



Developing Three-Tier Conceptual Understanding Test Towards "Force And Energy" Unit*

Barış ÖZDEN¹ & Nilgün YENİCE²

¹Ministry of National Education, Afyonkarahisar/TURKEY,
barisozdn@gmail.com

² Adnan Menderes University, Faculty of Education, Aydın/TURKEY,
nyenice@gmail.com

Received : 07.08.2017

Accepted : 25.10.2017

Abstract –The aim of this study was to develop a valid and reliable three-tier conceptual understanding test aimed to determine middle school students' conceptual understanding towards "Force and Energy" unit. The developed test was applied to 280 students who are studying in 7th grade of three middle schools located in the central province of Aydın. The three-tier test consisting of a total of 96 questions was used in the study. Expert opinion was consulted for content and face validity of the test. Furthermore, false positive and false negative score ratios were calculated for construct validity. In addition, statistical analyses were performed for construct validity; Kuder Richardson coefficient of test was calculated as .86. To perform item analysis, the top 27 % of the students and the bottom 27 % of the students were determined. The results of the analyzes revealed that the item difficulty values ranged between .17 and .69 and the item discriminability values were above .30. At the end of the study, a valid and reliable conceptual understanding test for the "Force and Energy" unit was developed.

Key words: Three-tier test, science education, force and energy unit, developing test, conceptual understanding

Summary

Introduction

Individuals tend to learn things combining their existing mental schema with new information, facts and events they face in daily life. If they could not manage to develop such

*Barış ÖZDEN, Science Teacher, Ministry of National Education, Anıtkaya Secondary School, Afyonkarahisar/TURKEY. E-mail: barisozdn@gmail.com

Note: This study was derived from a part of the first author's doctoral thesis.

a connection, they mostly experience conflict and disharmony, which may lead to learning if this can be solved (Smith & Ragan, 1999). One of the basic factors in such a learning process is concepts (İnel Ekici, 2014).

Concepts make it possible to learn and mentally construct entities, beings, events and objects through their grouping based on common qualities. Concepts are defined as abstract thinking patterns with concrete qualities. One of the major characteristics of concepts is that although they are abstract entities, their characteristics and examples are concrete. Therefore, it is significant that in learning processes concepts should be made concrete to achieve learning. Given that students have numerous misconceptions science learning is very complicated process (Hollon and Anderson, 1986). It necessitates that student misconceptions should be identified in science through reliable measures and necessary teaching methods should be determined to avoid misconceptions. One of the most efficient techniques in identifying misconceptions is the three-tier tests (Arslan et al. 2012; Eryılmaz, 2010; Eryılmaz & Sürmeli, 2002; Peşman & Eryılmaz, 2010). Research indicates that such tests are commonly used in recent studies (Aykutlu & Şen, 2012; Caleon & Subramaniam, 2010; Çetin-Dindar & Geban, 2011; Çetinkaya & Taş, 2016; Gürçay & Gülbaş, 2015; Kıray et. al., 2015; Kirbulut & Geban, 2014; Kutluay, 2005; Peşman & Eryılmaz, 2010; Şen & Yılmaz, 2017; Uzuntiryaki & Geban, 2005; Ünal Çoban, 2009). However, studies concerning the unit of force and energy employed two-step tests (Yıldız, 2008), but not three-tier tests. The reason for this lacking of three-tier tests in the studies dealing with the unit of force and energy is that there is no three-tier conceptual understanding test for this specific subject. It may suggest that there is a need to develop a valid and reliable measurement for determining the student misconceptions about the unit of force and energy. Therefore, the aim of this study is to develop a valid and reliable measurement for determining the student misconceptions about the unit of force and energy.

Methodology

In the development of KENÜKAT Treagust (1988)'s suggestions was followed, which included three main phases and ten steps. First propositions were developed based on the stated gains of the seventh grade force and energy unit of science education program (MONE, 2013). Then following Novak (1990)'s steps were employed to develop a concept map which covered all concepts related to the unit. In the development of concept map the educational program for the course science and technology (MONE, 2005) was used and necessary revisions were made based on the actual program. Then related studies on the student

misconceptions regarding the unit of force and energy were reviewed and a pool of major misconceptions was developed. In the next step these misconceptions were matched with the stated gains of the educational program. In the stage step three-step items were prepared to assess these misconceptions. The test developed includes 32 items and the total item is 96 as a result of three-tier test. The test is named the test of force and energy unit conceptual understanding (KENÜKAT). In order to establish its scope validity it was reviewed by two teachers and four field experts. The understandability of the items and the consistency between the pictures and items were analysed in a study on a sample of 16 eighth grade students who were taught the unit of force and energy. Based on the expert opinions and the findings of the study the tool was revised and finalized. The finalized tool was administered to 280 seventh grade students from three public school which serve for students from different socio-economic status in Efeler district of Aydın. In the study the data from 73 students were excluded due to inconvenience. Therefore, the data analysis included those taken from 207 students. The data obtained were analysed using a method used for those taken from three-tier tests (Eryılmaz & Sürmeli, 2000; Göncü, 2013; Kutluay, 2005; Peşman, 2005; Türker, 2005; Ünal Çoban, 2008). The raw data were entered into the MS Excel Program. Then the data were analysed using the SPSS 20 in terms of reliability, content validity, face validity and construct validity, item difficulty and discrimination power and the rate of incorrect positively and incorrect negatively stated items. In the analysis the key for correct answers and key for misconceptions obtained seven types of scores: score 1, score 2, score 3; alternative score 1, alternative score 2, alternative score 3 and confidence level.

Findings

The findings showed that the rate for incorrect positively stated items was found to be 14 % and the rate for incorrect negatively stated items 8 %. The findings about the KENÜKAT were found to be consistent with the criteria developed by Hestenes and Halloun (1995), indicating the construct validity of it. On the other hand, the correlation between the first two step scores (score 2) and the level of certainty (confidence level) was analysed using the Pearson moment product correlation and it was found that there is an intermediate and significant correlation between them. It may suggest that the KENÜKAT has construct validity. Four items were excluded from the test due to the fact that their discriminatory power was under .20 (items 10, 13, 29 and 30). In addition, two items (items 18 and 26) of which discriminatory power were lower than .30 were revised and included in the test. Therefore, the final version covered a total of 28 major items. The discriminatory power of the items was found to range between .17 and .69. It is stated that in such tests the mean

difficulty level of items should be .50 (Özçelik, 2010; Sözbilir, 2010; Tekindal, 2009). In the KENÜKAT it was found to be .42. The discriminatory value of the items in the test was found to range between .25 and .79. The total discriminatory value of the test was found to .52. In order to have a test with higher levels of discrimination items should at least the discrimination power of .30 or higher (Crocker & Algina, 2006). Therefore, it is possible to argue that the discrimination power of the test is at the desired level and it could make a distinction between students who know the concept and those who does not know it. Concerning the reliability of the KENÜKAT the method developed by Kuder Richardson (KR-20) was employed and its KR-20 reliability coefficient was found to be .86. Given that it is higher than .70 it may be stated that its reliability is at the desired level (Büyüköztürk, 2010; Özçelik, 2010).

Conclusion

In summary, the study developed a valid and reliable three-tier conceptual understanding test for detemining the student misconceptions about the unit of force and energy. The KENÜKAT may be used by science teachers to identify the potential student misconceptions and to evaluate student achievement. The feedback of teachers concerning the KENÜKAT can also be employed by researchers who plan to develop similar three-tier tests.

“Kuvvet ve Enerji” Ünitesine Yönelik Üç Aşamalı Kavramsal Anlama Testi Geliştirme Çalışması[†]

Barış ÖZDEN¹ & Nilgün YENİCE²

¹Milli Eğitim Bakanlığı, Afyonkarahisar/TÜRKİYE, barisozdn@gmail.com

²Adnan Menderes Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Aydın/TÜRKİYE, nyenice@gmail.com

Makale Gönderme Tarihi: 07.08.2017

Makale Kabul Tarihi: 25.10.2017

Özet – Bu çalışmanın amacı, ortaokul öğrencilerin “Kuvvet ve Enerji” ünitesine yönelik kavramsal anlamalarını belirlemek için geçerli ve güvenilir bir üç aşamalı kavramsal anlama testi geliştirmektir. Geliştirilen test, Aydın ili merkez ilçesinde bulunan üç ortaokulun 7. Sınıflarında öğrenim görmekte olan 280 öğrenciye uygulanmıştır. Çalışmada toplam 96 sorudan oluşan üç aşamalı test kullanılmıştır. Testin kapsam ve görünüş geçerliği için uzman görüşüne başvurulmuştur. Ayrıca, yapı geçerliği için yanlış olumlu ve yanlış olumsuz puan oranları hesaplanmıştır. Ek olarak yapı geçerliği için istatistiksel analizlerden yararlanılmıştır. Testin Kuder Richardson güvenilirlik katsayısı .86 olarak hesaplanmıştır. Madde analizlerini gerçekleştirmek için, öğrencilerin % 27’lik üst grubu ile % 27’lik alt grubu belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucu, madde güçlük değerlerinin .17 ve .69 arasında dağılım gösterdiği ve madde ayırt edicilik değerlerinin ise .30 üzerinde olduğu bulunmuştur. Çalışmanın sonunda, “Kuvvet ve Enerji” ünitesine yönelik geçerli ve güvenilir bir kavramsal anlama testi geliştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Üç aşamalı test, fen eğitimi, kuvvet ve enerji ünitesi, test geliştirme, kavramsal anlama

Giriş

Öğrenciler ilk olarak günlük hayatlarında karşılaştıkları yeni bilgileri, olguları veya olayları zihinlerinde var olan şemalarla ilişkilendirerek öğrenme eğilimi göstermektedirler. Eğer bir öğrenci, yeni bilgileri zihinlerinde var olan şemalarla ilişkilendiremezse, öğrenci çatışma ve uyumsuzluk yaşamakta, ardından bir dengesizlik sürecinin çözülmesi sonucunda öğrenme gerçekleştirmektedir (Smith & Ragan, 1999). Şemalar; bireyin nesnelere, olaylar veya eylemlerle ilgili organize olmuş kavram kümeleridir. Bireyin sahip olduğu her şema o bireyin herhangi bir kavram hakkında bildiklerini ve bu bilginin parçaları arasındaki

[†]Sorumlu Yazar: Barış ÖZDEN, Fen Bilimleri Öğretmeni, Milli Eğitim Bakanlığı, Anıtkaya Ortaokulu, Afyonkarahisar/TÜRKİYE. E-posta: barisozdn@gmail.com

Not: Bu çalışma, birinci yazarın doktora tez çalışmasının bir bölümünden türetilmiştir.

karşılıklı ilişkileri göstermektedir (Burns, Roe ve Ross, 1992). Dolayısıyla sözü edilen öğrenme sürecinin gerçekleşmesindeki anahtar unsur kavramlardır. Çünkü kavramlar, elde edilen bilgilerin sınıflandırılarak zihinde var olan bilişsel yapılara yerleştirilmesine veya yeni bilişsel yapıların oluşturulmasına yardımcı olmaktadır. Bu durum yeni bilginin öğrencilerde var olan şemalarla ilişkilendirilerek öğrenilmesini kolaylaştırmaktadır (İnel Ekici, 2014).

