



Development of Achievement Test for “Force and Energy” Chapter in Science Course*

Ferhat ERMIŞ^{a*} (ORCID ID - 0000-0002-1653-9305)

İbrahim KARAMAN^b (ORCID ID - 0000-0001-8486-9050)

^aMinistry of National Education, Van/Türkiye

^b Atatürk University, Faculty of Education, Erzurum/Türkiye



Article Info

DOI: 10.14812/cufej.1059186

Article history:

Received 17.01.2022

Revised 26.05.2022

Accepted 03.08.2022

Keywords:

Science,

Force and Energy,

7th Grade,

Test Development,

High-Level Cognitive Processes,

Revised Bloom Taxonomy.

Abstract

Purpose of this study was to develop a valid and reliable achievement test for the 7th grade “Force and Energy” chapter within the framework of the science course, 2018 curriculum. For this purpose, 34 multiple-choice items were prepared whereby the information in the learning outcomes in the force and energy chapter in the curriculum would be measured mostly with high-level cognitive processes. The application study of the test was conducted with 144 students studying in the 2018-2019 academic year. Necessary corrections were made based on opinions of field experts to establish clarity of the test items, sufficiency of time, and scientific accuracy of the information in the items. Item discrimination and item difficulty indices for each item were calculated according to the answers collected after the application of the test. After the item analysis, 12 items were removed from the test and the Force and Energy Achievement Test including 22 questions was prepared. The mean item difficulty of the Force and Energy Achievement Test was calculated as 0.41 and the mean item discrimination as 0.39.

Research Article

Fen Bilimleri Dersi “Kuvvet ve Enerji” Ünitesine Yönelik Başarı Testinin Geliştirilmesi

Makale Bilgisi

DOI: 10.14812/cufej.1059186

Makale Geçmişi:

Geliş 17.01.2022

Düzeltilme 26.05.2022

Kabul 03.08.2022

Anahtar Kelimeler:

Fen Bilimleri,

Kuvvet ve Enerji,

7. Sınıf,

Test Geliştirme,

Üst Düzey Bilişsel Süreçler,

Yenilenmiş Bloom Taksonomisi.

Öz

Bu çalışmada, fen bilimleri dersi 2018 yılı öğretim programı çerçevesinde 7. sınıf “Kuvvet ve Enerji” ünitesine yönelik geçerli ve güvenilir bir başarı testinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, öğretim programındaki kuvvet ve enerji ünitesinde yer alan kazanımlardaki bilgilerin çoğunlukla üst düzey bilişsel süreçlerle ölçüleceği 34 çoktan seçmeli madde hazırlanmıştır. Testin uygulama çalışması, 2018-2019 eğitim öğretim yılında öğrenim gören 144 öğrenci ile yapılmıştır. Oluşturulan test maddelerinin anlaşılabilirliği, zaman yeterliği, maddelerdeki bilgilerin bilimsel doğruluğu için alanında uzman kişilerin görüşleri alınarak gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Testin uygulanmasından sonra toplanan cevaplara göre her bir maddeye ilişkin madde ayırt edicilik ve madde güçlük indeksleri hesaplanmıştır. Madde analizinden sonra 12 madde testten çıkartılmış ve 22 sorudan oluşan Kuvvet ve Enerji Başarı Testi elde edilmiştir. Kuvvet ve Enerji Başarı Testinin ortalama madde güçlüğü 0.41, ortalama madde ayırt ediciliği 0.39 olarak hesaplanmıştır.

Araştırma Makalesi

*This study was produced from the first author’s doctoral thesis.

*Corresponding Author: ferhatermis@gmail.com

Introduction

Assessment and evaluation is conducted for various purposes including to determine the learning outcomes of individuals in the learning and teaching process together with the effectiveness of teaching practices (Semerci, 2015), to obtain information about readiness levels of students, to improve and clarify the cognitive processes determined for students, and to determine the extent to which cognitive processes are achieved (Mehrens & Lehmann, 1991). Assessment is required to ensure good teaching and learning (Gronlund, 1976) and the educational process is largely dependent on assessment (Hopkins et al., 1990).

Assessment in teaching is a set of procedures used to determine the extent to which students reached the learning outcomes determined within the curriculum (Gronlund, 1976) and to obtain information about their learning-related development (Linn & Gronlund, 1995). Assessment, that is a much more comprehensive concept than measurement and testing, ensures quantitative and qualitative descriptions are made on cognitive processes of students (Linn & Gronlund, 1995) while value judgments are made on the desired ones in such cognitive processes (Gronlund, 1976). While reaching value judgments (interpreting the emerging cognitive processes), standards such as academic competence level, a certain score range or criteria such as the mean test result of the class can be used (Hopkins et al., 1990). However, measurement does not include comments on the value of the measured cognitive process but expresses quantitative definitions that better reveal cognitive processes of students (Gronlund, 1976). Accordingly, measurement is, for instance, assigning numbers to the results obtained from a given test according to a predetermined rule to determine the degree to which students have a certain knowledge (Linn & Gronlund, 1995).

The information obtained with a valid, reliable and objective measurement tool prepared to measure certain characteristics would provide the opportunity to fully recognize individuals in terms of these characteristics (Yılmaz, 2015). In this sense, one of the tools used in measurement is tests (Chase, 1978; Yılmaz, 2015). Tests are an objective and reliable source to arrive at decisions on learning outcomes of students and to provide required information (Thorndike & Hagen, 1977). In short, the measurements (scores) obtained thanks to the measurement made with tests are compared with the determined criteria and an assessment is made as a result of the judgments (Semerci, 2015). A test used as a measurement tool consists of a set of questions created to obtain quantitative data about the features to be measured (subject knowledge, cognitive process) (Mehrens & Lehmann, 1991; Tekindal, 2019). Tests are used for the purposes of selecting and placing individuals, arriving at education decisions about students, revealing learning difficulties and determining success (Baykul, 2015). Especially in education, tests are primarily used to determine the cognitive processes of students (Chase, 1978).

Success refers to the cognitive process that takes place in a short time (Haladyna, 1997). Achievement and skill tests are used to measure cognitive processes that is one of the characteristics individuals have (Yılmaz, 2015). The knowledge gained by students and their cognitive processes are measured through achievement tests, which are the most widely used tests in education and training (Linn & Gronlund, 1995; Yılmaz, 2015). Achievement tests are widely used in the evaluation system because they are efficient in measuring the determined knowledge and cognitive processes and are cheaper than other types of tests (Linn & Gronlund, 1995). For instance, it is observed that achievement assessment studies are carried out in international exams such as PISA (Programme International for Student Assessment) and TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) (Semerci, 2015).

Oral, written and performance tests are used in measurement and assessment of academic learning outcomes. Written tests that have three types as true-false, multiple choice and matched items are objective and widely used. Multiple-choice tests are the most widely used among objective tests (Gronlund, 1976; Yılmaz, 2015), as they allow easy application and use for special purposes such as measurement of high-level cognitive processes (Gronlund, 1976). Multiple-choice tests offer

opportunities regarding using their results (Gronlund, 1976). It is known that the advantages of multiple-choice tests, which are used to measure success, exceed their disadvantages (Kargın & Gül, 2021).

One of the important reasons why multiple-choice items, which can be applied to participants of all ages, are frequently used in education and in many other fields, is that the items can be scored objectively. Another reason is that it allows a large number of people to take the exam at the same short time. Since many questions can be asked, the reliability of the obtained scores increases. Another reason is that scoring can be done easily and in a very short time (Çakan, 2017). Thus, students can be given quick feedback (Haladyna, 1997). Based on such reasons, multiple choice items are frequently used, for example, in most of the important exams given to select and place students in our country (Çakan, 2017). Again, as it is known, some of the question types used in international PISA (Ministry of National Education [MoNE], 2020) and TIMSS (MoNE, 2021) applications include multiple choice questions.

A multiple-choice item consists of a problem known as an item root consisting of a direct question or an incomplete statement and alternatives known as a list of options proposed as a solution list including words, numbers, symbols or sentences (Gronlund, 1976). One among the options list of the item is correct or the best answer, while the others are distractors (Thorndike, 1997). Thus, students that read the article are required to choose a correct or the best alternative. The correct alternative becomes the answer, while the remaining incorrect alternatives become distractors. Distractors serve to distract students that cannot decide on the correct answer (Gronlund, 1976) and to attract students who do not know or learn incorrectly (Çakan, 2017).

It is noted that tests can be created to assess almost any cognitive process on pen and paper and this would be appropriate (Thorndike, 1997). Another reason for using multiple-choice items is their being suitable for measuring high-level cognitive processes (Çakan, 2017; Gronlund, 1976). Contrary to the criticisms regarding the inadequacy of multiple-choice tests, high-level cognitive processes can be measured with multiple-choice items prepared in line with their qualifications. Because there is a wide variety of item formats in multiple-choice tests, measuring cognitive processes at different levels becomes possible (Yılmaz, 2015). High-level cognitive processes can be measured with multiple-choice items thanks to the use of factors such as graphics, tables, verbal expressions, and diagrams in items, the item not being linked to a single correct answer, and the use of interpretative item forms based on pictorial materials (Mehrens & Lehmann, 1991). Although it is known that there are studies on tests that measure high-level cognitive processes (Utami et al., 2019), it is known in the literature that high-level cognitive processes can be measured with multiple-choice items (Haladyna, 1997; Hopkins et al., 1990; Kubiszyn & Borich, 2007; Mehrens & Lehmann, 1991; Tekindal, 2019; Thorndike & Hagen, 1969; Thorndike, 1997; Walberg, 2011).

In addition, some limitations are observed concerning multiple-choice items. For instance, luck success will take place due to responding to an unknown question by chance (Çakan, 2017). However, in the face of these probabilities, it would not be possible for those that take tests with lack of information to receive very high scores from a multiple-choice test based solely on chance success (Hopkins et al., 1990). Tests should have at least three answer options to be considered in the multiple choice item type, while items should have effective and functional four or five answer options in order to decrease the probability of guessing the answer (Thorndike & Hagen, 1969). With multiple-choice items, whether students understand or know what to do in the face of a problem is measured on pen and paper. In other words, it cannot determine what kind of solution it will offer when faced with a real situation (Gronlund, 1976). In this sense, since the options presented to the students in a multiple-choice item are structured and students are required to choose one (Çakan, 2017), another criticism is its being unsuitable for measuring the process of organizing and presenting students' own ideas in the face of a problem (Çakan, 2017; Gronlund, 1976; Haladyna, 1997; Tekindal, 2019; Thorndike & Hagen, 1969; Thorndike, 1997).

Every one of the items in a test must be qualified to measure information in learning outcomes determined in curriculum. In addition, some educators attempted at classifying cognitive processes

concerning which cognitive process levels information in learning outcomes that take place in curriculum shall be measured. In terms of such initiatives, Bloom et al. presented a widely accepted general classification (Bloom Taxonomy). To that end, development and use of a measurement tool suitable to the determined classification would be secured (Tekin, 2019). Changes in curriculum can include new information on subjects and cognitive processes. Thus, achievement tests suitable to the new program are required to measure cognitive processes regarding new information on subjects, thus achieving reliable and valid information relevant to the purpose of measurement (Gronlund, 1976).

Although it is known that most of the students have learning difficulty towards science, valid and reliable achievement tests must be developed to measure learning levels of students, thus to make a correct assessment (Kargin & Gül, 2021). In our country various achievement tests were prepared for science classes and the need for using new achievement tests emerged especially for researchers as a result of reforms in science curriculum. In the literature it is observed that the majority of the questions in the tests developed for the revival of the seventh grade force and energy chapter subjects and learning outcomes of the 2018 curriculum were created by directly adopting the existing questions. It is observed that questions in one test among such tests are not examined according to the Revised Bloom Taxonomy (Gürleroğlu, 2019) while in another test more complex cognitive processes such as assessment are not measured or dimension of information accumulation is not shown (Eroğlu, 2021). In other tests, it is observed that the table of specifications is not created and no information on cognitive processes is provided (Gülseven, 2020; Kurt, 2020; Tatlı, 2020; Yalçın, 2020).

Every test measures different cognitive processes regarding a certain information (Linn & Gronlund, 1995). In the literature no achievement tests measuring mostly high-level cognitive processes on force and energy chapter were found. Application results of an achievement test is used for various purposes such as teaching, guidance, and research (Mehrens & Lehmann, 1991). Thus, it could be argued that there is need for development of achievement test with reliability and validity that science teachers and science education researchers can use in learning environment and their studies measuring success levels of students towards force and energy chapter and in line with force and energy chapter learning outcomes of 2018 curriculum. In this sense, it is aimed to contribute to the richness of the literature while measuring complex (high-level) cognitive processes towards force and energy chapter and contributing to relevant configuration of education by developing an achievement test towards force and energy chapter that meets reliability and validity conditions. Due to the many abstract concepts it includes, the subject of force and energy are emphasized. In addition, considerable research has been conducted on the subjects of force and energy, since they form the basis of many physics subjects and occupy a place in many grade levels from secondary school to university. In this study, it is aimed to develop a reliable and valid achievement test that measures high-level cognitive processes for the force and energy chapter of the science curriculum revived in 2018. It is considered that the resulting achievement test will be a measurement tool that can be used in educational research and in determining the complex cognitive processes of students.

Method

In this study, initially, the purpose of the test was determined, the curriculum was examined, the learning outcomes and content of chapter were considered, the Revised Bloom Taxonomy was taken into account, the literature was examined for the formation phase of the items, the created items were analyzed by making their test applications and the test was finalized, thus achievement test development model (Aksoy & Özcan, 2020; Özaşkın Arslan & Karamustafaoğlu, 2019) was used.

Participants

The test group of the study consisted of 144 students studying in the 8th grade in the 2018-2019 academic year. This study was applied to 8th grade students who had learned the chapter the previous year, since 7th grade students did not study the chapter. In line with the official permission obtained for the study, the school administrator and students were interviewed. Considering the ethical rules, students were informed that the test was prepared to conduct a research, it would be administered on a

voluntary basis, their names would be kept confidential and that the results of this test would not be used for grading.

Time of Development of Force and Energy Achievement Test

In order for the prepared achievement test to cover the chapter, its subjects were analyzed. In order to do that, initially, the existing Ministry of National Education Science textbooks prepared according to the curriculum were examined. However, in order to create items that measure more complex (high-level) cognitive processes, textbooks from different publications, including those available on the internet, questions in 8th grade Ministry of National Education exams (OKS, SBS, TEOG) and scholarship exams, and science questions in TIMSS and PISA, which assess knowledge and cognition of students were examined.

