararlı olacağına inanıyorum.					
6. "Akan elektrik" konularında başarılı olmak için elimden geleni yaparım.					
7. "Akan elektrik" konularında elimden gelenin en iyisini yapmaya çalışırım.					
8. "Akan elektrik" konularında başarısız olduğumda daha çok çabalamam.					
9. "Akan elektrik" konularını öğrenebileceğimden eminim.					
10. "Akan elektrik" konularında başarılı olabileceğimden eminim.					
11. "Akan elektrik" konularının kullanıldığı zor problemleri yapabileceğimden eminim.					
12. "Akan elektrik" konularının geçerli olduğu problemler ne kadar zor olursa olsun, elimden geleni yaparım.					
13. "Akan elektrik" konularının ilerideki meslek hayatımda önemli bir yeri olacağını düşünmüyorum.					
14. "Akan elektrik" konularından öğrendiklerimin, gündelik hayatta işime yarayacağını düşünüyorum.					
15. "Akan elektrik" konuları veya teknolojideki uygulamaları ile ilgili kitaplar okumaktan hoşlanırım.					
16. "Akan elektrik" konuları benim için eğlencelidir.					
17. Okulda "Akan elektrik" konularını çalışmaktan hoşlanmam.					
18. Daha zor "Akan elektrik" ile ilgili problemler ile başa çıkabileceğimden eminim.					
19. Okuldan sonra arkadaşlarla "Akan elektrik" konuları hakkında konuşmak zevklidir.					
20. Bana hediye olarak "Akan elektrik" ile ilgili bir kitap veya konu ile ilgili aletler, araçlar verilmesinden hoşlanırım.					
21. Yeterince vaktim olursa en zor "Akan elektrik" ile ilgili problemleri bile çözebileceğimden eminim.					
22. Arkadaşlarla "Akan elektrik" konuları veya teknolojideki uygulamaları ile ilgili meseleleri konuşmaktan hoşlanırım.					
23. "Akan elektrik" konuları el becerilerimin gelişmesinde etkilidir.					
24. "Akan elektrik" konuları ile ilgili ders saatlerinin daha çok olmasını istemem.					

## APPENDIX E

### OBSERVATION CHECKLIST



		Evet	Hayır	Kısmen
1.	Sınıf yeteri kadar aydınlık mı?			
2.	Sınıf sıcaklığı uygun mu?			
3.	Sınıfta bulunan sıra sayısı yeterli mi?			
4.	Öğretmenin öğrencileri ile ilişkisi sıcak mı?			
5.	Öğrenciler derse karşı istekli mi?			
6.	Öğretmen ilgili konuyu ders planına sadık kalarak anlattı mı?			
7.	Öğrencilere çoktan seçmeli kavram soruları soruldu mu?			
8.	Öğrenciler kavram sorularının cevaplarını tartışmadan önce cevap kağıtlarına işaretlediler mi?			
9.	Verilen cevaplar seçenek kartları yardımı ile öğretmene gösterildi mi?			
10.	Öğrenciler kavram sorularını kendi aralarında tartıştılar mı?			
11.	Öğrenciler tartışmadan sonra kavram sorularının cevaplarını tekrar cevap kağıtlarına işaretlediler mi?			
12.	Tartışmadan sonra verilen cevapların şıkları tekrar seçenek kartları yardımı ile öğretmene gösterildi mi?			
13.	Kavram sorularında anlaşılmayan noktaları açıklayabilmek için sınıfta gösteri deneyi yapıldı mı?			
14.	Öğretmen örnek olarak rakamsal soru çözdü mü?			
15.	Öğrenciler rakamsal soru çözdüler mi?			
16.	Öğrenciler dersten hoşlanmış görünüyorlar mı?			

DİĞER GÖZLEMLER:

.....

.....

.....

## APPENDIX F

## PERMISSION

T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI  
Eğitimi Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı

Sayı : B.08.0.EGD.0.33.05.311- 79/425  
Konu : Araştırma İzni

08/02/2006

ANKARA VALİLİĞİNE  
(İl Millî Eğitim Müdürlüğü)

İlgi : 20.01.2006 tarih ve B.08.4.MEM.4.06.00.11.070/125 sayılı yazınız.

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Ana Bilim Dalı doktora öğrencisi Selen Sencar TOKGÖZ'ün "Akran Öğretimi Öğretim Yönetiminin 6. Sınıf Öğrencilerinin Fen Bilgisi Dersi Başarı ve Tutumlarına Etkisi" konulu araştırmada veri toplama aracı olarak kullanılacak anketlerin, iliniz ilköğretim okullarında uygulama izin talebi incelenmiştir.

Orta Doğu Teknik Üniversitesi tarafından kabul edilen (11 sayfa - 55 sorudan oluşan) anketin belirtilen okullarda uygulanmasında Bakanlığımızca bir sakınca görülmemektedir.

Araştırmanın bitiminde sonuç raporunun iki örneğinin Bakanlığınıza gönderilmesi gerekmektedir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

08/02/06  
Cumali DEMİRTAŞ  
Bakan a.  
Müsteşar Yardımcısı

EK-1: Uygulama yapılması planlanan ilköğretim okullarının isimleri

1. Hazar İlköğretim Okulu
2. Demetevler İlköğretim Okulu
3. İsmail Erez İlköğretim Okulu
4. Abdî İpekçi İlköğretim Okulu
5. Anadolu İlköğretim Okulu
6. Oğuzlar İlköğretim Okulu
7. Yahyalar İlköğretim Okulu
8. Aselsan İlköğretim Okulu
9. Atakent İlköğretim Okulu
10. Harzemşahlar İlköğretim Okulu
11. Mehmet Emin Yurdakul İlköğretim Okulu
12. Orhangazi İlköğretim Okulu

## APPENDIX G

### LESSON PLANS AND CONCEPT TESTS

#### DERS PLANI-I

##### Elektrik akımı

**Ders:** Fen Bilgisi

**Ünite:** Yaşamımızı Yönlendiren Elektrik

**Konu:** Elektrik akımı

**Yöntem:** Akran öğretimi yöntemi

#### Hedef Davranışlar:

- Elektrik potansiyel enerjisinin ısı veya ışık enerjisine dönüştüğü örnekleri saymak.
- Zıt yüklü iki küre iletken bir tel ile birleştirildiğinde, yüklerinin tel üzerinden geçtiğini açıklamak.
- Elektrik yüklerinin hareketinden faydalanabilmek için yük akışının devamlılığının önemli olduğunu açıklamak.
- Yüklerin bir iletken üzerinden uzun süre akabilmesi için potansiyel farkın gerekli olduğunu belirtmek.
- Pilin sabit bir potansiyel fark kaynağı olduğunu ifade etmek.
- Islak pilin yapısını açıklamak.
- Islak pil ile kuru pili karşılaştırmak.
- Pil kullanırken dikkatli olunması gerektiğini ifade etmek.

#### Dersten önce yapılması gerekenler:

Lütfen bir önceki dersinizde öğrencilerinizden işlenecek dersi daha iyi kavrayabilmeleri ve sınıf içerisinde yapılacak olan tartışmalara aktif olarak katılabilmeleri için Fen Bilgisi 6 kitabından aşağıda isimleri verilen bölümleri okumalarını ve aşağıda verilen okuma testini cevaplamalarını isteyiniz.

- Basit bir pil yapalım: Kimyasal tepkimeler yükleri ayırır.





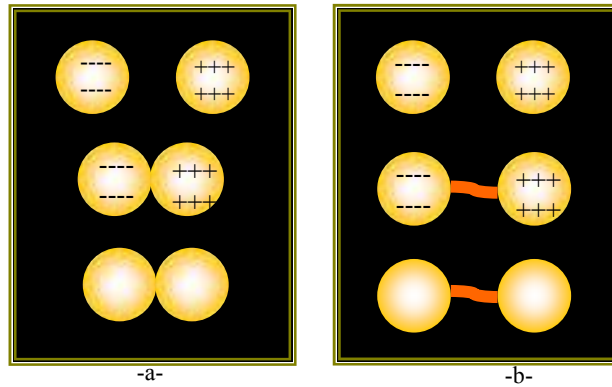
### Dersin işlenişi:

Akan elektrik konusuna giriş mahiyetindeki bu derste öncelikle yaşamımızı kolaylaştıran birçok aletin elektrikle çalıştığından bahsedilir ve bu şekilde konunun önemi ve güncel hayatla ilişkisi vurgulanır. Akşam olup, hava karardığında etrafı görebilmek için lambaların yakıldığı, lamba yerine mum kullanarak da etrafın aydınlatılabileceği fakat televizyon, buzdolabı gibi aletlerin elektrik olmadan çalıştırılamayacağı söylenerek öğrencilerden elektriği başka nerelerde kullandığına ilişkin örnekler vermeleri istenir. Daha sonra elektriğin ısı ve ışık enerjisine çevrilerek kullanılabileceği söylenerek, öğrencilerden bu dönüşümlere de örnek vermeleri istenir. Ütü, abajur, radyo ve mikserin elektrik potansiyel enerjisini ne tür enerjilere çevirdiği üzerine konuşulur.



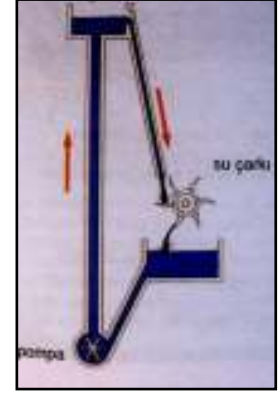
Şekil 1. Elektrik potansiyel enerjisinin farklı formlara çevrilmesine örnek gösterilebilecek aletler

Bu kısa girişten sonra akan elektrik konusunun, durgun elektrik konusu ile ilişkilendirilebilmesi için birkaç ders öncesinde anlatılan "zıt yüklü iki kürenin birbirine dokundurulması sonucunda aralarında yük geçişi olduğu" konusu hatırlatılır. Bahsedilen zıt yüklü iki küre birbirine dokundurulmayıp, iletken bir tel yardımıyla birleştirildiğinde kullanılan iletken tel üzerinden küreler arasında bir yük akışı olacağı belirtilir. Fakat bu yük akışının çok kısa süreli olacağı ve bu yük akışından faydalanmanın mümkün olmayacağı söylenir. Konunun bu bölümü anlatılırken Şekil 2'den faydalanılabilir.



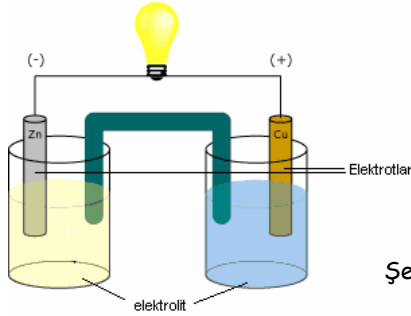
Şekil 2. (a) Zıt yüklü iki kürenin birbirlerine dokundurulması sonucu aralarındaki yük geçişi  
(b) Zıt yüklü iki kürenin iletken bir tel ile birleştirilmesi sonucu oluşan yük akışı

Yük akışını sürekli kılabilmek için Şekil 2-a'da görülen eksi yüklü küreye sürekli eksi yük ilave edilmesi gerektiği belirtildikten sonra, bu durumun yüksek bir noktadan, alçak bir noktaya doğru akan su örneğine benzediği belirtilerek Şekil 3'de görülen sistem açıklanır. Şekildeki sistemde su pompası olmasaydı, yukarıdaki depoda bulunan su tamamen aşağıdaki depoya aktığında sistemdeki su akışının sona ereceği söylenir. Fakat, suyu sürekli üstteki depoya gönderebilecek bir pompa kullanılması akışın sürekliliğini sağlamıştır. Benzer bir mantık yüklerin akışı için de geçerlidir. İletken bir telde sürekli bir yük akışı sağlanabilmesi için telin uçları arasına pompa görevini üstlenecek bir pil yerleştirilmesi uygun olacaktır.



Şekil 3. Pompa-Pil analogisi

1800 yılında Aleksander Volta tarafından bulunduğu için Volta pili olarak isimlendirilen basit yapıdaki pil yüklerin sürekli olarak akmasını sağlayan ilk pildir. Bir asit çözeltisi ve 2 farklı metal levha (çinko ve bakır) kullanılarak yapılan bu pilde kullanılan iletken çözelti elektrolit, levhalar ise elektrot olarak adlandırılır.



Şekil 4. Volta pili

Volta pili ile aynı çalışma prensibine sahip olan limon pili ile ilgili gösteri deneyi sıvı pillere bir örnek olarak sınıfta gerçekleştirilebilir ya da gösteri deneyi anlatılarak ilgili sorular sınıfta tartışılabilir.

*Limon pili gösteri deneyi için gerekli olan malzemeler:*

- Bir bakır levha
- Bir çinko levha
- Zımpara kağıdı
- Limon
- Timsah ağızlı kablolar
- Ampul (2.5V - 0.3A)



Şekil 5. Limon pili

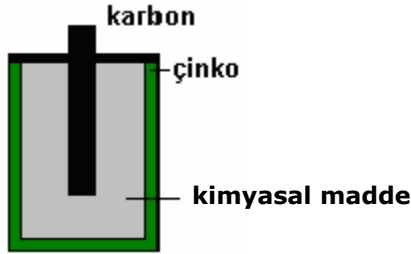
*Gösteri deneyinin yapılışı:*

- Daha önceden zımpara kağıdı ile zımparalayıp, temizlediğiniz bakır ve çinko levhaları limona batırınız.
- Levhaların limonun dışında kalan uçlarına timsah uçlu kabloları bağlayınız.
- Timsah uçlu kabloların boşta kalan diğer uçlarını ampulün uçlarına bağlayarak Şekil 5'de verilen düzeneği hazırlayınız.