Varlıkların, olayların, nesnelerin veya eşyaların sahip oldukları ortak özelliklerine göre gruplandırılarak öğrenilmesini ve zihinde yapılandırılmasını sağlayan, iletişim için ortak bir dil oluşturan kavramlar, somut özellikleri olan soyut düşünce yapılarıdır. Novak (2010) kavramı “nesnelerin, olayların veya olguların algılanan bir etiket/isim altında toplanması ya da tanımlanması” olarak tanımlanmaktadır. Başka bir ifadeyle kavramlar, çevremizde gördüğümüz somut eşya, olay ya da varlıklar değildir. Onların karakteristik özelliklerinden hareketle oluşturduğumuz belli grupların zihnimizdeki soyut karşılıklarıdır (Ayas, Çepni, Johnson & Turgut, 1997). Bu nedenle kavramların en genel özelliği kendilerinin soyut, örneklerinin ise somut ya da tanımlanmış olmasıdır. Dolayısıyla, okullarda gerçekleştirilen öğretim süreçlerinde kavramların somutlaştırılarak öğrencilere aktarılması anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesi açısından oldukça büyük önem taşımaktadır.

Genellikle öğrencilerin günlük hayatlarında sıklıkla karşılaştıkları bilimsel olayların açıklanmasına yönelik hazırlanan fen bilimleri dersi öğretim programı birçok soyut ve anlaşılması zor kavramları kapsamaktadır. Ayrıca fen bilimleri dersi birçok farklı disiplini kapsamamasından dolayı çok sayıda farklı kavramları bir arada bulundurmaktadır. Söz konusu kavramların öğrenilmesi ise fen konularının anlaşılmasında, merak edilen doğa olaylarının açıklanmasında büyük önem taşımaktadır. Nitekim, yeterli bir fen eğitimi için kavramların ortaokul süresince doğru ve anlamlı bir şekilde öğretilmesi gerekmektedir (Ausubel, 1968). Ancak fizik, kimya ve biyoloji disiplinlerini bir arada bulunduran fen bilimleri dersi, günlük hayatla ilişkili birçok olay içerdiğinden, öğrenenlerin yaşam deneyimlerine bağlı olarak farklı bilgilerle öğrenme ortamına geldiği görülmektedir. Bu bilgilerin bazıları bilimsel bilgilerle uyumlu iken; bazıları bilimsel bilgilerle uyuşmamaktadır (Gilbert, Osborne & Fenshan, 1982). Öğrencilerin zihinlerinde oluşturdukları bilimsel bilgilerle uyuşmayan kavramlar, literatürde kavram yanılgıları veya alternatif kavram gibi birçok farklı terimle isimlendirilmektedir (Chiu, Guo & Treagust, 2007; Driver & Easley, 1978; Nakhleh, 1992). Öğrencinin kendi zihninde oluşturduğu bir kavramın anlamıyla o kavramın bilimsel anlamının birbiriyle uyuşmaması durumu, kavram yanılgısı olarak ifade edilmektedir. Nitekim, fen

bilimleri kavram yanlışlarına sıklıkla rastladığımız derslerin başında gelmektedir (Çetinkaya & Taş, 2016).

Fen bilimleri dersi kapsamında yer alan çok sayıda kavram yanlışının varlığı fen öğrenmeyi oldukça karmaşık bir süreç haline getirmektedir (Hollon & Anderson, 1986). Dolayısıyla, fen öğretimi sürecinde öncelikle güvenilir ölçme araçlarıyla öğrencilerin farklı konulara ilişkin kavram yanlışlarının belirlenmesi, daha sonra ise giderilmesinde hangi yöntemlerin daha etkili olduğunun araştırılması gerekmektedir. Öğrencilerin kavram yanlışlarının tespit edilmesinde ve giderilmesinde çeşitli ölçme yöntemlerinden faydalanılabilir. Alan yazında kavram yanlışlarını belirlemek için şu yöntemler kullanılmıştır: Görüşmeler (Boo, 1998; Bowen, 1994; Osborne & Gilbert, 1980; Thompson & Logue, 2006), açık uçlu sorular (Çalık & Ayas, 2005; Şekercioğlu & Kocakulah, 2008; Tsaparlis & Papaphotis, 2002), kavram haritaları (Aykutlu & Şen, 2012; Hazel & Prosser, 1994; Novak & Gowin, 1984; Şen & Yılmaz, 2013), analogiler (Aykutlu & Şen, 2012) ve çoktan seçmeli testler (Arslan, Çiğdemoğlu, & Moseley, 2012; Çetinkaya & Taş, 2016; Eryılmaz, 2010; Eryılmaz & Sürmeli, 2002; Gürçay & Gülbaş, 2015; Kıray, Aktan, Kaynar, Kılınç & Görkemli, 2015; Kirbulut & Geban, 2014; Kutluay, 2005; Peşman & Eryılmaz, 2010; Şen & Yılmaz, 2017; Uzuntiryaki & Geban, 2005; Ünal Çoban, 2009; Yıldız, 2008). Kavram yanlışlarının tespiti için kullanılan tüm tekniklerin her birinin hem dezavantajları hem de avantajları bulunmaktadır. Bu veri toplama araçlarından üç-aşamalı testlerin kavram yanlışlarının tespit edilmesinde daha etkili olduğu ifade edilmektedir (Arslan ve diğerleri, 2012; Eryılmaz, 2010; Eryılmaz ve Sürmeli, 2002; Peşman & Eryılmaz, 2010). Çünkü, çoktan seçmeli testlerde, öğrencinin vermiş olduğu cevabının nedeni anlaşılammamaktadır (Aydoğdu & Kesercioğlu, 2005). Öğrenci, çoktan seçmeli bir testte bilgi eksikliği ya da dikkatsizlik sonucu çeldirici bulunan yanlış seçeneği işaretleyebilir. Bu durum, kavram yanlışına sahip olmayan bir öğrencinin, kavram yanlışına sahipmiş gibi değerlendirilmesine neden olabilir. Bu nedenle öğrencilerin verdiği cevapların nedenlerini ortaya koyabilmek ve kavram yanlışlarını tespit etmek adına, tek aşamalı çoktan seçmeli testler yerine iki ya da üç aşamalı testlerin kullanılması önerilmektedir (Aykutlu & Şen, 2012). Ancak, üç aşamalı testleri diğer ölçme araçlarından ayıran en önemli özellik, testteki üçüncü aşama sorularıdır. Üçüncü aşama soruları ile öğrencilerin önceki ilk iki aşamaya verdikleri cevaplardan emin olup olmadığı belirlenebilmektedir. Böylece, öğrencilerin testteki sorulara verdikleri doğru cevaplar ve kavram yanlışları cevapları hakkında daha kesin yargılara ulaşmak mümkün olmaktadır (Hasan, Bagayoko & Kelly, 1999). Dolayısıyla, üç aşamalı testlerin, iki aşamalı ve klasik

çoktan seçmeli testlere kıyasla kavram yanlışlarını daha geçerli ölçtüğü ifade edilmektedir (Eryılmaz & Sürmeli, 2002; Peşman & Eryılmaz, 2010).

Fen bilimleri dersi sürecinde öğrencilerde en çok karşılaşılan kavram yanlışları, öğretim programında yer alan fizik konularındandır (Aydoğan, Güneş & Gülçiçek, 2003). Çünkü fizik konuları genellikle soyut kavramlardan oluşmaktadır. Bu nedenle öğrencilerin fizik konularında birçok kavram yanlışına sahip olması oldukça doğaldır. Nitekim, bu çalışmada öğretimi gerçekleştirilecek bir fizik konusu olan “Kuvvet ve enerji” ünitesi de, yapısında soyut ve hiyerarşik yapıda olan kavramları barındırdığı için öğrenciler tarafından yapılandırılması zor olan bir ünite olarak karşımıza çıkmaktadır (She, 2002; She, 2005). Bu durum, öğrencilerde ünite kapsamında kavram yanlışları oluşmasına neden olacaktır. Aynı zamanda fen öğretim programının sarmal yapısı göz önüne alındığında, öğrencilerin “Kuvvet ve Enerji” ünitesi konusundaki kavram yanlışları bir sonraki yıla devredilerek ilerleyecek ve ilerleme devam ettikçe, düzeltilmesi oldukça zor olacaktır (Özsevgeç, 2006). Nitekim kavram yanlışları, öğrenme sürecini etkileyen en önemli faktörler arasında yer almaktadır. Bu nedenle öğrencilerde var olan kavram yanlışlarının belirlenmesinin fen öğretimi sürecinin yapılandırılması ve öğrencilerde var olan kavram yanlışlarının giderilmesi açısından önemli olduğu söylenebilir.

İlgili alan yazın incelendiğinde, son yıllarda fen eğitiminde kavram yanlışlarının tespit edilmesi ile ilgili Elektrik Akımı (Aykutlu & Şen, 2012), Dalgalar (Caleon & Subramaniam, 2010), Asitler ve Bazlar (Çetin-Dindar & Geban, 2011), Vücudumuzda Sistemler (Çetinkaya & Taş, 2016), Isı, Sıcaklık ve İç Enerji (Gürçay & Gülbaş, 2015), Yüzme- Batma Durumları (Kıray ve diğerleri, 2015), Maddenin Halleri (Kırbulut & Geban, 2014), Optik (Kutluay, 2005), Basit Elektrik Devreleri (Peşman & Eryılmaz, 2010), Kimyasal Bağlar (Şen & Yılmaz, 2017), Çözünme (Uzuntiryaki & Geban, 2005), Işık (Ünal Çoban, 2009) konularında birçok araştırmacının üç aşamalı testleri kullandığı görülmektedir. Ancak alan yazınında, ortaokul düzeyinde kuvvet ve enerji ünitesi ile ilgili iki aşamalı testlerin kullanıldığı çalışmalar (Yıldız, 2008) olmasına rağmen üç aşamalı testin kullanıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Çünkü, alan yazında ortaokul düzeyinde kuvvet ve enerji ünitesine yönelik üç aşamalı bir kavramsal anlama testi bulunmamaktadır. Ayrıca üç aşamalı testlerde, üçüncü aşama soruları ile öğrencilerin önceki ilk iki aşamaya verdikleri cevaplardan emin olup olmadığı belirlenebilmektedir. Böylece, öğrencilerin testteki sorulara verdikleri doğru cevaplar ve kavram yanlışları cevapları hakkında daha kesin yargılara ulaşmak mümkün olmaktadır (Hasan, Bagayoko & Kelly, 1999). Bu durum, öğrencilerin kuvvet ve enerji

ünitesi kapsamındaki kavram yanlışları hakkında daha kesin yargılara ulaşmayı sağlayabilecek geçerli ve güvenilir bir ölçme aracının geliştirilmesine ihtiyaç duyulduğunun bir göstergesi sayılabilir. Dolayısıyla, çalışma kapsamında geliştirilecek üç aşamalı kavramsal anlama testinin ilgili alan yazına önemli katkı sağlayacağı söylenebilir. Ayrıca geliştirilecek olan üç aşamalı kavramsal anlama testinin, öğrencilerde var olan kavram yanlışlarını belirlemede öğretmenlere ve bu alanda çalışma yapacak olan araştırmacılara büyük ölçüde yardımcı olacağı düşünülebilir.

