



Farklı Sınıf Seviyesindeki Ortaokul Öğrencilerinin Sıvıların Kaldırma Kuvvetine İlişkin Kavramsal Anlamaları

Conceptual Understanding of Different Grade Level Middle School Students regarding Buoyancy of Liquids

Ela Ayşe Köksal^{1*}

Muhammed Ali Babacan²

* Sorumlu yazar

Corresponding author

¹Doç. Dr., Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Türkiye
Assoc. Prof. Dr., Niğde Ömer Halisdemir University, Turkey
eakoksal@ohu.edu.tr

ORCID ID 0000-0001-7309-1458

²Fen Bilimleri Öğretmeni, Milli Eğitim Bakanlığı, Türkiye,
Science Teacher, Ministry of National Education, Turkey,
m_ali_babacan@hotmail.com

ORCID ID 0000-0002-3974-1661

Makale geliş tarihi / First received : 02.10.2020

Makale kabul tarihi / Accepted : 17.01.2020

Bilgilendirme / Acknowledgement:

Yazarlar aşağıdaki bilgilendirmeleri yapmaktadırlar:

1- Araştırmacıların katkı oranı eşittir.

2- Makale Niğde Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı Fen Bilgisi Öğretmenliği Bilim Dalı'nda ikinci yazarın ilk yazar danışmanlığında yaptığı yüksek lisans semineri olarak Mayıs 2016'da sunulmuş ve kabul edilmiştir. Çalışmanın bir bölümü 27-29 Nisan 2018 tarihleri arasında Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi'nde düzenlenen X. Uluslararası Eğitim Araştırmaları Kongresi'nde sunulmuş ve özeti yayınlanmıştır.

3- Makalenin yazarları arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

4- Çalışma yüksek lisans semineri olarak hazırlanmış ve verileri 2015-2016 eğitim ve öğretim yılında toplanmıştır. Araştırmada kullanılan veri toplama aracı atf bilgileri verilen yayınlanmış çalışmalardan geliştirilmiştir.

5- Bu makalede araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

This article was checked by *iThenticate*. Similarity Index 26%

Atf bilgisi / Citation:

Köksal, E.A., Babacan, M.A. (2021). Farklı sınıf seviyesindeki ortaokul öğrencilerinin sıvıların kaldırma kuvvetine ilişkin kavramsal anlamaları. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, (9), 311-335.

ÖZ

Bu çalışma, ortaokul öğrencilerin sıvıların kaldırma kuvveti konusunda kavramsal anlamalarını incelemek amacıyla yapılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu, 2015-2016 eğitim-öğretim yılında Kayseri ili Yeşilhisar ilçe merkezinde bulunan bir ortaokulun 47 öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmada “Kuvvet ve Hareket” ünitesinin birinci bölümünde yer alan, sıvıların kaldırma kuvveti konusu ile ilgili olan kazanımları içeren, anlatım ve gösteri deneyi yöntemlerinin kullanıldığı dersler planlanmıştır. Planlanan dersler farklı sınıf düzeyindeki gruplara ayrı ders saatlerinde anlatılmış ve sonrasında öğrencilere sıvıların kaldırma kuvvetine ilişkin kavramsal anlamaları testi uygulanmıştır. Verilerin analizinde öğrencilerin cevapları; anlama, kısmen anlama, belirli kavram yanlışları ile kısmen anlama, belirli kavram yanlışlığı, anlamama ve boş/cevapsız gibi kategorilere göre değerlendirilmiştir. Araştırmanın sonucunda 6. sınıf öğrencilerinin kaldırma kuvvetinin tanımlanması ve cismin batan kısmının hacmiyle ilişkilendirilmesi hususunda yetersiz kaldığı görülmüştür. 8. sınıf öğrencileri kaldırma kuvvetini cismin batan kısmının hacmiyle ilişkilendirme ve batan cisme etki eden kaldırma kuvvetinin cismin ağırlığından küçük olduğunu fark etme hususunda zorluk yaşamaktadır. Tüm sınıf düzeylerinde denge durumunda yüzen cisme etki eden kaldırma kuvvetinin cismin ağırlığına eşit olduğunu fark etmede sıkıntı çekilmektedir. Kaldırma kuvvetini tanımlamada 8. sınıf öğrencileri 6. sınıf öğrencilerine göre daha başarılıdır. Sınıf düzeyinin yükselmesiyle birlikte öğrenciler kaldırma kuvvetini, cismin batan kısmının hacmiyle ilişkilendirmede daha başarılı olmuşlardır. Öğrencilerin sıvı içindeki cisme etkiyen kuvvetler ile ilgili soru seti haricinde soru gruplarına tutarlı yanıt verme oranları sınıf düzeylerine uygun olarak artmıştır. Sıvıların kaldırma kuvveti konusunun ortaokul düzeyinde verilebileceğine kanaat getirilmiştir.

Anahtar kelimeler

Sıvıların kaldırma kuvveti, ortaokul öğrencileri, kavramsal anlama, öğretim programı, öğrenci gelişimine uygunluk.

ABSTRACT

This study aimed to examine conceptual understanding of middle school students regarding the buoyancy of liquids. The study group of the study consists of 47 students studying at a middle school which is located in the district center of Yeşilhisar in Kayseri province in the academic year of 2015-2016. In the research, the “Force and Motion” unit subjects in the first part of the course, which includes the gains related to the buoyancy of liquids and the methods of narration and demonstration, were planned. Planned lessons were taught to different grade level groups in separate class hours, and then the conceptual understanding test of the buoyancy of liquids was applied to the students. In the analysis of the data, students' understanding was evaluated according to categories such as comprehension, partially comprehension, partially comprehension with certain misconceptions, certain misconception, no comprehension and blank/unanswered. As a result of the study, 6th grade students were observed to be insufficient in defining the buoyancy force and relating it to the volume of the sinking part of the object. 8th grade students were found to have difficulty in relating the buoyant force with the volume of the sinking part of the object and realizing that the buoyant force acting on the sinking object is lower than the weight of the object. All grade level students found it difficult to realize that the buoyant force acting on the sinking object is equal to the weight of the object. 8th grade students were more successful than 6th grade students in defining the buoyancy force. As the grade level increased, the students were more successful in relating the buoyancy force to the volume of the sinking part of the object. The rates of consistent responses to the question groups increased in accordance with the grade levels except for the set of questions about the forces acting on the object in the liquid. It was concluded that the subject of buoyancy force of liquids can be given at the middle school level.