*Tartışılması gereken sorular:*

- Ampulün kaç dakika yandığını gözlemleyiniz.
- Bu deneyde kullanılan limon pili ile radyonuzu uzun süre dinlemeniz mümkün mü? Neden?
- Bu deneyde kullanılan pil kullanışlı, taşınması kolay bir pil mi?

Sıvı piller kolaylıkla yapılabilmesine rağmen taşınmasındaki zorluklardan dolayı günlük hayatta kullanılmaz. Sıvı pillerde kullanılan sıvı elektrolit yerine daha koyu kıvamlı elektrolit kullanılarak yapılan piller kuru piller olarak adlandırılmıştır ve taşıma kolaylığı açısından günümüzde sıvı pillere tercih edilmişlerdir. Kuru pilin yapısı Şekil 6'da görülmektedir. Şekil 7'de ise çeşitli boy ve güçlerde imal edilen kuru piller ile bu pillere verilen isimler-boyutları ve sahip oldukları potansiyel fark (voltaj) değerleri verilmiştir.



Şekil 6. Kuru pil



Boyut	Şekli ve Boyutu	Voltajı (Volt)
D (Büyük Boy)	Silindir: boy 61,5 mm, çap 34,2 mm	1,5
C (Orta Boy)	Silindir: boy 50,0 mm, çap 26,2 mm	1,5
AA (Kalem)	Silindir: boy 50,5 mm, çap 14,5 mm	1,5
AAA (İnce Kalem)	Silindir: boy 44,5 mm, çap 10,5 mm	1,5

Şekil 7. Çeşitli boy ve güçlerde imal edilen kuru piller ile bu pillere verilen isimler-boyutları ve sahip oldukları potansiyel fark değerleri

Piller kimyasal maddeler içerdiklerinden kullanımları sırasında dikkatli olunmalı, aşağıda verilen noktalara dikkat edilmelidir.

- Biten piller kendileri için ayrılan özel çöplere atılmalıdır.
- Akmış pillere çıplak elle temas edilmemelidir.
- Piller ateşten uzak tutulmalıdır.
- Tek kullanımlık piller şarj edilmeye çalışılmamalıdır.

#### KAVRAM YANILGILARI

-----■-----■-----■-----■-----■-----■-----■-----■-----■-----■-----■-----

Bu konuyla ilgili olarak öğrencilerin kavram yanılıgısına sahip olabilecekleri nokta pilin elektron kaynağı olarak görünmesi olabilir. Bu yanılıya düşen öğrenciler pil devreye bağlanmadan önce iletken tellerin içinin boş olduğunu ve ancak pil devreye bağlandıktan sonra pilin içerisinde bulunan elektronların iletken telin içerisinde doldurarak hareket ettiğini ve akımın bu şekilde oluştuğunu düşünürler. Bu görüşe sahip olan öğrencilerinizin olması ihtimaline karşı; pilin görevinin potansiyel fark oluşturmak olduğunu söyleyebilirsiniz. Bununla birlikte; iletken tellerin içlerinin boş olmadığını, tellerin içerisinde elektronlar olduğunu ve pilin yarattığı potansiyel fark sayesinde bu elektronların hareket ederek akımı oluşturduklarını açıklayabilirsiniz.

-----■-----■-----■-----■-----■-----■-----■-----■-----■-----■-----■-----

Konu anlatımı bittikten hemen sonra öğrencilere ilk kavram sorusu ve cevap kağıtları dağıtılır. Sorular dağıtıldıktan sonra öğrencilerin kendi aralarında konuşmalarına izin verilmez ve öğrencilerden soruyu 1-2 dakika içinde bireysel olarak cevaplandırmaları istenir. Her öğrenci kendi cevabını cevap kağıdına işaretler ve herkes bu işlemi yaptıktan sonra öğretmenin sınıfta verilen cevapların dağılımını kabaca anlayabilmesi için her öğrenci seçtiği seçeneğe ait kendisine daha önce öğretmen tarafından verilen seçenek kartını havaya kaldırır. Eğer soruya verilen doğru cevap yüzdesi % 90'dan fazlaysa soru üzerinde tartışılmadan, sadece doğru cevap açıklanarak yeni bir kavram sorusuna geçilir. Fakat, doğru cevap oranı %40-%90 arasında ise öğrencilerden soruyu öğretmen tarafından oluşturulacak olan 2 ya da 3 kişilik gruplar halinde 2-3 dakika kadar tartışmaları istenir. (Öğrenciler arasından oluşturulacak 2 ya da 3 kişilik grupların ortaya çıkarılması sırasında öğrencilerin yerlerinden kalkmayacak şekilde gruplandırılmasına dikkat edilecektir. Her öğrenci önünde-arkasında ve ya yanında oturan

arkadaşlarının arasından seçilecek olan bir ya da iki kişiyle bir araya gelerek bir grup oluşturacak, böylece sınıfın düzeni bozulmayacaktır.) Öğrenciler soruyu kendi aralarında tartıştıktan sonra yeni cevaplarını kendilerine verilen cevap kağıdının ilgili bölümüne işaretlerler. Öğretmenin tartışmadan sonraki yeni doğru cevap oranını anlayabilmesi için öğrenciler tekrar seçtikleri seçeneğe ait seçenek kartlarını havaya kaldırırılar. Doğru cevap oranı tekrar %90'dan az olursa öğretmen soruya ilişkin konuyu bir kez daha anlatır ve doğru cevabı açıklar. Ardından konu ile ilgili bir kavram sorusu daha sorup, yukarıdaki süreci tekrar eder. Dersin sonunda kavram sorularına ait cevap kağıtları öğretmene iletilir. Öğrenciler sınıftan ayrılmadan önce bir sonraki ders ile ilgili okuma ödevi verilir.

## KAVRAM TESTİ - I

1) Küçük bir el radyosunda ya da el fenerinde kullanılan pillerin görevi aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- A) Akımı oluşturan elektronları oluşturmak.
- B) Akımı oluşturan yüklerin hareketi için gerekli olan kimyasal enerjiyi sağlamak.
- C) El radyosu ya da el feneri için gerekli olan akımı üretmek.

2) Pilin bitmesi aşağıdakilerden hangisi ile aynı anlamda kullanılmaktadır?

- A) Pilin yüklü parçacıklara sağlayabileceği enerjinin bitmesi
- B) Pilin elektron oluşturamaması
- C) Pilin akım üretmemesi

3) Aşağıda verilen ifadelerden hangisi doğrudur?

- A) Piller akım kaynaklarıdır.
- B) Piller yük depolarıdır.
- C) Piller enerji kaynaklarıdır.

## DERS PLANI-II Elektrik devreleri

**Ders:** Fen Bilgisi

**Ünite:** Yaşamımızı Yönlendiren Elektrik

**Konu:** Elektrik devreleri

**Yöntem:** Akran öğretimi yöntemi

**Hedef Davranışlar:**

- Yüklerin akabilmesi (elektrik akımı) için kapalı bir devrenin gerekliliği söylemek.
- Kapalı devreyi tanımlamak.
- Açık ve kapalı devreyi ayırt edebilmek.
- Basit elektrik devresi elemanlarını saymak.
- Basit elektrik devresinde yer alan elemanların fonksiyonlarını tanımlamak.
- Bir lambanın devreye bağlanacağı noktaları tanımlamak.
- Anahtarın, elektrik akımının (yüklerin akışının) kontrolü için kullanıldığını açıklamak.
- Pil, lamba ve tellerden oluşan çeşitli devre resimlerini yorumlamak.
- Pil, lamba ve tel kullanarak bir lambanın nasıl yakılabileceğini açıklamak.
- Kapalı bir elektrik devresinde iletken bir tel üzerinde akan elektronların yönünü göstermek.
- Kapalı bir elektrik devresinde elektrik akımının izlediği yolu göstermek.

**Dersten önce yapılması gerekenler:**

Lütfen bir önceki dersinizde öğrencilerinizden işlenecek dersi daha iyi kavrayabilmeleri ve sınıf içerisinde yapılacak olan tartışmalara aktif olarak katılabilmeleri için Fen Bilgisi 6 kitabından aşağıda isimleri verilen bölümleri okumalarını ve aşağıda verilen okuma testini cevaplamalarını isteyiniz.

- Elektrik devreleri kuralım ve çalıştıralım.

OKUMA TESTİ

"Elektrik devreleri"

Adı:

Soyadı:

Sınıfı:

Aşağıdaki soruları size doğru görünen seçeneği daire içerisine alarak cevaplayınız.

1. Aşağıda verilen devre elemanlarından hangisi elektrik akımının kontrol edilmesini sağlar?

- a) Pil
- b) Anahtar
- c) Ampermetre
- d) Lamba

2. Aşağıda verilenlerden hangisi doğrudur?

- a) Elektrik akımının yönünün pilin artı kutbundan eksi kutbuna doğru olduğu kabul edilir.
- b) Elektrik akımının yönünün pilin eksi kutbundan artı kutbuna doğru olduğu kabul edilir.
- c) Elektrik akımı artı ve eksi akım olmak üzere 2 farklı akımdan oluşur.

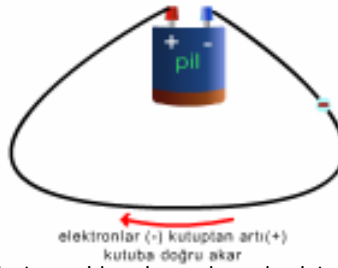
3. Aşağıda verilen devre elemanlarından hangisi elektrik potansiyel enerjisinin kullanıldığı yerdir?

- a) Pil
- b) Anahtar
- c) Ampermetre
- d) Lamba



### Dersin işlenişi:

Bir pilin 2 ucu iletken bir tel ile birleştirildiğinde iletken telin atomlarında yer alan serbest hareket edebilen yüklü parçacıklar hareket etmeye başlarlar. İletken maddelerde hareket eden yüklü parçacıklar elektronlardır. Pil ve iletken bir telden oluşan Şekil 1'deki basit devrede görüldüğü gibi, pilin eksi kutbundan artı kutbuna doğru hareket eden elektronlar elektrik akımını oluşturur. Pil tükendiğinde elektronların pilden sağladıkları enerji kesileceği için elektrik akımı kesilir.

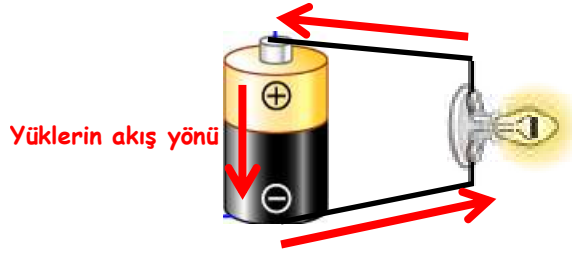


Şekil 1. Bir pil ve iletken telden oluşan devrede elektronların hareket yönü

Pilin iletken telde bulunan elektronlara uyguladığı kuvvet onları iletken tel üzerinden (-) kutuptan (+) kutba getirir. Elektronların bu hareketi elektrik akımı olarak tanımlanır ve akımın yönünün iletken tel üzerinde (-) yüklerin hareketi ile aynı olduğu; yani (-) kutuptan (+) kutba doğru olduğu bilinmektedir. **FAKAT** bundan yıllar önce, Benjamin Franklin elektrik akımını ilk keşfettiğinde elektronların varlığını henüz bilmemekteydi. Bu nedenle O, akımı artı yüklerin akışı ve akım yönünü de artı yüklerin akış yönü olarak tanımlamıştır. Bugün, elektrik akımının tüm detayları herkes tarafından bilinmekte olsa da, Franklin'in kullandığı akım yönü kullanılmaya alışıldığı için hala tüm dünya artı yüklerin akış yönünü akım yönü olarak kullanmaktadır.



Şekil 2. Bir pil ve iletken telden oluşan devrede elektronların hareket yönü ve akım yönü



Şekil 3. Bir pil ve iletken telden oluşan devrede yükler pilin içinde de yollarına devam ederler. Burada hatırlanması gereken nokta yüklerin her zaman tam bir daire üzerinde yol aldıklarıdır.

Yüklerin akmasını sağlayacak iletken teller, devreye enerji sağlayacak bir pil ve elektrik akımı ile çalışan bir araçtan oluşan sisteme basit elektrik devresi denir. Bununla birlikte, elektrik devrelerinde unutulmaması gereken nokta devrede yük akışı olabilmesi için devrenin aralıksız, tam bir devre olması gerekliliğidir.