Bu çalışmanın amacı, öğrencilerin “Kuvvet ve Enerji” ünitesine yönelik kavramsal anlayışlarını belirlemek için geçerli ve güvenilir bir üç aşamalı kavramsal anlama testi geliştirmek olarak belirlenmiştir.

Yöntem

“Kuvvet ve Enerji” Ünitesine Yönelik Kavramsal Anlama Testi Geliştirme

Bu çalışmada kuvvet ve enerji ünitesine yönelik öğrencilerin kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla *Kuvvet ve Enerji Ünitesi Kavramsal Anlama Testi* (KENÜKAT) geliştirilmiştir. KENÜKAT testinin geliştirilmesinde Treagust (1988)'un önerisi temel alınarak, 3 ana aşama ve on basamaktan oluşan bir yöntem izlenmiştir. Test hazırlanırken öncelikle Fen Bilimleri Dersi öğretim programında (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013) belirlenen 7. sınıf kuvvet ve enerji ünitesi kazanımlarına uygun şekilde önermeler yazılmıştır. Ardından Novak (1990) tarafından önerilen aşamalar dikkate alınarak, ünite ile ilgili bütün kavramları ve ilişkilerini içeren bir kavram haritası oluşturulmuştur. Kavram haritası geliştirilirken fen ve teknoloji dersi öğretim programından (MEB, 2005) yararlanılmış ve bu kavram haritası üzerinde güncel öğretim programına göre gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Daha sonra öğrencilerin “Kuvvet ve Enerji” ünitesi ile ilgili kavram yanlışlarını inceleyen yurt içinde ve yurt dışında son yıllarda yapılmış çalışmalar taranmış (Akbulut, 2013; Akdemir, 2005; Besson & Viennot, 2004; Bozan & Küçüközer 2007; Dostal, 2005; Duman & Avcı, 2014; Gönen, 2008; Gunstone & Mitchell, 2005; Günaydın, 2010; Kariotoglou & Psillos, 1993; Kariotoglou, Koumaras & Psillos, 1995; Koray & Tatar, 2003; Madanoğlu, 2015; Meriç, 2014; Önen, 2005; Pastırmacı, 2011; Sere, 1982; Şahin & Çepni, 2011; Tytler, 1998; Yerer & Armağan, 2015; Yıldız, 2008) ve çalışmalarda konu ile ilgili tespit edilen kavram yanlışlarının bir havuzu oluşturulmuştur. Daha sonra tespit edilen kavram yanlışları, fen bilimleri dersi öğretim programı kazanımları ile ilişkilendirilerek gerekli elemeler yapılmıştır. Fen bilimleri dersi öğretim programının kuvvet ve enerji ünitesi kazanımları ile

ilişkilendirilen kavram yanlışları temel alınarak bu kavram yanlışlarını ölçmeye yönelik üç aşamalı sorular hazırlanmıştır. Hazırlanan test, 32 ana soru olmak üzere toplam 96 sorudan oluşmaktadır. Son hali verilen 96 soruluk “*Kuvvet ve Enerji Ünitesi Kavramsal Anlama Testi*” (KENÜKAT) görünüş ve kapsam geçerliliği için alanında uzman 2 öğretmen ve 4 alan uzmanı akademisyene incelenerek test hakkındaki görüşleri alınmıştır. Ayrıca, kuvvet ve enerji ünitesini önceden öğrenmiş olan 8. sınıf öğrencilerinden 16 kişilik bir gruba hazırlanan test verilerek okutulmuş ve soruların anlaşılabilirliği ve resimlerin sorulara uygunluğu kontrol edilmiştir. Öğrencilerden gelen dönütlerle testi tamamlamak için 40 dakikalık bir ders saatinin yeterli olmadığı görülmüştür. Bu nedenle öğrencilerin testi anlayarak çözebilmeleri için testin, 48 sorudan oluşan iki parça halinde iki ders saatinde uygulanmasına karar verilmiştir. Ayrıca, alınan uzman ve öğrenci görüşleri doğrultusunda test üzerinde önerilen düzenlemeler yapılmış ve teste son hali verilmiştir.

Son hali verilen testte bulunan soruların ölçtüğü kavramlar, ilgili olduğu kazanımlar ve soru numaraları Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1 Kuvvet ve Enerji Ünitesi Kavramsal Anlama Testindeki Soruların Ölçtüğü Kavramlar, İlgili Olduğu Kazanımlar ve Soru Numaraları

Kavramlar	İlgili Kazanımlar	Soru Numaraları
Kütle ve Ağırlık	7.2.1.1. Kütleyle etki eden yerçekimi kuvvetini ağırlık olarak adlandırarak, ağırlığı bir kuvvet olarak tanımlar ve büyüklüğünü dinamometre ile ölçer.	1, 2, 3
	7.2.1.2. Kütle ve ağırlık kavramlarını karşılaştırır.	4,5
Basınç, Kuvvet, Yüzey Alanı, Derinlik ve Sıvı Cinsi	7.2.2.1. Katı basıncını etkileyen değişkenleri deneyerek keşfeder ve bu değişkenler arasındaki ilişkiyi analiz eder.	18, 20, 22, 24
	7.2.2.2. Sıvı basıncını etkileyen değişkenleri deneyerek keşfeder ve bu değişkenler arasındaki ilişkiyi analiz eder.	23, 25, 26, 27, 28
	7.2.2.3. Katı, sıvı ve gazların basınç özelliklerinin günlük yaşam ve teknolojideki uygulamalarına örnekler verir.	6, 8
Kuvvet, İş ve Enerji	7.2.3.1. Fiziksel anlamda yapılan işin, uygulanan kuvvet ve alınan yolla doğru orantılı olduğunu kavrar ve birimini belirtir.	7, 9, 10
	7.2.3.2. Enerjiyi iş kavramı ile ilişkilendirir, kinetik ve potansiyel enerji olarak sınıflandırır.	11, 12, 13, 14, 15, 16
Enerjinin Korunumu, Sürtünme Kuvveti	7.2.4.1. Kinetik ve potansiyel enerji türlerinin birbirine dönüştüğünü örneklerle açıklar ve enerjinin korunduğu sonucunu çıkarır.	19, 32

7.2.4.2. Sürtünme kuvvetinin kinetik enerji üzerindeki etkisini örneklerle açıklar.

17, 21, 29, 30, 31

“Kuvvet ve Enerji” Ünitesine Yönelik Kavramsal Anlama Testi

Kavramsal anlama testi geliştirilirken temel alınan kavram yanlışlarının listesi Ek 1’de sunulmuştur.

Soruların ilk aşamasında öğrencinin soru ile ilgili olgusal bilgisi ölçülmektedir. İkinci aşamada, ilk aşamada hazırlanan çoktan seçmeli soruya verilen yanıtın nedenini belirlemek üzere soru ile ilgili kavram yanlışlarını ve doğru cevabı içeren seçenekler bulunmaktadır. Bu nedenle ikinci aşama, öğrencilerin kavramla ilgili zihinsel modellerini veya açıklayıcı bilgisini göstermektedir. İlk ve ikinci aşamadaki doğru cevap dışındaki seçenekler, alan yazından ve 16 kişilik öğrenci grubu ile yapılan uygulama sonrası elde edilen kavram yanlışlarının kategorize edilmesine dayanarak oluşturulmuştur. Üçüncü ve son aşamada ise, öğrencilerin ilk iki aşamadaki sorulara verdikleri yanıtların doğruluğundan emin olup olmadıkları sorulmuştur. Kavramsal anlama testinde yer alan örnek iki soru aşağıda verilmiştir.



Soru 5: Dünya’da ağırlığı ve kütlesi ölçülen bir astronotun Ay’daki ağırlığı ve kütlesi için aşağıda yapılan açıklamalardan hangisi doğrudur?

- A) Ağırlığı değişmezken; Kütlesi artar.
- B) Ağırlığı artarken; Kütlesi değişmez.
- C) Ağırlığı değişmezken; Kütlesi azalır.
- *D) Ağırlığı azalırken; Kütlesi değişmez.

Neden?

- a) Bir cismin ağırlığı her yerde aynı iken; kütlesi bulunulan konuma göre değiştiği için
- *b) Bir cismin kütlesi her yerde aynı iken; ağırlığı bulunulan konuma göre değiştiği için
- c) Ay’da yerçekim kuvveti olmadığı için
- d) Ay’da yerçekim kuvveti, Dünya’ya göre az olduğu için

Bence,.....

Verdiğiniz yanıtların doğruluğundan emin misiniz?: Eminim Emin değilim



Soru 12: Bir gazetede “Fas ülkesinde keçiler Argania ağacının meyvelerini yemek için, ağaçlara tımanıyorlar. Böyle inanılmazı güç olay yalnız Yüksek ve Orta Atlas’ta, Souss vadisinde görülüyor.” şeklinde bir haber okuyan Emre ağaca tımanıp ağacın dalında duran keçilere hayretle bakmıştır. Emre’nin okuduğu bu haberdeki ağacın dalında duran keçilerin yere göre enerjisi hakkında ne söylenebilir?

- *A) Keçilerin yere göre bir enerjisi vardır.
B) Keçilerin yere göre bir enerjisi yoktur.

Neden?

- a) Keçiler, ağacın dalında sabit durduğu ve hareket etmediği için,
b) Keçiler, ağacın dalında sabit durmasına bağlı olarak duma enerjisine sahip oldukları için
*c) Keçiler bulunduğu konumda yerden belli bir yüksekliğe sahip oldukları için

Bence,.....

Verdiğin yanıtların doğruluğundan emin misin?: Erminim Ermin değilim

***Doğru Cevap**

Çalışma Grubu

Araştırmada geliştirilen *Kuvvet ve Enerji Ünitesi Kavramsal Anlama Testi*, Aydın ili Efeler ilçesinde sosyoekonomik durumu alt, orta ve üst olan üç devlet okulunun 7.sınıflarında öğrenim görmekte olan toplam 280 öğrenciye uygulanmıştır. Ancak bazı öğrencilerin testin ikinci yarısına katılmaması veya bazı öğrencilerin testte yer alan maddeleri boş bırakması sebebi ile 73 öğrenci analiz dışı tutulmuş olup veri analizleri 207 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya katılan öğrencilerin 102’si (% 49) kız, 105’i (% 51) erkektir. Uygulama öncesinde Aydın ili Efeler ilçe milli eğitim müdürlüğünden gerekli izinler alınmıştır.