Keywords

Buoyancy of liquids, middle school students, conceptual understanding, curriculum, developmentally appropriate for student

GİRİŞ

Ülkemizde fen okuryazarı bireyler yetiştirmek fen eğitiminin temel amaçlarından biri olarak belirlenmiştir. Araştıran sorgulayan, etkili kararlar verebilen, problem çözebilen, kendine güvenen, iş birliğine açık, etkili iletişim kurabilen, yaşam boyu öğrenen fen okuryazarı bireyler; fen bilimlerine ilişkin bilgi, beceri, tutum, algı ve değere; fen bilimlerinin teknoloji-toplum-çevre ile olan ilişkisine yönelik anlayışa ve psikomotor becerilere sahiptir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2015). Fen öğretiminin amacının öğrencilerin doğayı anlamalarını, tanımalarını ve doğa olaylarını bilimsel gerçeklerle açıklamalarını; yaşamları süresince karşılaşacakları bilimsel olayları açıklamada bilimsel yöntemi kullanmalarını sağlamak olduğu söylenebilir (Anagün ve Duban, 2014, s. 389). Fen olayları insanların yaşamında önemli bir yere sahiptir ve fenni anlamak ancak doğru bir fen eğitimi ile gerçekleşir (Armağan ve Yerer, 2015). Fen eğitiminin temel amaçlarından biri de öğrencilerde günlük yaşamda karşılaştıkları olaylarla ilgili kavramların ve kavramlar arası ilişkilerin oluşturulmasını sağlamaktır (Ünal ve Ergin, 2006).

Kavramlar; varlıklar, olaylar, insanlar ve düşünceler benzerliklerine göre gruplandığında gruplara verilen özel adlardır (Kaptan, 1999, s. 103). Zihinde doğru olarak yapılandırılmayan kavramlar, kavram yanlışlarına neden olmaktadır. Kavram yanlışlığı bilimsel olarak doğru kabul edilen bilgilerle uyumsuzluk gösteren düşüncelerdir (Celemt, Brown, & Zietsman 1989, s. 554-565 aktaran Yerer ve Öner Armağan, 2015, s. 859). Fen eğitimde, öğretim sürecinde öğrencilerin işlenen konularda geçen kavramlara ilişkin yoğunlukla var olan bilgilerinden kaynaklanan yanlış düşünceleri, görüşleri ve fikirleri kavram yanlışlığı olarak değerlendirilmektedir (Anagün ve Duban, 2014, s. 394).

Fen içeriği öğrencilerin günlük yaşamlarıyla ilgili birçok kavramdan oluşur (Apaydın, 2014). Öğrencilerin günlük yaşamlarında kaldırma kuvveti ile karşılaşabileceklerini düşünebiliriz. Ancak, Arşimet'in ünlü prensibiyle başlatılan yüzme ve batma hakkındaki bilimsel açıklamalar fizikçilerin bilimsel buluş ve gerekçelendirme süreciyle geliştirildiğinden öğrencilerin bu ilkeleri günlük yaşamlarında kendiliğinden keşfetmeleri beklenemez (Hardy, Jonen, Möller ve Stern, 2006). Bununla birlikte genellikle öğrencilerin geleneksel fen derslerine katılımı kavramsal anlamalarını yeniden yapılandırmaları için yeterli değildir (Hardy ve ark., 2006).

Piaget'den başlayarak kaldırma kuvveti ve yoğunluk konusunda pek çok çalışma yapılmıştır (Tenenbaum, Rappolt-Schlichtmann, & Zanger, 2004). Çocuklar bir cismin kaldırılması (kaldırma kuvveti) ile ilgili açıklamalarında dört temel düzeyde gitmektedir (Piaget (1930/1960 aktaran Tenenbaum ve ark., 2004): İlk aşamada çocukların açıklamaları gözlemlerine karşılık gelmemektedir. Çocuklar bunun yerine cisimlerin neden yüzdüğünü ahlaki nedenlere bağlamaktadır. İkinci düzey boyunca çocukların açıklamaları gözlemlerine bağlıdır. Bununla birlikte çocuklar güçlü ya da ağır olduğunda cismin yüzebileceğine inanma eğilimindedir. Üçüncü düzeye ulaştığında çocuklar gözlemlerini açıklamak için Piaget'in dinamik dediği nedenleri kullanmaya başlamaktadır. Örneğin neden yüzdüğünü açıklarken cismin hafifliğine vurgu yapacaktır. Son olarak da çocuklar üçüncü düzeye girdiğinde bir cismin neden battığını ya da yüzdüğünü açıklarken sıvı ile ilişkili olarak hem hacmi hem de ağırlığı düşünmeye başlayacaktır. Çocuklar yoğunluğu ve ağırlığı dördüncü düzeye girmeden ayıramazlar. Yoğunluk kavramını anlama kütle ve hacmin iki boyutunu aynı anda düşünmeyi gerektirmektedir (Hardy ve ark., 2006). Yoğunluk kavramını cisimlerin yüzme ve

batma bağlamına tamamen uygulayabilmek için ileri bir kavramsal değişimin olması gerekir (Hardy ve ark., 2006). Tekli cisimlerin özellikleriyle anmadan ziyade cisim ve çevreleyen sıvı cisimlerin yüzme ve batma nedeni olarak düşünülmelidir (Hardy ve ark., 2006). Hem yoğunlukların karşılaştırılması hem de kuvvetlerin karşılaştırılması kavramları kendiliğinden düşünmeyi ve kavramların kendiliğinden bütünleştirilmesini gerektirmektedir (Hardy ve ark., 2006). Öğrencilerin orantılar gibi formüllerin soyut kısımlarını kavramaya ihtiyacı olduğu düşüncesiyle yoğunluk ve kaldırma kuvveti konuları sadece lisede verilir (Hardy ve ark., 2006).