Kapalı devre

Şekil 4. Kapalı ve açık devre

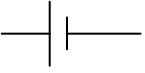




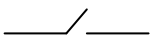


Açık devre



Açık devre

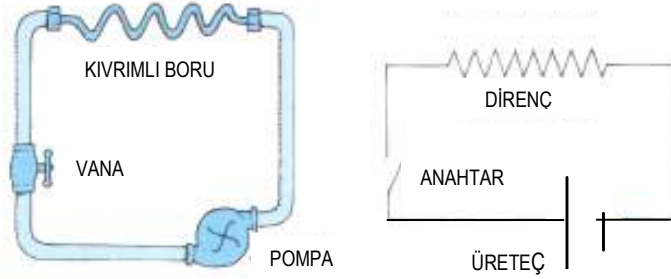
Elektrik devrelerine çeşitli amaçlarla bağlanan pil, lamba (direnc), anahtar, ampermetre, voltmetre gibi araçlara elektrik devresi elemanları denir. Elektrik devrelerinde bu elemanların resimlerini çizmek yerine bu elemanların sembolleri kullanılır. Belli başlı devre elemanlarını gösteren semboller ve devredeki fonksiyonları Şekil 5'de verilmiştir.

Üreteç:		Elektrik devrelerinde kullanılan pil, akümülatör, batarya gibi enerji kaynaklarına üreteç denir.
Lamba:		Lamba elektrik potansiyel enerjisini ışık enerjisine çeviren bir devre elemanıdır. Elektrik devrelerinde kullandığımız lambalar aslında birer dirençtir.
Ampermetre:		Bir elektrik devresinden geçen akım şiddetini ölçmeye yarar. Devreye her zaman seri bağlanır.
Voltmetre:		Bir devre elemanının uçları arasında oluşan potansiyel farkını ölçmeye yarar. Her zaman potansiyel farkı ölçülecek elemana paralel bağlanır.
Direnç:		Bir elektrik devresinde iletkenlerin uzunluklarına, kesit alanlarına ve cinslerine göre elektrik akımına gösterdikleri zorluğa direnç denir.
Anahtar:		Devreden geçen akımı kesmemizi ve tekrar geri vermemizi sağlayan devre elemanıdır. Lambaların açılıp kapanmasında kullanılır.

Şekil 5. Devre elemanları, sembolleri ve devredeki işlevleri

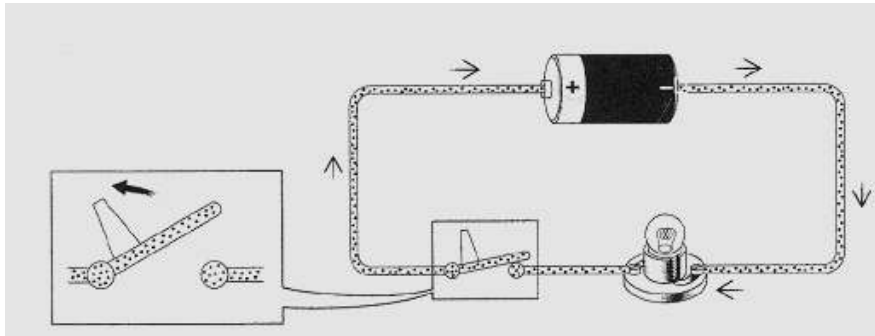
Basit bir elektrik devresinde yüklerin akışı kapalı bir boru sisteminde su akışına benzemektedir. Şekil 6'da görüldüğü gibi, üreteç bir su pompası ile, iletken teller su boruları ile direnç ise kıvrımlı bir su borusu ile eşleştirilebilir. Kapalı boru sisteminde yer alan bir vana ise su akışını kontrol etmemizi sağlayacak bir araçtır. Elektrik devrelerinde bulunan anahtarın görevi kapalı boru sisteminde yer alan vana ile benzeşmektedir. Boru sistemindeki vananın su akışını kontrol etmesi gibi elektrik devresindeki anahtar da yük akışını kontrol etmemizi sağlar. Benzetmedeki tek farklılık vana ve anahtarın açık ve kapalı olma durumlarında yarattıkları etkidir. Bir elektrik devresinde anahtarı kapadığınızda devrenin tamamlanmasına ve böylelikle yüklerin akmasına neden olursunuz. Anahtarı açmanız ise yük akışının durmasına sebep olur. Tam tersi bir şekilde, basit bir kapalı boru sisteminde yer alan vanayı açtığınızda su akışı başlarken, vanayı kapadığınızda su akışı durur.

Unutulmaması gereken bir nokta; ne kapalı boru sistemindeki su ne de basit elektrik devresinde akan yükler hiçbir noktada eksilmeyecek, sürekli olarak devrede akmaya devam edecektir.



Şekil 6. Basit bir kapalı boru sistemi ile basit bir elektrik devresi arasındaki benzerlik

Sonuç olarak; basit bir elektrik devresinde yük akışı olması isteniyorsa anahtar kapalı durumda tutulmalı, yük akışı olması istenmiyorsa anahtar açık duruma getirilmelidir. Şekil 7'de anahtar kullanılan basit bir elektrik devresi ve anahtarın açık ve kapalı olması durumunda yüklerin hareketi görülmektedir.



Şekil 7. Anahtar kullanılan basit bir elektrik devresi ve anahtarın açık ve kapalı olması durumunda yüklerin hareketi

#### KAVRAM YANILGILARI



Bazı öğrenciler bir lambanın yanabilmesi için pil ile lamba arasındaki tek bir iletken telin yeterli olacağını düşünürler. Sınıfta bu düşünce şekline inan öğrenciler olması ihtimaline karşı; pil ve lamba arasındaki tek bir iletken telin lambayı yakmak için yeterli olmayacağını söyleyebilirsiniz. Bazı öğrenciler ise lambanın yanabilmesi için tek iletken telin

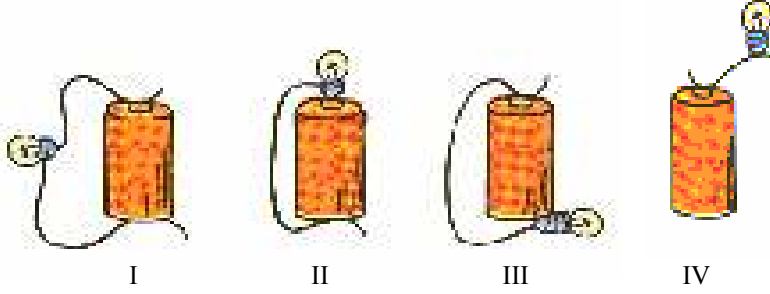
yeterli olmayacağını, en az 2 iletken tele gerek olduğunu bilirler fakat pilin (+) ve (-) kutbundan gelen 2 farklı akım olduğunu ve bu akımların lambada çarpışarak lambayı yaktığına inanır. Sınıfınızda bu görüşü savunan öğrenciler olması ihtimalini düşünerek pozitif ve negatif akım diye bir şey olmadığını; kapalı bir devrede pilin bir kutbundan diğerine doğru hareket eden tek bir akım olduğunu vurgulayabilirsiniz.



Konu anlatımı bittikten hemen sonra öğrencilere ilk kavram sorusu ve cevap kağıtları dağıtılır. Sorular dağıtıldıktan sonra öğrencilerin kendi aralarında konuşmalarına izin verilmez ve öğrencilerden soruyu 1-2 dakika içinde bireysel olarak cevaplandırmaları istenir. Her öğrenci kendi cevabını cevap kağıdına işaretler ve herkes bu işlemi yaptıktan sonra öğretmenin sınıfta verilen cevapların dağılımını kabaca anlayabilmesi için her öğrenci seçtiği seçeneğe ait kendisine daha önce öğretmen tarafından verilen seçenek kartını havaya kaldırır. Eğer soruya verilen doğru cevap yüzdesi % 90'dan fazlaysa soru üzerinde tartışılmadan, sadece doğru cevap açıklanarak yeni bir kavram sorusuna geçilir. Fakat, doğru cevap oranı %40-%90 arasında ise öğrencilerden soruyu öğretmen tarafından oluşturulacak olan 2 ya da 3 kişilik gruplar halinde 2-3 dakika kadar tartışmaları istenir. (Öğrenciler arasından oluşturulacak 2 ya da 3 kişilik grupların ortaya çıkarılması sırasında öğrencilerin yerlerinden kalkmayacak şekilde gruplandırılmasına dikkat edilecektir. Her öğrenci önünde-arkasında ve ya yanında oturan arkadaşlarının arasından seçilecek olan bir ya da iki kişiyle bir araya gelerek bir grup oluşturacak, böylece sınıfın düzeni bozulmayacaktır.) Öğrenciler soruyu kendi aralarında tartıştıktan sonra yeni cevaplarını kendilerine verilen cevap kağıdının ilgili bölümüne işaretlerler. Öğretmenin tartışmadan sonraki yeni doğru cevap oranını anlayabilmesi için öğrenciler tekrar seçtikleri seçeneğe ait seçenek kartlarını havaya kaldırırlar. Doğru cevap oranı tekrar %90'dan az olursa öğretmen soruya ilişkin konuyu bir kez daha anlatır ve doğru cevabı açıklar. Ardından konu ile ilgili bir kavram sorusu daha sorup, yukarıdaki süreci tekrar eder. Dersin sonunda kavram sorularına ait cevap kağıtları öğretmene iletilir. Öğrenciler sınıftan ayrılmadan önce bir sonraki ders ile ilgili okuma ödevi verilir.

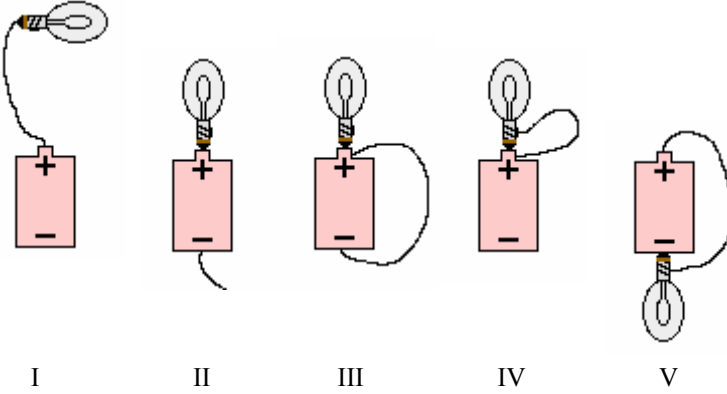
KAVRAM TESTİ -2-

1) Aşağıdaki şekilde verilen düzeneklerden hangilerinde lamba yanar?



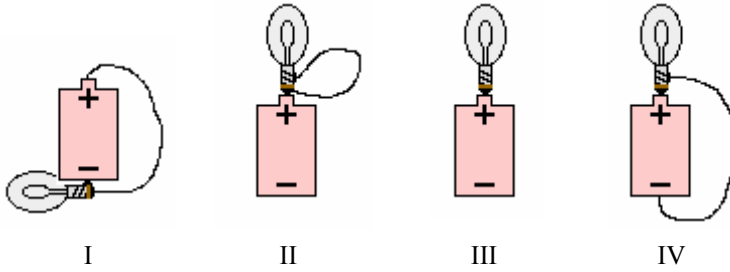
- A) I, II, III      B) II, III, IV      C) I, II, IV      D) Hepsi yanar

2) Aşağıda verilen düzeneklerden hangisinde ve ya hangilerinde lamba yanar?



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

3) Aşağıda verilen düzeneklerden hangisinde ve ya hangilerinde lamba yanar?



- A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) I ve IV      D) I, II ve IV

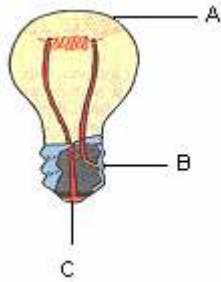
4) Evimizdeki bir akkor lamba patladığında karanlıkta kalmamızın sebebi aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- A) Lambanın içindeki telin kopması sonucu devrenin kapalı hale gelmesi.
- B) Lambanın içindeki telin kopması sonucu devrenin açık hale gelmesi.
- C) Lambanın enerjisinin bitmesi.

5) İki elektrikçi karanlık bir odaya girip, elektrik düğmesine basıldığında elektrik devresinde neler olduğu üzerine konuşmaktadırlar. Birinci elektrikçi elektrik düğmesine basıldığında, devrenin kapalı hale geldiğini ve odadaki lambanın yandığını, ikinci elektrikçi ise devrenin açık hale geldiğini ve odadaki lambanın yandığını savunmaktadır. Sizce elektrikçilerden hangisi doğru söylemektedir?

- A) Birinci elektrikçi doğru söylemektedir. Elektrik düğmesine basıldığında devre kapalı hale gelir ve lamba yanar.
- B) İkinci elektrikçi doğru söylemektedir. Elektrik düğmesine basıldığında devre açık hale gelir ve lamba yanar.

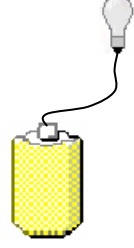
6) Aşağıdaki lamba şeklinde verilen noktalardan hangi ikisi oluşturulan bir devrede tellerin dokundurularak lambanın yanmasını sağlayacak olan noktalardır?



- A) A ve B noktaları
- B) A ve C noktaları
- C) B ve C noktaları

7) Şekilde görülen lamba yanar mı?

- A) Evet yanar çünkü elektrik akımı pilin ucundan lambaya doğrudan geçebilir.
- B) Evet yanar çünkü pil ile lamba arasındaki tek bir tel lambanın yanması için yeterlidir.
- C) Hayır yanmaz çünkü sistemden akım geçmez.
- D) Hayır yanmaz çünkü elektrik akımı lambanın bağlı olduğu uçtan değil diğerinden çıkar.