Veri Toplama Süreci

Öğrencilere testteki 96 soruyu cevaplamaları için toplam iki ders saati (80 dakika) süre verilmiştir. Çünkü öğrencilerden gelen dönütlerle testi tamamlamak için 40 dakikalık bir ders saatinin yeterli olmadığı görülmüştür. Ayrıca, öğrencilerin, soru sayısının fazla olması nedeniyle özellikle 48. sorudan itibaren ilgi ve dikkatlerinin azaldığı, buna bağlı olarak da geri kalan sorulara rastgele cevaplar vererek biran önce tamamlama eğiliminde oldukları araştırmacı gözlemlerinden ve öğretmen görüşlerinden tespit edilmiştir. Bu nedenlerden dolayı öğrencilerin testi anlayarak ve dikkatli bir şekilde çözebilmeleri için testin, 16 sorudan oluşan iki parça halinde ve iki ders saatinde (farklı günlerdeki derslerde) uygulanmasına karar verilmiştir. Uygulamaya gönüllü öğrenciler katılmış olup, öğrencilere testten alacakları puanların akademik başarılarını etkilemeyeceği söylenmiştir.

Veri Analizi

Yapılan uygulama sonrası kavramsal anlama testinden elde edilen veriler, üç aşamalı testlerin kullanıldığı çalışmalarda gerçekleştirilen benzer yöntemlerle incelenmiştir (Eryılmaz & Sürmeli, 2000; Göncü, 2013; Kutluay, 2005; Peşman, 2005; Türker, 2005; Ünal Çoban, 2008). Elde edilen veriler, öncelikle bilgisayar yardımıyla MS Excel Programına aktarılmış ve satırlar öğrencileri, sütunlar öğrencilerin teste yer alan her bir soruya verdikleri yanıtları gösterecek şekilde ham veri olarak girilmiştir. Verilerin sayısallaştırılmasının ardından veri analizi SPSS 20 paket programı kullanılarak testin güvenilirliği, içerik, görünüş ve yapı geçerliği, madde gücü ve ayırt ediciliği, yanlış olumlu ve yanlış olumsuz oranları hesaplanmıştır. Analizler yapılırken KENÜKAT doğru cevap anahtarı kullanılmıştır. Ayrıca öğrencilerin cevap anahtarına dayalı puanlarına ek olarak, öğrencilere kavram yanlışlarına dayalı olarak kavram yanlışlığı puanları verilmiştir (Ek 1). Cevap anahtarı ve öğrencilerin kavram yanlışlığı kullanılarak yedi puan türü elde edilmiştir. Bu puanlar; Puan 1, Puan 2, Puan 3 ve Güven düzeyi; Alternatif puan 1, Alternatif puan 2 ve Alternatif puan 3'tür. İlk dört puan türü cevap anahtarı kullanılarak elde edilirken; geriye kalan üç puan türü ise öğrencilerin kavram yanlışlığı kullanılarak elde edilmiştir. Tablo 2'de bu puanların nasıl elde edildiği sırasıyla açıklanmıştır (Gürçay & Gülbaş, 2015; Ünal Çoban, 2009).

Tablo 2 Doğru Yanıtların ve Kavram Yanlışlığı Yanıtlarının Puanlanması

Puanlar	Açıklama
Puan 1	Sadece birinci aşama sorularından (bir-aşamalı sorular) alınan puanların toplanması ile elde edilir. Birinci aşama sorusuna verilen cevap doğru ise 1, aksi durumda 0 puan verilir.
Puan 2	Birinci aşama ve ikinci aşama sorularının tek bir soru olarak kodlanıp (iki-aşamalı sorular), alınan puanların toplanması ile elde edilir. Birinci aşama ve ikinci aşama sorusuna birlikte verilen cevap doğru ise 1, aksi durumda 0 puan verilir.
Puan 3	Birinci aşama, ikinci aşama ve üçüncü aşama sorularının tek bir soru olarak kodlanıp (üç-aşamalı sorular), alınan puanların toplanması ile elde edilir. Birinci aşama ve ikinci aşama sorularına birlikte verilen cevap doğru, üçüncü aşama sorusuna verilen cevap "eminim" ise 1; aksi durumda 0 puan verilir.
Güven Düzeyi	Sadece üçüncü aşama sorularından alınan puanların toplanması ile elde edilir. Üçüncü aşama sorusu "eminim" olarak yanıtlanmışsa 1, aksi durumda 0 puan verilir.
Alternatif Puan 1	Sadece birinci aşama sorularından (bir-aşamalı sorular) alınan puanların toplanması ile elde edilir. Birinci aşama sorusuna verilen cevap kavram yanlışlığı ise 1, aksi durumda 0 puan verilir.

Alternatif Puan 2	Birinci aşama ve ikinci aşama sorularının tek bir soru olarak kodlanıp (iki-aşamalı sorular), alınan puanların toplanması ile elde edilir. Birinci aşama ve ikinci aşama sorusuna birlikte verilen cevap kavram yanılığısı ise 1, aksi durumda 0 puan verilir.
Alternatif Puan 3	Birinci aşama, ikinci aşama ve üçüncü aşama sorularının tek bir soru olarak kodlanıp (üç-aşamalı sorular), alınan puanların toplanması ile elde edilir. Birinci aşama ve ikinci aşama sorusuna birlikte verilen cevap kavram yanılığısı, üçüncü aşama sorusuna verilen cevap "eminim" ise 1; aksi durumda 0 puan verilir.

Öğrencilerin anlama düzeyleri ve kavram yanılığısı hakkında daha detaylı bilgiler edinmek için KENÜKAT'daki üç-aşamalı sorular farklı biçimlerde incelenmiştir. Bu puanlama yapılırken, KENÜKAT'daki sorular bir-aşamalı, iki-aşamalı ve üç-aşamalı sorularmış gibi düşünülerek bütün soru tiplerine verilen doğru cevapların yüzdeleri ve kavram yanılığısı cevaplarının yüzdeleri Microsoft Excel Office programı kullanılarak hesaplanmıştır. Doğru cevapların ve kavram yanılığısı cevapları puanlanırken Tablo 2'de belirtilen kodlamalar kullanılmıştır.

Bulgular ve Yorumlar

Çalışmadan elde edilen bulgular başlıklar halinde aşağıda açıklanmıştır.

Kapsam, Görünüş ve Yapı Geçerlik Sonuçları

Geçerlik, bir testin sonuçlarına dayanarak araştırmacı tarafından yapılan spesifik çıkarımların uygunluğunu, anlamlılığını ve kullanılabilirliğini ifade etmektedir (Frankel ve Wallen, 1996). Bu çalışmada geliştirilen KENÜKAT'ın geçerlik çalışmaları üç kısımda incelenmiştir.

1. *İçerik (Kapsam) Geçerliği:* Bir testin sahip olduğu içerik ve biçimi ile ilgilidir (Kutluay, 2005). Bir testin kapsam geçerliği, Hestenes & Halloun'a (1995) göre testteki yanlış olumlu ve yanlış olumsuz oranı ile ilişkilidir. Aynı zamanda KENÜKAT için kapsam geçerliği, uzman görüşü ile testin oluşturulma aşamasında sağlanmıştır.

2. *Görünüş geçerliği:* Bir testin ölçmek istediği konu ile onu ölçebilmeye yönelik testte yer alan soruların konu alanıyla örtüşmesi durumudur (Göncü, 2013). KENÜKAT için görünüş geçerliği, uzman görüşü ile testin oluşturulma aşamasında sağlanmıştır.

3. *Yapı geçerliği:* Bir testin teoride var olduğu düşünülen, gözle görülemeyen bu yapıları pratikte ölçebilme derecesidir (Güler, 2015). Dolayısıyla, KENÜKAT'ın yapı geçerliğinin ölçülmesinde puan türleri arasındaki ilişkinin hesaplanması ve yanlış olumlu ve

yanlış olumsuz puan oranları dikkate alınmıştır. KENÜKAT’ın yapı geçerliğini belirlemek için yapılan analizler sırasıyla aşağıda sunulmuştur.

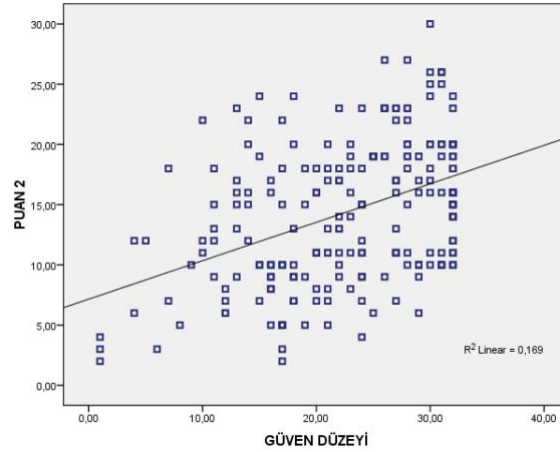
- Puan türleri arasındaki ilişkiyi belirleme:

KENÜKAT’ın 207 öğrenciye uygulamasından sonra elde edilen veriler, öncelikle öğrencilerin testin ilk iki aşamasına verdikleri yanıtlar ile üçüncü aşamadaki emin olma düzeyleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi için kullanılmıştır. Nitekim, Çataloğlu (2002)’ na göre bir testten yüksek puan alan öğrencilerin, testi düzgün bir şekilde okuyarak yanıtladıkları, okuduklarını anladıklarından da emin olmaları testin uygun bir şekilde çalıştığını gösterir. Dolayısıyla, öğrencilerin ilk iki aşama puanları ile emin olma düzeyleri arasındaki ilişki, pearson momentler çarpım korelasyonu kullanılarak analiz edilmiştir. Tablo 2’deki açıklamalar dikkate alınarak oluşturulan puan 2 ile güven düzeyi arasındaki ilişki hesaplanmış ve Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3 Puan 2 ile Güven Düzeyi Arasındaki İlişki

		Güven Düzeyi
Puan-2	r	,411
	p	,000
	N	207

Tablo 3’te görüldüğü gibi her iki puan türü arasında orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır ($r=,411$; $p<0.001$). Bu değer ilk iki aşamayı doğru cevaplayan öğrencilerin kendilerinden emin olduğunu göstermektedir. Nitekim Çataloğlu (2002) öğrencilerin testten aldıkları puanlar ile testte verdikleri cevaplardan emin olma düzeyleri arasında pozitif bir korelasyonun olmasını testin geçerliğinin bir kanıtı olarak görmektedir. Dolayısıyla, geliştirilen KENÜKAT’ın yapı geçerliliğinin sağlandığı söylenebilir. Ayrıca Puan 2 ile güven düzeyleri arasındaki ilişkiyi gösteren grafik Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1 Puan 2 ve Güven Düzeyi Arasındaki İlişki Grafiği

Tablo 3 ve Şekil 1 incelendiğinde, öğrencilerin ilk iki aşamaya verdikleri yanıtlardan emin oldukları (% 41 oranında) ve sahip oldukları kavramları doğru yapılandıkları söylenebilir.