Although it is for the purpose of the achievement test, a table of specifications was prepared in order to create a sufficient number of items to cover the information about the learning outcomes related to the chapter (Baykul, 2015; Kan, 2017; Şeker & Gençdoğan, 2020; Tekin, 2019). Table 1 includes the table of specifications indicating the items covering the information in the acquisitions in the curriculum. For content validity, expert opinions were taken, in addition to the table of specifications used in the creation of the test structure (Baykul, 2015; Özbek, 2017; Şeker & Gençdoğan, 2020; Tekin, 2019). In addition, multiple-choice tests can be used to ensure content validity (Tekindal, 2019). The table of specifications covers the subjects of “Mass and Weight Relationship”, “Force, Work and Energy Relationship”, and “Energy Conversions” in the “Force and Energy” chapter. The items to be included in the achievement test were created by using the table of specifications. The items in this study were not prepared according to the knowledge and cognitive process dimensions of the stated learning outcomes of the chapter. Instead, in order to maintain content validity, items measuring better knowledge and more complex cognitive process dimensions (Anderson & Krathwohl, 2021) were prepared by taking into account the knowledge expressions in the learning outcomes. The information in all the learning outcomes of the chapter was assessed with the academic achievement test.

There are some arguments on multiple choice tests being suitable for measuring all cognitive process dimensions. Items that measure high-level cognitive processes are qualified to cover several learning outcomes (Yılmaz, 2015). The items in this study were prepared to include more than one learning outcome, directed towards measuring high-level cognitive processes. In this context, an item pool consisting of 34 multiple-choice items was created for the achievement test. The 34-item achievement test was presented to three faculty members and six science teachers to receive their opinions. In line with the opinions received, corrections were made in 12 items (i4, i6, i7, i8, i14, i15, i18, i20, i22, i23, i29, i31). Thus, the form including 34 items was prepared for application in order to analyze the items.

After the corrections made in line with expert opinions, the 34-item test was administered to eight 9th grade students in order to evaluate whether the items were understandable for the students. The students mentioned that the questions required a lot of interpretation and thinking, which was why they were taking time. After the experts gave the same opinion, it was decided that 2 course hours should be devoted for the application of the 34-item form (Appendix A). In addition, assessments made in the Revised Bloom Taxonomy for each item were presented to three academics to receive their opinion. The assessments made according to the Revised Bloom Taxonomy (Anderson & Krathwohl, 2021) of the items created to include the information on the learning outcomes of the Force and Energy chapter took place in line with the opinions of three experts and Table 2 was prepared. Accordingly, it was concluded that the items measured complex cognitive processes.

Table 1.
Distribution of Items Containing Information in Force and Energy Chapter Learning Outcomes

Subject	Concepts	Learning Outcome	Question Including Information in Learning Outcome
Mass and Weight Relationship	Mass, weight, gravity, gravitation	F.7.3.1.1. Describes the gravitational force acting on the mass as weight.	5, 17, 19, 21, 24
		<i>a. Emphasizes weight is a force.</i>	13, 24, 29
		<i>b. Weight is measured by using dynamometer.</i>	13, 14
		F.7.3.1.2. Concepts of mass and weight are compared.	4, 8, 23, 27
		F.7.3.1.3. Explains gravity as gravitation on the basis of celestial bodies. <i>Does not explore mathematical relations.</i>	22, 23, 27
Force, Work, and Energy Relationship	Physical work, kinetic energy, gravitational potential energy, elastic potential energy	F.7.3.2.1. Explains that the work done physically is related to the force applied and the path taken.	7, 11
		<i>a. The unit of work is given in joules.</i>	31
		<i>b. Does not explore mathematical relations.</i>	
		F.7.3.2.2. Classifies energy as kinetic and potential energy, associating it with the concept of work.	10, 11, 31
		<i>a. Potential energy is classified as gravitational potential energy and elastic potential energy.</i>	8, 28
		<i>b. It is stated that potential energy depends on mass and height, and kinetic energy depends on mass and speed.</i>	12, 15, 18, 20, 25, 26, 28, 30, 32, 34
		<i>c. Does not explore mathematical relations.</i>	
Energy Transformations	Conservation of energy, loss of kinetic energy by friction, air and water resistance	F.7.3.3.1. Based on the conversion of kinetic and potential energy types, it is concluded that energy is conserved.	10, 18, 26, 33, 34
		F.7.3.3.2. Explain the effect of friction force on kinetic energy with examples.	6, 9, 10, 11, 12, 15, 20, 25, 28
		<i>a. While exemplifying the effect of frictional force on kinetic energy, frictional surfaces, air resistance, and water resistance are taken into account.</i>	6, 12, 15, 16, 30
		<i>b. In a simple experiment it is demonstrated that the frictional surfaces heat up, emphasizing that the kinetic energy loss turns into heat energy.</i>	12, 22
		F.7.3.3.3. Designs a tool for reducing the effect of air or water resistance.	1
		<i>a. Mentions the effect of air or water resistance on the design of different vehicles.</i>	2, 3, 21, 22
		<i>b. Designs are created by drawing, not turned into a three-dimensional product.</i>	1

Table 2.
Place of Items in Revised Bloom Taxonomy

INFORMATION ACCUMULATION DIMENSION	COGNITIVE PROCESS DIMENSION					
	1. REMEMBERING	2. UNDERSTANDING	3. APPLYING	4. ANALYZING	5. EVALUATING	6. CREATING
A. FACTUAL INFORMATION						
B. CONCEPTUAL INFORMATION		i3, i13, i16, i17, i21, i32	i2, i8	i7		
C. PROCEDURAL INFORMATION			i10, i12, i14, i15, i18, i20, i25, i26, i28, i33			
D. METACOGNITIVE INFORMATION		i29		i4, i5, i6, i11, i30, i34	i1, i9, i19, i22, i23, i24, i27, i31	

Findings

The scope of the academic achievement test developed for the force and energy chapter of the seventh grade science course curriculum is directed towards the information in the “Force and Energy” chapter in the seventh grade Science Course Curriculum (MoNE, 2018).

The analyzes of the data received after the application of the test were conducted using the Excel program. Each correct answer was given 1 points while incorrect, empty and more than one answers were given 0 points. Thus, the highest score that could be received from the achievement test was 34, while the lowest score was 0. Scores were written on answer sheets. Scores were ordered from the highest score to the lowest score. 27% of the group was taken from the highest score to the lowest and 27% from the lowest score to the highest. Thus, 27% upper and lower groups were created according to the test scores. While determining the upper and lower groups, answer sheets with the same score as the cut-off score were also included. Item difficulty and item discrimination indexes were calculated for each item over the upper and lower criteria groups of 27%.

The prepared test was applied to 144 students studying at 8th grade. Thus, item discrimination and item difficulty index values of each item were calculated using the answers given to the test. The data obtained as a result of item analysis are presented in Table 3.

Table 3 shows the discrimination and difficulty indexes obtained from the correct answers given by the students in the upper and lower groups. The mean difficulty of the 34-item test was found to be 0.35 and the mean discrimination (validity) was found to be 0.31. The reliability coefficient of the test was found to be 0.59.

After item analysis, item discrimination and item difficulty indices that lead to item selection were examined. In case the item discrimination index approaches +1, it indicates that the item measures the desired feature while in case it approaches 0, it indicates that the item cannot measure the desired feature. In case the index takes “- (negative)” values, this indicates that the item measures a feature other than the desired feature (Kan, 2017). The item difficulty index takes values between 0 and 1. The closer this value is to 1, it indicates that the item is easier while the closer it is to 0, it indicates that the item is more difficult (Turgut & Baykul, 2015). Increasing the difficulty of an item indicates that the item measures high-level cognitive process (Özçelik, 2016; Tekindal, 2019).

Table 3.
Item Analysis According to the Responses of the Students in the Upper and Lower Groups

Item	C _u	C _l	p	D
1	45	26	.77	.41
2*	8	2	.11	.13
3	20	4	.26	.35
4	47	18	.71	.63
5	40	12	.57	.61
6*	9	7	.17	.04
7	44	28	.78	.35
8*	8	7	.16	.02
9	39	8	.51	.67
10	30	11	.45	.41
11	13	3	.17	.22
12	23	3	.28	.43
13*	17	9	.28	.17
14	33	7	.43	.57
15	25	14	.42	.24
16	22	8	.33	.30
17	22	8	.33	.30
18	16	5	.23	.24
19	32	8	.43	.52
20*	21	12	.36	.20
21*	35	17	.57	.39
22*	28	8	.39	.43
23	14	2	.17	.26
24	27	7	.37	.43
25	29	10	.42	.41
26	19	7	.28	.26
27	35	13	.52	.48
28	17	7	.26	.22
29	15	4	.21	.24
30*	14	4	.20	.22
31*	14	9	.25	.11
32*	5	3	.09	.04
33*	10	5	.16	.11
34*	10	7	.18	.07

C_u: Number of those that correctly answered the item in the upper group

C_l: Number of those that correctly answered the item in the lower group

P: Item difficulty index

D: Item discrimination index

*: Items removed from test

During item selection initially item discrimination followed by item difficulty indices were assessed (Kan, 2017). Among the 34 items in the form applied items over 0.20 were considered as long as their discrimination indices were positive. Afterwards, items with item difficulty indices around 0.20 and 0.80 were taken from among these (Tekindal, 2019). 8 items with item discrimination below 0.20 (i2, i6, i8, i13, i31, i32, i33, i34) were removed from the test. In addition to this, 4 more items (i20, i21, i22, i30) were removed from the test, considering that it takes time to answer the questions in the test requiring high-level cognitive process (Tekin, 2019), provided that the item distributions meeting the unit's

learning outcomes are in the achievement test. Other reasons for removal of two items with high item discrimination (i21, i22) were the fact that information measures by these items were measures several times with other items. In addition, the purpose is to reduce the number of questions that measure understanding conceptual information to ensure the test weights more towards measuring more complex cognitive processes. However, 7 items (i11, i15, i18, i23, i26, i28, i29) with item discrimination between 0.20 and 0.29 were added into the test after corrections. Thus, following corrections according to results of item analysis, items were distributed in a way to cover information in chapter learning outcomes.

During calculation of reliability coefficient for the entire test, Kuder-Richardson-20 (KR-20) reliability coefficient was used (Baykul, 2015). Following removal and corrections conducted in line with analysis results of 34 items, as a result of the reliability analysis conducted on the remaining 22-item form of the test, the reliability coefficient of the test results was found to be 0.66. Although the test was ‘mildly difficult (0.05)’ for the student group it was applied to (Tekin, 2019); mean difficulty of the 22-item form of the test was found to be 0.41 and mean discrimination (validity) was found to be 0.39. Although tests with validity around 0.40 were considered good, it is noted that tests prepared for group comparisons could have validity between 0.20 and 0.60 (Özçelik, 2013). In addition, it is noted that tests prepared to be used in group comparisons could have reliability between 0.60 and 0.80 (Özçelik, 2013) and tests with reliability coefficient between $0.60 \leq \alpha < 0.70$ could be considered acceptable (Özbek, 2017). It was observed that when 12 items were removed from the test reliability increased from 0.59 to 0.66, mean difficulty increased from 0.35 to 0.41, and mean discrimination increased from 0.31 to 0.39 (Table 4). Learning outcomes covered in the 12 items that were removed from the test were measured with other items. Accordingly, the last 22-item form of the test measures in line with chapter learning outcomes. As a result of analyses, the “Force and Energy Achievement Test” was prepared with reliability and validity.

Table 4.
Item Analysis Results of Force and Energy Achievement Test

Test	Mean Difficulty	Mean Discrimination	Reliability
34-item form	.35	.31	.59
22-item form	.41	.39	.66

Discussion & Conclusion

Purpose of this study was to develop a multiple-choice test with reliability and validity to measure student achievements on Force and Energy Chapter of Seventh Grade Science Class in 2018 Curriculum. Similar steps described in the literature (Akbulut & Çepni, 2013; Çiçek Şentürk & Selvi, 2021; Dumanoğlu & Bezir Akçay, 2018; Kargın & Gül, 2021; Özaşkın Arslan & Karamustafaoğlu, 2019; Özcan et al., 2019; Özkan & Eryılmaz Muştı, 2018; Şen & Eryılmaz, 2011; Sontay & Karamustafaoğlu, 2020; Timur et al., 2019) concerning development of achievement tests for different subjects of science class were followed. In the process of preparation of the test reliability and validity studies and item analyses were conducted accompanied by the table of specifications covering information in learning outcomes. Force and energy achievement test was prepared to measure complex (high-level) cognitive processes towards force and energy chapter.

All existing questions that could be reached were examined and test items were created towards a purpose that would measure learning outcomes of the chapter in the dimension of complex cognitive processes. The 34 items in the test were applied to 8 students studying at 9th grade of high school and afterwards students were asked questions about the test to receive their opinion. In addition, opinions of 3 academics and 6 science teachers were considered to detect possible errors on the test’s structure, appearance, understandability of items, sufficiency of time, and possible errors with the items. Item analyses were conducted based on the results of the test applied following corrections. Based on results of item analyses, considering targeting all learning outcomes and underlining applicability of the test required corrections were made on items and 12 items were removed from the test. The final 22-item test was observed to have 0.66 reliability, 0.41 mean item difficulty, and 0.39 mean item discrimination.

Accordingly, the test was found to have mean difficulty, very good discrimination (Hasançebi et al., 2020), and have reliability (Can, 2014).

It was observed that 6 items of the 22-item form of the test prepared to measure complex cognitive processes (i1, i9, i19, i23, i24, i27), were in evaluating, 4 items (i4, i5, i7, i11) were in analyzing, 8 items (i10, i12, i14, i15) were in application and 4 items (i3, i16, i17, i29) were in understanding category. Thus, the items of the test, which includes the information in learning outcomes of the force and energy chapter, measure complex (high-level) cognitive processes. It is noted that the level of having the characteristics measured in exams such as PISA TIMSS can be increased by using tests that measure complex cognitive processes (Başokçu et al., 2018). The developed achievement test will be a useful tool in this sense. It is noted that the use of tests created according to the Revised Bloom Taxonomy will guide the development of high-level cognitive processes of students such as problem solving, research, critical, creative and analytical thinking (Avcı, 2020). The created test items will play a role in this sense.