8) Şekilde görülen devredeki direnç üzerinden akım geçer mi?

- A) Evet geçer çünkü pozitif uçtan gelen pozitif elektrik akımı ile negatif uçtan gelen negatif elektrik akımı direnç üzerinde karşılaşır, çakışarak direnç üzerinde akım oluştururlar.
- B) Evet geçer çünkü akım güç kaynağının bir ucundan çıkıp direnç üzerinden geçerek güç kaynağının diğer ucuna ulaşır.
- C) Hayır geçmez çünkü dirence sadece güç kaynağının pozitif ucundan gelen pozitif elektrik akımı ulaşmaktadır.
- D) Hayır geçmez çünkü tel dirence yanlış bağlanmıştır.





## DERS PLANI-III

### Direnç ve direnci etkileyen faktörler

**Ders:** Fen Bilgisi

**Ünite:** Yaşamımızı Yönlendiren Elektrik

**Konu:** Direnç ve direnci etkileyen faktörler

**Yöntem:** Akran öğretimi yöntemi

**Hedef Davranışlar:**

- Elektriksel direnci tanımlamak.
- Elektrik devrelerinin, elektriksel direnç yardımı ile ışık ve ısı üretebileceklerini açıklamak.
- Elektriksel direncin güncel hayatta kullanılan uygulamalarına örnek verebilmek.
- Bir telin elektriksel direncinin telin çapına bağlı olduğunu söylemek.
- Bir telin sahip olduğu kesit alanı ile elektriksel direncini ilişkilendirmek.
- Bir telin sahip olduğu uzunluk ile elektriksel direncini ilişkilendirmek.
- Elektriksel direnci etkileyen faktörleri birbirleri ile ilişkilendirmek.
- Elektriksel direnci etkileyen faktörler ile ilgili problemler çözmek.

**Dersten önce yapılması gerekenler:**

Lütfen bir önceki dersinizde öğrencilerinizden işlenecek dersi daha iyi kavrayabilmeleri ve sınıf içerisinde yapılacak olan tartışmalara aktif olarak katılabilmeleri için Fen Bilgisi 6 kitabından aşağıda isimleri verilen bölümleri okumalarını ve aşağıda verilen okuma testini cevaplamalarını isteyiniz.

- Elektronlar iletken akarken dirençle karşılaşır.
- Elektrik enerjisi direnç nedeniyle ısıya dönüşür.
- Ampul bir dirençtir.

## OKUMA TESTİ

"Direnç ve direnci etkileyen faktörler"

Adı:

Soyadı:

Sınıfı:

Aşağıdaki soruları size doğru görünen seçeneği daire içersine alarak cevaplayınız.

1. Aşağıda verilenlerden hangisi doğrudur?

- a) Bir telin direnci iletkenin boyu ile doğru orantılıdır.
- b) Bir telin direnci iletkenin kesit alanı ile doğru orantılıdır.
- c) Bir telin direnci yapıldığı madde ile ilgili değildir.

2. Bir iletkenin direnci 8 ohm'dur. Bu iletkenle aynı maddeden yapılmış uzunluğu yarısı, kesit alanı 2 katı olan bir iletkenin direnci kaç ohm'dur?

- a) 16 ohm
- b) 8 ohm
- c) 4 ohm
- d) 2 ohm

### Dersin işleniş:

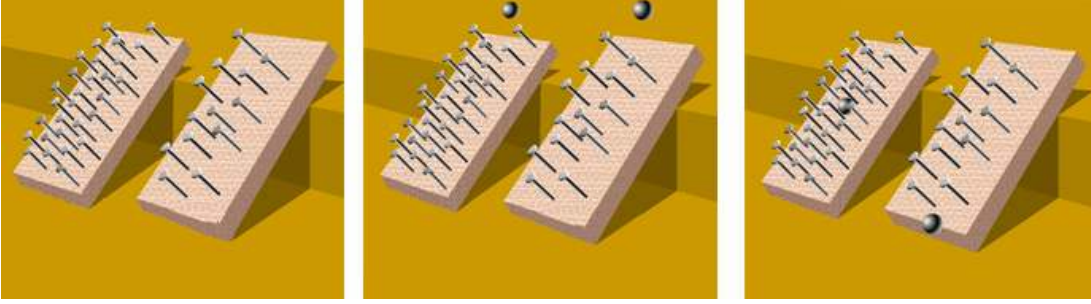
Maddelerin yük akışına karşı gösterdikleri zorluğa direnç denir. Direnç "R" sembolü ile gösterilir. Birimi ohm ( $\Omega$ )'dur. Aslında direnç, herhangi bir sıvının Şekil 1'de görüldüğü gibi bir kaptan akışına çok benzemektedir. Şekil 1'de sıvının kabın alt bölümüne monte edilmiş olan 2 farklı borudan akış hızı sadece o noktalara uygulanan sıvı basıncına (yani elektriksel devrelerdeki ismi ile potansiyel farka) bağlı değildir. Sıvının akış hızı aynı zamanda boruların suya gösterdiği dirence de bağlıdır. Başka bir ifade ile sıvının bu borulardan akış hızı boruların kesit alanına ve uzunluğuna da bağlıdır. Elektrik devrelerinde de benzer şekilde, telin direnci kalınlığı ve uzunluğuna bağlıdır. Farklı olarak, telin yapıldığı maddenin iletkenliği de direnci etkileyen faktörlerdendir.



**Şekil 1.** Sabit bir sıvı basıncı için, kabın alt bölümüne monte edilmiş borulardan daha geniş olan borudan diğerine göre daha fazla su geçer. Benzer şekilde sabit bir potansiyel fark için, daha büyük çaplı olan telden diğerine göre daha fazla akım geçer.

İletkenlerin direnci ile bir koridorda yürümek arasında da çok fazla ortak nokta vardır. Dar koridorlarda yürümek her zaman daha zordur. Benzer şekilde, elektrik yükleri için de ince bir telde hareket etmek her zaman daha zordur. Başka bir ifade ile, elektrik yükleri için kesit alanı dar olan tellerde ilerlemek zordur. Sonuç olarak, telin kesit alanı azaldıkça, telin direncinin artacağını söyleyebiliriz. Benzer şekilde, çok uzun bir koridorda yürümek her zaman kısa bir koridorda yürümeye göre daha zor ve sıkıcıdır. Elektrik yükleri için de uzun bir telde ilerlemek kısa bir telde ilerlemeye göre daha zordur. Sonuç olarak, telin uzunluğu arttıkça, telin direnci artacaktır. Ayrıca koridorun boş mu ya da dolu ise neyle dolu olduğu da yürümemizi etkileyecek bir faktördür (boş, su ile dolu, büyük eşyalarla dolu vs koridorlar düşünün). Maddeler de koridor örneğinde olduğu gibi farklı karakteristik özelliklere sahiptir. Bu farklı karakteristik özelliklere göre, elektrik yükleri farklı tellerde, farklı zorluk derecelerinde ilerlerler.

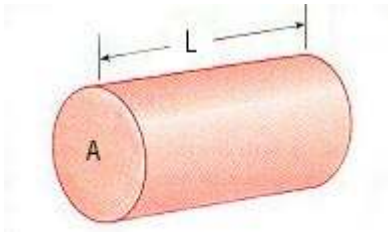
Farklı maddelerden yapılmış tellerin akıma gösterdiği dirençler farklıdır. Teller aynı maddeden yapılmış bile olsalar boyları ve kesit alanları değiştikçe dirençleri de değişir.



Şekil 2. Farklı maddelerden yapılan tellerin dirençleri farklıdır

Bir telin direnci;

- Maddenin cinsine bağlı olup doğru orantılıdır.
- Telin uzunluğu ile doğru orantılıdır.
- Telin kesit alanı ile ters orantılıdır.



Uzunluğu  $L$ , kesit alanı  $A$ , öz direnci  $\rho$  olan bir telin direnci;

$$R = \rho \cdot \frac{L}{A}$$

L: iletkenin boyu  
 $\rho$ : iletkenin öz direnci  
A: iletkenin kesiti

Şekil 3. Uzunluğu  $L$ , kesit alanı  $A$  olan bir tel

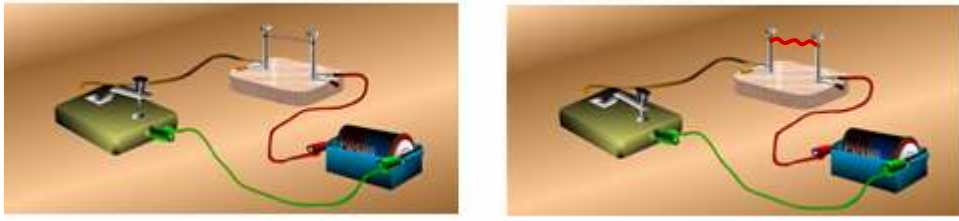
Üzerinden yük akışına izin veren maddeler iletkenler olarak adlandırılır. İletkenlere en güzel örnek metallerdir (Bakır, altın vs). Yalıtkanlar ise yük akışına direnç gösteren maddelerdir. Plastik ve cam iyi yalıtkanlardır.

Elektrik devrelerinde kullanılan dirençlere örnekler Şekil 4'de görülmektedir. Dirençlerin üzerindeki renkli çizgiler direncin değerinin hesaplanmasında kullanılır.



Şekil 4. Elektrik devrelerinde kullanılan dirençler

Dirençler sayesinde elektrik devrelerinden ısı ve ışık elde edilebilir. Elektrik yükleri bakır tel üzerinde hareket ederlerken kendilerine karşı bir direnç uygulanmadığı için rahatlıkla yollarına devam ederler. Fakat kendilerine direnç oluşturabilecek farklı devre elemanları ile karşılaşılırsa, yollarına rahat devam edemezler ve ısı açığa çıkar. Üzerinden elektrik akımı geçen bir madde çok ısındığında ise genel olarak maddenin kızardığı ve etrafa kırmızı bir parlaklık yaydığı gözlemlenir. Ekmek kızartma makinesinin ya da küçük fırınlarının ızgara bölümlerindeki tellerin alet fişe takıldıktan bir süre sonra nasıl sıcak ve kırmızı olduğunu hepimiz fark etmişsinizdir. Bu maddeler elektrik yüklerinin üzerlerinden kolaylıkla geçişine izin vermediklerinden, ısınırlar ve bunun sonucu olarak kırmızılaşırlar.



Şekil 5. Üzerinden elektrik akımı geçen tel ısınır ve kırmızılaşır

Elektrik akımının ışık etkisi ise günlük kullandığımız lambalar üzerinde gözlemlenebilir. Lambaların içinde çok ince teller vardır. Bu teller öyle incedirler ki üzerlerinden geçmek isteyen elektrik yüklerine karşı çok büyük bir direnç gösterirler ve bunun sonucunda ısınarak etrafı aydınlatırlar. Elektrik akımının ısı ve ışık etkisi aşağıdaki gösteri deneyi yapılarak açıklanabilir ya da öğrencilerden evlerinde denemeleri istenebilir.

*Elektrik akımının ısı ve ışık etkisi üzerine gösteri deneyi için gerekli olan malzemeler:*

- 1,5 voltluk pil
- Ampul (2.5V - 0.3A)
- Duy
- Bağlantı kabloları

*Gösteri deneyinin yapılışı:*

- Bağlantı kabloları yardımıyla pil ve ampülü şekildeki gibi bağlayınız.
- Birkaç öğrencinizden ampule ellerini değdirmelerini isteyiniz.
- 7-8 dakika bekledikten sonra aynı öğrencilerden ellerini tekrar ampule değdirmelerini isteyiniz.



Şekil 6. Pil ve lambadan oluşan basit elektrik devresi

*Tartışılması gereken sorular:*

- Şekilde görülen devreyi kurduğunuzda ampulde ne gözlemlediniz?
- Bir süre bekleyip elinizi ampule değdirdiğinizde neler hissettiniz?

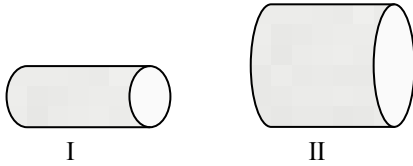
Konu anlatımı bittikten hemen sonra öğrencilere ilk kavram sorusu ve cevap kağıtları dağıtılır. Sorular dağıtıldıktan sonra öğrencilerin kendi aralarında konuşmalarına izin verilmez ve öğrencilerden soruyu 1-2 dakika içinde bireysel olarak cevaplandırmaları istenir. Her öğrenci kendi cevabını cevap kağıdına işaretler ve herkes bu işlemi yaptıktan sonra öğretmenin sınıfta verilen cevapların dağılımını kabaca anlayabilmesi için her öğrenci seçtiği seçeneğe ait kendisine daha önce öğretmen tarafından verilen seçenek kartını havaya kaldırır. Eğer soruya verilen doğru cevap yüzdesi % 90'dan fazlaysa soru üzerinde tartışılmadan, sadece doğru cevap açıklanarak yeni bir kavram sorusuna geçilir. Fakat, doğru cevap oranı %40-%90 arasında ise öğrencilerden soruyu öğretmen tarafından oluşturulacak olan 2 ya da 3 kişilik gruplar halinde 2-3 dakika kadar tartışmaları istenir. (Öğrenciler arasından oluşturulacak 2 ya da 3 kişilik grupların ortaya çıkarılması sırasında öğrencilerin yerlerinden kalkmayacak şekilde gruplandırılmasına dikkat edilecektir. Her öğrenci önünde-arkasında ve ya yanında oturan arkadaşlarının arasından seçilecek olan bir ya da iki kişiyle bir araya gelerek bir grup oluşturacak, böylece sınıfın düzeni bozulmayacaktır.) Öğrenciler soruyu kendi aralarında tartıştıktan sonra yeni cevaplarını kendilerine verilen cevap kağıdının ilgili bölümüne işaretlerler. Öğretmenin tartışmadan sonraki yeni doğru cevap oranını anlayabilmesi için öğrenciler tekrar seçtikleri seçeneğe ait seçenek kartlarını havaya kaldırırlar. Doğru cevap oranı tekrar %90'dan az olursa öğretmen soruya ilişkin konuyu bir kez daha anlatır ve doğru cevabı açıklar. Ardından konu ile ilgili bir kavram sorusu daha sorup, yukarıdaki süreci tekrar eder. Dersin sonunda kavram sorularına ait cevap kağıtları öğretmene iletilir. Öğrenciler sınıftan ayrılmadan önce bir sonraki ders ile ilgili okuma ödevi verilir.