- Yanlış Olumlu ve Yanlış Olumsuz Puan Oranlarının Hesaplanması:

KENÜKAT testinin yapı geçerliliğini ortaya koymak için ikinci olarak yanlış olumlu ve yanlış olumsuz puan oranlarının hesaplamaları yapılmıştır. KENÜKAT testi için 207 öğrencinin yanlış olumlu yanıt puanları toplamı 907 ve yanlış olumsuz yanıt puanları toplamı 552 olarak belirlenmiştir. Elde edilen bu değerler, 32 ana soruluk testten 207 öğrencinin her iki yanlış puan türü için olası alabileceği en yüksek değer olan 6624'e (Toplam cevap sayısı = Katılımcı sayısı x Soru sayısı) bölünerek sırasıyla yanlış olumlu puan oranı % 14 ve yanlış olumsuz puan oranı % 8 olarak elde edilmiştir (Aydın, 2007). Hestenes & Halloun'a (1995) göre bir testin kapsam geçerliği için testteki yanlış olumsuz yanıt puan oranının %10'dan daha az olması gerekmektedir. Ayrıca yanlış olumlu puan oranının, yanlış olumsuz puan oranından büyük olması gerekmektedir (Hestenes & Halloun, 1995). Dolayısıyla, KENÜKAT testi için elde edilen sonuçlar, Hestenes & Halloun'un (1995) belirtmiş olduğu kriterlerle tutarlı olup, testin yapı geçerliğinin olduğunu göstermektedir. Ayrıca, elde edilen puan oranları geliştirilen testin öğrenciler tarafından rahatlıkla anlaşıldığını ve testin ölçmek istediği yapıları ölçmeye yönelik hazırlandığının bir göstergesi sayılabilir.

Madde Analizi Sonuçları

Çalışmada KENÜKAT'ın madde analizleri, testten en yüksek ve en düşük puan alan öğrenci puanları en yüksekten en düşüğe göre sıralandıktan sonra listenin en üstünde yer alan

% 27’lik üst grup ile en altında yer alan % 27’lik alt grup öğrenci yanıtlarına göre testin güçlük oranlarının belirlenmesi ile gerçekleştirilmiştir. Madde analizleri için birinci aşama, ikinci aşama ve üçüncü aşama sorularının tek bir soru olarak kodlanıp (üç-aşamalı sorular), alınan puanların toplanması ile elde edilen Puan-3 türü kullanılmıştır. Çünkü bu puan türü, öğrencilerin testte yer alan soruların ilk iki aşamasına verdikleri yanıtlardan emin olup olmadıklarını da dikkate alarak hesaplanmıştır. Bir testin ayırt ediciliğinin yüksek olması, madde ayırt edicilik değeri .30 ve üzeri olan maddelerin testte yer alması ile sağlanabilir (Crocker & Algina, 2006). Buna karşın, madde ayırt edicilik değeri .20-.30 arası maddeler de düzeltilerek kullanılabilir (Özçelik, 2010; Sözbilir, 2010). Ayrıca, bir testte yer alan orta güçlükteki sorular en ayırt edici maddeler olduğundan testin ortalama güçlüğü ve testteki maddelerin çoğunun güçlük değeri .50 civarında olmalıdır (Tekin, 2003). Ancak, alan yazında madde güçlük değerinin, testte yer alan birçok maddenin güçlük değerinin yaklaşık olarak .50 olması durumunda .10 ile .80 arasında olabileceği vurgulanmaktadır (Walsh & Betz, 1990). Sözü edilen kriterler dikkate alınarak 32 soruluk test üzerinde yapılan madde analizleri sonucunda, madde ayırt edicilik değeri .20’nin altında olan 4 soru (soru 10, soru 13, soru 29 ve soru 30) testten çıkarılmıştır. Ayrıca madde ayırt edicilik değeri .30’un altında olan 2 soru (soru 18 ve soru 26) ise düzeltilerek teste dahil edilmiştir. Diğer sorular üzerinde ise, herhangi bir değişiklik yapılmamıştır. Ayrıca, testten çıkarılan sorular sonrası testin kapsam geçerliği zarar görmemiştir.

Yapılan analizler sonucunda başlangıçta 32 ana soru olmak üzere toplam 96 sorudan oluşan test, madde güçlük ve madde ayırt edicilik değerleri dikkate alınarak 28 ana soru olmak üzere toplam 84 soruya indirgenmiş ve nihai teste ulaşılmıştır. Yukarıda sözü edilen madde güçlük değeri ve madde ayırt edicilik değeri ölçütleri dikkate alınarak nihai testte yer alan her bir maddenin güçlük değeri ve ayırt edicilik değeri hesaplanmış ve Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4 KENÜKAT nihai Testine İlişkin Madde Güçlük ve Ayırt Edicilik Değerleri

Soru numarası	Dü	Da	p	rjx
1	54	23	,69	,55
2	51	13	,57	,68
3	55	16	,63	,70
4	52	21	,65	,55
5	54	10	,57	,79
6	52	17	,62	,63
7	43	7	,45	,64

8	46	10	,50	,64
9	45	7	,46	,68
11	33	5	,34	,50
12	27	7	,30	,36
14	48	14	,55	,61
15	35	3	,34	,57
16	39	3	,38	,64
17	26	6	,29	,36
18	18	4	,20	,25
19	28	4	,29	,43
20	46	12	,52	,61
21	19	1	,18	,32
22	51	7	,52	,79
23	44	15	,53	,52
24	29	12	,37	,30
25	19	0	,17	,34
26	20	5	,22	,27
27	28	9	,33	,34
28	40	8	,43	,57
31	23	2	,22	,38
32	42	15	,51	,48
Ortalama			,42	,52
Dü: Üst gruptaki öğrencilerin doğru cevap sayısı			p: Madde Güçlüğü	
Da: Alt gruptaki öğrencilerin doğru cevap sayısı			rjx: Madde Ayırt Ediciliği	

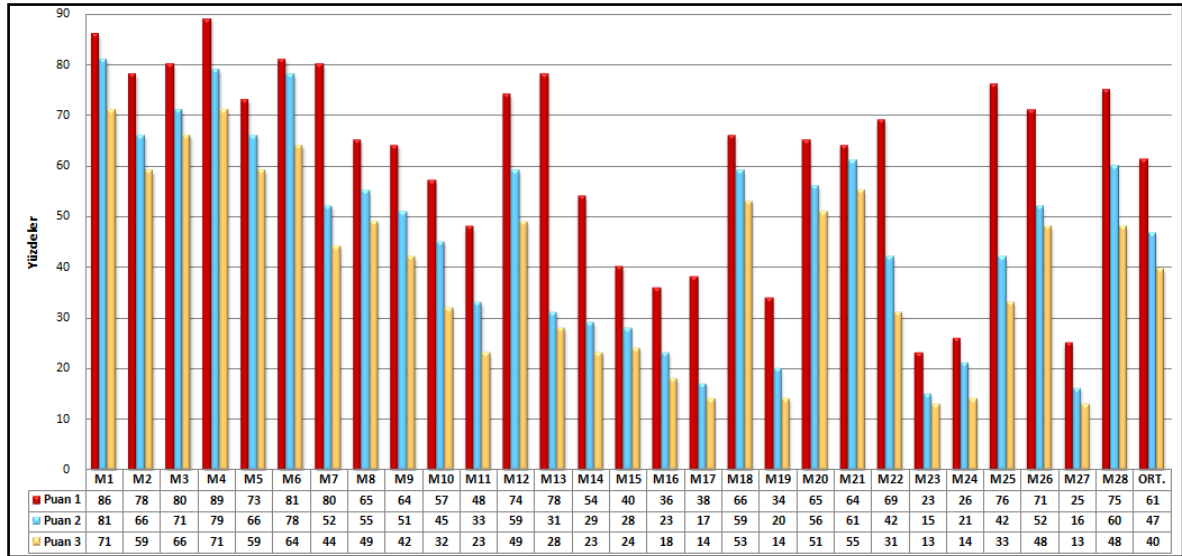
Nihai testte yer alan maddelerin güçlük değerleri incelendiğinde, her bir soru için bu değer .17 ile .69 arasında değişmektedir. Tablo 4'deki verilere göre testte yer alan en zor soru olan 23. sorunun güçlük değeri .17; en kolay soru olan 1. sorunun güçlük değeri .69'dur. KENÜKAT testinde yer alan soruların ortalama güçlük değerinin .42 olarak belirlenmesi ideal bir testin gereklerinin karşılanması açısından önemlidir. Ayrıca, ortalama güçlük değerine bakıldığında, nihai testin orta güçlükte olduğu ve örneklemdaki öğrencilerin testin tümünde belirlenmeye çalışılan kavramsal yapılardan % 42'sine sahip olduğu söylenebilir.

Testte yer alan her bir sorunun ayırt edicilik değerleri incelendiğinde ise, her bir soru için bu değer .25 ile .79 arasında değiştiği görülmektedir. Testin ortalama ayırt edicilik değeri ise .52'tir. Yukarıda sözü edilen madde ayırt edicilik değeri ölçütleri göz önünde bulundurulduğunda, nihai testin ortalama olarak ayırt edicilik gücünün çok iyi olduğu söylenebilir.

Güvenirlik

KENÜKAT testinin güvenilirlik hesaplamasında Kuder Richardson (KR-20) güvenilirlik hesaplama yöntemi seçilmiştir. Çünkü testteki her maddenin aynı puan ağırlığına sahip olması, soruların güçlük düzeyinin birbirinden farklı olması ve düzeltme formülü kullanılmamış olmasından dolayı KR-20 güvenilirlik hesaplama yöntemi seçilmiştir. Nihai testin KR-20 güvenilirlik katsayısı MS Excel 2007 programı yardımı ile hesaplanmış ve .86 olarak bulunmuştur. Elde edilen .86 değerinin .70’den yüksek olması testin güvenilirliğinin kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk, 2010; Özçelik, 2010).

Öğrencilerin kuvvet ve enerji ünitesi kapsamındaki kavramları anlama düzeylerini detaylı olarak incelemek için KENÜKAT’daki aşamalı sorular farklı şekilde kodlanmıştır. Analizler yapılırken ise doğru cevap anahtarı ve kavram yanılgısı cevap anahtarı kullanılarak belirlenen yedi puan türü dikkate alınmıştır (Tablo 2). Soruların belirlenen yedi puan türünün birinci, ikinci ve üçüncü puan türleri (Puan 1, Puan 2 ve Puan 3) dikkate alınarak değerlendirilmesiyle hesaplanan doğru cevap yüzdeleri Şekil 2’de gösterilmiştir.