When measurement practices in our country and at the international level are considered, it is observed that multiple-choice tests are preferred and used at a significant level. It is important that measurements aim at determining high-level cognitive processes. In this sense, it is more desirable today for students to reveal the learning objectives at the level of high-level cognitive processes. In a study, it was mentioned that matching items and fill-in-the-blank items did not measure high-level cognitive processes while true-false items were insufficient due to the high chance factor, and open-ended items prevented students from receiving feedback. In the same study, it was also noted that the number of multiple-choice test questions for force and energy chapter were low, the existing questions were generally for memorization, and there were no questions measuring high-level cognitive processes (Türeyen, 2020). Tools measuring high-level cognitive processes are required and this need is expected to be met. The achievement test developed could be used to measure the high-level cognitive processes covering the learning outcomes of force and energy chapter of the 2018 seventh grade science course curriculum and to determine to what extent the teaching activities (activities, techniques, methods, strategies...) affect the high-level cognitive processes of students as a result of teaching at schools in addition to determining achievement levels of students. Thus, such tests can provide a step-by-step function in the creation of learning outcomes for complex cognitive processes and in designing relevant teaching processes in this direction.

2 class hours were spared for the 34-item form of the test, the observations conducted during the implementation of the test revealed that the test was tiring for the students and 2 class hours were not sufficient. This is considered to be the reason why especially the last 4 items (i31, i32, i33, i34) are mostly left blank in the scoring made after the application of the test. A new application can be made by reusing the last four items (i31, i32, i33, i34) together with the four items (i20, i21, i22, i30) removed for the 22-item final form of the test. In order to do this, the items can be used as an alternative in the test according to the statistics obtained after the application is made in two separate class hours so that the total number of items is divided into two.

The following recommendations can be made based on the findings achieved regarding the developed achievement test: 1) Study is limited with 144 students. Thus, test can be applied on an increased number of samples to determine its effectiveness and strength in measuring learning outcomes. 2) Test, can be considered as an example in test development studies conducted to measure complex (high-level) cognitive processes on different classes and subjects. 3) Test can be used to demonstrate effects of different teaching methods. 4) Test can be used to determine conceptual understandings regarding force and energy chapter. 5) In case test is used at schools by teachers, this could be helpful to contribute to the literature. 6) Depending on use of test in various studies, articles could be revised if necessary.

Author Contribution Rates

The authors contributed equally to the conduct of the research.

Ethical Declaration

All rules included in the “Directive for Scientific Research and Publication Ethics in Higher Education Institutions” have been adhered to, and none of the “Actions Contrary to Scientific Research and Publication Ethics” included in the second section of the Directive have been implemented.

Conflict Statement

The author declares no competing interests.

Türkçe Sürümü

Giriş

Ölçme ve değerlendirme, öğrenme ve öğretme sürecinde bireylerin edindikleri kazanımların tespit edilmesi, öğretim uygulamalarının etkililiğinin belirlenmesi (Semerci, 2015), öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeyleriyle ilgili bilgi elde edilmesi, öğrenciler için belirlenecek bilişsel süreçlerin iyileştirilmesi ve netleştirilmesi, bilişsel süreçlere ne ölçüde ulaşıldığının tespit edilmesi, belirlenecek öğretim tekniklerine karar verilmesi ve iyileştirilmesi gibi birçok amacın yerine getirilmesi için yapılır (Mehrens & Lehmann, 1991). Değerlendirme, iyi bir öğretme ve öğrenmenin sağlanması için gereklidir (Gronlund, 1976) ve eğitim süreci büyük ölçüde değerlendirmeye bağlıdır (Hopkins vd., 1990).

Öğretimde değerlendirme, öğretim programı dâhilinde belirlenmiş olan kazanımlara öğrencinin ne ölçüde ulaştığını tespit etmek (Gronlund, 1976) ve öğrencinin öğrenme ile ilgili gelişimi hakkında bilgi edinmek için kullanılan bir takım prosedürlerdir (Linn & Gronlund, 1995). Ölçme ve test etmekten çok daha kapsamlı bir kavram olan değerlendirmeye, öğrencilerin bilişsel süreçlerine ait nicel ve nitel tanımlamalar yapılır (Linn & Gronlund, 1995) ve bu bilişsel süreçler içerisinde istenmiş olanlara yönelik değer yargıları verilir (Gronlund, 1976). Değer yargılarına ulaşılmasında (ortaya çıkan bilişsel süreçlere yorum getirmede), örneğin akademik yeterlilik düzeyi, belli bir puan aralığı gibi standartlar veya sınıfın test ortalaması gibi ölçütler kullanılabilir (Hopkins vd., 1990). Ölçme ise ölçülen bilişsel sürecin değeriyle ilgili yorumları içermez, öğrencinin bilişsel süreçlerini daha iyi bir biçimde ortaya koyan nicel tanımları ifade eder (Gronlund, 1976). Yani ölçme, örneğin uygulanan bir testten elde edilen sonuçlara daha önceden belirlenmiş olan bir kurala göre sayıların atanarak öğrencinin belirli bir bilgiye sahip olma derecesinin belirlenmesidir (Linn & Gronlund, 1995).

Belirlenen belli özellikleri ölçmek amacıyla hazırlanan geçerli, güvenilir ve objektif bir ölçme aracıyla elde edilen bilgiler, bireyleri bu özelliklerle ilgili eksiksiz tanıma imkânı sunacaktır (Yılmaz, 2015). Bu anlamda, ölçmenin yapılmasında kullanılan araçlardan biri de testlerdir (Chase, 1978; Yılmaz, 2015). Testler, öğrencilerin kazanımlarıyla ilgili karar vermede ve ihtiyaç duyulan bilgileri sağlamada nesnel ve güvenilir bir kaynak niteliği taşırlar (Thorndike & Hagen, 1977). Kısacası, test ile yapılan ölçme sonucunda elde edilen ölçümler (puanlar), belirlenmiş olan ölçütlerle kıyaslandıktan sonra yapılan yargılamalar sonucunda değerlendirme yapılmış olur (Semerci, 2015). Ölçme aracı olarak kullanılan bir test, ölçülecek olan özellikler (konu bilgisi, bilişsel süreç) ile ilgili nicel veri elde etmek için oluşturulan soru setinden oluşur (Mehrens & Lehmann, 1991; Tekindal, 2019). Testler bireyleri seçme ve yerleştirme, öğrenciler hakkında eğitim kararlarını belirleme, öğrenme zorluklarını ortaya çıkarma ve başarıyı tespit etme amaçlarıyla kullanılmaktadır (Baykul, 2015). Özellikle de eğitimde testler öncelikle öğrencilerin bilişsel süreçlerinin belirlenmesi için kullanılır (Chase, 1978).

Başarı, kısa bir süre içerisinde gerçekleşen bilişsel süreci ifade eder (Haladyna, 1997). Bireylerdeki özelliklerden biri olan bilişsel süreçlerin ölçülmesinde başarı ve yetenek testleri kullanılır (Yılmaz, 2015). Eğitim ve öğretimde en çok kullanılmakta olan başarı testleri aracılığıyla öğrencilerin kazandığı bilgi ve bilişsel süreçler ölçülür (Linn & Gronlund, 1995; Yılmaz, 2015). Başarı testleri, belirlenen bilgi ve bilişsel süreçleri ölçmede verimli ve diğer test türlerine nazaran ucuz oldukları için değerlendirme sisteminde yaygın olarak kullanılırlar (Linn & Gronlund, 1995). Örneğin başarı değerlendirme çalışmalarının, PISA (Programme International for Student Assessment) ve TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) gibi uluslararası sınavlarda yapıldığı görülmektedir (Semerci, 2015).

Akademik başarının ölçülmesinde ve değerlendirilmesinde sözlü, yazılı ve performans testleri kullanılır. Doğru-yanlış, çoktan seçmeli ve eşleştirmeli madde olmak üzere üç türü bulunan yazılı testler objektiftirler ve yaygın olarak kullanılırlar. Kolay bir uygulama imkânı vermesi ve üst düzey bilişsel süreçlerin ölçümü gibi özel amaçlar için kullanımlara imkân verdiğinden dolayı (Gronlund, 1976) objektif testler içerisinde en çok kullanılanı çoktan seçmeli testlerdir (Gronlund, 1976; Yılmaz, 2015). Çoktan

seçmeli testler uygulandıktan sonra elde edilen sonuçların kullanımı açısından fırsatlar sunmaktadır (Gronlund, 1976). Başarıyı ölçmek amacıyla kullanılmakta olan çoktan seçmeli testlerin avantajlarının dezavantajlarından daha fazla olduğu bilinmektedir (Kargın & Gül, 2021).

Her yaş düzeyinden katılımcıya uygulanabilme özelliğine sahip olan çoktan seçmeli maddelerin eğitimde ve pek çok alanda sıklıkla kullanılmasının önemli nedenlerinden biri, maddelerin objektif olarak puanlanabilmesidir. Diğer bir neden, çok sayıda kişiyi aynı zamanda kısa sürede sınav yapabilme imkânını vermesidir. Çok sayıda soru sorulabildiği için elde edilen puanların güvenilirliği artmaktadır. Başka bir neden, puanlamanın kolay ve çok kısa sürede yapılabilmesidir (Çakan, 2017). Bu sayede öğrencilere hızlı geri bildirimler verilebilmektedir (Haladyna, 1997). Sıralanan bu nedenlerden dolayı, çoktan seçmeli maddeler örneğin ülkemizde öğrenci seçme ve yerleştirme amacıyla yapılan önemli sınavların çoğunda sıklıkla kullanılmaktadır (Çakan, 2017). Yine bilindiği üzere uluslararası PISA (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2020) ve TIMSS (MEB, 2021) uygulamalarında kullanılan soru türlerinin belirli bir kısmı çoktan seçmeli sorulardan oluşmaktadır.

Çoktan seçmeli madde, doğrudan bir soru veya eksik bir ifade içeren madde kökü denilen bir problemde ve sözcük, sayı, sembol veya tümceleri içeren çözüm listesi olarak önerilen seçenekler listesi denilen alternatiflerden oluşur (Gronlund, 1976). Maddenin seçenekler listesinden biri doğru veya en iyi cevaptır, diğerleri ise çeldiricilerdir (Thorndike, 1997). Böylelikle maddeyi okuyan öğrencinin, bir doğru veya en iyi alternatifi seçmesi istenir. Doğru alternatif cevap olur, diğer kalan yanlış alternatifler ise çeldirici olur. Çeldiriciler, doğru cevap konusunda karar veremeyen öğrencilerin dikkatini dağıtma (Gronlund, 1976) ve bilmeyen veya yanlış öğrenen öğrencileri kendine çekme görevi görür (Çakan, 2017).

Kâğıt kalem üzerinden hemen hemen her bilişsel süreci değerlendirmek için testlerin oluşturulabileceği ve bunun uygun olacağı belirtilmektedir (Thorndike, 1997). Bunun için çoktan seçmeli maddelerin başka bir kullanım sebebi, üst düzey bilişsel süreçleri ölçmeye elverişli olmasıdır (Çakan, 2017; Gronlund, 1976). Çoktan seçmeli testlerin yetersizliğine getirilen eleştirilerin aksine niteliklerine uygun olarak hazırlanmış çoktan seçmeli maddelerle üst düzey bilişsel süreçler ölçülebilir. Çoktan seçmeli testlerde çok çeşitli madde formatları seçeneği olduğu için farklı düzeylerde bilişsel süreçlerin ölçülmesi olanaklı hâle gelir (Yılmaz, 2015). Grafik, tablo, sözlü ifadeler ve diyagram gibi öğelerin maddelerde kullanılması, maddenin tek bir doğru cevaba bağlanmaması ve resimli materyallere dayalı, yorumlamaya dayalı madde biçimleri gibi kullanımlardan dolayı üst düzey bilişsel süreçler çoktan seçmeli maddelerle ölçülebilmektedir (Mehrens & Lehmann, 1991). Üst düzey bilişsel süreçleri ölçen testler üzerine araştırmaların olduğu (Utami vd., 2019) bilinmekle beraber çoktan seçmeli maddelerle üst düzey bilişsel süreçlerin ölçülebildiği literatürde (Haladyna, 1997; Hopkins vd., 1990; Kubiszyn & Borich, 2007; Mehrens & Lehmann, 1991; Tekindal, 2019; Thorndike & Hagen, 1969; Thorndike, 1997; Walberg, 2011) sıklıkla belirtilmektedir.

Bunlarla beraber, çoktan seçmeli maddelerle ilgili bazı sınırlılıkların dile getirildiği görülmektedir. Örneğin, bilinmeyen bir soruya şansa cevap verilmesinden dolayı şans başarısı ortaya çıkacaktır (Çakan, 2017). Fakat bu olasılıklar karşısında, yine de bilgisiz sınava girenlerin yalnızca şans başarısına dayalı olarak çoktan seçmeli bir testten çok yüksek puanlar alması mümkün olmayacaktır (Hopkins vd., 1990). Bunun için, bir testin çoktan seçmeli madde türünde olabilmesi için en az üç cevap seçeneği olması gerekmektedir. Cevabın tahmin edilme olasılığını azaltmak için maddenin dört veya beş cevap seçeneğine sahip olması ve seçeneklerin etkin ve işler olması gerekmektedir (Thorndike & Hagen, 1969). Çoktan seçmeli maddelerle, öğrencinin bir problem durumu karşısında yapacağı şeyi anlayıp anlamadığı veya bilip bilmediği kâğıt kalem üzerinden ölçülmüş olur. Yani gerçek bir durumla karşı karşıya kaldığında nasıl bir çözüm ortaya koyacağını belirleyemez (Gronlund, 1976). Bu anlamda çoktan seçmeli bir maddede öğrencilere sunulan seçenekler yapılandırıldığı ve birinin seçilmesi istendiği için (Çakan, 2017), öğrencinin bir problem karşısında çözüme götürme yolunda kendisine ait fikirleri organize etme ve ortaya koyma sürecini ölçmede uygun olmaması karşımıza diğer bir eleştiri olarak çıkmaktadır (Çakan, 2017; Gronlund, 1976; Haladyna, 1997; Tekindal, 2019; Thorndike & Hagen, 1969; Thorndike, 1997).