Akpınar ve Ergin'e (2007) göre kaldırma kuvvetini öğrenirken gereken zihinsel yapı şu şekildedir: Kaldırma kuvveti sıvının yoğunluğu, cismin sıvı ile yer değiştirdiği hacmi ile ilişkili iken cismin sıvı içerisindeki derinliğine bağlı değildir. Aynı cisme farklı derinliklerde etkiyen kaldırma kuvvetleri eşittir. Kaldırma kuvveti, cisim tarafından yer değiştirilen sıvının ağırlığına eşittir. Kaldırma kuvvetinin cismin kütlesi, şekli ile bir ilişkisi yoktur. Bunyamin ve Phang'a (2012) göre hem öğrenciler hem de öğretmenler için anlaması güç olan Arşimet prensibinde önemli olan, yer değiştiren sıvının ağırlığı olan kaldırma kuvveti ile cismin hacmini ilişkilendirmektir.

Zhang, Chen, Sun ve Reid'e göre (2004), cisme etkiyen kaldırma kuvvetinin yer değiştiren sıvının ağırlığına eşit olması cisimlerin yüzme ya da batmasına belirleyen fizik kuralıdır. Batan cisimler için kaldırma kuvvetinin büyüklüğünü etkileyen cismin hacmidir zira cismin hacmi, kaldırma kuvvetinin büyüklüğünü etkileyen yer değiştiren suyun hacmini belirler. Yüzen cisimler için kaldırma kuvveti daima ağırlığının büyüklüğüne eşittir. Bu iki kuvvet (ağırlık ve kaldırma) birbirini dengeler ve cismin suda dengede kalmasına neden olur. Dolayısıyla cismin kütlesi sadece bu durumda kaldırma kuvvetinin büyüklüğü ile ilişkili bir özelliğidir.

Hardy ve arkadaşları (2006) yüzme ve batma konusunda öğrencilere yer değiştiren suyun miktarının cismin kütlesine değil hacmine bağlı olduğunu keşfetme fırsatı verilmesini istemişlerdir. Bu araştırmacılara göre suyun yer değiştirmesini anlama, daha sonra yoğunlukların karşılaştırılması ve kaldırma kuvvetinin tespitine imkân sağlayacaktır. Dolayısıyla ilkokulda temel maddesel kavramla tanışan (aynı maddeden yapılmış katı cisimler suya daldırıldığında benzer şekilde davranır) çocuklara farklı maddelerin davranışları açıklanırsa kavram yanlışlarını erkenden gözden geçirme imkânı verilir ve bu çocuklar lisede yoğunluk ve kaldırma kuvveti formüllerinden daha çok fayda sağlayabilir.

Kuvvet, hareket ve sıvıların kaldırma kuvveti konularında yapılan çalışmalar (Apaydın, 2014; Özsevgeç ve Çepni, 2006; Yerer ve Öner Armağan, 2015; Yıldız ve Büyükkasap, 2006, Yürümezoğlu ve Oğuz, 2009) kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak için yapılmıştır. Yerer ve Öner Armağan (2015), sıvı miktarının kaldırma kuvvetini etkilediği, yüzen cisimleri etkileyen kaldırma kuvvetinin cismin ağırlığına eşit olduğu gibi kavram yanlışlarını tespit etmişlerdir. Apaydın (2014), sekizinci sınıf öğrencilerinin kaldırma kuvveti konusuna ilişkin sorular sorulara verilen cevaplarda tutarsızlık olduğunu bulmuştur ve 8. sınıf öğrencilerinin suyun kaldırma kuvvetine yönelik bilgi yapılarının diSessa'nın (1993) parçacıklı bilgi yapısı teorisi ile örtüştüğünü belirtmiştir. Parçacıklı bilgi yapısı teorisine göre, öğrencilerin bilişsel yapısı parçacıklı ve bir örgü şeklinde birbiriyle ilişkili birçok düşünce biriminden meydana gelir. Başka bir deyişle naif bilişsel yapı her düzeyde birçok bilgi ya da düşünce parçacığından oluşmaktadır.

Özseveç ve Çepni (2006), farklı sınıflardaki öğrencilerin yüzme ve batma kavramlarını nasıl anladıklarını incelemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Yazarlar öğrencilerin kavramsal gelişimlerinin oldukça alt düzeyde olduğunu ve yüzme ve batma kavramları ile ilişkili olan yoğunluk kavramının öğrenciler tarafından doğru kullanılmadığını tespit etmiştir. Ayrıca çalışmalarında yüzme ve batma kavramlarının soyut olduğunu ve bilişsel gelişimle direkt ilişkili olmasından dolayı öğrencilerin zihinsel yeterliliklerinin konuyu kavramada büyük önem taşıdığını öne sürmüşlerdir. Yürümezoğlu ve Oğuz (2009), sıvıların kaldırma kuvveti konusunda yapılan etkinlik sonucunda fen bilgisi öğretmen adayları ve ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin birbirine yakın cevaplar verdiğini bulmuştur. Bu araştırmacılara göre öğretmen adaylarının sahip olduğu kavram yanlışlarını değiştirmek öğrencilere göre daha zorken 6. sınıf öğrencileri öğrenmeye daha açıktır.