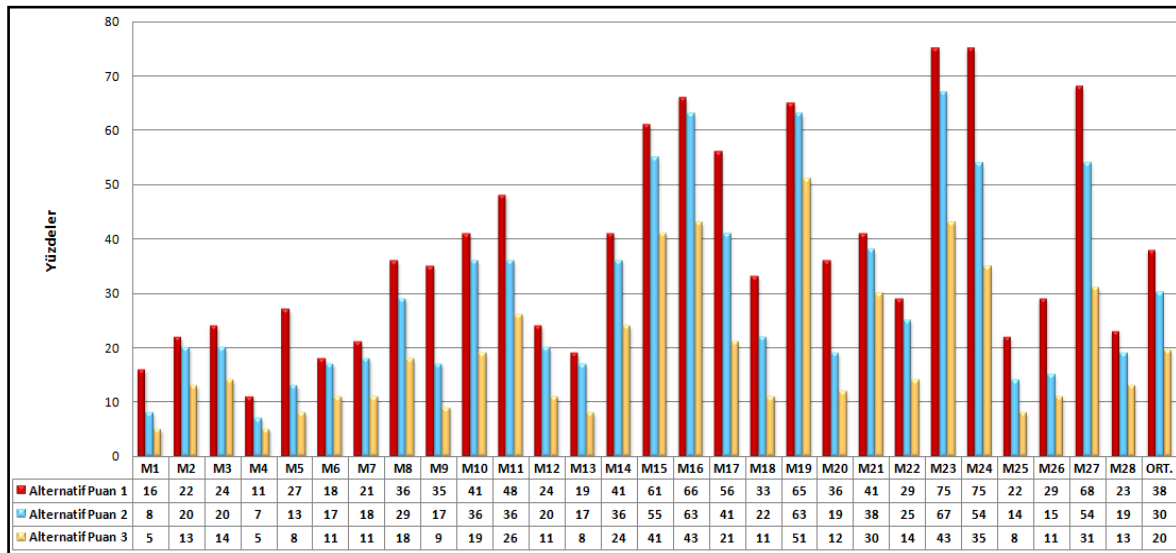


Şekil 2 Aşamalara Göre Öğrencilerin Doğru Cevap Yüzdeleri

Şekil 1 incelendiğinde öğrencilerin ortalama % 61’inin bir-aşamalı, ortalama % 47’sinin iki-aşamalı ve ortalama % 40’ının üç-aşamalı sorulara doğru cevaplar verdiği belirlenmiştir. Bir-aşamalı sorulardan üç-aşamalı sorulara doğru gidildikçe testteki soruların doğru cevaplanma oranları azalmıştır. Bu durumun nedeni olarak öğrencilerin şans başarısına dayalı olarak soruları çözme olasılıklarının üç aşamalı testlerde bir veya iki aşamalı testlerden daha düşük olması verilebilir. Aynı zamanda burada önemli olan, öğrencilerin şans başarısına

dayalı olarak çözdükleri soru sayısının azaltılmasıdır. Ayrıca öğrencilerin bir-aşamalı sorular ile iki-aşamalı soruları ortalama doğru cevaplama yüzdeleri arasında yaklaşık % 14'lük fark vardır. Bu oran birinci aşama sorularına doğru cevap veren öğrencilerin % 14'ünün ikinci aşama sorularını doğru cevaplayamadıklarını ifade etmektedir. Bu farkın % 8'i yanlış sebepli doğruların oranından kaynaklandığı söylenebilir. Üç aşamalı sorular ile iki-aşamalı soruların ortalama doğru cevaplanma yüzdeleri arasındaki fark ise yaklaşık % 7'dir. Yani bazı öğrenciler testteki iki-aşamalı sorulara doğru cevap verdikleri halde cevaplarından emin olmadıklarını söylemişlerdir. Bu durum, öğrencilerin bilgi eksikliklerinin olduğunun bir göstergesi sayılabilir.

Soruların belirlenen yedi puan türünün üçüncü, dördüncü ve beşinci puan türleri (Alternatif Puan 1, Alternatif Puan 2 ve Alternatif Puan 3) dikkate alınarak değerlendirilmesiyle hesaplanan kavram yanlışlığı cevap yüzdeleri Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3 Aşamalara Göre Öğrencilerin Kavram Yanlışlığı Cevap Yüzdeleri

Öğrencilerin ortalama % 38'inin bir-aşamalı, ortalama % 30'unun iki-aşamalı ve ortalama % 20'sinin üç-aşamalı sorulara kavram yanlışlığı içeren cevaplar verdikleri belirlenmiştir. Bir-aşamalı sorulardan üç-aşamalı sorulara doğru gidildikçe, testteki sorulara verilen kavram yanlışlığı cevapların oranında azalma meydana gelmiştir. Ayrıca, öğrencilerin bir-aşamalı sorular ile iki-aşamalı sorulara verilen kavram yanlışlığı cevaplarının ortalama yüzdeleri arasında yaklaşık % 8'lik fark vardır. Bu oran birinci aşama sorularına kavram yanlışlığı cevabı veren öğrencilerin % 8'inin ikinci aşama sorularına kavram yanlışlığı cevabı dışında bir cevap verdiklerini ifade etmektedir. Bu farkın tamamı doğru sebepli yanlışların

oranından kaynaklandığı söylenebilir. Üç-aşamalı sorular ile iki-aşamalı sorulara verilen kavram yanlışlığı cevaplarının ortalama yüzdeleri arasındaki fark ise yaklaşık % 10’dur. Bir başka deyişle, bazı öğrenciler testteki iki-aşamalı sorulara kavram yanlışlığı içeren cevaplar vermelerine rağmen üçüncü aşama sorularında cevaplarından emin olmadıklarını belirtmişlerdir. Bu durum, öğrencilerin bilgi eksikliklerinin olduğunun bir göstergesi sayılabilir.

Sonuç ve Tartışma

Bu çalışma öğrencilerin “Kuvvet ve Enerji” ünitesine yönelik kavram yanlışlıklarını belirlemek için bir üç aşamalı kavramsal anlama testi geliştirmek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada geliştirilen test, 32 ana soru olmak üzere toplam 96 soru içermekte ve her soru üç aşamadan oluşmaktadır. Soruların ilk aşamasında öğrencinin soru ile ilgili olgusal bilgisi ölçülmektedir. İkinci aşamada, ilk aşamada hazırlanan çoktan seçmeli soruya verilen yanıtın nedenini belirlemek üzere soru ile ilgili kavram yanlışlıklarını ve doğru cevabı içeren seçenekler bulunmaktadır. İlk ve ikinci aşamadaki doğru cevap dışındaki seçenekler, alan yazından ve 16 kişilik öğrenci grubu ile yapılan uygulama sonrası elde edilen kavram yanlışlıklarının kategorize edilmesine dayanarak oluşturulmuştur. Bu nedenle ikinci aşama, öğrencilerin kavramla ilgili zihinsel modellerini veya açıklayıcı bilgisini göstermektedir. Üçüncü ve son aşamada ise, öğrencilerin ilk iki aşamadaki sorulara verdikleri yanıtların doğruluğundan emin olup olmadıkları sorulmaktadır. Pilot uygulama yapılmadan önce 32 ana soru olmak üzere toplam 96 sorudan oluşan “Kuvvet ve Enerji Ünitesi Kavramsal Anlama Testi” (KENÜKAT) görünüş ve kapsam geçerliliği için alanında uzman 2 öğretmen ve 4 alan uzmanı akademisyene inceletilerek test hakkındaki görüşleri alınmıştır. Ayrıca, kuvvet ve enerji ünitesini önceden öğrenmiş olan 8. sınıf öğrencilerinden 16 kişilik bir gruba hazırlanan test verilerek okutulmuş ve soruların anlaşılabilirliği ve resimlerin sorulara uygunluğu kontrol edilmiştir. Uzmanlardan ve öğrencilerden alınan görüşler sonrası pilot çalışma için *Kuvvet ve Enerji Ünitesi Kavramsal Anlama Testi*, Aydın ili Efeler ilçesinde sosyoekonomik durumu alt, orta ve üst olan üç devlet okulunun 7.sınıflarında öğrenim görmekte olan toplam 280 öğrenciye uygulanmıştır. Ancak geçerlik ve güvenilirlik analizleri, yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı 207 öğrenci üzerinde gerçekleştirilmiştir. KENÜKAT’ın yapı geçerliğinin ölçülmesinde puan türleri arasındaki ilişkinin hesaplanması ve yanlış olumlu ve yanlış olumsuz puan oranları dikkate alınmıştır. Yapılan analizler sonucunda, testin yanlış olumlu puan oranı % 14 ve yanlış olumsuz puan oranı % 8 olarak elde edilmiştir. KENÜKAT testi için elde edilen sonuçlar, Hestenes ve Halloun’un (1995) belirtmiş olduğu kriterlerle tutarlı

olup, testin yapı geçerliğinin olduğunu göstermiştir. Aynı zamanda, öğrencilerin ilk iki aşama puanları ile emin olma düzeyleri arasındaki ilişki, pearson momentler çarpım korelasyonu kullanılarak analiz edilmiş ve her iki puan türü arasında orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Dolayısıyla bu durum da geliştirilen KENÜKAT'ın yapı geçerliliğinin bir kanıtı olarak gösterilebilir.

Çalışmada KENÜKAT'ın madde analizleri, testten en yüksek ve en düşük puan alan öğrenci puanları en yüksekten en düşüğe göre sıralandıktan sonra listenin en üstünde yer alan % 27'lik üst grup ile en altında yer alan % 27'lik alt grup öğrenci yanıtlarına göre testin güçlük oranlarının belirlenmesi ile gerçekleştirilmiştir. Madde analizleri için öğrencilerin testten aldıkları Puan 3 türü kullanılmıştır. Yapılan madde analizleri sonucunda, madde ayırt edicilik değeri .20'nin altında olan 4 soru (soru 10, soru 13, soru 29 ve soru 30) testten çıkarılmıştır. Ayrıca madde ayırt edicilik değeri .30'un altında olan 2 soru (soru 18 ve soru 26) ise düzeltilerek teste dahil edilmiştir. Diğer sorular üzerinde ise, herhangi bir değişiklik yapılmamıştır. Yapılan analizler sonucunda başlangıçta 32 ana sorudan oluşan test, madde güçlük ve madde ayırt edicilik değerleri dikkate alınarak 28 ana soru olmak üzere toplam 84 soruya indirgenmiş ve nihai teste ulaşılmıştır. Oluşturulan nihai testte yer alan maddelerin güçlük değerleri incelendiğinde, her bir soru için bu değer .17 ile .69 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Genel olarak bakıldığında, başarı testlerinde ortalama güçlük değerinin .50 civarında olması gerektiği vurgulanmaktadır (Özçelik, 2010; Sözbilir, 2010; Tekindal, 2009). Dolayısıyla KENÜKAT testinde yer alan soruların ortalama güçlük değerinin .42 olarak belirlenmesi ideal bir testin gereklerinin karşılanması açısından önemlidir. Ayrıca, ortalama güçlük değerine bakıldığında, nihai testin orta güçlükte olduğu ve örneklemdaki öğrencilerin testin tümünde belirlenmeye çalışılan kavramsal yapılardan % 42'sine sahip olduğu söylenebilir. Testte yer alan her bir sorunun ayırt edicilik değerleri incelendiğinde ise, her bir soru için bu değer .25 ile .79 arasında değiştiği görülmektedir. Testin ortalama ayırt edicilik değeri ise .52'tir. Bir testin ayırt ediciliğinin yüksek olması, madde ayırt edicilik değeri .30 ve üzeri olan maddelerin testte yer alması ile sağlanabilir (Crocker & Algina, 2006). Dolayısıyla nihai testin ortalama olarak ayırt edicilik gücünün çok iyi olduğu ve bilen öğrenci ile bilmeyen öğrenciyi ayırt edebildiği söylenebilir. KENÜKAT testinin güvenilirlik hesaplamasında Kuder Richardson (KR-20) güvenilirlik hesaplama yöntemi kullanılmış ve testin KR-20 güvenilirlik katsayısı .86 olarak bulunmuştur. Elde edilen .86 değerinin .70'den yüksek olması testin güvenilirliğinin kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk, 2010; Özçelik, 2010).