Bir testteki maddelerin her biri, öğretim programında belirlenen kazanımlardaki bilgileri ölçebilecek nitelikte olmalıdır. Bununla birlikte öğretim programında yer alan kazanımlardaki bilgilerin hangi bilişsel süreç düzeyinde ölçüleceği ile ilgili bazı eğitimciler bilişsel süreçleri sınıflama girişiminde bulunmuşlardır. Bu girişimler içerisinde Bloom ve arkadaşları, yaygın kabul görmekte olan genel bir sınıflamayı (Bloom Taksonomisi) ortaya koymuşlardır. Bu amaçla, belirlenmiş sınıflamaya uygun bir şekilde ölçme aracının geliştirilmesi ve kullanılması güvence altına alınmış olacaktır (Tekin, 2019). Öğretim programında yapılan değişiklikler, konularla ilgili yeni bilgileri ve bilişsel süreçleri içerebilmektedir. Bu yüzden konulara ait yeni bilgilerle ilişkili bilişsel süreçleri ölçmek ve dolayısıyla yapılacak olan ölçüm amacına uygun güvenilir ve geçerli bilgiler elde etmek için yeni programa uygun geliştirilmiş olan başarı testlerine ihtiyaç duyulmaktadır (Gronlund, 1976).

Fen bilimine yönelik öğrencilerin çoğunluğunun öğrenme gücünü çektığı bilinmekle beraber, öğrencilerin öğrenme düzeylerinin ölçülmesi ve dolayısıyla doğru bir değerlendirme yapılabilmesi için geçerli ve güvenilir başarı testlerinin geliştirilmesi gerekmektedir (Kargın & Gül, 2021). Ülkemizde fen bilimleri dersleri için birçok başarı testi hazırlanmış ve fen bilimlerinde öğretim programlarında yapılan yenilenmelerle birlikte özellikle araştırmacıların yeni başarı testlerini kullanma ihtiyaçları doğmuştur. Literatürde 2018 öğretim programı fen bilimleri dersi yedinci sınıf kuvvet ve enerji ünitesi konu başlıklarında ve kazanımlarında yapılan yenilenmelere yönelik geliştirilmiş olan testlerdeki soruların büyük çoğunluğunun mevcut sorulardan doğrudan alınarak oluşturulduğu görülmüştür. Bu testler içerisindeki bir testte yer alan soruların Yenilenmiş Bloom Taksonomisine göre incelenmediği (Gürleröğlü, 2019) ve diğer testte ise değerlendirme gibi daha karmaşık bilişsel süreçlerin ölçülmediği ve bilgi birikimi boyutunun gösterilmediği (Eroğlu, 2021) görülmektedir. Hazırlanmış olan diğer testlerde ise belirtke tablosunun oluşturulmadığı ve bilişsel süreçlere yönelik bir bilgi verilmediği görülmüştür (Gülseven, 2020; Kurt, 2020; Tatlı, 2020; Yalçın, 2020).

Her bir test, belirli bir bilgiye ait farklı bilişsel süreçleri ölçer (Linn & Gronlund, 1995). Alanyazında kuvvet ve enerji ünitesine yönelik çoğunlukla üst düzey bilişsel süreçleri ölçen bir başarı testinin olmadığı görülmüştür. Bir başarı testinin uygulama sonuçları öğretim, rehberlik ve araştırmaya yönelik kullanımlar gibi bir çok amaç için kullanılmaktadır (Mehrens & Lehmann, 1991). Bu yüzden, 2018 yılı öğretim programının kuvvet ve enerji ünitesi kazanımlarına uygun öğrencilerin kuvvet ve enerji ünitesine yönelik başarı düzeylerini ölçen gerek fen bilimleri öğretmenlerinin gerekse fen bilimleri eğitimi araştırmacılarının öğrenme ortamında ve çalışmalarında kullanabilecekleri geçerlik ve güvenilirliği olan başarı testinin geliştirilmesine ihtiyaç olduğu söylenebilir. Bu anlamda alan literatüründeki zenginliğe katkı yapmakla birlikte kuvvet ve enerji ünitesine yönelik karmaşık (üst düzey) bilişsel süreçleri ölçmek ve öğretimin bu yönde şekillenmesine katkı sağlamak amacıyla kuvvet ve enerji ünitesine yönelik geçerlik ve güvenilirlik şartlarını sağlayan bir başarı testinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bununla birlikte barındırdığı birçok soyut kavramdan dolayı kuvvet ve enerji konularına önem verilmektedir. Ayrıca, birçok fizik konusunun temelini oluşturması ve ortaokuldan üniversiteye kadar birçok sınıf düzeylerinde yer tutmasından dolayı kuvvet ve enerji konuları üzerinde çokça araştırmalar yapılmaktadır. Bu çalışmada, 2018'de yenilenen fen bilimleri öğretim programı kuvvet ve enerji ünitesine yönelik üst düzey bilişsel süreçleri ölçen güvenilir ve geçerli bir başarı testinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Geliştirilen başarı testinin, öğretim amaçlı araştırmalarda ve öğrencilerin karmaşık bilişsel süreçlerinin tespit edilmesinde kullanılacak bir ölçme aracı olacağı düşünülmektedir.

Yöntem

Bu çalışmada, öncelikle testin geliştirilme amacının belirlenmesi, öğretim programının incelenmesi, kazanımların ve ünite içeriğinin dikkate alınması, Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'nin göz önünde bulundurulması, maddelerin oluşturulma aşaması için literatürün incelenmesi, oluşturulan maddelerin test uygulamalarının yapılarak analizlerin yapılması ve testin son hâlinin oluşturulmasından dolayı başarı testi geliştirme modeli (Aksoy & Özcan, 2020; Özaşkın Arslan & Karamustafaoğlu, 2019) kullanılmıştır.

Katılımcılar

Araştırmanın çalışma grubunu 2018-2019 eğitim öğretim yılında 8. sınıfta öğrenim görmekte olan 144 öğrenci oluşturmuştur. Bu çalışma, 7. sınıf öğrencilerinin üniteyi bilmemelerinden dolayı, üniteyi önceki yıl öğrenmiş olan 8. sınıf öğrencilerine uygulanmıştır. Çalışma için alınan resmi izin doğrultusunda okul yöneticisiyle ve öğrencilerle görüşülmüştür. Etik kurallar dikkate alınarak öğrencilere; testin bir araştırma yapmak için hazırlandığı, testin gönüllülük esasına dayalı olarak uygulanacağı, isimlerinin saklı tutulacağı ve bu testin sonuçlarının not vermek amacıyla kullanılmayacağı bildirilmiştir.

Kuvvet ve Enerji Başarı Testinin Geliştirilme Süreci

Hazırlanan başarı testinin üniteyi kapsamı için üniteye ait konuların analizi yapılmıştır. Bunun için öncelikle öğretim programına göre hazırlanmış olan mevcut MEB Fen Bilimleri ders kitapları incelenmiştir. Bununla birlikte, daha karmaşık (daha üst düzey) bilişsel süreçleri ölçen maddeler oluşturabilmek amacıyla; internet ortamında bulunanlar dâhil olmak üzere farklı yayınlara ait ders kitapları, 8. sınıf MEB sınavlarına (OKS, SBS, TEOG) ve bursluluk sınavlarına ait sorular, öğrencilerin bilgi ve bilişlerini değerlendiren TIMSS ve PISA'daki fen bilimleri soruları incelenmiştir.

Başarı testinin amacına yönelik olmakla birlikte, ünite ile ilgili kazanımlardaki bilgileri kapsayacak yeter sayıda maddenin oluşturulabilmesinde belirtke tablosu hazırlanmıştır (Baykul, 2015; Kan, 2017; Şeker & Gençdoğan, 2020; Tekin, 2019). Öğretim programında yer alan kazanımlardaki bilgileri kapsayan maddeleri belirten belirtke tablosu Tablo 1'de verilmiştir. Kapsam geçerliği için, testin yapısının oluşturulmasında kullanılan belirtke tablosu ile birlikte, uzman kişilerin görüşleri alınmıştır (Baykul, 2015; Özbek, 2017; Şeker & Gençdoğan, 2020; Tekin, 2019). Ayrıca, kapsam geçerliğinin sağlanabilmesinde çoktan seçmeli testler kullanılabilir (Tekindal, 2019). Belirtke tablosu "Kuvvet ve Enerji" ünitesinde yer alan "Kütle ve Ağırlık ilişkisi", "Kuvvet, İş ve Enerji ilişkisi", "Enerji Dönüşümleri" konularını kapsamaktadır. Hazırlanmış olan belirtke tablosu kullanılarak başarı testinde yer alacak olan maddeler oluşturulmuştur. Bu çalışmadaki maddeler, üniteye ait belirtilen kazanımların bilgi birikimi ve bilişsel süreç boyutlarına göre hazırlanmamıştır. Bunun yerine, kapsam geçerliğini korumak amacıyla kazanımlarda geçen bilgi ifadeleri dikkate alınarak daha iyi bilgi birikimi ve daha karmaşık bilişsel süreç boyutları ölçen (Anderson & Krathwohl, 2021) nitelikte maddeler hazırlanmıştır. Üniteye ait tüm kazanımlardaki bilgiler akademik başarı testiyle yoklanmıştır.

Çoktan seçmeli testlerin, tüm bilişsel süreç boyutlarını ölçmeye elverişli olduğunu belirten görüşler vardır. Üst düzey bilişsel süreçleri ölçen maddeler, birkaç tane kazanımı kapsayan nitelikte olurlar (Yılmaz, 2015). Bu çalışmadaki maddeler daha üst düzey bilişsel süreçleri ölçmeye yönelik, birden fazla kazanımı içerecek biçimde hazırlanmıştır. Bu kapsamda başarı testi için 34 çoktan seçmeli maddenin yer aldığı madde havuzu oluşturulmuştur. Oluşturulan 34 maddelik başarı testi için üç öğretim üyesi ve altı fen bilimleri öğretmeninden görüş alınmıştır. Alınan görüşler doğrultusunda 12 maddede (s4, s6, s7, s8, s14, s15, s18, s20, s22, s23, s29, s31) düzeltmeler yapılmıştır. Böylelikle 34 maddeden oluşan form, madde analizlerini yapmak üzere uygulamaya hazır hâle getirilmiştir.

Uzman görüşleri doğrultusunda yapılan düzeltmelerden sonra, maddelerin öğrenciler açısından anlaşılır olup olmadığının değerlendirilmesi amacıyla 34 maddelik test, sekiz lise 9. sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Öğrenciler, soruların çok yorum ve düşünmeyi gerektirdiğini bu yüzden zaman aldığını belirtmiştir. Uzmanlardan alınan aynı değerlendirmeyle birlikte, 34 maddelik formun (Ek A) uygulaması için 2 ders saati sürenin verilmesi gerektiğine karar verilmiştir. Bununla birlikte her bir madde için Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'nde yapılan değerlendirmeler üç akademisyenin görüşüne sunulmuştur. Kuvvet ve Enerji ünitesine ait kazanımlardaki bilgileri içerecek biçimde oluşturulan maddelerin Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne (Anderson & Krathwohl, 2021) göre yapılan değerlendirmeleri üç uzman görüşü doğrultusunda yerini almış ve Tablo 2 oluşturulmuştur. Buna göre maddelerin karmaşık bilişsel süreçleri ölçtüğü görüşüne ulaşılmıştır.

Tablo 1.
Kuvvet ve Enerji Ünitesi Kazanımlarındaki Bilgiyi Kapsayan Maddelerin Dağılımı

Konu	Kavramlar	Kazanım	Kazanımdaki Bilgiyi İçeren Soru
Kütle ve Ağırlık ilişkisi	Kütle, ağırlık, yer çekimi, kütle çekimi	F.7.3.1.1. Kütleyle etki eden yer çekimi kuvvetini ağırlık olarak adlandırır.	5, 17, 19, 21, 24
		<i>a. Ağırlığın bir kuvvet olduğu vurgulanır.</i>	13, 24, 29
		<i>b. Dinamometre kullanılarak ağırlık ölçümü yaptırılır.</i>	13, 14
		F.7.3.1.2. Kütle ve ağırlık kavramlarını karşılaştırır.	4, 8, 23, 27
		F.7.3.1.3. Yer çekimini kütle çekimi olarak gök cisimleri temelinde açıklar.	22, 23, 27
		<i>Matematiksel bağıntılara girilmez.</i>	
Kuvvet, İş ve Enerji ilişkisi	Fiziksel iş, kinetik enerji, çekim potansiyel enerjisi, esneklik potansiyel enerjisi	F.7.3.2.1. Fiziksel anlamda yapılan işin, uygulanan kuvvet ve alınan yolla ilişkili olduğunu açıklar.	7, 11
		<i>a. İşin birimi joule olarak verilir.</i>	31
		<i>b. Matematiksel bağıntılara girilmez.</i>	
		F.7.3.2.2. Enerjiyi iş kavramı ile ilişkilendirerek, kinetik ve potansiyel enerji olarak sınıflandırır.	10, 11, 31
		<i>a. Potansiyel enerji, çekim potansiyel enerjisi ve esneklik potansiyel enerjisi şeklinde sınıflandırılır.</i>	8, 28
		<i>b. Potansiyel enerjinin kütle ve yüksekliğe, kinetik enerjinin kütle ve sürata bağlı olduğu belirtilir.</i>	12, 15, 18, 20, 25, 26, 28, 30, 32, 34
<i>c. Matematiksel bağıntılara girilmez.</i>			
Enerji Dönüşümleri	Enerjinin korunumu, sürtünme ile kinetik enerji kaybı, hava ve su direnci	F.7.3.3.1. Kinetik ve potansiyel enerji türlerinin birbirine dönüşümünden hareketle enerjinin korunduğu sonucunu çıkarır.	10, 18, 26, 33, 34
		F.7.3.3.2. Sürtünme kuvvetinin kinetik enerji üzerindeki etkisini örneklerle açıklar.	6, 9, 10, 11, 12, 15, 20, 25, 28
		<i>a. Sürtünme kuvvetinin kinetik enerji üzerindeki etkisinin örneklendirilmesinde sürtünmeli yüzeyler, hava direnci ve su direnci dikkate alınır.</i>	6, 12, 15, 16, 30
		<i>b. Sürtünen yüzeylerin ısındığı, basit bir deneyle gösterilerek kinetik enerji kaybının ısı enerjisine dönüştüğü vurgulanır.</i>	12, 22
		F.7.3.3.3. Hava veya su direncinin etkisini azaltmaya yönelik bir araç tasarlar.	1
		<i>a. Hava veya su direncinin farklı taşıtların tasarımındaki etkisine değinilir.</i>	2, 3, 21, 22
		<i>b. Tasarımlar çizimle ortaya konulur, üç boyutlu bir ürüne dönüştürülmez.</i>	1

Tablo 2.*Maddelerin Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ndeki Yeri*

BİLGİ BİRİKİMİ BOYUTU	BİLİŞSEL SÜREÇ BOYUTU					
	1. HATIRLAMA	2. ANLAMA	3. UYGULAMA	4. ÇÖZÜMLEME	5. DEĞERLENDİRME	6. YARATMA
A. OLGUSAL BİLGİ						
B. KAVRAMSAL BİLGİ		s3, s13, s16, s17, s21, s32	s2, s8	s7		
C. İŞLEMSEL BİLGİ			s10, s12, s14, s15, s18, s20, s25, s26, s28, s33			
D. ÜSTBİLİŞSEL BİLGİ		s29		s4, s5, s6, s11, s30, s34	s1, s9, s19, s22, s23, s24, s27, s31	

Bulgular

Fen bilimleri dersi öğretim programı 7. sınıf kuvvet ve enerji ünitesi için geliştirilen akademik başarı testinin kapsamı, fen bilimleri dersi öğretim programında (MEB, 2018) yer alan 7. sınıf “Kuvvet ve Enerji” ünitesine ait kazanımlardaki bilgilere yöneliktir.