Kaldırma kuvveti konusunda başarıyı artırmak için farklı yöntem ve teknikler kullanılabilir. Turan (2012), 8. sınıf kuvvet ve hareket ünitesinin öğretiminde çalışma yaprakları kullanmanın, öğretimi daha etkili hale getirdiğini ve öğrenci başarısını artırdığını bulmuştur. Yavuz (2007), 7. sınıf öğrencilerine kaldırma kuvveti öğretiminde yapılandırıcılığa dayalı öğretimin öğrencilerin fen dersine karşı olumlu tutumlarını artırdığını, sıvıların kaldırma kuvveti konusunda daha başarılı olduklarını ortaya çıkarmıştır. Akbulut (2010), sıvıların kaldırma kuvveti konusunda 8. sınıflarda probleme dayalı öğrenme uygulamasının öğrencilerin akademik başarılarında olumlu yönde katkı sağladığı sonucunu bulmuştur. Dayı (2011) ise 9 ve 11. sınıf öğrencilerinde düşünce deneylerinin kaldırma kuvveti konusunda kavramsal gelişimi desteklemekte olduğunu tespit etmiştir. Düşünce deneyleri kavramlar arası mantıksal ilişkilerle ilgili iddiaları, açıklamaların evrensel olarak geçerli olup olmadığına karar vermemize yardım edecek şekilde test eden deneylerdir.

Yapılan çalışmalar öğrencilerin bu konuda anlama gücünü çektğini, bu konu ile ilgili çeşitli kavram yanlışlarına sahip olduklarını ortaya koymaktadır. 8. sınıf öğrencilerinin anlamakta zorlandığı kaldırma kuvveti kavramı, öğretmenlerin de anlatımlarında sorunlar yaşadığı konulardan biri olarak bilinmektedir. Özellikle Temel Eğitimden Ortaöğretime Geçiş sınavında öğrencilerin en çok yanlış yaptığı konuların başında gelmektedir.

Kaldırma kuvveti konusu fen bilimleri dersi öğretim programlarından 8. sınıf öğretim programında yer almakta iken, programın basitleştirilmesi ve sadeleştirilmesi çalışmaları sonucunda 2015 yılında Millî Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı tarafından öğretim programından çıkarılmıştır (MEB, 2015). Ancak ağırlığı bir taşın ağırlığından çok fazla olan gemilerin su üzerinde yüzüp taşın ise batması, plastik bir top suya batırılmaya çalışıldığında bir gücün engel teşkil etmesi ve yüzme öğrenme konusu gibi günlük yaşamın birçok alanında sıvıların kaldırma kuvveti öğrencilerin karşısına çıkmaktadır. Fen eğitiminin temel amaçlarından birinin öğrencilerin günlük yaşamlarında karşısına çıkabilecek kavramların ve kavramlar arası ilişkilerin oluşturulmasını sağlamak olduğu düşünüldüğünde konunun ortaokul öğretim programında yer alması gerektiği düşünülmektedir (Ünal ve Ergin, 2006).

Bu çalışma ile kaldırma kuvveti konusunun ortaokulda kademeli olarak öğretiminin yapılabileceği tespit edilebilir. Bu sayede geçmişte ilk kez 8. sınıfta öğrencilerin karşısına çıkan ve sonrasında programdan tamamen kaldırılan kaldırma kuvveti konusunun hangi sınıf seviyesine daha uygun olduğu belirlenmiş olur. Kademeli öğretim sayesinde öğrencilerin öğrenme güçlükleri ve kavram yanlışları ortadan kalkabilir. Bu çalışma kaldırma kuvvetinin

öğretimi ve konunun programdaki yeri konusunda farklı sınıf düzeylerinde yapılacak çalışmalar için bir zemin oluşturabilir. Farklı yöntem ve tekniklerin kullanıldığı çalışmalar farklı sınıf düzeylerinde uygulanıp konunun öğretimindeki etkinliği belirlenebilir. Konu ile ilgili ön koşul öğrenmelere karar verilerek program değerlendirme çalışmalarında kullanılabilir.

Bu çalışmada farklı sınıf seviyesindeki ortaokul öğrencilerinin sıvıların kaldırma kuvveti konusundaki anlamalarını tespit etmek ve anlama düzeyleri arasındaki farklılıkları ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Araştırma problemleri ise şu şekilde belirlenmiştir:

1. Sınıf düzeylerine göre öğrencilerin sıvıların kaldırma kuvvetiyle ilgili anlama düzeyleri nedir?
2. Sınıflar arasında kavramsal anlama bakımından bir farklılık var mıdır?
3. Öğrencilerin her bir soruda ve testin genelinde aldıkları puanlara göre sınıflar arasında bir farklılık var mıdır?

YÖNTEM

“Sıvıların Kaldırma Kuvveti” konusunda farklı sınıf düzeylerdeki ortaokul öğrencilerinin anlama düzeylerini tespit etmenin amaçlandığı bu çalışmada, nicel araştırma yöntemlerinden tarama yöntemi kullanılmıştır. Tarama yöntemi, geçmişte ya da halen var olan bir durumu var olduğu şekliyle betimlemeyi amaçlayan araştırma yaklaşımıdır. Araştırmaya konu olan olay, birey ya da nesne, kendi koşulları içinde ve olduğu gibi tanımlanmaya çalışılır. Tarama yöntemi var olan kayıt ve belgeleri inceleyerek veri toplamaktır (Karasar, 2014). Eğitim alanında kullanılan en yaygın betimsel araştırma yöntemi olup çeşitli öğrenci gruplarının başarılarını belirlemek için kullanılabilir (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2010).