Çalışma sonunda öğrenci cevapları, doğru cevap anahtarı ve kavram yanılgısı cevap anahtarı kullanılarak belirlenen yedi puan türü dikkate alınarak değerlendirilmiştir (Tablo 2). Sonuç olarak, öğrencilerin sorulara verdikleri doğru cevap oranlarının aşamalı olarak azaldığı tespit edilmiştir. Başka bir ifadeyle, bir-aşamalı sorulardan üç-aşamalı sorulara doğru gidildikçe testteki soruların doğru cevaplanma oranları azalmıştır. Bu durum öğrencilerin şans başarısına dayalı olarak soruları çözme olasılıklarının üç aşamalı testlerde, bir veya iki aşamalı testlerden daha düşük olduğunun bir göstergesi sayılabilir. Nitekim ilgili alan yazında bu sonucu destekleyen ve üç aşamalı testlerin geleneksel çoktan seçmeli testlerden daha kullanışlı olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (Çetin-Dindar & Geban, 2011; Gürçay & Gülbaş, 2016; Kirbulut & Geban, 2015; Peşman & Eryılmaz, 2010; Şen & Yılmaz, 2017). Dolayısıyla eğitimde üç aşamalı testlerin kullanılması kavram yanılgılarının fark edilmesine katkı sağlayacaktır.

Özetle, yapılan çalışmada öğrencilerin kuvvet ve enerji ünitesi kapsamında sahip oldukları kavram yanılgılarını belirlemeye yönelik geçerli ve güvenilir bir üç aşamalı kavramsal anlama testi geliştirilmiştir. Ancak alan yazın incelendiğinde, üç aşamalı testlerin de sınırlılıklarının olduğu vurgulanmaktadır. En önemli sınırlılıkların biri ise, bu testlerin öğrencilerin ilk iki aşamaya verdikleri yanıtlardan emin olup olmadıklarını belirlemek için üçüncü aşamada emin olup olmadıklarını belirtmelerinin yetersizliğidir. Bu nedenle, üç aşamalı testler yerine dört aşamalı testler geliştirilerek öğrencilere her iki aşamada verdikleri yanıtlardan emin olup olmadıkları sorularak bu sınırlılık ortadan kaldırılabilir (Caleon & Subramaiam, 2010; Şen & Yılmaz, 2017). Son olarak, geliştirilen KENÜKAT’ı fen bilimleri öğretmenleri, öğrencilerin başarılarını değerlendirmede veya kavram yanılgılarını belirlemede konu bazında ayırarak kolaylıkla kullanabilir. Aynı zamanda öğretmenlerin kullanımını sonucu elde edilen geri dönütlerin, üç aşamalı testlerin gelişimine ve üç aşamalı test geliştirmek isteyen araştırmacılara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Kaynakça

Akbulut, H. İ. (2013). *İkili Yerleşik Öğrenme Modeli İle Yapılan Öğretimin Öğrencilerin Bilişsel Alandaki Başarılarına ve Kavramsal Değişimlerine Etkisinin İncelenmesi: Kuvvet ve Hareket Ünitesi Örneği*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Akdemir, E. (2005). *İlköğretim ikinci kademe yedinci sınıf öğrencilerinin katı ve sıvıların basıncı konusunda sahip oldukları kavram yanlışları*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Arslan, H. O., Cigdemoglu, C. & Moseley C. (2012). A three-tier diagnostic test to assess pre-service teachers' misconceptions about global warming, greenhouse effect, ozone layer depletion, and acid rain. *International Journal of Science Education*, 34 (11), 1667-1686.
- Ausubel, D. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*, New York, Holt, Rinehart and Wintson.
- Ayas, A., Çepni, S., Johnson, D. & Turgut, M.F. (1997). Kimya Öğretimi, YÖK / Dünya Bankası Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi, Ankara.
- Aydın, Ö. (2007). *Assessing tenth grade students' difficulties about kinematics graphs by a three-tier test*. Published master thesis, Middle Technical University, Ankara.
- Aydoğan, S., Güneş, B., & Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve sıcaklık konusunda kavram yanlışları, *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23 (2), 111-124.
- Aydoğdu, M. & Kesercioğlu, T. (2005). İlköğretimde Fen ve Teknoloji Öğretimi. Anı Yayıncılık.
- Aykutlu, I. & Şen, A. İ. (2012). Determination of secondary school students' misconceptions about the electric current using a three-tier test, concept maps and analogies. *Education and Science*, 37(166), 275-288.
- Besson, U. & Viennot, L. (2004). Using models at the mesoscopic scale in teaching physics: Two experimental interventions in solid friction and fluid statics. *International Journal of Science Education*, 26(9), 1083-1110.
- Boo, H. K. (1998). Students' understandings of chemical bonds and the energetics of chemical reactions. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(5), 569-581.
- Bowen, C. W. (1994). Think-aloud methods in chemistry education. *Journal of Chemical Education*, 71, 184-190.
- Bozan, M. & Küçüközer, H. (2007). Elementary school students' errors in solving problems related to pressure subjects. *Elementary Education Online*, 6 (1), 24-34.
- Büyüköztürk, Ş. (2010). *Veri Analizi El Kitabı* (12. bs). Ankara, PegemA Yayıncılık.

- Caleon, I. & Subramaniam, R. (2010). Development and application of a three-tier diagnostic test to assess secondary students' understanding of waves. *International Journal of Science Education*, 32(7), 939-961. doi: 10.1080/09500690902890130
- Çatoglu, E. (2002). *Development and validation of an achievement test in introductory quantum mechanics: The quantum mechanics visualization instrument (QMVI)*. Unpublished doctoral dissertation, Pennsylvania State University, Pennsylvania, U.S.A.
- Chiu, M. H. Guo, C.J. & Treagust, D. F. (2007). Assessing students' conceptual understanding in science: an introduction about a national Project in Taiwan. *International Journal of Science Education*, 29(4) 379-390.
- Crocker, L. & Algina, J. (2006). *Introduction to classical and modern test theory*. Fort Worth, TX, Harcourt College.
- Çalık, M. & Ayas, A. (2005). A comparison of level of understanding of eighth-grade students and science student teachers related to selected chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(6), 638-667.
- Çetin-Dindar, A. & Geban, Ö. (2011). Development of a three-tier test to assess high school students' understanding of acids and bases. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15,600-604.
- Çetinkaya, M. & Taş, E. (2016). “Vücudumuzda Sistemler” Ünitesine Yönelik Üç Aşamalı Kavram Tanı Testi Geliştirilmesi. *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 317- 330.
- Dostal, J. A. (2005). *Student concepts of gravity*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Iowa State Üniversitesi.
- Driver, R. & Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: A review of the literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5(1), 61–84.
- Duman, M. Ş. & Avcı, E. (2014). Fen ve Teknoloji Eğitiminde Kavram Yanılgıları Üzerine 2003-2013 Yılları Arasında Yapılmış Çalışmaların Değerlendirilmesi. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 2(2), 67-82.
- Eryılmaz, A. (2002). Effects Of Conceptual Assignments And Conceptual Change Discussions On Students' Misconceptions And Achievement Regarding Force And Motion. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 1001–1015.

- Eryılmaz, A. (2010). Development and application of three-tier heat and temperature test: Sample of bachelor and graduate student. *Eurasian Journal of Educational Research*, 40, 53-76.
- Eryılmaz, A. & Sürmeli, E. (2002). Üç-aşamalı sorularla öğrencilerin ısı ve sıcaklık konularındaki kavram yanlışlarının ölçülmesi [The assessment of students' misconceptions about heat and temperature concepts by means of three-tier questions]. *Journal of Turkish Science Education*. 14(1),110-126 124 Paper presented at the 5th National Conference on Science and Mathematics Education. Retrieved June 6, 2016, from <http://users.metu.edu.tr/eryilmaz/TamUcBaglant.pdf>
- Fraenkel, J. R. & Wallen, N. E. (1996). *How to design and evaluate research in education*. New York: McGraw-Hill.
- Gilbert, J. K., Osborne, R. J. & Fensham, P. J. (1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*, 66(4), 623-633. doi: 10.1002/sce.3730660412
- Göncü, Ö. (2013). *İlköğretim beşinci ve yedinci sınıf öğrencilerinin astronomi konularındaki kavram yanlışlarının tespiti*, Yüksek Lisans Tezi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Burdur.
- Gönen, S. (2008). A study on student teachers' misconceptions and scientifically acceptable conceptions about mass and gravity. *Journal of Science Education & Technology*, 17(1), 70-81.
- Gunstone, R.F., & Mitchell, I.J. (1998). Metacognition and Conceptual Change. In J.J. Mintzes, J.H. Wandersee & J.D. Novak (Editörler) *Teaching Science for Understanding: A Human Constructivist View* (133-163). San Diego: Academic Press
- Güler, N. (2015). *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme*. (5. bs.). Ankara :PegemA Yayıncılık
- Günaydın, G. (2010). *6.Sınıf Öğrencilerinin Kuvvet ve Hareket Konusundaki Kavram Yanlışlarının İncelenmesi*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Gürçay, D. & Gülbaş, E. (2015). Development of three-tier heat, temperature and internal energy diagnostic test. *Research in Science & Technological Education*, 33(2), 197-217.
- Hasan, S., Bagayoko, D. & Kelley, E. L. (1999). Misconceptions and the certainty of response index (CRI). *Physics Education*, 34 (5), 294-299.