Testin uygulanmasından sonra alınan verilerin analizleri Excel programı kullanılarak elde edilmiştir. Her doğru cevaba 1 puan; yanlış, boş ve birden fazla cevaba 0 puan verilmiştir. Bu şekilde başarı testinden alınabilecek en yüksek puan 34 iken en düşük puan 0'dır. Puanlar cevap kâğıtları üzerine yazılmıştır. En yüksek puandan en düşük puana doğru puanların sıralaması yapılmıştır. En yüksek puandan düşüğe doğru grubun %27'si ve en düşük puandan yukarıya doğru %27'si alınmıştır. Böylelikle test puanlarına göre %27'lik üst ve alt gruplar oluşturulmuştur. Üst ve alt gruplar belirlenirken kesme puanıyla aynı puanda olan cevap kâğıtları da dâhil edilmiştir. %27'lik üst ve alt ölçüt grupları üzerinden her bir madde için madde güçlük ve madde ayırt edicilik gücü indeksleri hesaplanmıştır.

Hazırlanan test 144 kişiden oluşan 8. sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Buna göre teste verilen cevaplar kullanılarak her bir maddenin madde ayırt edicilik ve madde güçlük indeks değerleri hesaplanmıştır. Madde analizi sonucunda elde edilen veriler Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3, üst grup ve alt grupta bulunan öğrencilerin teste vermiş olduğu doğru cevaplardan elde edilen ayırt edicilik ve güçlük indekslerini göstermektedir. 34 maddeden oluşan testin ortalama güçlüğü 0.35 ve ortalama ayırt ediciliği (geçerliliği) 0.31 bulunmuştur. Testin güvenilirlik katsayısı 0.59 elde edilmiştir.

Madde analizinden sonra madde seçimine öncülük eden madde ayırt edicilik ve madde güçlük indekslerine bakılmıştır. Madde ayırt edicilik indeksinin +1'e yaklaştığı ölçüde maddenin istenilen özelliği ölçtüğünü, 0'a yaklaştığı ölçüde maddenin istenilen özelliği ölçmediğini, indeksin “- (negatif)” değerler alması durumunda maddenin ölçülmek istenilen özellikten başka bir özelliği ölçtüğünü gösterir (Kan, 2017). Madde güçlük indeksi 0 ile 1 arasında değerler alır; 1'e yaklaştıkça madde kolaylaşır, 0'a yaklaştıkça madde zorlaşır (Turgut & Baykul, 2015). Bir maddenin güçlüğü artması, maddenin üst düzey bilişsel süreci ölçtüğünü gösterir (Özçelik, 2016; Tekindal, 2019).

Tablo 3.
Üst ve Alt Grupta Bulunan Öğrencilerin Yanıtlarına Göre Madde Analizleri

Soru	D _ü	D _a	p	D
1	45	26	.77	.41
2*	8	2	.11	.13
3	20	4	.26	.35
4	47	18	.71	.63
5	40	12	.57	.61
6*	9	7	.17	.04
7	44	28	.78	.35
8*	8	7	.16	.02
9	39	8	.51	.67
10	30	11	.45	.41
11	13	3	.17	.22
12	23	3	.28	.43
13*	17	9	.28	.17
14	33	7	.43	.57
15	25	14	.42	.24
16	22	8	.33	.30
17	22	8	.33	.30
18	16	5	.23	.24
19	32	8	.43	.52
20*	21	12	.36	.20
21*	35	17	.57	.39
22*	28	8	.39	.43
23	14	2	.17	.26
24	27	7	.37	.43
25	29	10	.42	.41
26	19	7	.28	.26
27	35	13	.52	.48
28	17	7	.26	.22
29	15	4	.21	.24
30*	14	4	.20	.22
31*	14	9	.25	.11
32*	5	3	.09	.04
33*	10	5	.16	.11
34*	10	7	.18	.07

D_ü: Üst grupta maddeyi doğru cevaplayanların sayısı

D_a: Alt grupta maddeyi doğru cevaplayanların sayısı

P: Madde güçlük indeksi

D: Madde ayırt edicilik indeksi

*: Testten çıkartılan maddeler

Madde seçiminde ilk olarak madde ayırt edicilik indekslerine, daha sonra madde güçlük indekslerine bakılmıştır (Kan, 2017). Uygulaması yapılan formdaki 34 maddeden ayırt edicilik indeksi pozitif olmak kaydıyla 0.20'nin üzerinde olan maddeler dikkate alınmıştır. Daha sonra bunlar içerisinde madde güçlük indeksi 0.20 ve 0.80 civarında olan maddeler alınmıştır (Tekindal, 2019). Madde ayırt ediciliği 0.20 altında olan 8 madde (s2, s6, s8, s13, s31, s32, s33, s34) ile birlikte, üniteye ait kazanımları karşılayan madde dağılımlarının başarı testinde olması şartıyla üst düzey bilişsel süreci gerektiren testteki soruların cevaplanmasının zaman aldığı (Tekin, 2019) dikkate alınarak 4 madde (s20, s21, s22, s30) daha testten

çıkartılmıştır. Madde ayırt ediciliği yüksek olan iki maddenin (s21, s22) çıkartılmasının diğer nedenleri, bu maddelerin ölçtüğü bilgilerin diğer maddelerde birkaç kez ölçülmüş olmasıdır. Ayrıca kavramsal bilgiyi anlama boyutunda ölçen soru sayısını azaltarak testin daha karmaşık bilişsel süreçleri ölçen bir ağırlık kazanmış olmasını sağlamaktır. Bununla birlikte madde ayırt ediciliği 0.20-0.29 arasında olan 7 madde (s11, s15, s18, s23, s26, s28, s29) üzerinde düzeltmeler yapılarak teste alınmıştır. Böylece madde analizi sonuçlarına göre yapılan düzeltmeler sonucunda, maddelerin ünite kazanımlarındaki bilgileri kapsayacak biçimde dağılması sağlanmıştır.

Testin bütününe ait güvenilirlik katsayısının hesaplanmasında Kuder-Richardson-20 (KR-20) güvenilirlik katsayısı kullanılmıştır (Baykul, 2015). 34 madde üzerinden yapılan analiz sonuçları doğrultusunda yapılan çıkartma ve düzeltme işlemlerinden sonra, testin kalan 22 maddelik formu üzerinden güvenilirlik için yapılan analiz sonucunda testin sonuçlarına ait güvenilirlik katsayısının 0.66 olduğu görülmüştür. Testin uygulandığı öğrenci grubu için test, ‘hafif zor (0.05)’ güçlüğünde (Tekin, 2019) olmakla birlikte; testin 22 maddelik formunun ortalama güçlüğü 0.41 ve ortalama ayırt ediciliği (geçerliliği) 0.39 bulunmuştur. Geçerliliği 0.40 dolayında olan testler iyi sayılabilmekle birlikte, grup karşılaştırmalarında kullanılmak üzere hazırlanan testlerin geçerliklerinin 0.20-0.60 arasında olabileceği belirtilmektedir (Özçelik, 2013). Bunun yanında, grup karşılaştırmalarında kullanılmak üzere hazırlanan testlerin güvenilirliklerinin 0.60-0.80 arasında olabileceği ifade edilmekte (Özçelik, 2013) ve güvenilirlik katsayısı $0.60 \leq \alpha < 0.70$ arasında olan testler kabul edilebilmektedir (Özbek, 2017). Testten 12 maddenin çıkartılmasıyla güvenilirliğin 0.59’dan 0.66’ya yükseldiği, ortalama güçlüğün 0.35’ten 0.41’e yükseldiği ve ortalama ayırt ediciliğin 0.31’den 0.39’a yükseldiği görülmektedir (Tablo 4). Testten çıkartılan 12 maddenin kapsadığı kazanımlar başka maddelerle ölçülmektedir. Bunun için testin 22 maddeden oluşan son formu ünite kazanımları doğrultusunda ölçme yapmaktadır. Analizler sonucunda geçerliliği ve güvenilirliği sağlanmış “Kuvvet ve Enerji Başarı Testi” oluşturulmuştur.

Tablo 4.
Kuvvet ve Enerji Başarı Testinin Madde Analizi Sonuçları

Test	Ortalama Güçlük	Ortalama Ayırt Edicilik	Güvenirlik
34 maddelik formu	.35	.31	.59
22 maddelik formu	.41	.39	.66

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, 2018 yılı öğretim programı fen bilimleri dersi 7. sınıf “Kuvvet ve Enerji” ünitesine yönelik öğrencilerin başarılarını ölçmek için geçerlik ve güvenilirliği yapılmış çoktan seçmeli bir testin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Alanyazında fen bilimleri dersinin farklı konuları için başarı testi geliştirme basamaklarının izlendiği araştırmalarda (Akbulut & Çepni, 2013; Çiçek Şentürk & Selvi, 2021; Dumanoğlu & Bezir Akçay, 2018; Kargin & Gül, 2021; Özaşkın Arslan & Karamustafaoğlu, 2019; Özcan vd., 2019; Özkan & Eryılmaz Muştu, 2018; Sontay & Karamustafaoğlu, 2020; Şen & Eryılmaz, 2011; Timur vd., 2019) yapıldığı gibi bir başarı testinin oluşturulmasındaki benzer basamaklar takip edilmiştir. Testin hazırlanması sürecinde, kazanımlardaki bilgileri kapsayan belirtke tablosu eşliğinde geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları ve madde analizleri yapılmıştır. Kuvvet ve enerji başarı testi, kuvvet ve enerji ünitesine yönelik karmaşık (üst düzey) bilişsel süreçleri ölçmeye yönelik hazırlanmıştır.

Ulaşılabilen mevcut tüm sorular incelenmiş ve daha sonra üniteye ait kazanımlardaki bilgileri karmaşık bilişsel süreçler boyutunda ölçecek bir amaç doğrultusunda test maddeleri oluşturulmuştur. Testte bulunan 34 madde, sekiz kişiden oluşan lise 9. sınıf öğrencisine uygulanmış ve sonrasında öğrencilere test ile ilgili sorular yöneltilip görüşleri alınmıştır. Yine bununla birlikte, 3 akademisyen ve 6 fen bilimleri öğretmeninden alınan görüşler doğrultusunda testin yapısı, görünüşü, maddelerin anlaşılabilirliği, zaman yeterliliği, maddelerle ilgili olabilecek hatalar tespit edilmiştir. Yapılan düzeltmeler sonrasında uygulanan testin sonuçlarından yola çıkarak madde analizleri yapılmıştır. Madde analizi sonuçlarına dayanarak, tüm kazanımların hedeflenmesine dikkat edilerek ve testin uygulanabilirliği göz önünde bulundurularak maddelerde gerekli düzeltmeler yapılmış ve 12 madde testten çıkartılmıştır. 22 maddelik son hâline karar verilen testin güvenilirliğinin 0.66, ortalama madde güçlüğünün 0.41 ve

ortalama madde ayırt ediciliğinin 0.39 olduğu görülmüştür. Buna göre testin orta güçlükte olduğu, testin ayırt ediciliğinin oldukça iyi olduğu (Hasançebi vd., 2020) ve testin güvenilir olduğu (Can, 2014) tespit edilmiştir.

Karmaşık bilişsel süreçleri ölçmeye yönelik hazırlanan testin 22 maddelik formunda 6 maddenin (s1, s9, s19, s23, s24, s27) değerlendirme, 4 maddenin (s4, s5, s7, s11) çözümlenme, 8 maddenin (s10, s12, s14, s15, s18, s25, s26, s28) uygulama ve 4 maddenin (s3, s16, s17, s29) anlama kategorisinde olduğu görülmektedir. Buna göre kuvvet ve enerji ünitesinde yer alan kazanımlardaki bilgileri kapsayan testin maddeleri karmaşık (üst düzey) bilişsel süreçleri ölçmektedir. Karmaşık bilişsel süreçleri ölçen testlerin kullanılmasıyla, PISA ve TIMSS gibi sınavlarda ölçülen özelliklere sahip olma düzeyinin artırılacağı belirtilmektedir (Başokçu vd., 2018). Geliştirilen başarı testi bu anlamda faydalı bir araç olacaktır. Öğrencilerin problem çözme, araştırma, eleştirel, yaratıcı, analitik düşünme gibi üst düzey bilişsel süreçlerinin geliştirilmesinde, Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre oluşturulan testlerin kullanılmasının yol gösterici olacağı belirtilmektedir (Avcı, 2020). Oluşturulan test maddeleri bu anlamda bir rol üstlenecektir.