KAVRAM TESTİ -3-

1) Aynı maddeden yapılmış, aynı uzunlukta, biri kalın diğeri ince filament teli içeren 2 lambanın direnci için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

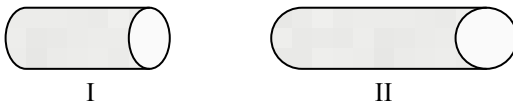
- A) Filament teli ince olan lambanın direnci daha büyüktür.
- B) Filament teli kalın olan lambanın direnci daha büyüktür.
- C) Filament telinin kalın yada ince olması lambanın direncini etkilemez.

2) Aşağıda verilen şekilde aynı maddeden yapılmış ve uzunlukları aynı olan iletkenler görülmektedir. Verilen iletkenlerin dirençleri için aşağıda verilenlerden hangisi doğrudur?



- A) I. iletkenin direnci daha büyüktür.
- B) II. iletkenin direnci daha büyüktür.
- C) Her iki iletkenin direnci aynıdır.

3) Aşağıda verilen şekilde aynı maddeden yapılmış ve kesitleri aynı olan iletkenler verilmiştir. Dirençler için aşağıda verilenlerden hangisi doğrudur?



- A) I. iletkenin direnci daha büyüktür.
- B) II. iletkenin direnci daha büyüktür.
- C) Her iki iletkenin direnci aynıdır.

4) Direnci  $R$  olan iletkenle aynı maddeden yapılmış, uzunluğu aynı, kesiti alanı 2 katı olan bir iletkenin direnci kaç  $R$ 'dir?

A)  $R$

B)  $2R$

C)  $R/2$

D)  $R/4$

5) Direnci  $R$  olan iletkenle aynı maddeden yapılmış, kesiti aynı, uzunluğu 2 katı olan bir iletkenin direnci kaç  $R$ 'dir?

A)  $R$

B)  $2R$

C)  $4R$

D)  $R/2$



## DERS PLANI-IV Akım ve Potansiyel Fark

**Ders:** Fen Bilgisi

**Ünite:** Yaşamımızı Yönlendiren Elektrik

**Konu:** Akım ve potansiyel fark

**Yöntem:** Akran öğretimi yöntemi

**Hedef Davranışlar:**

- Elektrik akımını tanımlamak.
- Potansiyel farkı tanımlamak.
- Elektrik akımının nasıl ölçüldüğünü açıklamak.
- Ampermetrenin elektrik devrelerine nasıl bağlandığını açıklamak.
- Devredeki akımın herhangi bir devre elemanı tarafından harcanmadığını belirtmek.
- Devrenin farklı noktalarındaki akım değerini söylemek.
- Potansiyel farkının nasıl ölçüldüğünü açıklamak.
- Voltmetrenin elektrik devrelerine nasıl bağlandığını açıklamak.
- Akım, potansiyel fark ve direnci birbirleri ile ilişkilendirmek.

**Dersten önce yapılması gerekenler:**

Lütfen bir önceki dersinizde öğrencilerinizden işlenecek dersi daha iyi kavrayabilmeleri ve sınıf içerisinde yapılacak olan tartışmalara aktif olarak katılabilmeleri için Fen Bilgisi 6 kitabından aşağıda isimleri verilen bölümleri okumalarını ve aşağıda verilen okuma testini cevaplamalarını isteyiniz.

- Elektrik akımı görülemez fakat etkilerinden gözlenip ölçülebilir.
- Bir pilin kutupları arasındaki gerilim (potansiyel fark).

OKUMA TESTİ

"Akım ve Potansiyel Fark"

Adı:

Soyadı:

Sınıfı:

Aşağıdaki soruları size doğru görünen seçeneği daire içerisine alarak cevaplayınız.

1. Aşağıdakilerden hangisi elektrik akım şiddetini ölçmekte kullanılan devre elemanıdır?

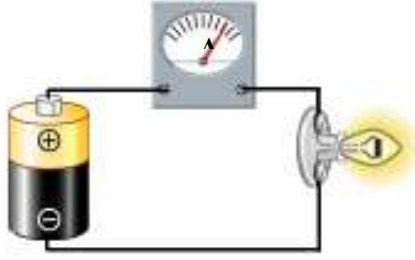
- a) Voltmetre
- b) Ampermetre
- c) Ohmmetre
- d) Direnç

2. Potansiyel farkı ölçmekte kullanılan devre elemanı ve devreye bağlanma şekli aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- a) Ampermetre, seri
- b) Ampermetre, paralel
- c) Voltmetre, seri
- d) Voltmetre, paralel

### Dersin işlenişi:

Bir iletkenin birim kesitinden birim zamanda geçen yük miktarına akım şiddeti denir. "I" ile sembolize edilir. Devre elemanları konusunda öğrendiğimiz gibi elektrik akımı şiddeti ampermetre adı verilen bir araçla ölçülür ve akımın değeri Amper (A) birimiyle ifade edilir. Çok küçük akımlar ise Miliampermetre adı verilen araçlarla ölçülür ve bu araçla ölçülen değerler Miliamper (mA) birimiyle ifade edilir. Herhangi bir noktadan geçen akım değerini okuyabilmek için o noktada tel kesilir ve kesilen yere ampermetre/miliampermetre bağlanır. Ancak bu şekilde telden geçen bütün yükler ampermetreden geçecek ve akım doğru olarak ölçülecektir. Ampermetrede görülen akım şiddetinin değeri telden akan yüklerin sayısı ile ilgilidir. Telin 1 cm<sup>2</sup>lik yüzeyinden 1 saniyede akan yük sayısı ne kadar büyük olursa akım şiddeti de o kadar büyük olur.



Şekil 1. Pil, lamba ve ampermetreden oluşan bir elektrik devresi

### KAVRAM YANILGILARI

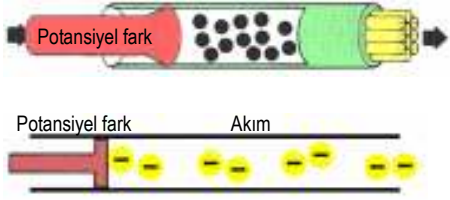


Unutulmaması gereken nokta elektrik devrelerinde akımın değil enerjinin harcılandığıdır. Pil tarafından üretilen enerji ısı ve ışık enerjisine çevrilir fakat doğanın bir kanunu olarak; hiçbir şey yoktan var vardan yok olamaz. Sonuç olarak devrede bulunan herhangi bir devre elemanından hemen önce ve hemen sonra akım değerlerini ölçtüğümüzde göreceğimiz şey bu değerlerin aynı olacaktır. Hiçbir devre elemanı akımı harcamaz. Bazı öğrenciler akımın devre içinde farklılık gösterdiğine inanırlar. Bu öğrencilerin bir kısmı akımın devre elemanları geçerken azaldığını; bir kısmı ise akımın devre elemanları tarafından eşit olarak paylaşıldığını ve pile geri dönen akımın pilden çıkan akıma göre daha az olduğuna inanırlar. Sınıfınızda bu görüşlere inanan öğrenciler olması ihtimaline karşı; devre elemanlarının elektrik akımını değil elektrik potansiyel enerjisini (potansiyel farkı) harcadıklarını açıklayabilirsiniz. Elektrik akımı ve elektrik potansiyel enerjisi (potansiyel fark) kavramlarının tamamen farklı kavramlar

olduğunu ve birbirleriyle karıştırılmaması gerektiğini söyleyebilirsiniz. Bununla birlikte; bir devreden geçen akımın devredeki elemanlardan hemen önce ve hemen sonra aynı olacağını vurgulayabilirsiniz.

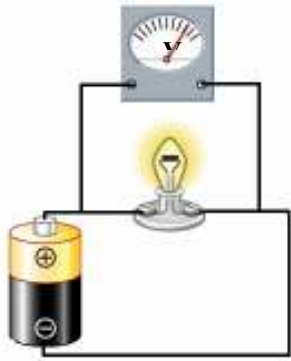


Bir elektrik devresinde yükler devreye uygulanan potansiyel fark sayesinde hareket ederler. Potansiyel fark elektrik yüklerinin iletkende hareket etmesine neden olan kuvvet olarak düşünülebilir. Başka bir ifade ile potansiyel fark yük akışının sebebidir. Potansiyel fark ne kadar büyük olursa elektrik yükleri üzerine uygulanan kuvvet o kadar büyük olur diyebiliriz.



Sekil 2. Potansiyel fark elektrik yükleri üzerine etki eden bir kuvvet olarak tanımlanabilir.

Üzerinden akım geçen bir iletkende yükler bir uçtan diğer uca giderken enerji kaybederler. Bu da iletkenin bir ucu ile diğer ucu arasında potansiyel farka sebep olur. İletkenin iki ucu arasındaki bu farka potansiyel fark denir. Potansiyel fark (voltaj) "V" harfi ile sembolize edilir. Devre elemanları konusunda öğrendiğimiz gibi potansiyel fark voltmetre adı verilen bir araçla ölçülür ve Volt (V) birimiyle ifade edilir. Potansiyel farkı ölçebilmek için voltmetreyi devreye şekilde görüldüğü gibi bağlamak gerekir. Voltmetrenin kendi iç direnci çok büyük olacağından üzerinden yük geçmeyecek bu şekilde tüm yüklerin üzerinden geçtiği devre elemanı üzerindeki potansiyel farkını doğru olarak ölçecektir.



Şekil 3. Pil, lamba ve voltmetreden oluşan bir elektrik devresi

Bir iletkenin iki ucu arasındaki potansiyel farkın iletken üzerinden geçen akıma oranı sabittir. Bu oran her zaman iletkenin direncini verir. Başka bir ifade ile; bir iletkenin direnci, üzerinden geçen akım şiddeti ve iletkenin uçları arasındaki potansiyel fark değişse de değişmez, sabittir.

$$\text{Direnç (R)} = \text{Potansiyel fark (V)} / \text{Akım (I)}$$

**Soru:** 8 Volt'luk potansiyel fark uygulanan bir direncin üzerinden 4 Amper akım geçiyorsa, direncin değeri kaç Ohm'dur? Bu dirence 4 Volt'luk potansiyel fark uygulanırsa devreden kaç Amper'lik akım geçer?

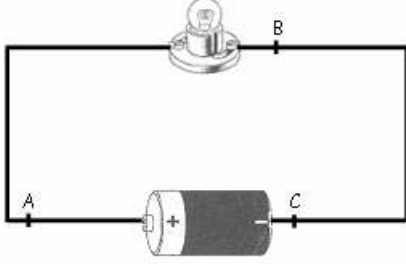
Pilin potansiyel farkı ne kadar büyük olursa (devredeki dirençleri sabit tuttuğumuz sürece), devreden geçen akım o kadar büyük olacaktır. Aynı koşullarda potansiyel fark azaldıkça, devreden geçen akım azalacaktır. Pilin devreye sağladığı potansiyel farkı sabit tuttuğumuzda ise; devrenin toplam direnci arttıkça devreden geçen akım miktarı azalacaktır. Sonuç olarak; potansiyel fark ve direnç değerlerini değiştirerek devreden geçen akım şiddetini değiştirmemiz mümkündür.