Fen derslerinde yaparak yaşayarak öğrenme etkinlikleri kavram öğretiminde ön plandadır. Fakat malzeme-laboratuvar-zaman yetersizliği ve kalabalık gruplar derste gösteri deneyi kullanmayı zorunlu kılabilir (Özden, 2005). Bu çalışmada, 8. sınıf “Kuvvet ve Hareket” ünitesinin birinci bölümünde yer alan, sıvıların kaldırma kuvveti konusu ile ilgili olan kazanımları içeren, anlatım ve gösteri deneyi yöntemlerinin kullanıldığı dersler planlanmıştır. Planlanan dersler aynı sınıf düzeyi dâhil olmak üzere okul müdürlüğünden izin alınarak 6 ve 7. sınıf gruplarına da ayrı ders saatlerinde anlatılmıştır. Bu şekilde her sınıfta iki ders saati boyunca üç etkinlik yapılmıştır. Öğrencilerle yapılan uygulama Tablo 1’de özetlenmektedir.

Tablo 1. SKKKAT Uygulaması Öncesi Yapılan Öğretim Etkinlikleri

Sırası	Konusu	2013 Fen Bilimleri Öğretim Programı 8. sınıf kazanımları	Yapılanlar
1	Kaldırma kuvvetinin fark edilmesi	Sıvı içindeki cisme, sıvı tarafından yukarı yönde bir kuvvet uygulandığını fark eder ve bu kuvveti kaldırma kuvveti olarak tanımlar	Aynı cismin, önce havada sonra tamamı su içerisinde olacak şekilde aynı dinamometre yardımıyla ağırlığı ölçüldü.
2	Kaldırma kuvvetine etki eden faktörler: Batan hacim	Bir cisme etki eden kaldırma kuvvetinin büyüklüğünün, cismin batan kısmının hacmi ile ilişkisini araştırır.	Cisim ve sıvı, cinsi değiştirilmeden aynı cisim, farklı hacimlerde su içerisine batırılarak ağırlıkları karşılaştırıldı.
3	Kaldırma kuvvetine etki eden faktörler: Yoğunluğun etkisi	Bir cisme etki eden kaldırma kuvvetinin büyüklüğünün, cismin daldırıldığı sıvının yoğunluğu ile ilişkisini araştırır	Aynı cismin ağırlığı aynı dinamometre ile önce tamamı su içindeyken sonra tamamı etil alkol içindeyken ölçülerek karşılaştırıldı.

Çalışmanın evrenini Kayseri’de merkez ilçe haricindeki tüm ilçe ortaokullarında okuyan öğrenciler oluşturmaktadır. Ulaşılabilir evren ise Kayseri ili Yeşilhisar ilçe merkezinde öğrenim gören bütün ortaokul öğrencileridir. Örnekleme, 2015-2016 eğitim öğretim yılı ikinci yarıyılında Yeşilhisar’daki bir ortaokula devam eden 50 öğrenci oluşturmaktadır. Öğrenciler uygun örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Uygun örnekleme yöntemi, yakın çevrede en ulaşılabilir örnekleme grubunu tercih etmektir (Büyüköztürk ve ark., 2010). Araştırma, 15’i altıncı sınıftan, 17’si yedinci sınıftan ve 18’i sekizinci sınıftan olmak üzere okul mevcudunu oluşturan 50 öğrencinin 47’si ile yürütülmüştür. Her sınıf düzeyinden birer öğrenci veri toplama aşamasına okula gelmedikleri için katılamamıştır.

Veri toplama aracı olarak Sıvıların Kaldırma Kuvveti Kavramsal Anlama Testi (SKKKAT) kullanılmıştır. Öğretim etkinlikleri uygulaması sonrasında öğrencilere uygulanan testte 8. sınıf Fen Bilimleri dersi “Kuvvet ve Hareket” ünitesinin birinci bölümünde yer alan sıvıların kaldırma kuvveti ile ilgili olan kazanımlar yer almaktadır. Burada bahsedilenler 2013 yılı Fen Bilimleri Öğretim Programı için söz konusudur. Bir sonraki yıl 8. sınıflarda konu kaldırılmıştır. Kazanımlar, Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2. SKKKAT Kazanım Listesi

Soru	İlgili olduğu kazanım
1	Sıvı içindeki cisme, sıvı tarafından yukarı yönde bir kuvvet uygulandığını fark eder ve bu kuvveti kaldırma kuvveti olarak tanımlar
2-4	Kaldırma kuvvetinin, cisme aşağı yönde etki eden kuvvetin etkisini azalttığı sonucuna varır
3-9	Denge durumunda, yüzen bir cisme etki eden kaldırma kuvvetinin cismin ağırlığına eşit olduğunu fark eder
5-8	Bir cisme etki eden kaldırma kuvvetinin büyüklüğünün, cismin batan kısmının hacmi ile ilişkisini araştırır.
6	Bir cisme etki eden kaldırma kuvvetinin büyüklüğünün, cismin daldırıldığı sıvının yoğunluğu ile ilişkisini araştırır
7	Batan bir cisme etki eden kaldırma kuvvetinin cismin ağırlığından daha küçük olduğunu fark eder
10	Bir cismin yoğunluğu ile daldırıldığı sıvının yoğunluğunu karşılaştırarak yüzmeye ve batma olayları için bir genelleme yapar.