Ülkemizde ve uluslararası düzeyde ölçme uygulamalarına bakıldığında çoktan seçmeli testlerin önemli düzeyde tercih edildiği ve kullanıldığı görülmektedir. Yapılacak olan ölçmelerin, üst düzey bilişsel süreçleri belirlemeye yönelik olması önem kazanmaktadır. Bu anlamda öğrencilerin kazanımları üst düzey bilişsel süreçler düzeyinde ortaya koyması günümüzde daha çok istenmektedir. Yapılan bir çalışmada, eşleştirme maddeleri ve boşluk doldurma maddelerinin üst düzey bilişsel süreçleri ölçmediği, doğru yanlış maddelerinde şans faktörünün fazla olması sebebiyle yetersiz olduğu, açık uçlu maddelerin öğrencilerin dönüt almasına engel olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada kuvvet ve enerji ünitesine yönelik çoktan seçmeli test sorularının sayısının az, var olan soruların genellikle ezberle yönelik olduğu ve üst düzey bilişsel süreçleri ölçen soruların olmadığı yönünde görüş belirtilmiştir (Türeyen, 2020). Üst düzey bilişsel süreçleri ölçen araçlara ihtiyaç duyulmakta ve bu ihtiyacın karşılanması beklenmektedir. Geliştirilen başarı testi 2018 yılı fen bilimleri dersi öğretim programı 7. sınıf kuvvet ve enerji ünitesinin kazanımlarını kapsayan üst düzey bilişsel süreçlerin ölçülmesinde, okullarda yapılan öğretim sonucunda öğretim faaliyetlerinin (etkinlikler, teknikler, yöntemler, stratejiler...) öğrencilerde üst düzey bilişsel süreçleri ne ölçüde etkilediğinin belirlenmesinde ve öğrencilerin başarı seviyelerinin tespit edilmesinde bir araç olarak kullanılabilir. Hazırlanması zor fakat kullanımı kolay ve pratik olan çoktan seçmeli testler, daha karmaşık bilişsel süreçlerin ölçülmesi için oluşturulup kullanılabilir. Bu doğrultuda, karmaşık bilişsel süreçlere yönelik kazanımların oluşturulmasında ve bu yönde öğretim süreçlerinin tasarlanmasında bu tür testler adım atıracı bir işlev sağlayabilir.

Testin 34 maddelik formu için 2 ders saati süre verilmiş fakat testin uygulanma sürecinde yapılan gözlemlerden testin öğrenciler için yorucu olduğu ve 2 ders saati süresinin yeterli olmadığı görülmüştür. Testin uygulanmasından sonra yapılan puanlamalarda özellikle son 4 maddenin (s31, s32, s33, s34) büyük çoğunlukla boş bırakılmasının sebebinin bu olduğu düşünülmektedir. Testin 22 maddelik son formu için çıkartılan dört madde (s20, s21, s22, s30) ile birlikte son dört madde (s31, s32, s33, s34) tekrar kullanılarak yeni bir uygulama yapılabilir. Bunun için, toplam maddelerin sayısı ikiye ayrılacak biçimde iki ayrı ders saatinde uygulama yapıldıktan sonra elde edilen istatistiklere göre maddeler teste alternatif olarak kullanılabilir.

Geliştirilmiş olan başarı testi ile ilgili elde edilen bulguların da göz önünde bulundurulmasından yola çıkılarak şu önerilerde bulunulabilir: 1) Araştırma 144 öğrenci ile sınırlıdır. Bundan dolayı test daha fazla sayıda örneklem üzerinde uygulanarak etkililiği ve kazanımları ölçmedeki gücü belirlenebilir. 2) Test, farklı ders ve farklı konularda karmaşık (üst düzey) bilişsel süreçleri ölçmeye yönelik yapılacak olan test geliştirme çalışmalarında örnek olarak göz önünde bulundurulabilir. 3) Farklı öğretim yöntemlerinin etkilerini ortaya koymak için testten yararlanılabilir. 4) Test, kuvvet ve enerji ünitesiyle ilgili kavramsal anlamaların tespit edilmesinde kullanılabilir. 5) Testin öğretmenler tarafından okullarda kullanılması alan yazına katkı sağlaması açısından faydalı olabilir. 6) Testin farklı çalışmalarda kullanılmasına bağlı olarak gerektiği durumlarda maddeler revize edilebilir.

Yazar Katkı Oranı

Yazarlar, araştırmanın yürütülmesi sürecinde eşit oranda katkı sunmuşlardır.

Etik Beyan

“Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesinde’ yer alan tüm kurallara uyulmuş ve yönergenin ikinci bölümünde yer alan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemlerden” hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

Çatışma Beyanı

Yazarlar alışma kapsamında herhangi bir kurum veya kişi ile çıkar atışması bulunmadığını beyan etmektedirler.

References

- Akbulut, H. İ., & Çepni, S. (2013). Bir üniteye yönelik başarı testi nasıl geliştirilir?: İlköğretim 7. sınıf kuvvet ve hareket ünitesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 18-44.
- Aksoy, Ş., & Özcan, H. (2020). Altıncı sınıf öğrencilerinin ses ve özellikleri ünitesi ile ilgili başarılarını ölçmeye yönelik bir test geliştirme çalışması. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 16(2), 193-214. <https://doi.org/10.17244/eku.787792>
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2021). *Öğrenme öğretim ve değerlendirme ile ilgili bir sınıflama: Bloom'un eğitimin hedefleri ile ilgili sınıflamasının güncelleştirilmiş biçimi* (Çev. D. A. Özçelik). (4. baskı). Pegem Akademi.
- Avcı, F. (2020). Yenilenmiş Bloom Taksonomisine göre madde ve ısı başarı testi: Geçerlik güvenirlik çalışması. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 21, 263-292.
- Başokçu, T. O., Bardakçı, V., Çakıroğlu, E., Öğretmen, T., Yurdakul, B., & Akyüz, G. (2018). *Uluslararası geniş ölçekli sınavlarda Türkiye'nin matematik başarısını arttırabilmek için bir model önerisi: Bilişsel tanıya dayalı izleme modelinin etkilliliği* (Proje: SOBAG 3501. Proje No: 115K531). Retrieved from <https://open.metu.edu.tr/bitstream/handle/11511/50310/TVRnMU56SXX.pdf>
- Baykul, Y. (2015). *Eğitimde ve psikolojide ölçme: Klâsik test teorisi ve uygulaması*. Pegem Akademi.
- Can, A. (2014). *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi*. Pegem Akademi.
- Chase, C. I. (1978). *Measurement for educational evaluation* (2nd ed.). Addison-Wesley.
- Çakan, M. (2017). Eğitim sistemimizde yaygın olarak kullanılan sınav türleri. S. Tekindal (Ed.), *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* içinde (ss. 87-122). Pegem Akademi.
- Çiçek Şentürk, Ö., & Selvi, M. (2021). Fen bilimleri dersi "insan ve çevre" ünitesi akademik başarı testi geliştirme: Güvenirlik ve geçerlik çalışması. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41(2), 601-630. <https://doi.org/10.17152/gefad.940400>
- Dumanoğlu, F., & Bezir Akçay, B. (2018). Elektrik enerjisi başarı testinin geliştirilmesi. *E-Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 20-39. <https://doi.org/10.30900/kafkasegt.422251>
- Eroğlu, G. (2021). *Özgün tasarlanan eğitsel robotiklerin kuvvet ve enerji ünitesinde başarı ve bilimsel yaratıcılığa etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Gronlund, N. E. (1976). *Measurement and evaluation in teaching* (3rd ed.). Macmillan Publishing Co., Inc.
- Gülseven, E. (2020). *Argümantasyon temelli FeTeMM eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve enerji ünitesine yönelik akademik başarılarına, tutumlarına ve argümantasyon seviyelerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi.
- Gürleroğlu, L. (2019). *5E modeline uygun web 2.0 uygulamaları ile gerçekleştirilen fen bilimleri öğretiminin öğrenci başarısına motivasyonuna tutumuna ve dijital okuryazarlığına etkisinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Haladyna, T. M. (1997). *Writing test items to evaluate higher order thinking*. Allyn and Bacon.
- Hasançebi, B., Terzi, Y., & Küçük, Z. (2020). Madde güçlük indeksi ve madde ayırt edicilik indeksine dayalı çeldirici analizi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(1), 224-240. <https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.615465>
- Hopkins, K. D., Stanley, J. C., & Hopkins, B. R. (1990). *Educational and psychological measurement and evaluation* (7th ed.). Allyn and Bacon.
- Kan, A. (2017). Ölçme aracı geliştirme. S. Tekindal (Ed.), *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* içinde (ss. 241-278). Pegem Akademi.
- Kargın, P. D., & Gül, Ş. (2021). Altıncı sınıf "vücutumuzdaki sistemler ve sağlığı" ünitesine yönelik bir başarı testi geliştirilmesi. *İhlara Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 1-26. <https://doi.org/10.47479/ihead.729412>

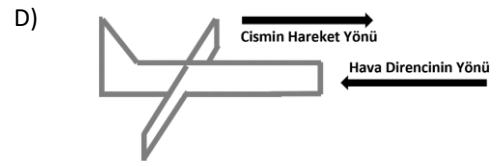
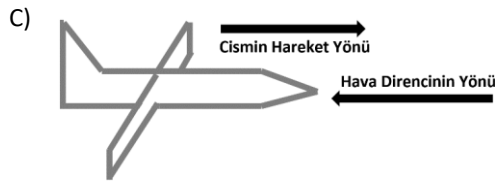
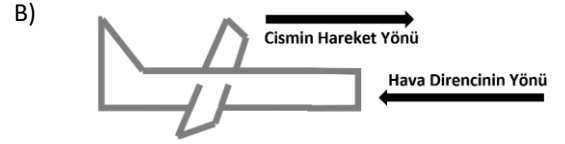
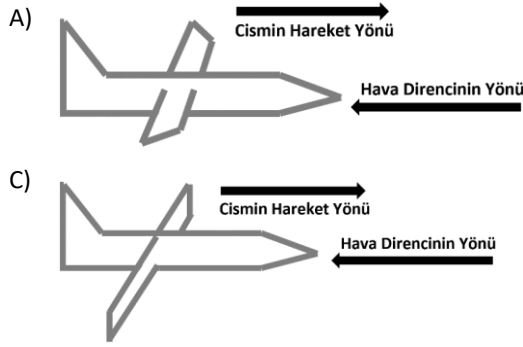
- Kubiszyn, T., & Borich, G. (2007). *Educational testing and measurement: Classroom application and practice*. John Wiley & Sons.
- Kurt, U. (2020). "Hücre ve bölünmeler" ve "kuvvet ve enerji" ünitelerinin öğretiminde farklı aktif öğrenme yöntemlerinin etkililiklerinin karşılaştırılması [Yayımlanmamış doktora tezi]. Atatürk Üniversitesi.
- Linn, R. L., & Gronlund, N. E. (1995). *Measurement and assessment in teaching* (7th ed.). Prentice-Hall, Inc.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2020). *PISA nedir?*. <https://pisa.meb.gov.tr/www/pisa-nedir/icerik/4>
- Milli Eğitim Bakanlığı (2021). *TIMSS tanıtım sunusu*. http://yegitek.meb.gov.tr/pdf/TIMSS_Tanitim_sunusu.pdf
- Mehrens, W. A., & Lehmann, I. J. (1991). *Measurement and evaluation in education and psychology* (4th ed.). Wadsworth/Thomson Learning.
- Özaşkın Arslan, A. G., & Karamustafaoğlu, S. (2019). 2018 Fen bilimleri öğretim programı kapsamındaki 7. sınıf güneş sistemi ve ötesi ünitesine yönelik bir başarı testi geliştirme. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38(2), 172-205. <https://doi:10.7822/omuefd.528571>
- Özbek, Ö. Y. (2017). Ölçme araçlarında bulunması istenen nitelikler. S. Tekindal (Ed.), *Eğitimde ölçme ve değerlendirme içinde* (ss. 41-86). Pegem Akademi.
- Özcan, H., Koca, E., & Söğüt, M. (2019). Ortaokul öğrencilerinin basınç kavramıyla ilgili anlayışlarını ölçmeye yönelik bir test geliştirme çalışması. *Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 130-144.
- Özçelik, D. A. (2013). *Test hazırlama kılavuzu*. Pegem Akademi.
- Özçelik, D. A. (2016). *Ölçme ve değerlendirme*. Pegem Akademi.
- Özkan, E. B., & Eryılmaz Muştı, Ö. (2018). 8. sınıf basit makineler ünitesine yönelik başarı testi geliştirme: Geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 1, 737-754. <https://doi:10.17218/hititsosbil.332294>
- Semerci, Ç. (2015). Eğitimde ölçme ve değerlendirme. E. Karip (Ed.), *Ölçme ve değerlendirme içinde* (ss. 1-15). Pegem Akademi.
- Sontay, G., & Karamustafaoğlu, O. (2020). Fen bilimleri dersi "Güneş, Dünya ve Ay" ünitesine yönelik başarı testinin geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40(2), 511-551.
- Şeker, H., & Gençdoğan, B. (2020). *Psikolojide ve eğitimde ölçme aracı geliştirme*. Nobel Yayınevi.
- Şen, H. C., & Eryılmaz, A. (2011). Bir başarı testi geliştirme çalışması: Basit elektrik devreleri başarı testi geçerlik ve güvenilirlik araştırması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 1-39.
- Tatlı, A. (2020). *REACT stratejisinin ortaokul öğrencilerinin kavramsal anlama, bilimsel süreç ve yaşam becerileri üzerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Düzce Üniversitesi.
- Tekin, H. (2019). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* (27. bs.). Yargı Yayınevi.
- Tekindal, S. (2019). *Okullarda ölçme ve değerlendirme yöntemleri*. Nobel Yayınevi.
- Thorndike, R. L., & Hagen, E. (1969). *Measurement and evaluation in psychology and education*. John Wiley & Sons.
- Thorndike, R. L., & Hagen, E. P. (1977). *Measurement and evaluation in psychology and education* (4th ed.). John Wiley & Sons.
- Thorndike, R. M. (1997). *Measurement and evaluation in psychology and education* (6th ed.). Prentice Hall.
- Timur, S., Doğan, F., İmer Çetin, N., Timur, B., & Işık, R. (2019). 6. sınıf hücre konusuna ilişkin başarı testi geliştirilmesi: Geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 48(2), 1202-1219. <https://doi:10.14812/cufej.602535>

- Turgut, M. F., & Baykul, Y. (2015). *Eğitimde lme ve değerlendirme*. Pegem Akademi.
- Türeyen, H. (2020). Ortaokul 7. sınıf fen bilimleri dersi kuvvet ve enerji ünitesine yönelik ğretmen görüşlerinin belirlenmesi. *The Journal of Educational Reflections*, 4(1), 25-37.
- Utami, F. D., Nurkamto, J., & Marmanto, S. (2019). Higher-order thinking skills on test items designed by English teachers: A content analysis. *International Journal of Educational Research Review*, 4, 756-765. <https://doi.org/10.24331/ijere.629581>
- Walberg, H. J. (2011). *Tests, testing, and genuine school reform*. Education Next.
- Yalçın, B. (2020). *Harmanlanmış ğrenme ortamında 7. sınıf ğrencilerinin ğrenme dzeylerinin araştırılması (İzmir ili -Karşıyaka ilçesi Eren şahin Eronat ortaokulu rneği)* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Manisa Celal Bayar Üniversitesi.
- Yılmaz, A. (2015). lme-değerlendirmede testler. E. Karip (Ed.), *lme ve değerlendirme* içinde (ss. 151-230). Pegem Akademi.