- Hazel, E. & Prosser, M. (1994). First-year university students' understanding of photosynthesis, their study strategies and learning context. *The American Biology Teacher*, 56(5), 274-279.
- Hestenes, D. & Halloun, I. (1995). Interpreting the force concept inventory: A response to March 1995 critique by Huffman and Heller. *The Physics Teacher*, 33(8), 502-506. doi: 10.1119/1.2344278
- Hollon, R. E. & Anderson, C. W. (1986). *Heat and temperature: A teaching module* (Occasional Paper No 93). East Lansing. Inst. for Research on Teaching. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 273 453)
- İnel Ekici, D. (2014). Fen Bilimleri Öğretimi Ş., S., Anagün & N., Duban (Ed.). *Kavram Öğretimi*. (s. 381-424). Ankara, Anı Yayıncılık.
- Kariotoglou, P. & Psillos, D. (1993). Pupils' pressure models and their implications for instruction, *Research in Science & Technological Education*, 11 (1) (1993), p. 95
- Kariotoglou, P., Koumaras, P. & Psillos, D. (1995). Différenciation conceptuelle: un enseignement d'hydrostatique fondé sur le développement et la contradiction des conceptions des élèves. *Didaskalia*, 7, 63-90.
- Kıray, S. A., Aktan, F., Kaynar, H., Kılınç, S. & Görkemli, T. (2015). A descriptive study of pre-service science teachers' misconceptions about sinking–floating, *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 16(2), 1.
- Kirbulut, Z. D. & Geban, Ö. (2014). Using Three-Tier Diagnostic Test to Assess Students' Misconceptions of States of Matter, *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10(5), 509-521.
- Koray, Ö. & Tatar, N. (2003). İlköğretim Öğrencilerinin Kütle ve Ağırlık İle İlgili Kavram Yanılgıları ve Bu Yanılgıların 6., 7. ve 8. Sınıf Düzeylerine Göre Dağılımı. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 187-198.
- Kutluay, Y. (2005). *Diagnosis of eleventh grade students' misconceptions about geometric optic by a three-tier test*. Unpublished master's thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- Madanoğlu, N. (2015). *9. Sınıf Öğrencilerinin İş ve Enerji Konusundaki Kavramsal Anlamalarının İncelenmesi*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

- MEB. (2005). *İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi (6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara, MEB Yayinevi.
- MEB. (2013). *İlköğretim Kurumları (İlkokullar ve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara, MEB Yayinevi.
- Meriç, G. (2014). *Fen ve teknoloji dersinde kavram karikatürlerinin öğrencilerin kavramsal anlama, motivasyon ve tutum düzeyleri üzerine etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa
- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191-196. doi: 10.1021/ed069p191
- Novak, J. D. (2010). *Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations* (Second Edition). New York, Taylor & Francis e-Library.
- Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. New York, Cambridge University Press.
- Önen, F. (2005). *İlköğretimde basınç konusunda öğrencilerin sahip olduğu kavram yanılgılarının yapılandırmacı yaklaşım ile giderilmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Osborne, R. J. & Gilbert, J. K. (1980). A technique for exploring students' views of the world. *Physics Education*, 15(6), 376-379. doi: 10.1088/0031-9120/15/6/312
- Özçelik, D. A. (2010). *Test Hazırlama Kılavuzu* (4. bs). Ankara, PegemA Yayıncılık.
- Özsevgeç, T. (2006). Kuvvet ve Hareket Ünitesine Yönelik 5E Modeline Göre Geliştirilen Öğrenci Rehber Materyalinin Etkililiğinin Değerlendirilmesi, *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3 (2), 36-48.
- Pastırmacı, E. (2011). *7. Sınıf Öğrencilerinin İş ve Enerji Konusundaki Alternatif Fikirlerinin Belirlenmesi ve Kavramsal Gelişimlerinin İncelenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Pesman, H. & Eryılmaz, A. (2010). Development of a three-tier test to assess misconceptions about simple electric circuits. *The Journal of Educational Research*, 103(3), 208-222. doi: 10.1080/00220670903383002
- Sere, M.G. (1982). A study of some frameworks used by pupils aged 11 to 13 years in the interpretation of air pressure. *International Journal of Science Education*, 4(3), 299-309.

- She, H.C. (2002) Concepts of a higher hierarchical level require more dual situated learning events for conceptual change: a study of air pressure and buoyancy, *International Journal of Science Education*, 24(9), 981–996.
- She, H.C. (2005). Promoting students’ learning of air pressure concepts: The interrelationship of teaching approaches and student learning characteristics. *The Journal of Experimental Education*, 74(1), 29-51.
- Smith, P.L. & Ragan, T. J. (1999). *Instructional Design (Second Edition)* New York, John Wiley and Sons, Inc.
- Sözbilir, M. (2010). *Madde Analizi ve Test Geliştirme*. 02/07/2016 tarihinde <http://olcmevedegerlendirme.wordpress.com/about/> adresinden alınmıştır.
- Şahin, Ç. & Çepni, S. (2011). Effectiveness of Instruction based on the 5E Teaching Model on Students’ Conceptual Understanding about Gas Pressure, *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 6(1), 220-264.
- Şekercioğlu, A. G. & Kocakulah, M. S. (2008). Grade 10 Students' Misconceptions about Impulse and Momentum. *Journal of Turkish Science Education*, 5(2), 47-59.
- Şen, Ş. & Yılmaz, A. (2013). A phenomenographic study on chemical bonding. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 7(2), 144-177.
- Şen, Ş. & Yılmaz, A. (2017). The Development of a Three-tier Chemical Bonding Concept Test, *Journal of Turkish Science Education*, 14(1), 110-126.
- Tekin, H. (2003). *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme (15. Baskı)*. Ankara, Yargı Yayıncılık.
- Tekindal, S. (2009). *Duyuşsal Özelliklerin Ölçülmesi İçin Araç Oluşturma*. Ankara, PegemA yayıncılık.
- Thompson, F. & Logue, S. (2006). An exploration of common student misconceptions in science. *International Education Journal*, 7(4), 553-559.
- Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students’ misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-169.
- Tsaparlis, G. & Papaphotis, G. (2002). Quantum-chemical concepts: Are they suitable for secondary students? *Chemistry Education Research and Practice*, 3(2), 129-144.
- Türker, F. (2005). *Developing a three-tier test to assess high school students’ misconceptions concerning force and motion*. Published master thesis, Middle Technical University, Ankara.

- Tytler, R. (1998). Childrens' conceptions of air pressure: Exploring the nature of conceptual change. *International Journal of Science Education*, 20(8), 929-958.
- Uzuntiryaki, E. & Geban, Ö. (2005). Effect of conceptual change approach accompanied with concept mapping on understanding of solution concepts. *Instructional Science*, 33(4), 311-339.
- Ünal-Çoban, G. (2009). *Modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine, bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına etkisi: 7.sınıf ışık ünitesi örneği*. Yayınlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Walsh, W. B. & Betz, N. E. (2000). *Tests and assessments* (4th Ed.). Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall.
- Yerer, H., & Öner Armağan, F. (2015). Kuvvet ve Hareket ünitesindeki kavram yanlışlarının çalışma yaprakları ile belirlenmesi. *International Journal of Human Sciences*, 12(2), 858-880. doi:10.14687/ijhs.v12i2.3391
- Yıldız, E. (2008). *5E Modelinin Kullanıldığı Kavramsal Değişime Dayalı Öğretimde Üstbilişin Etkileri: 7. Sınıf Kuvvet ve Hareket Ünitesine Yönelik Bir Uygulama*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Ek

1. Kavramsal Anlama Testinde Ölçülen Kavram Yanlışları

KONULAR	KAVRAM YANILGILARI
Kütle ve Ağırlık	<p>Ay'da yerçekimi yoktur.</p> <p>Ağırlık, teraziyle ölçülür.</p> <p>Ayda yerçekimi dünyaya göre daha azdır; ancak bu çekim cisim yere düşürmez.</p> <p>Ağırlığın birimi kilogram'dır.</p> <p>Yerin çekim kuvveti aynı anda sadece bir cisme etki edebilir.</p> <p>Ağırlık ve kütle aynı kavramlardır.</p> <p>Bir cismin ağırlığı her yerde aynıdır fakat kütlesi ortama göre değişebilir.</p> <p>Kütle, cismin ağırlığına denir.</p>

<p align="center">Enerji Korunumu ve Sürtünme Kuvveti</p>	<p>Bir cisim belli bir yükseklikten bırakıldığında, çekim potansiyel enerjisinin tamamı aynı anda kinetik enerjiye dönüşür.</p> <p>Enerji, harcanıp biter.</p> <p>Potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüşürken enerjide azalma olur.</p> <p>Hareket etmeyen cisimlere sürtünme kuvveti etki etmez.</p> <p>Sürtünme bir kuvvet değildir, sadece cisimlerin hareketlerini durdurmaya yarayan bir şeydir.</p> <p>Sürtünme sadece katılar arasında oluşur.</p> <p>Sürtünme sıvılarda oluşurken havada oluşmaz.</p> <p>Belirli bir yükseklikten bırakılan top her defasında aynı yüksekliğe çıkmaz. Bunun nedeni, topun enerji kaybetmesidir.</p>
<p align="center">Basınç</p>	<p>Basınç ve kuvvet kavramları birbirinin yerine kullanılmaktadır.</p> <p>Basıncın bir doğrultusu vardır.</p> <p>Katı cisimlerde basınç, cismin hacmi ile ilişkilidir.</p> <p>Basınç, tamamıyla tabana uygulanan kuvvettir.</p> <p>Katı basıncı, sadece ağırlıkla ilişkilidir.</p> <p>Katı basıncı sadece temas alanı ile ilişkilidir ve doğru orantılıdır.</p> <p>Açık hava basıncı yoktur.</p> <p>Durgun hava basınç uygulamaz.</p> <p>Sıvı basıncı, sıvının toplam hacmi ile ilişkilidir.</p> <p>Sıvı basıncı, kabın şekline bağlıdır.</p> <p>Sıvı basıncı, yükseklik ile ters orantılıdır.</p> <p>Sıvı basıncı, sıvının ağırlığına bağlıdır.</p> <p>Sıvı basıncı, sadece sıvının yoğunluğu ile ilişkilidir.</p> <p>Sıvı basıncı, kabın kesit alanı ile ters orantılıdır.</p> <p>Sıvının bulunduğu kaptan dışarı akışında sıvı basıncının etkisi yoktur.</p> <p>Yatalak hastaların su yatağına yatırılması, gaz basıncı ile ilgilidir.</p> <p>Bıçakların ağızlarının keskinleştirilmesi, katı basıncını azaltmak içindir.</p> <p>Bardaktaki meyve suyunu pipetle içmek, sıvı basıncı ile ilgilidir .</p> <p>Kışın kar ayakkabıları, katı basıncını arttırmak için giyilir .</p> <p>Ağır yük taşıyan kamyonların teker sayılarının artırılması, katı basıncını arttırmak için yapılır.</p>

Kuvvet, İş ve Enerji	<p>Bir cisme kuvvet uygulandığımızda daima iş yapmış oluruz.</p> <p>Hareket eden tüm cisimler iş yapar.</p> <p>Cisim yol alıyorsa iş yapılmıştır.</p> <p>Enerji ve kuvvet aynı anlamdadır.</p> <p>İş, enerjinin başka bir biçimidir.</p> <p>Hareket etmeyen cisimler hiçbir enerjiye sahip değildir.</p> <p>Sürati büyük olan cismin kinetik enerjisi her zaman büyüktür.</p> <p>Çekim potansiyel enerjisi, potansiyel enerjinin tek türüdür.</p> <p>Çekim potansiyel enerjisi, sadece cismin yüksekliğine bağlıdır.</p> <p>İş yaptığımız zaman enerji kazanırız.</p>
-----------------------------	---