Tablo 2’de görüleceği üzere 1, 2 ve 4. kazanımlar sıvı içindeki cisme etkiyen kuvvetleri ve bu kuvvetlerin birbiriyle ilişkisine dair bir bilgi yapısını ölçmektedir. Bu nedenle “Sıvı İçindeki Cisme Etkiyen Kuvvetler” soru seti olarak değerlendirilmiştir. 3, 7 ve 9. kazanımlar denge durumunda yüzen ya da batan bir cisme etkiyen kaldırma kuvveti ile cismin ağırlığı arasındaki ilişki kurmaya yönelik bir bilgi yapısını ölçmektedir. Bu sebeple “Kaldırma Kuvveti ile Cismin Ağırlığı Arasındaki İlişki” soru seti olarak değerlendirilmiştir. 5 ve 8. kazanımlar kaldırma kuvvetinin büyüklüğünü cismin batan kısmının hacmi ile ilişkisini kurmaya yönelik bir bilgi yapısını ölçmektedir. Bu yüzden “Kaldırma Kuvveti ile Cismin Batan Kısmının Hacmi Arasındaki İlişki” soru seti olarak değerlendirilmiştir. 6 ve 10. kazanımlar kaldırma kuvveti ile sıvının yoğunluğu arasında ilişki kurmaya dair bir bilgi yapısını ölçmektedir. Bu nedenle “Kaldırma Kuvveti ile Sıvının Yoğunluğu Arasındaki İlişki” soru seti olarak değerlendirilmiştir. Soru setleri hakkındaki bilgi Tablo 3’te yer almaktadır.

Tablo 3. SKKKAT Soru Seti Listesi

Sorular	İlgili olduğu kazanım
1, 2, 4	Sıvı içindeki cisme etkiyen kuvvetler
3, 7, 9	Kaldırma kuvveti ile cismin ağırlığı arasındaki ilişki
5, 8	Kaldırma kuvveti ile cismin batan kısmının hacmi arasındaki ilişki
6, 10	Kaldırma kuvveti ile sıvının yoğunluğu arasındaki ilişki

Testte açık uçlu sorular bulunmakta ve bazı sorular iki bölümden oluşmaktadır. İki bölümden oluşan soruların ilk bölümünde öğrencilerden çoktan seçmeli soruda doğru seçeneği işaretlemesi, son bölümünde ise işaretlediği cevabın neden doğru olduğunun açıklamasını yapması istenmektedir (Bakınız Ek 1). Soru maddeleri daha önce yapılan farklı çalışmalardan (Kahraman ve Karataş, 2014; TIMSS, 2007a, TIMSS, 2007b) derlenerek araştırmacılar tarafından oluşturulmuştur. Bazı soruların oluşturulmasında ise 8. sınıf okula yardımcı kaynak kitaplardan (Sınav Dergisi Yayınları, 2013) faydalanılmıştır. Tablo 4’te testte yer alan soruların öğrenme alanları ve bilişsel süreçleri ve soruların kaynakçası verilmiştir.

SKKKAT’nin görünüş ve içerik geçerliliği Eryılmaz ve Tatlı (2000) tarafından önerilen yöntemlerden ikisi kullanılarak incelenmiştir: (1) Sorular Tablo 4’te atıf bilgisi verilen araştırmacı ve uygulamalardan alınmıştır; (2) öğrenciler bu makalenin ikinci araştırmacısı tarafından sınıf ortamında anlatım ve gösteri yöntemlerinin uygulandığı etkinliklerden sonra testi almışlar ve soruları ve seçenekleri anladıklarını belirtmişlerdir. Testin güvenilirlik katsayısını hesaplamada Kuder-Richardson 20 (KR-20) formülü kullanılmıştır. Açık uçlu sorulara doğru yanıt; iki aşamalı sorularda her iki bölüme de doğru yanıt veren öğrencinin puanı 1 (doğru) diğerleri 0 (yanlış) olarak ikinci bir defa kodlanmıştır (Çetinkaya ve Taş, 2016). Yapılan KR-20 analizinde güvenilirlik .826 olarak bulunmuştur.

Tablo 4. SKKKAT Bilişsel Süreçleri ve Kaynakları

Soru	Öğrenme alanı	Bilişsel süreç	Kaynağı
1	Fizik	Bilme (Tanımlama)	Kahraman ve Karataş (2014)
2	Fizik	Uygulama (Bilgiyi yorumlama)	Kahraman ve Karataş (2014)
3	Fizik	Uygulama (Çözüm bulma)	Sınav Dergisi Yayınları (2013)
4	Fizik	Akl yürütme	Sınav Dergisi Yayınları (2013)
5	Fizik	Akl yürütme	Sınav Dergisi Yayınları (2013)
6	Fizik	Akl yürütme	Sınav Dergisi Yayınları (2013)
7	Fizik	Akl yürütme (Sonuç çıkarma)	Kahraman ve Karataş (2014)
8	Fizik	Akl yürütme	Kahraman ve Karataş (2014)
9	Fiziksel bilimler	Akl Yürütme	TIMSS (2007a)
10	Fizik	Akl Yürütme (Sonuç çıkarma)	TIMSS (2007b)

Öğrencilerin anlama seviyelerini belirlemek için veri analizinde Marek (1986, s. 32-35) tarafından geliştirildikten sonra Abraham ve arkadaşları (1992, s. 105-120) tarafından düzenlenen kategorilerden faydalanılmıştır (aktaran Şahin ve Çepni, 2011, s. 87). Öğrenci cevapları; anlama, kısmen anlama, belirli kavram yanlışları ile kısmen anlama, belirli kavram yanlışlığı, anlamama ve boş/cevapsız kategorilerine ayrılmıştır. İki bölümlü soruların ilk bölümündeki çoktan seçmeli sorulara verilen cevaplarda doğru seçenek 5 puan, yanlış seçenek 1 puan ve boş cevap 0 puan olarak değerlendirilmiştir. Soru değerlendirmede kullanılan ölçütler Tablo 5 ve 6’da verilmiştir. Çalışmaya katılan öğrenciler liste yöntemi ile sıralanmış ve her öğrenciye sıra numarası verilmiştir. Verilerin analizinde öğrenciler sıra numarasına göre Öğrenci 1, Öğrenci 2, Öğrenci 3 gibi isimlerle adlandırılmıştır.