Konu anlatımı bittikten hemen sonra öğrencilere ilk kavram sorusu ve cevap kağıtları dağıtılır. Sorular dağıtıldıktan sonra öğrencilerin kendi aralarında konuşmalarına izin verilmey ve öğrencilerden soruyu 1-2 dakika içinde bireysel olarak cevaplandırmaları istenir. Her öğrenci kendi cevabını cevap kağıdına işaretler ve herkes bu işlemi yaptıktan sonra öğretmenin sınıfta verilen cevapların dağılımını kabaca anlayabilmesi için her öğrenci seçtiği seçeneğe ait kendisine daha önce öğretmen tarafından verilen seçenek kartını havaya kaldırır. Eğer soruya verilen doğru cevap yüzdesi % 90'dan fazlaysa soru üzerinde tartışılmadan, sadece doğru cevap açıklanarak yeni bir kavram sorusuna geçilir. Fakat, doğru cevap oranı %40-%90 arasında ise öğrencilerden soruyu öğretmen tarafından oluşturulacak olan 2 ya da 3 kişilik gruplar halinde 2-3 dakika kadar tartışmaları istenir. (Öğrenciler arasından oluşturulacak 2 ya da 3 kişilik grupların ortaya çıkarılması sırasında öğrencilerin yerlerinden kalkmayacak şekilde gruplandırılmasına dikkat edilecektir. Her öğrenci önünde-arkasında ve ya yanında oturan arkadaşlarının arasından seçilecek olan bir ya da iki kişiyle bir araya gelerek bir grup oluşturacak, böylece sınıfın düzeni bozulmayacaktır.) Öğrenciler soruyu kendi aralarında

tartıştıktan sonra yeni cevaplarını kendilerine verilen cevap kağıdının ilgili bölümüne işaretlerler. Öğretmenin tartışmadan sonraki yeni doğru cevap oranını anlayabilmesi için öğrenciler tekrar seçtikleri seçeneğe ait seçenek kartlarını havaya kaldırırılar. Doğru cevap oranı tekrar %90'dan az olursa öğretmen soruya ilişkin konuyu bir kez daha anlatır ve doğru cevabı açıklar. Ardından konu ile ilgili bir kavram sorusu daha sorup, yukarıdaki süreci tekrar eder. Dersin sonunda kavram sorularına ait cevap kağıtları öğretmene iletilir. Öğrenciler sınıftan ayrılmadan önce bir sonraki ders ile ilgili okuma ödevi verilir.

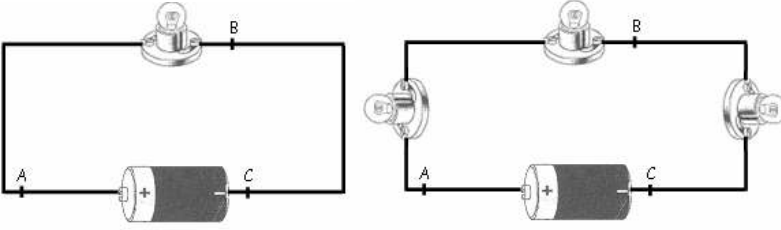
#### KAVRAM TESTİ -4-

1) Şekilde görülen basit elektrik devresinde A, B ve C ile işaretlenmiş noktalara ampermetre bağlandığında okunan değerler için söylenenlerden hangisi doğrudur?



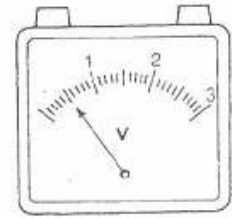
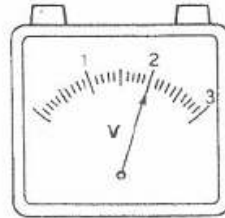
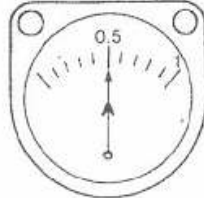
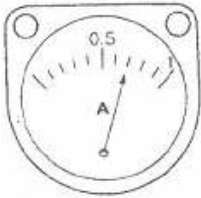
- A) A noktasında ölçülen akım değeri; B ve C noktalarında ölçülen akım değerlerinden büyüktür.
- B) C noktasında ölçülen akım değeri; A ve B noktalarında ölçülen akım değerlerinden büyüktür.
- C) A, B ve C noktalarında ölçülen akım değerleri aynıdır.

2) Özdeş pil ve lambadan oluşan şekildeki devrelerden geçen akım miktarları için aşağıda verilen seçeneklerden hangisi doğrudur?



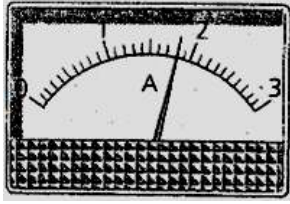
- A) Her iki devrede yer alan piller aynı olduğundan, devrelerden geçen akım miktarları aynıdır.
- B) İki devrede yer alan lamba sayıları farklı olduğundan, devrelerden geçen akım miktarları farklıdır.

3) Aşağıda görülen ampermetre ve voltmetrelerin okudukları değerler sırasıyla hangi seçenekte doğru olarak verilmiştir?

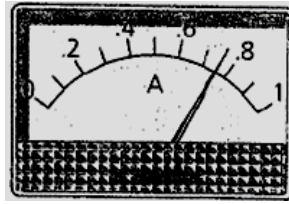


- A. 0.7 mA; 0.5 mA; 2 V; 0.5 V
- B. 0.7 V; 0.5 V; 2 A; 0.5 A
- C. 0.7 A; 0.5 A; 2 V; 0.5 V

4) Şekilde görülen ampermetrelerin gösterdiği değerler ve hassas bir ölçüm yapılmak istendiğinde kullanılması uygun olan ampermetre hangi seçenekte doğru olarak verilmiştir?



I

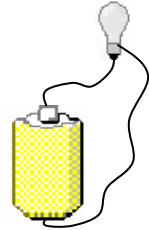


II

- A) 1.8 A ve 6,7 A; I. Ampermetre hassas ölçümler için daha uygundur.
- B) 1.8 A ve 6.7 A; II. Ampermetre hassas ölçümler için daha uygundur.
- C) 1.8 A ve 7.6 A; I. Ampermetre hassas ölçümler için daha uygundur.
- D) 1.8 A ve 7.6 A; II. Ampermetre hassas ölçümler için daha uygundur.

5) Şekilde görülen lamba ile ilgili olarak aşağıda verilenlerden hangisi doğrudur?

- A) Şekilde görülen lamba yanar ve lambada harcanan akım azalarak pile geri döner.
- B) Şekilde görülen lamba yanar çünkü pilin bir ucundan gelip lambadan geçerek pilin diğer ucuna giden akım lambanın yanmasını sağlar.
- C) Şekilde görülen lamba yanmaz çünkü pilin pozitif ucundan gelen pozitif elektrik akımı ile negatif ucundan gelen negatif elektrik akımı lamba üzerinde aynı noktada çakışmıyor.





## DERS PLANI-V

### Dirençlerin seri ve paralel bağlanması

**Ders:** Fen Bilgisi

**Ünite:** Yaşamımızı Yönlendiren Elektrik

**Konu:** Dirençlerin seri ve paralel bağlanması

**Yöntem:** Akran öğretimi yöntemi

**Hedef Davranışlar:**

- Seri bağlı devrelerde her bir devre elemanından aynı miktarda akım geçeceğini ifade etmek.
- Seri bağlı devrelerde eşdeğer direnci hesaplamak.
- Seri bağlı direnç sayısının artmasının devre üzerindeki etkilerini açıklamak.
- Devreye seri bağlanan direnç sayısının artması ile eşdeğer direnci ilişkilendirmek.
- Devrenin sahip olduğu potansiyel farkın seri bağlı dirençler üzerindeki potansiyel farkların toplamına eşit olduğunu söylemek.
- Seri bağlı devrelerde pilin sağladığı potansiyel farkın devre elemanlarının dirençleri ile doğru orantılı olarak paylaşılacağını ifade etmek.
- Paralel bağlı devrelerde her bir devre elemanından farklı miktarda akım geçeceğini ifade etmek.
- Paralel bağlı devrelerde eşdeğer direnci hesaplamak.
- Paralel bağlı direnç sayısının artmasının devre üzerindeki etkilerini açıklamak.
- Devreye paralel bağlanan direnç sayısı artması ile eşdeğer direnci ilişkilendirmek.
- Pilin sağladığı potansiyel fark ile pile paralel bağlanan dirençlerin potansiyel farkının aynı olduğunu ifade etmek.
- Paralel bağlı devrelerde ana koldaki toplam akımın devre elemanlarının dirençleri ile ters orantılı olarak kollara ayrılacağını ifade etmek.
- Elektrik devrelerine yeni bir direnç eklenmesi ya da çıkarılması sonucunda devreden geçen akımı yorumlamak.
- Seri ve ya paralel bağlı lambaların parlaklıklarını karşılaştırmak.

**Dersten önce yapılması gerekenler:**

Lütfen bir önceki dersinizde öğrencilerinizden işlenecek dersi daha iyi kavrayabilmeleri ve sınıf içerisinde yapılacak olan tartışmalara aktif olarak katılabilmeleri için Fen Bilgisi 6 kitabından aşağıda isimleri verilen bölümleri okumalarını ve aşağıda verilen okuma testini cevaplamalarını isteyiniz.

- Dirençler seri ve paralel bağlanabilir

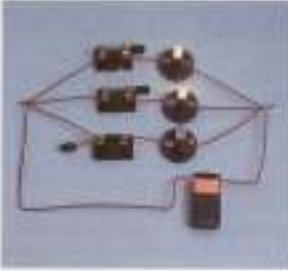
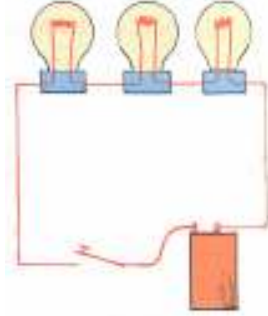


### Dersin işlenişi:

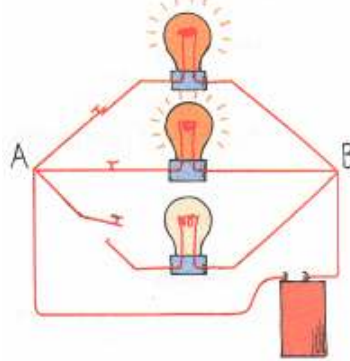
Birçok elektrik devresi birden fazla devre elemanı içermektedir. Bu devre elemanları amaca uygun olarak uygun akım ve ya potansiyel fark elde etmek üzere seri ve ya paralel olmak üzere iki farklı şekilde bağlanabilirler. Devre elemanlarından biri olan lambaların Şekil 1'deki gibi bağlanmalarına seri bağlama, Şekil 2'deki gibi bağlanmalarına ise paralel bağlama adı verilir. Her iki bağlama şeklinin kendine has ayırt edici özellikleri vardır.



Şekil 1. Lambaların seri bağlanması



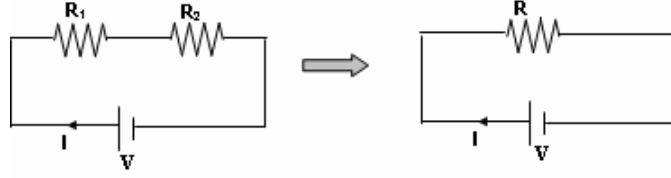
Şekil 2. Lambaların paralel bağlanması



Dirençlerin uç uca eklenmeleri ile oluşan bağlama şekline seri bağlama denir. Seri bağlı devrelerde yüklerin akabileceği tek bir yol vardır ve bu yolda herhangi bir kesinti oluşturulursa yük akışı durur. Yeni yıla girerken etrafımızda görebileceğimiz bazı yeni yıl ışıkları seri bağlı küçük lambalardan oluşmuştur. Bu lambalardan birinin patlaması durumunda bütün lambalar söneceği için kullanışsız bir yılbaşı lambası seçeneğidir. Ancak, patlayan lambanın yerine yenisi takıldığında tüm lambalar yeniden yanmaya başlayacaktır. Birden çok direncin yaptığı etkiyi tek başına yapabilen dirence "eşdeğer direnç" denir.

Seri bağlı devrelerde eşdeğer direnç devre elemanlarının dirençlerinin toplanması ile bulunur. Başka bir ifade ile seri devrelere dirençler eklendikçe; eşdeğer direnç artar.

Aşağıdaki şekilde  $R_1$  ve  $R_2$  dirençleri seri bağlanmıştır. Hemen yanındaki şekilde ise devrenin eşdeğer direnci görülmektedir.



Şekil 3. Seri bağlı dirençler ve eşdeğer direnç

Şekilde görülen  $R_1$  ve  $R_2$  dirençlerinin eşdeğer direnci aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$R_{\text{eşdeğer}} = R_1 + R_2$$

Devrede ikiden daha fazla sayıda direnç varsa; devrenin eşdeğer direnci aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$R_{\text{eşdeğer}} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 \dots$$

Dikkat edilmesi gereken nokta; seri bağlı devrelerde eşdeğer direncin her zaman bireysel direnç değerlerinden daha büyük olduğudur.

Seri bağlı dirençlerde;

- Devreden geçen akım her dirençten aynen geçer.

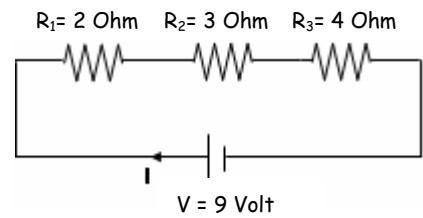
$$I = I_1 = I_2 = \dots = I_n$$

- Dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farklarının toplamı dirençlere bağlı olan pilin uçları arasındaki potansiyel farka eşittir.

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$

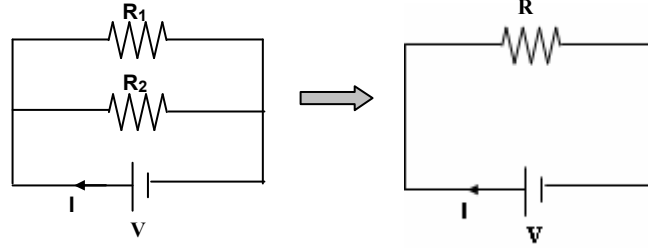
**Soru:**

Yandaki şekilde verilen devre için eşdeğer direnci, devreden geçen akım değerini ve her bir direnç üzerindeki potansiyel fark değerini hesaplayınız.