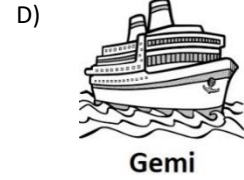
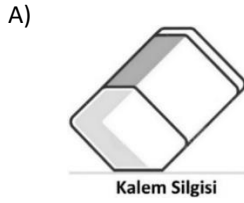
Appendix A

Kuvvet ve Enerji Başarı Testi (34 Maddelik Formu) Force and Energy Achievement Test (34-Item Form)

1. Bazı araçlar, hava direncini azaltacak şekilde tasarlanırlar. Buna göre, görünümleri verilen araçlardan hangisi hava direncinin etkisini en aza indirecek biçimde tasarlanmıştır?



2. Yaşamımızı kolaylaştırmak için kullandığımız ürünler, sürtünmeyi azaltmak ya da sürtünmeyi artırmak amacıyla farklı özelliklerde tasarlanırlar. Bu bilgiye göre, hangi ürün diğerlerinden farklı amaçla tasarlanmıştır?

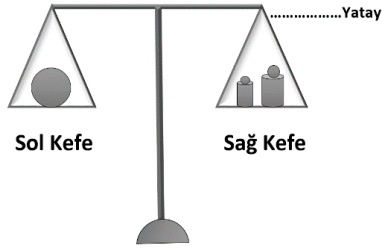


3. Günlük hayatta cisimler ya da araçlar, kullanımları açısından olabildiğince elverişli olacak biçimde üretilirler. Bunun için hangi araç; hem sürtünme kuvvetinin hareketi kolaylaştırıcı etkisinden yararlanabilecek biçimde hem de sürtünmeden dolayı enerji kaybını azaltabilecek biçimde tasarlanmıştır?

- I. Uçak
II. Gemi
III. Paraşüt

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

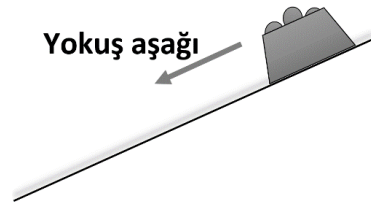
4.



Bir manavdaki eşit kollu terazinin sol kefesinde meyve bulunmaktadır. Terazinin sağ kefesine gramlar bırakıldığında, kefelelerin hareket ettiği ve son durumda kefelelerin, aynı yatay seviyeye geldiği görülmektedir. Bu durumla ilgili olarak; hangi ifade **yanlış** olur?

- A) Kefeler yatay dengeye geldiğinde; sol kefedeki toplam kütle değeri, sağ kefedeki toplam kütle değerine eşit olur.
- B) Kefedeki gramların ağırlıkları, kefelelerin hareket etmesine sebep olmaktadır.
- C) Denge halinde olan kefelelerdeki maddelere, yer çekimi kuvveti etki etmemektedir.
- D) Kefeler yatay dengeye geldiğinde; sol kefedeki toplam ağırlık, sağ kefedeki toplam ağırlığa eşit olur.

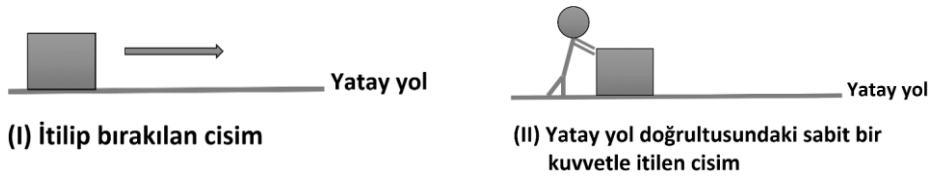
5.



Yokuş aşağı bir yol üstünde, aşağıya doğru hareket etmekte olan bir kabın içinde küçük bilyeler bulunmaktadır. Kabın hareket etmesinin sebebi ile ilgili hangisi **söylenemez**?

- A) Dünya'nın merkezine doğru olan yer çekimi kuvvetidir.
- B) Kabın ve bilyelerin ağırlıklarıdır.
- C) Bilyeler ve kaba etki eden kütle çekim kuvvetidir.
- D) Kap içindeki bilyelerin, birbirleri üzerinden kaymalarıdır.

6.

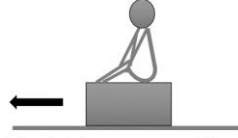


Bir cisme; pürüzlü olan bir yolda, iki farklı durumda hareket yaptırılmaktadır. Bu iki durumla ilgili olarak, hangi ifade **doğru** olur?

- A) (I) durumunda cismin enerjisi kaybolur.
- B) Cisme etki eden sürtünme kuvveti, her iki durumda da eşittir.
- C) Cismin kinetik enerjisi, her iki durumda da aynı kalır.
- D) (II) durumunda sürtünme kuvveti, cismin kinetik enerjisini azaltmaz.

7. Bir cisim, kuvvetin uygulandığı doğrultuda hareket ettirildiğinde, fiziksel anlamda iş yapılmış olur. Verilen durumların hangisinde fiziksel anlamda iş **yapılmamıştır**?

A)



İtilip bırakılan bir kutu yatay yolda sabit süratle hareket etmekte iken, kutunun üstünde oturma

B)



Yerdeki cismi yukarı kaldırma

C)



Arabayı iki kolla itme

D)



Arabayı tek kolla çekme

8. Dinamometrenin ucuna bir cisim asıldığında, dinamometrenin içindeki yayın uzadığı gözleniyor ve cismin ağırlığı 40 N olarak ölçülüyor. Bu durumla ilgili olarak, verilen ifadelerden hangisi ya da hangileri **yanlıştır**?

- I. Dinamometreye asılan cismin ağırlığı, dinamometreye aktarılmış olur. Böylelikle de, dinamometrede asılı cismin ağırlığı olmaz.
- II. Dinamometrenin içinde uzayan yay, cisme esneklik potansiyel enerjisi kazandırır.
- III. Cismin ağırlığının dinamometrede bir değer belirtmesinde, cismin kütlelerinin bir önemi yoktur.

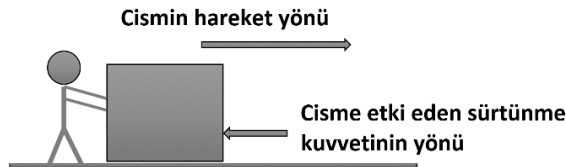
A) II ve III

B) I, II ve III

C) Yalnız III

D) I ve III

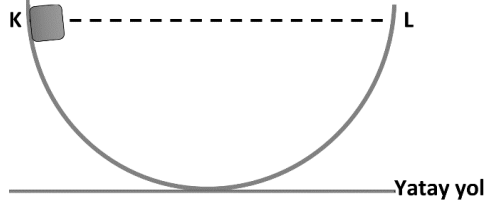
9.



Yatay yolda durmakta olan cismi, bir kişi sabit bir kuvvet ile itirmeye çalışmaktadır. Bununla ilgili olarak hangi ifade doğru olur?

- A) Kişinin uyguladığı kuvveti değiştirmeksizin; cisim şekilde verilen yönün tersi yönünde hareket etseydi, sürtünme kuvvetinin yönü değişmezdi.
- B) Kişi, cisme uyguladığı kuvveti artırsaydı, cisme etki eden sürtünme kuvveti azalır.
- C) Cisme kuvvet uygulanmasaydı, sürtünme kuvveti oluşmazdı.
- D) Cismin altına teker bırakılıp itilseydi, sürtünme kuvveti oluşmazdı.

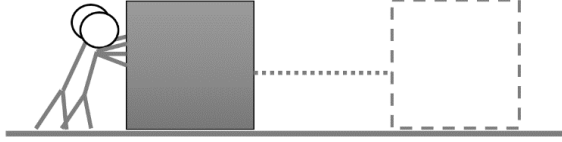
10.



K noktasından serbest (ilk süratsız) bırakılan cisim, K ve L noktaları arasında gidip gelmektedir. Verilen bu örneğe göre ne söylenebilir?

- A) Sürtünme kuvveti, cisim üzerinde iş yapmaktadır.
- B) Cismin, kinetik enerji ile potansiyel enerjisinin toplamı artmaktadır.
- C) Cismin L ve K noktalarına çıkabilmesine, sürtünme kuvveti yardımcı olmaktadır.
- D) Cismin K noktasından hareket etmesini ilk sağlayan, çekim potansiyel enerjisidir.

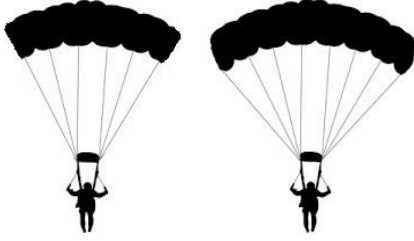
11.



Yatay yol üstünde durmakta olan bir cisme, iki kişi kuvvet uygulayıp **ancak** hareket ettirebilmektedir. Bu duruma göre, verilen bilgilerden hangisi **söylenemez**?

- A) Sürtünme kuvveti; cisim üzerinde değil, iki kişi üzerinde iş yapmaktadır.
- B) Cisme kinetik enerji kazandırılmaktadır.
- C) Kişilerin yaptığı iş ile elde edilen enerji, hem kinetik enerjisine hem de ısı enerjisine dönüşmektedir.
- D) Cismin yere temas eden yüzeyi çok pürüzlü olduğu için, kinetik enerji kaybı çok olmaktadır.

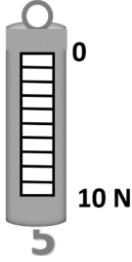
12.



Paraşütlerle birlikte toplam ağırlığı birbirine eşit olan iki paraşütçü, aynı yükseklikten atlamaktadırlar. Paraşütlerden birinin yüzey alanı diğerinden büyük olduğuna göre, hangi ifade **yanlıştır**?

- A) Atladıkları anda çekim potansiyel enerjileri birbirine eşit olur.
- B) İkisine de etki eden hava sürtünmesi birbirine eşit olur.
- C) Hareket süresince, ısıya dönüşen enerjiler birbirinden farklı olur.
- D) Yere ulaştıkları anda kinetik enerjileri birbirinden farklı olur.

13.



Bir dinamometrenin göstergesinde ölçülebilecek en büyük değer 10 N olarak belirtilmiştir. Dünya'nın ekvator bölgesinde deniz seviyesinde, bir cismin ağırlığı 12 N ölçülmektedir. Bu cismin ağırlığının, dinamometrede bir değer olarak okunabilmesi için verilen çalışmalardan hangisi ya da hangileri yapılabilir?

- I. Ölçüm, kutuplarda yapılmalı
- II. Ölçüm, yüksekliği 8 km olan bir dağın zirvesinde yapılmalı
- III. Uzay boşluğunda ölçüm yapılmalı
- IV. Ölçüm, Ay'da yapılmalı

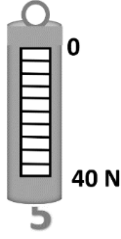
A) Yalnız III

B) II ya da IV

C) III ya da IV

D) Yalnız I

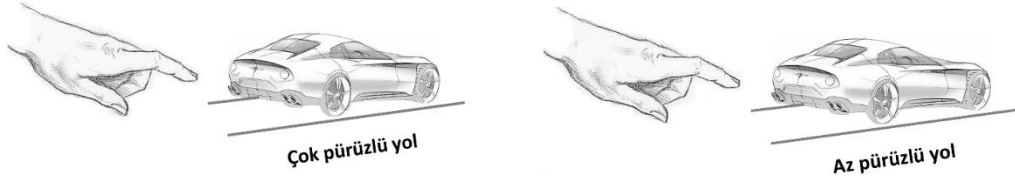
14.



Bir dinamometrenin ölçebildiği en büyük değer 40 N 'dur. K cisminin ağırlığı 10 N, K ile L cisminin toplam ağırlığı 50 N, L ile M cisminin toplam ağırlığı 90 N olduğuna göre; dinamometrede hangi cismin ağırlığı **belirlenemez**?

- A) Yalnız K B) L ya da M C) Yalnız M D) K ya da L ya da M

15.



Eşit kütleli iki araba, pürüzlülüğü farklı olan yatay yollarda, eşit süratlerle itilip bırakılırlar. Bunlarla ilgili olarak hangi durum **gözlenmez**?

- A) Hareket etmekte olan arabalara kuvvet etki etmediği için, arabalara sürtünme kuvveti etki etmez.
B) Her iki arabanın da, itildiği andaki kinetik enerjileri birbirine eşittir.
C) Her iki durumda da, enerji dönüşümü meydana gelir.
D) Her iki durumda da; arabaların, kinetik enerjileri korunmaz.

16.



**Yere inmekte
olan paraşütçü**

Sürtünme kuvvetinin oluşması ile ilgili olarak yukarıda verilen örnek olaya göre, ne söylenebilir?

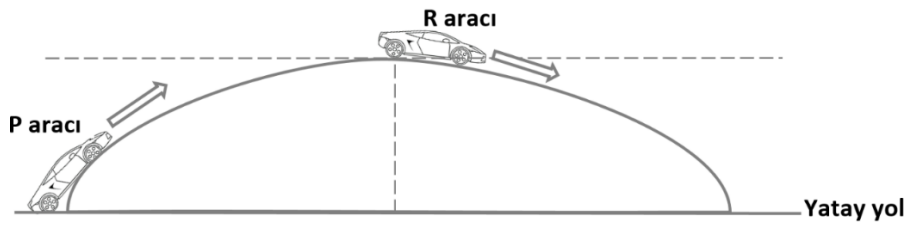
- A) Sürtünme kuvvetinin büyüklüğü, paraşütün yüzey alanına bağlı değildir.
B) Sürtünme kuvvetinin, hareket ettirici özelliği vardır.
C) Sürtünme kuvveti, çekim potansiyel enerjisinin ısı enerjisine dönüşmesinde etkili olur.
D) Sürtünme kuvveti, paraşütçünün daha kısa sürede yere inmesini sağlar.