Öğrencilere uygulanan test formları araştırmacılar tarafından okunduktan sonra Tablo 5 ve 6’daki ölçütlere göre değerlendirilmiştir. Araştırmacılar, örneklemin %20’sine karşılık gelen 10 öğrencinin cevap kâğıdını her soru için ayrı ayrı değerlendirip sınıflandırdıktan sonra bir araya gelerek yaptıkları kodlamaları karşılaştırmış, aynı olduğuna karar verince ikinci araştırmacı geri kalan formları değerlendirmeye devam etmiştir. Örneğin, sıvıların kaldırma kuvvetinin açıklanmasını isteyen 1. soruya verilen cevaplar incelendiğinde, Öğrenci 6’nın “Sıvının içine atılan maddeye uyguladığı kuvvettir” şeklinde yanıt verdiği görülmüştür. Bu

öğrenciye “anlama” düzeyinde olduğu için tam puan verilmiştir. “Belirli bir sıvının içerisinde bulunan maddeyi sıvının kaldırmaya çalışması” yanıtını veren Öğrenci 27’nin cevabı “kısmen anlama” kategorisinde değerlendirilmiştir. “Sıvı maddeye bir cisim attığımızda maddenin batıp batmaması ve suda duruşudur” diyen Öğrenci 28 ise “belirli kavram yanılığası ile kısmen anlama” sınıfındadır çünkü cismin batan kısmı olmaksızın su üstünde durduğunu düşünmektedir. Bu düşüncenin temelinde cisme sıvı tarafından yukarıya doğru uygulanan kaldırma kuvvetinin büyüklüğünün cismin ağırlığından büyük olması gerektiği fikri yer almaktadır (Karaçam ve Gürsel, 2017). Öğrenci 26, soruyu “Suyun bir cisme uyguladığı basınca denir” olarak yanıtladığından “belirli kavram yanılığası” olduğuna karar verilmiştir zira bilimsel olarak yanlıştır.

Tablo 5 ve 6, kavrama düzeylerine göre her bir sorudaki ve tüm testteki performanslarını puan olarak göstermek amacıyla da kullanılmıştır. Dolayısıyla açık uçlu bir soruyu doğru yanıtlayan ya da iki aşamalı soruda ise doğru seçeneği işaretleyip doğru açıklamayı yapan öğrenci 15 puan almıştır. Buna karşılık açık uçlu bir soruya yanıtı net olmayan öğrenci, 2 puan alırken iki aşamalı bir soruyu boş bırakan öğrenci, 0 puan almıştır. Söz konusu veriler Microsoft Excel bilgisayar programına girilmiştir. Bu şekilde hazırlanan dosya, istatistiksel testler için SPSS programıyla analiz edilmiştir. Öğrencilerin her bir test sorusundaki puanları toplanarak toplam puan elde edilmiştir. Öğrencilerin puanları Ek 2’de görülebilir. Örneğin Ek 2’ye göre ilk soruda öğrencilerden beşi istenilen cevabı vererek tam puan almış, 13 öğrenci tek yönlü cevap vermiş, 10 öğrenci kavram yanılığası içeren cevap vermiş, sekiz öğrenci bilimsel olarak yanlı cevap vermiş, 8 öğrenci net olmayan cevap vermiş ve üç öğrenci de soruyu boş bırakmıştır.

Tablo 5. SKKKAT Açık Uçlu Soruların Değerlendirme Ölçütleri

Anlama düzeyi	Puan	Değerlendirme ölçütleri
Anlama	15	Geçerliği olan cevabın bütün yönlerini içeren yanıt. Kavramla ilgili tamamen bilimsel olarak kabul edilen cevap.
Kısmen anlama	13	Geçerliği olan cevabın sadece bir yönünü içeren yanıt. Geçerli cevabın bazı yönleriyle birlikte bazı yanlı açıklamaları içeren yanıt.
Belirli kavram yanılığalarıyla kısmen anlama	8	Cevap kavramın anlaşıldığını gösterse de ifade bazı yönleriyle kavram yanılı içerebilir
Belirli kavram yanılığası	3	Bilimsel olarak yanlı olan cevap.
Anlamama	2	Net olmayan cevaplar: Katılar da kaldırma kuvveti uygular, sıkıştırılan yayın bırakıldığında cisme uyguladığı kuvvet örnek olabilir.
Boş/Cevapsız	0	Boş, soruyu tekrarlama, “bilmiyorum”, “fikrim yok” şeklindeki yanıt.

Tablo 6. SKKKAT İki Bölümlü Soruların Değerlendirme Ölçütleri

Analizdeki kategoriler	Puanlar
Birinci bölüm – açıklama bölümü	
Doğru seçenek – doğru açıklama	15
Doğru seçenek – kısmen doğru açıklama	13
Yanlı seçenek – doğru açıklama	11
Yanlı seçenek – kısmen doğru neden	9
Doğru seçenek – kavram yanılığalı neden	8
Doğru seçenek – yanlı neden	7
Doğru seçenek – boş	5
Yanlı seçenek – kavram yanılığalı neden	4
Yanlı seçenek – yanlı neden	3
Yanlı seçenek – ilişkisiz/boş	1
Boş – ilişkisiz/boş	0

Sınıf ve kavrama düzeyleri arasındaki ilişkinin anlamlılığını tespit etmek için ANOVA kullanılmıştır. Grup varyanslarının eşitliği varsayımını test ederken Homogeneity of Variance testi, alt grupların ortalamaları ile ilgili grafiği görüntülemekte de Means Plot kullanılmıştır. Öğrenci yanıtları soru seti halinde ikinci bir kez değerlendirilerek bilgi yapıları incelenmiştir. Bu analizde soru setine verilen yanıtlar göz önüne alınarak Tutarlı-Tutarsız kategorileri oluşturulmuştur. Öğrencinin yanıtının tutarlı olması, benzer kazanımları ölçen sorular grup olarak ele alındığında benzer yanıtları veren ya da aynı kavramlarla ve kavramsal anlama ile soruları cevaplama demektir. Öğrenci aynı kavramlarla soru setini doğru olarak yanıtlıyorsa aynı bilişsel yapıyı kullanmış olduğundan “Tutarlı” olarak nitelendirilmiştir. Ek 2’de öğrencilerin yanıt kategorileri verilmiştir.