Dirençlerin birer uçlarının kendi aralarında birleştirilmeleri ile oluşan bağlama şekline paralel bağlama denir. Paralel bağlı devrelerde yüklerin akabileceği birden fazla alternatif yol vardır. Yollardan birinde herhangi bir kesinti oluşturulsa dahi diğer yollardaki yük akışı bundan etkilenmez. Yeni yıla girerken etrafımızda görebileceğimiz bazı yeni yıl ışıkları ise paralel bağlı küçük lambalardan oluşmuştur. Bu lambalar seri bağlama kullanılarak üretilen yılbaşı lambalarına göre daha kullanışlıdır. Çünkü paralel bağlı küçük lambalardan oluşan bir yılbaşı lambasında herhangi bir lamba patlarsa da diğer lambalar bundan etkilenmeden yanmaya devam edeceklerdir. Paralel bağlama şekli kullanılarak aynı devredeki bir lambayı yakarken diğerini söndürmek mümkündür.

Paralel bağlı devrelerde eşdeğer direncin tersi her bir paralel bağlı direncin terslerinin toplamına eşittir. Başka bir ifade ile paralel bağlı devrelere dirençler eklendikçe eşdeğer direnç azalır. Aşağıdaki şekilde  $R_1$  ve  $R_2$  dirençleri paralel bağlanmıştır. Hemen yanındaki şekilde ise devrenin eşdeğer direnci görülmektedir.



Şekil 4. Paralel bağlı dirençler ve eşdeğer direnç

Şekilde görülen  $R_1$  ve  $R_2$  dirençlerinin eşdeğer direnci aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Devrede ikiden daha fazla sayıda direnç varsa; devrenin eşdeğer direnci aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Dikkat edilmesi gereken nokta paralel bağlı devrelerde eşdeğer direncin her zaman bireysel direnç değerinden daha küçük olduğudur.

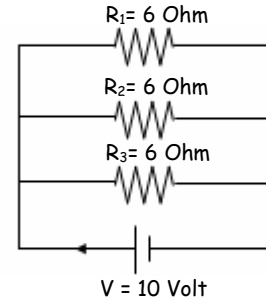
Paralel bağılı dirençlerde:

- Devreden geçen akım devrenin kollarından geçen akımların toplamına eşittir.  
 $I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$
- Dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farkları birbirlerine eşit olup o da üreticinin uçları arasındaki potansiyel farkına eşittir.

$$V = V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_n$$

**Soru:**

Yandaki şekilde verilen devre için eşdeğer direnci, devreden geçen akım değerini ve her bir direnç üzerindeki potansiyel fark değerini hesaplayınız.



Paralel bağılı devrelerde özellikle dikkat edilmesi gereken husus her kolun kendi direnci ile orantılı olarak bir miktar akım geçirmesidir. Çok sayıda öğrencinin inandığı bir kanı olan "akım en kolay yolu seçer" tamamen doğru bir inanış değildir. Akım kendisi için en kolay yolu tercih edip yoluna devam etmez ama en kolay, yani direnci en az olan yoldan en fazla akım geçer. En zor olan yoldan akım geçmez diye bir şey söylenemez. Aksine, oradan da akım geçer, fakat en zor, yani direnci en yüksek olan bu yoldan diğerlerine göre en az akım geçer. Yani, direnç arttıkça oradan geçen akım azalır, fakat direnç yüksek diye akım sıfır olmaz. Ancak direnç sonsuz büyük olursa akım sıfır olur. Paralel bağılı dirençlerde büyük dirençten küçük, küçük dirençten de büyük akım geçer.

a)  $R_1 > R_2 \Rightarrow I_1 < I_2$

b)  $R_1 = R_2 \Rightarrow I_1 = I_2$

c)  $R_1 < R_2 \Rightarrow I_1 > I_2$

#### KAVRAM YANILGILARI



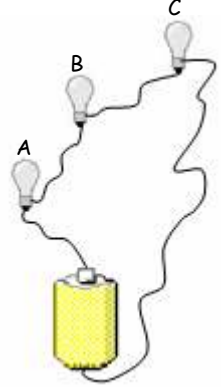
Bu konuyla ilgili öğrencilerin bazılarının inandıkları düşünce; devrede herhangi bir devre elemanı üzerinden geçen akımın, devre elemanın pile olan uzaklığına bağlı olduğudur. Sınıfınızda bu görüşe benzer bir fikir olması ihtimaline karşı devredeki herhangi bir devre



### KAVRAM TESTİ -5-

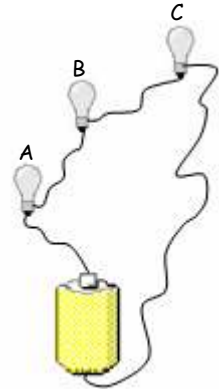
1) Şekilde görülen özdeş lambalar için aşağıda söylenenlerden hangisi doğrudur?

- A) Akım lambalar tarafından harcandığı için A lambası B ve C lambalarından daha parlaktır.
- B) Akım lambalar tarafından harcandığı için C lambası A ve B lambalarından daha parlaktır.
- C) Pilin bir ucundan gelip lambalardan geçerek pilin diğer ucuna giden akım lambaların yanmasını sağlar.
- D) Akım lambalar tarafından eşit olarak paylaşıldıktan sonra azalarak pilin diğer ucuna döner.
- E) A lambası pile en yakın olduğu için diğerlerinden daha parlaktır.



2) Şekildeki devrede tüm lambalar özdeştir. C lambası yerine farklı bir lamba konulduğunda, devredeki lambaların parlaklıkları bu değişiklikten nasıl etkilenir?

- A) Lambaların parlaklıklarında değişen bir şey olmaz çünkü pil sabit bir akım kaynağıdır ve devreye aynı akımı vermeye devam eder.
- B) A ve B lambaları bu değişiklikten etkilenmez çünkü bu iki lamba, devrede, değişen lambadan önce yer almaktadırlar.
- C) A ve B lambalarının parlaklıkları değişir çünkü devreye bağlanan farklı bir lamba devrenin toplam direncini değiştirerek, devreden geçen akımı değiştirir.
- D) A ve B lambaları bu değişiklikten etkilenmez çünkü devrenin herhangi bir bölümünde yapılan bir değişiklik sadece o bölgeyi etkiler.





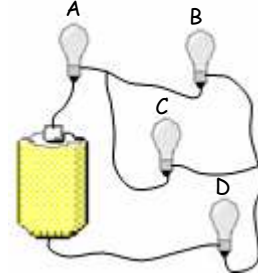
3) Şekilde görülen devredeki özdeş A, B ve C lambaların parlaklıklarını karşılaştırınız.

A) A lambası daima B ve C lambalarından daha parlak yanar çünkü akım A lambasından D lambasına giderken lambalar tarafından tüketilir.

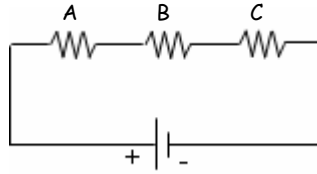
B) A lambası daima B ve C lambalarından daha parlak yanar çünkü pilin pozitif kutbuna en yakın olan lambadır.

C) D lambası daima B ve C lambalarından daha parlak yanar çünkü akım D lambasından A lambasına giderken lambalar tarafından tüketilir.

D) A ve D lambalarının parlaklıkları aynı B ve C lambaları ise onlardan daha az parlaktır çünkü B ve C lambalarının üzerindeki potansiyel fark A ve D lambalarının üzerindeki potansiyel farktan daha azdır.



4) Şekilde görülen devredeki özdeş dirençler için aşağıdaki seçeneklerden hangisi söylenebilir?



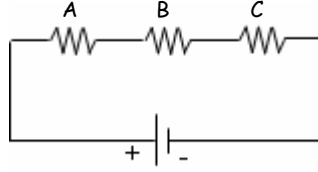
A) Akım dirençler tarafından harcandığı için A direnci üzerinden B ve C dirençlerine göre daha çok akım geçer.

B) Akım güç kaynağının bir ucundan çıkıp dirençlerin üzerinden geçerek güç kaynağının diğer ucuna ulaşır.

C) Akım dirençler tarafından eşit olarak paylaşıldıktan sonra, azalarak güç kaynağına geri döner.

D) A direnci güç kaynağına diğerlerinden daha yakın olduğundan üzerinden diğerlerine göre daha fazla akım geçer.

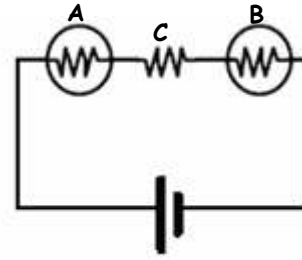
5) Şekildeki devrede A direnci yerine daha yüksek dirence sahip bir direnç konulduğunda, devredeki akım bu değişiklikten nasıl etkilenir?



- A) Dirençler üzerinden geçen akımda bir değişiklik olmaz çünkü güç kaynağı sabit akım kaynağıdır ve devreye aynı akımı vermeye devam etmektedir.
- B) B ve C dirençlerinden geçen akımlar değişir çünkü devreye seri olarak bağlanan farklı bir direnç devrenin toplam direncini değiştirerek, devreden geçen akımı değiştirir.
- C) Sadece B ve C dirençleri bu değişiklikten etkilenir çünkü bu iki direnç, devrede, değiştirilen A direncinden sonra yer almaktadırlar.
- D) B ve C dirençleri bu değişiklikten etkilenmez çünkü devrenin herhangi bir bölümünde yapılan bir değişiklik sadece o bölgeyi etkiler.

6) Yandaki şekilde görülen C direncinin değeri arttırıldığında, A ve B lambalarının parlaklıkları için aşağıda verilenlerden hangisi doğru olur?

- A) A lambasının parlaklığı aynı kalır, B lambası söner.
- B) A lambası söner, B lambasının parlaklığı aynı kalır.
- C) A ve B lambaların parlaklıkları artar.
- D) A ve B lambalarının parlaklıkları azalır.
- E) A ve B lambalarının parlaklıkları aynı kalır.



## APPENDIX H

### PEER INSTRUCTION IMPLEMENTATION GUIDE

Bu çalışmanın amacı; akran öğretimi öğretim yönteminin altıncı sınıf öğrencilerinin fen bilgisi dersinde işledikleri "Yaşamımızı Yönlendiren Elektrik" ünitesi altında yer alan "Akan Elektrik" konusuna ilişkin başarıları üzerine etkisini ve aynı konuya ilişkin geliştirdikleri tutumu incelemektir.

Öğrencilerin dersteki başarılarının ve derse yönelik tutumlarının arttırılmasının öneminin yadsınamayacağı günümüzde, öğretilen konunun ezberlenmesi değil kavranması gerekliliğini ön plana çıkaran; öğrencileri aktif olarak konunun içine dahil ederek hem konunun öğrenilmesini kolaylaştıran hem de öğrencilerin konunun işlenişinden zevk almalarını ve bunlara bağlı olarak fen bilgisi dersinde başarı ve derse karşı tutumu olumlu yönde arttırması beklenen yöntemlerden biri olan akran öğretimi yöntemi yurtdışında, özellikle üniversitelerde fizik derslerinde yaygın şekilde kullanılmış ve öğrencilerin dersteki başarı ve tutumları üzerinde olumlu etkileri görülmüştür.

6. sınıf öğrencilerinin soyut bir konu olan "akan elektrik" konusunda zorlandıkları çeşitli araştırmalar sonucunda ortaya konulmuş olup, bu çalışmada "akran öğretimi" yöntemi kullanılarak ilgili konunun öğrencilere başarıyla öğretilmesi ve öğrencilerin bu konuya karşı tutumlarının olumlu yönde geliştirilmesi öngörülmektedir.

Bu araştırma deneysel bir çalışma olup, araştırmada deney ve kontrol grupları yer alacaktır. Bu gruplara Elektrik Akımı Kavram Testi ve Akan Elektrik Konusu Tutum Ölçeği ön test ve son test olarak iki kez uygulanacaktır. Kontrol gruplarında geleneksel öğretim yöntemi kullanılırken, deney gruplarında akran öğretimi öğretim yöntemi kullanılacaktır. Kontrol grubunda yapılan etkinliklere hiçbir şekilde müdahale edilmeyecek, deney grubunda ise Milli Eğitim Bakanlığı'nın belirlediği amaçlar dışına çıkılmadan ve mevcut düzenini bozmadan akran öğretim yöntemi uygulanacaktır.

Bu araştırmaya katılan okul, öğretmen ve öğrenci isimleri kesinlikle gizli tutulacak sadece araştırmacı tarafından veri girilmesi sırasında kullanılacaktır.