17. Verilen durumlardan hangisi ya da hangilerinde, yer çekimi kuvveti etki eder?

- I. Su'daki yüzücüye
- II. Yerden yukarıya doğru yükselen balona
- III. Yere doğru düşen cisme
- IV. Masa üstünde hareketsiz duran cisme

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

18.



Sürtünmelerin ihmal edildiği ortamda, eşit kütleye sahip P ve R araçları, şekilde belirtilen konumlardan eşit süratlerle itilip bırakılıyorlar. Buna göre hangi ifade **yanlış** olur?

- A) Araçların itildikleri andaki; P aracının toplam enerjisi, R aracının toplam enerjisinden az olur.
- B) Araçların, hareketleri süresince toplam enerjileri korunur.
- C) Araçların itildikleri andaki kinetik enerjileri birbirine eşit olur.
- D) Araçlar yatay yola ulaştıklarında, her iki aracın sahip olduğu toplam enerji, birbirine eşit olur.

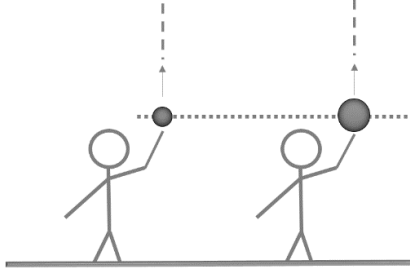
19.



Dünya etrafındaki atmosferin (havanın), belirli bir kalınlıkta olduğu bilinmektedir. Bu tabakanın uzay boşluğuna doğru dağılmamasının ve en üst seviyesinden sonra olmamasının nedenlerinden biri için ne söylenebilir?

- A) Dünya'nın kütle çekim etkisinin olması ve bu etkinin, Dünya'dan uzaklaştıkça azalması
- B) Havanın kütle değerinin az olması
- C) Havanın, Güneş tarafından itilmesi
- D) Uzay boşluğundaki ortam ve şartların, havaya uygun olmaması

20.



Demir ve plastik maddelerinden yapılmış olan eşit kütleli, hacimleri farklı olan küreler, hava ortamında eşit yüksekliklerden yukarı yönde atılmaktadırlar. Yukarı atıldığı andaki süratleri eşit olan küreler için aşağıdakilerden hangisi söylenemez?

- A) Kürelerin, atıldıkları andaki çekim potansiyel enerjileri birbirine eşittir.
- B) Hacmi küçük olan küreye etki eden hava sürtünmesi daha fazla olur.
- C) Kürelerin kinetik enerjileri; hem çekim potansiyel enerjisine hem de ısı enerjisine dönüşür.
- D) Her bir kürenin sahip olduğu, kinetik enerji ile potansiyel enerjisinin toplamı korunmaz.

21. Paraşütlerin açılan yüzey alanları, gerektiğinden daha büyük olsaydı, karşılaşılabilecek durumlardan biri ne olurdu?

- A) Paraşütçünün yere inmesi zorlaşırdı.
- B) Paraşüte etki eden hava sürtünmesinin etkisi azalırdı.
- C) Paraşütçünün ağırlığı daha az olurdu.
- D) Paraşütçünün yere ulaştığı andaki kinetik enerjisi artardı.

22. Aşağıdaki ifadelerden kaç tanesi doğrudur?

- I. Uzay istasyonundaki bir astronot, ellerini birbirine sürttüğünde, Dünya’da olduğu gibi sürtünme kuvvetinin etkisinden dolayı elleri ısınır.
- II. Hareket halindeki cisimler, temas ettikleri yüzeye etki eden ağırlıklarından dolayı, sürtünme kuvvetinin oluşmasına sebep olurlar.
- III. Sürtünme kuvveti, cisimlerin hem harekete geçmesine sebep olur hem de cisimlerin hareketini zorlaştırır.
- IV. Bir maddenin Dünya üzerinde ağırlığı olur, ama diğer gezegenlerde ağırlığı olmaz.
- V. Havasız bir ortamda hareket etmekte olan tekerlekli cisimlere, sürtünme kuvveti etki etmez.

A) 5

B) 4

C) 3

D) 2

23.

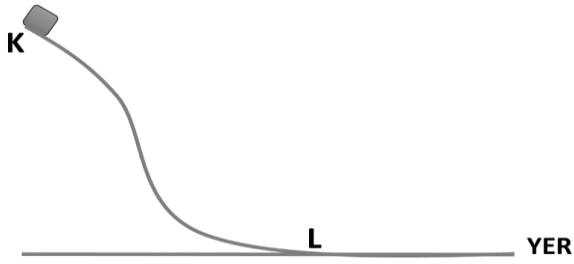


Gök cisimlerinden uzak, uzaydaki bir cismin hareket edememesinin nedeni ne olabilir?

- I. Uzayda, cismin kütlesinin olmaması
- II. Uzayda, cismin ağırlığının olmaması
- III. Cisme herhangi bir kütle çekim kuvvetinin uygulanmaması

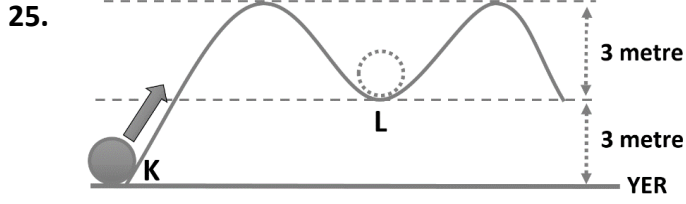
- A) Yalnız I B) Yalnız III C) II ve III D) I, II, III

24.



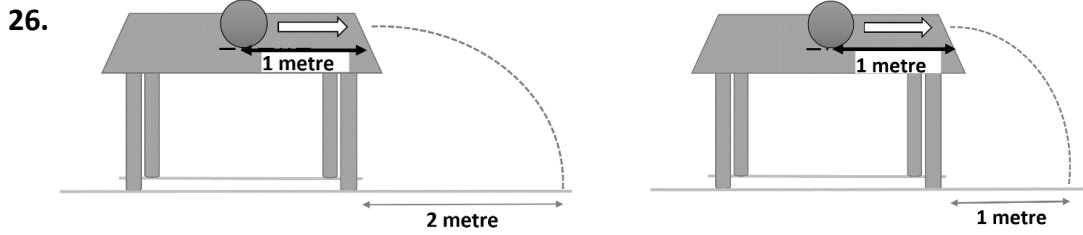
Dünya'nın kuzey kutbunda, bir cisim K' dan serbest bırakıldığında şekildeki yol boyunca L' ye gelip Yer'e ulaşmaktadır. Bu durumla ilgili verilen bilgilerden hangisi doğru olur?

- A) Cismin K 'da ağırlığı varken, L 'ye geldiğinde ağırlığı bulunmamaktadır.
- B) Cismin hareket etmesini sağlayan etkenlerden biri, cismin ağırlığıdır.
- C) Cisim L 'de iken; aynı deney Dünya'nın güney kutbunda yapılırsa, cisim L 'den K 'ya doğru hareket eder.
- D) Cisme yol boyunca kütle çekim kuvveti etki etmemektedir.



Yolun K noktasından belli bir süratle itilip bırakılan cisim, L noktasında duruyor. Verilen bu olaya göre hangi ifade **söylenemez**?

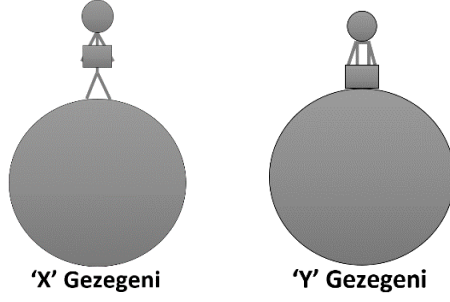
- A) Kinetik enerjinin, çekim potansiyel enerjisine dönüşümü olmuştur.
- B) Cismin, kinetik ve potansiyel enerjisinin toplamı korunmuştur.
- C) L noktasında cismin yere göre çekim potansiyel enerjisi vardır.
- D) Cismin bir kısım enerjisi, ısı enerjisine dönüşmüştür.



Yükseklikleri eşit olan masaların üzerinde durmakta olan cisimler, eşit süratlerle itilip bırakıldıklarında, yere farklı uzaklıklarda düşmektedirler. Buna göre, yapılan yorumlardan hangisi **kesinlikle yanlıştır**?

- A) Cisimlerin kütleleri farklıdır.
- B) Masa yüzeyleri farklı pürüzlülüktedir.
- C) Cisimler masa üzerindeki çekim potansiyel enerjileri farklıdır.
- D) Her iki durumda da, enerji dönüşümü gerçekleşmemiştir.

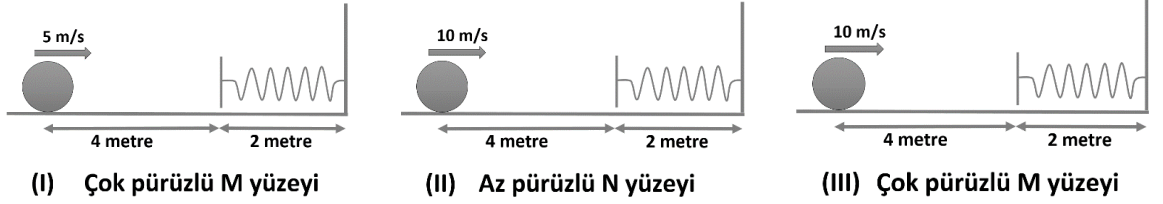
27.



Bir astronot, X gezegeninde bir cismi kolaylıkla kaldırabilirken, aynı cismi Y gezegeninde kaldırmakta zorluk çekmektedir. Bu durumun sebebi ne olabilir?

- A) Cismin kütlesi, gezegenlerde farklılaşmaktadır.
- B) X gezegeninin kütlesi, Y gezegeninin kütlesinden fazladır.
- C) Cismin kütlesi, Y gezegeninin kütlesinden fazladır.
- D) Gezegenlerdeki kütle çekim kuvvetleri farklıdır.

28.



Aynı kütleye sahip küreler; yüzey pürüzlülüğü belirtilen yatay yollarda, belirtilen süratlerle itilip bırakılıyorlar. Yayların sıkışma miktarları, çok olandan az olana doğru nasıl olur? (Yaylar özdeştir)

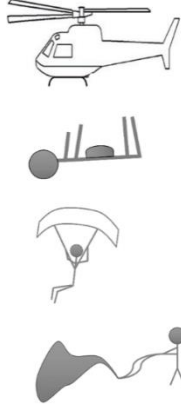
- A) II>III>I
- B) I>II>III
- C) II>I>III
- D) I=II>III

29. “Kuvvet, cisimleri hareket ettirebilen bir etkidir.” Ağırlık da, bir kuvvet olduğuna göre; aşağıdaki durumların hangisinde ya da hangilerinde ağırlık etki etmektedir?

- I. Ağaç dalındaki elma
- II. Yerdeki çanta
- III. Yağan yağmur damlası
- IV. Yere inmiş olan paraşütçü

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

30.



Yeterli yükseklikte, havada sabit durmakta olan helikopterde bulunan bir paraşütçü, helikopterden atlayıp belli bir süre havada kalıyor. Daha sonra paraşütünü açıp yere iniyor. Verilen bu durumla ilgili olarak, söylenenlerden hangisi doğrudur?

- A) Helikopterden atladıktan sonra paraşütünü açıncaya kadar geçen sürede, çekim potansiyel enerjisi sabit kalır.
- B) Helikopterden atladıktan sonra sahip olduğu enerjinin tamamı, yere ulaştığında kinetik enerjisine dönüşür.
- C) Paraşütçünün sahip olduğu kinetik enerji ile çekim potansiyel enerjisinin toplamı, hep sabit kalır.
- D) Paraşütçünün sahip olduğu çekim potansiyel enerjisi, kinetik ve ısı enerjisine dönüşür.

31. Sürtünmesiz yatay bir yolda durmakta olan bir cisim, itilerek hareket ettirilmektedir. Bu durumla ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi **söylenemez**?

- I. Cisim üzerinde yapılan iş, cisme kinetik enerjisi kazandırdığı için; iş ve enerji birimleri aynı olur.
- II. Verilen örnek durumda, enerji dönüşümü vardır.
- III. Durmakta olan cisim üzerinde iş yapılmasaydı; kinetik enerjisi değişmezdi.

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

32. Sabit süratle yere doğru inmekte olan paraşütçü için ne söylenebilir?

- A) Kinetik enerjisi artar.
- B) Çekim potansiyel enerjisi sabit kalır.
- C) Kinetik enerjisi sabit kalır.
- D) Çekim potansiyel enerjisi artar.

33. 1
 2
 3
 4 **YER**

Bir cisim, sürtünmesiz ortamda belli bir yükseklikten serbest bırakılıyor. Bu durumla ilgili ne söylenebilir?

- A) Cismin; 2 konumundaki kinetik enerjisi ile çekim potansiyel enerjisinin toplamı, 3 konumundaki kinetik enerjisi ile çekim potansiyel enerjisinin toplamına eşittir.
B) Cismin; 2 konumundaki toplam enerjisi, 3 konumundaki toplam enerjisinden fazladır.
C) Cismin, numaralandırılmış konumlar arasındaki toplam enerjisi her an değişir.
D) Cismin; 1 konumundaki çekim potansiyel enerjisinin tamamı, 2 konumunda hemen kinetik enerjisine dönüşür.

34. **Kinetik ve Potansiyel Enerji Toplamı**



Bir cismin sahip olduğu kinetik enerji ile potansiyel enerjisinin toplamının, zamana bağlı grafiği verilmiştir. Bu grafiğe göre, verilen bilgilerden hangisi **kesinlikle yanlıştır**?

- A) Cisim, hareket etmemektedir.
B) Cisim, yatay bir yolda hareket etmektedir.
C) Cismin enerjisi, dönüşmektedir.
D) Cisim, hava ortamında sabit süratle düşmektedir.