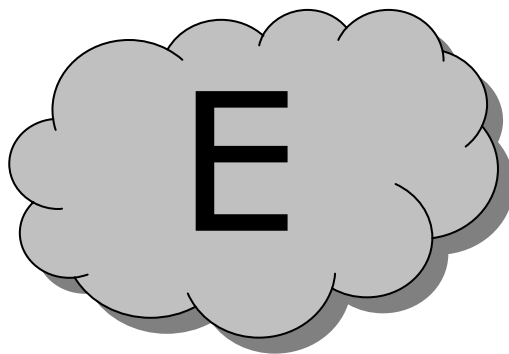
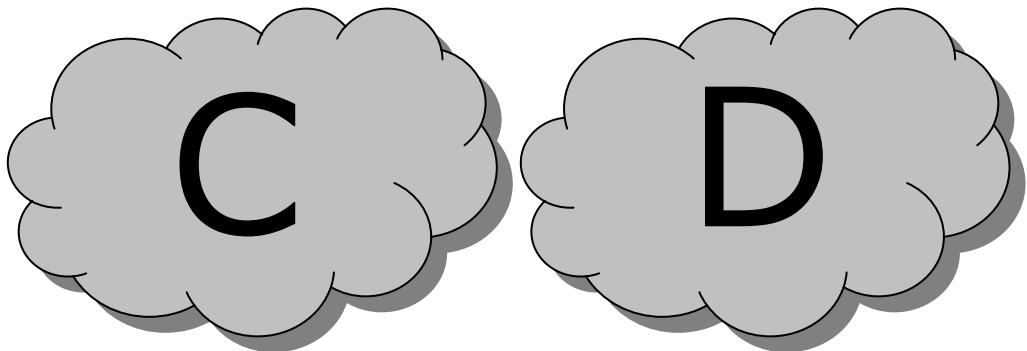
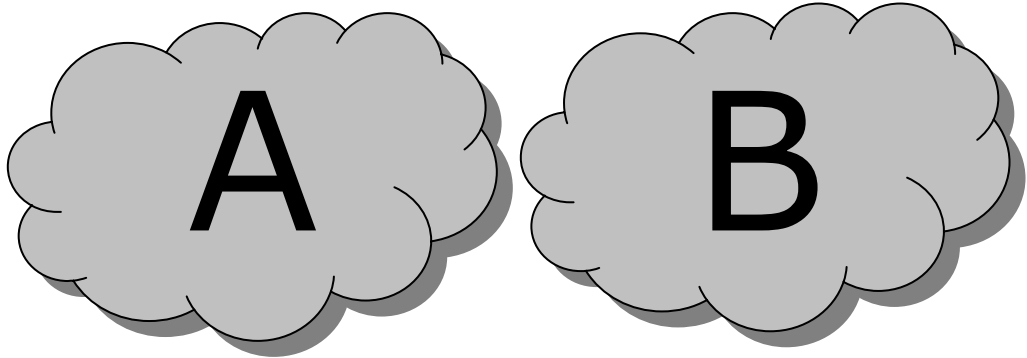
Akran öğretim yöntemi geleneksel ders anlatımından çok fazla farklılık göstermeyen ancak öğrencinin kavram soruları vasıtasıyla derse katılımını arttırmayı amaçlayan bir öğretim yöntemidir. Öğretmene ekstra bir yük getirmeyen, ekstra zaman ve alet vs. harcaması gerektirmeyen bu yöntemde öğretmen her zaman yaptığı gibi dersin temel noktalarını sınıfta anlatır. Konu anlatımı bittikten hemen sonra öğrencilere kavram soruları cevap kağıdı dağıtılır. Aynı zamanda tahtaya konuya ilişkin ilk kavram sorusu yazılır. Sorunun tahtaya yazılmasından sonra öğrencilerin kendi aralarında konuşmalarına izin verilmez ve öğrencilerden soruyu 1-2 dakika içinde bireysel olarak cevaplandırmaları istenir. Her öğrenci kendi cevabını cevap kağıdına işaretler ve herkes bu işlemi yaptıktan sonra öğretmenin sınıfta verilen cevapların dağılımını kabaca anlayabilmesi için her öğrenci seçtiği seçeneğe ait kendisine daha önce öğretmen tarafından verilen seçenek kartını havaya kaldırır. Eğer soruya verilen doğru cevap yüzdesi % 90'dan fazlaysa soru üzerinde tartışmadan, sadece doğru cevap açıklanarak yeni bir kavram sorusuna geçilir. Fakat, doğru cevap oranı %40-%90 arasında ise öğrencilerden soruyu öğretmen tarafından bazı koşullar gözetilerek oluşturulacak olan 2 ya da 3 kişilik gruplar halinde 2-3 dakika kadar tartışmaları istenir. (Öğrenciler arasından oluşturulacak 2 ya da 3 kişilik grupların ortaya çıkarılması sırasında öğrencilerin yerlerinden kalkmayacak şekilde gruplandırılmasına dikkat edilecektir. Her öğrenci önünde ve arkasında oturan arkadaşları ile yanında oturan arkadaşının arasından seçilecek olan bir ya da iki kişiyle bir araya gelerek bir grup oluşturacak, böylece sınıfın düzeni bozulmayacaktır. Grupların oluşturulması sırasında dikkat edilmesi gereken en önemli nokta farklı cevaplar vermiş olan öğrencilerin bir araya gelmesidir.) Öğrenciler soruyu kendi aralarında tartışırken öğretmen öğrencilerin arasında dolaşır ve öğrencilerin konu üzerinde sahip oldukları farklı görüşleri tespit etmeye çalışır. Diğer soruya geçmeden önce fark ettiği yanlış düşüncelere düşünen öğrencinin ismini vermeden değinerek, tüm öğrencilere bu şekilde düşünmemeleri gerektiğini açıklar. Tartışma bitiminde öğrenciler yeni bireysel cevaplarını kendilerine verilen diğer cevap kağıdına işaretlerler. Öğretmenin tartışmadan sonraki yeni doğru cevap oranını anlayabilmesi için öğrenciler tekrar seçtikleri seçeneğe ait seçenek kartlarını havaya kaldırırlar. Doğru cevap oranı tekrar %90'dan az olursa öğretmen soruya ilişkin konuyu bir kez daha anlatır. Dersin sonunda kavram sorularına ait cevap kağıtları öğretmene iletilir. Öğrenciler sınıftan ayrılmadan önce bir sonraki ders ile ilgili okuma ödevi verilerek, bu ödev ile ilgili okuma testi dağıtılır. Akran öğretim yönteminin en iyi şekilde uygulanabilmesi için aşağıda verilen önerilerin dikkate alınması önem arz etmektedir:

(a) Her dersten önce öğrencilere bir sonraki ders işlenecek olan konu ile ilgili okuma ödevi

verilmelidir. (b) Her dersten önce öğrencilere bir sonraki ders işlenecek olan konuya ilişkin olarak hazırlanmış olan okuma testi dağıtılmalı ve ders başlamadan önce bu testler toplanmalıdır. Bu testin amacı öğrenciyi ilgili konuya okumaya teşvik etmek olduğundan öğretmen tarafından değerlendirilmesi gerekmemektedir. Bununla birlikte testlerin ilgili derslerden önce toplanması ihmal edilmemelidir.

APPENDIX I

FLASH CARDS



## APPENDIX J

### RAW DATA

CINSIYET	GROUP	PREATT	PREACH	POSTATT	POSTACH	RETENTION
02	01	87	07	83	09	05
01	01	81	05	84	07	04
01	01	65	03	78	06	02
01	01	72	07	66	05	03
01	01	70	04	61	07	03
02	01	78	02	70	05	04
02	01	61	06	70	08	03
01	01	79	06	75	04	03
01	01	99	04	88	08	05
02	01	49	07	55	07	04
01	01	72	09	77	12	03
01	01	69	05	67	08	04
01	01	99	06	93	05	03
02	01	78	03	87	05	04
01	01	95	07	83	10	05
02	01	75	03	70	07	05
02	01	85	07	64	09	06
01	01	97	05	83	07	05
01	01	95	08	91	11	06
01	01	109	08	88	09	05
01	01	97	06	85	07	02
02	01	71	04	68	06	02
01	01	87	06	81	07	02
02	01	69	05	82	08	07
01	01	91	04	86	09	05
02	01	84	08	73	07	02
02	01	90	04	89	07	06
01	01	76	06	78	08	03
01	01	96	09	80	12	10
01	01	71	08	55	10	06
01	01	77	05	83	07	07
01	01	89	06	85	05	02
02	01	79	04	74	07	05
01	01	85	02	91	05	03
01	01	67	08	85	07	04
01	01	91	05	99	09	05
01	01	81	05	86	08	03

CINSIYET	GROUP	PREATT	PREACH	POSTATT	POSTACH	RETENTION
01	01	87	03	91	08	04
02	01	77	07	82	09	04
02	01	86	06	97	06	07
01	01	81	07	88	09	06
02	01	67	02	73	05	05
02	01	92	03	87	06	04
01	01	82	02	75	06	06
02	01	81	05	89	07	09
01	01	75	07	81	08	05
01	01	77	05	67	08	02
01	01	96	07	75	08	06
02	01	76	07	80	09	05
01	01	90	05	97	07	04
02	01	75	02	86	06	07
02	01	71	01	47	05	03
01	01	56	06	67	11	09
01	01	76	05	91	08	05
02	01	96	06	87	08	06
02	01	72	06	76	09	07
01	01	85	06	99	10	04
01	01	81	04	95	06	05
02	02	101	03	96	06	05
02	02	76	03	92	08	07
01	02	71	07	77	10	07
01	02	74	03	81	09	08
02	02	72	07	91	10	08
01	02	93	08	85	11	09
02	02	94	05	93	09	07
01	02	88	06	75	09	08
01	02	73	07	66	09	07
01	02	82	05	69	11	08
02	02	80	06	71	12	11
02	02	85	05	73	09	06
01	02	53	04	61	09	07
01	02	72	06	75	09	08
02	02	51	07	66	09	07
02	02	66	07	77	09	07
02	02	73	05	84	11	07
02	02	85	07	97	10	08
02	02	78	04	90	13	14
01	02	83	07	71	11	08
01	02	73	03	78	10	08
01	02	86	07	94	09	08
01	02	78	05	83	11	09
01	02	80	04	77	08	07
02	02	101	06	93	09	07
02	02	93	08	98	14	11



CINSIYET	GROUP	PREATT	PREACH	POSTATT	POSTACH	RETENTION
02	02	76	06	81	10	09
01	02	86	08	91	13	10
02	02	77	04	86	07	05
02	02	85	05	94	12	09
01	02	94	07	99	11	08
01	02	87	04	85	09	07
01	02	75	08	79	07	07
01	02	84	07	89	13	09
02	02	94	08	87	11	08
01	02	69	03	75	08	06
01	02	78	05	80	12	09
01	02	81	09	78	11	08
02	02	86	05	81	08	07
02	02	73	08	78	11	10
01	02	80	05	99	07	05
01	02	92	06	96	09	07
01	02	80	08	76	10	08
01	02	71	07	69	10	07
01	02	89	08	55	11	09
02	02	72	05	81	09	07
02	02	64	06	62	08	05
02	02	81	09	73	08	06
01	02	78	05	83	08	06
01	02	103	08	98	12	11
02	02	75	07	61	09	07
01	02	82	03	79	08	06
01	02	83	04	66	07	05
01	02	77	05	75	08	06
01	02	90	06	83	09	08
01	02	81	07	99	10	08
01	02	104	03	99	07	05
01	02	83	05	78	09	07
02	02	63	07	74	12	10
02	02	79	08	88	11	08
01	02	53	04	65	08	07
01	02	85	06	79	07	05
02	02	79	07	83	12	09

## VITA

Surname, Name: SENCAR TOKGÖZ, Selen

Date and Place of Birth: 15.11.1977, Kayseri

e-mail: [selensencar@yahoo.com](mailto:selensencar@yahoo.com)

### Education:

2001 Master of Science, SSME, METU, Ankara

1999 Undergraduate, Physics Education, METU, Ankara

1994 High School, Balıkesir High School, Balıkesir

### Work Experience:

2004-..... The Centre for European Union Education & Youth Programmes  
(*Expert*)

1999-2004 METU  
(*Research Assistant*)

Foreign Language: Advanced English

### Publications:

- Sencar, S. & Eryılmaz, 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.

- Sencar, S. ve Eryılmaz, A. (2004). The effect of gender on students' misconceptions concerning electricity and reasons of observed gender difference. *Hacettepe Journal of Education*, 26, 141-147.
- Sencar, S., Yılmaz, E.E and Eryılmaz, A. (2001). High school students' misconceptions about simple electric circuits. *Hacettepe Journal of Education*, 21, 113-120.
- Sencar, S. and Eryılmaz, A. (2002). Öğrencilerin elektrik devreleri ile ilgili kavram yanlışlarında görülen cinsiyet farklılıklarının nedenleri. *V. National Science and Mathematics Education Congress*, Proceedings, September, 2002, p.207.
- Sencar, S. and Eryılmaz, A. (2002). Cinsiyetin dokuzuncu sınıf öğrencilerinin elektrik devreleri konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarının farklı alt kategorilerine etkisi. *V. National Science and Mathematics Education Congress*, Proceedings, September, 2002, p.208.
- Sencar, S. and Eryılmaz, A. (2002). Dokuzuncu sınıf öğrencilerinin basit elektrik devreleri konusuna ilişkin kavram yanlışları. *V. National Science and Mathematics Education Congress*, Proceedings, September, 2002, p.100.
- Sencar, S. (2001). *The effect of gender on different categories of ninth grade students' misconceptions concerning simple electric circuits*. Unpublished master thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.