BULGULAR

Farklı Sınıf Düzeyindeki Öğrencilerin Sorulardaki Kavrama Düzeylerinin İncelenmesi

Çalışmada öğrencilere uygulanan testin birinci sorusu tek bölümden oluşmakta ve öğrencilerin sıvıların kaldırma kuvvetini açıklamasını istemektedir. Öğrenci yanıtlarının anlama düzeyine göre dağılımları Tablo 7’de verilmiştir. Tablo 7’ye göre 6. sınıf öğrencilerinin %6,6’sı kısmen anlama, %26,6’sı ise belirli kavram yanlışlığı anlama düzeyinde cevaplar vermiştir. 7. sınıf öğrencilerinin %23,6’sı anlama, %35,2’si kısmen anlama, %23,6’sı belirli kavram yanlışlığı anlama düzeyinde cevaplar vermiştir. 8. sınıf öğrencilerinin ise %5,5’i anlama, %44,5’i kısmen anlama, %11,1’i belirli kavram yanlışlığı anlama düzeyinde cevapları olmuştur. Bu soru için “Kısmen Anlama” düzeyindeki örnek öğrenci yanıtı “Cismin sıvı üzerinde kalmasını sağlayan batmasını engelleyen kuvvettir” şeklindedir. “Cismin suya uyguladığı kuvvet dolayısıyla cisim suya bastırıyor” şeklindeki ifade ise “Anlamama” olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 7. Birinci Soruya Verilen Cevapların Sınıf Bazında Anlama Düzeyine Göre Yüzdeleri

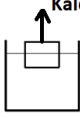
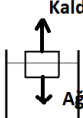
Anlama düzeyi	Altıncı sınıf	Yedinci sınıf	Sekizinci sınıf
Anlama	0	23,6	5,5
Kısmen anlama	6,6	35,2	44,5
Belirli kavram yanlışlığı ile kısmen anlama	26,6	23,6	11,1
Belirli kavram yanlışlığı	20	11,8	16,7
Anlamama	40	5,8	11,1
Boş/Cevapsız	6,8	0	11,1

Testin ikinci sorusunda “Kaldırma kuvvetinin, cisme aşağı yönde etki eden kuvvetin etkisini azalttığı sonucuna varır” kazanımı ölçülmektedir. Öğrencilerden suda yüzmekte olan cisim üzerine etki eden kuvvetleri (kaldırma kuvvetinin ve ağırlığın yönlerini) çizip açıklamaları istenmiştir. İkinci soruya verilen yanıtların anlama düzeyine göre dağılımları Tablo 8’de verilmiştir. Tablo 8’e göre 6. sınıf öğrencilerinin %6,7’si anlama, %33,2’si kısmen anlama, %40’ı belirli kavram yanlışlığı anlama düzeyinde cevaplar vermiştir. 7. sınıftakilerin %23,6’sı anlama, %35,2’si ise kısmen anlama düzeyinde cevaplar vermiştir. 8. sınıf öğrencilerinin %5,5’i anlama, %61,2’si kısmen anlama, %16,7’si ise belirli kavram yanlışlığı anlama düzeyinde cevaplar vermiştir. Bu soru için “Kısmen Anlama” ve “Anlama” düzeyindeki örnek yanıt çizimleri Şekil 1’de gösterilmiştir.

Tablo 8. İkinci Soruya Verilen Cevapların Sınıf Bazında Anlama Düzeyine Göre Yüzdeleri

Anlama düzeyi	Altıncı sınıf	Yedinci sınıf	Sekizinci sınıf
Anlama	6,7	23,6	5,5
Kısmen anlama	33,2	35,2	61,2
Belirli kavram yanlışları ile kısmen anlama	40	0	16,7
Belirli kavram yanlışsı	6,7	0	0
Anlamama	6,7	23,6	11,1
Boş/Cevapsız	6,7	17,6	5,5

Şekil 1. İkinci Soruya Verilen Örnek Yanıtlar

Yanıt 1	Anlama düzeyi	Yanıt 2	Anlama düzeyi
	Kısmen Anlama		Anlama
Yerçekimi sayesinde cisim aşağı gitmeye çalışıyor. Su cismi kaldırmaya çalışıyor			

Üçüncü soru “Denge durumunda, yüzen bir cisme etki eden kaldırma kuvvetinin cismin ağırlığına eşit olduğunu fark eder” kazanımını ölçmektedir. Sorunun ilk bölümünde suda yüzen cisme etki eden kuvvetlerle ilgili olarak yanlış seçeneğin işaretlenmesi; ikinci bölümde o seçeneğin neden işaretlendiğinin açıklanması istenmiştir. Tablo 9, öğrencilerin ilk bölümde işaretledikleri seçeneğin doğru-yanlış olma durumunu göstermektedir. Bu bölümün devamında öğrencilerin yaptıkları açıklamaların dağılımları ise Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 9. Üçüncü Soru Birinci Bölümde Verilen Cevapların Sınıf Bazında Yüzdeleri

Seçenek	Altıncı sınıf	Yedinci sınıf	Sekizinci sınıf
Doğru seçenek	46,6	53	38,8
Yanlış seçenek	46,6	47	55,5
Boş	6,8	0	5,7

Tablo 9’a göre sınıf düzeyi fark etmeksizin öğrencilerin yaklaşık yarısı yanlış seçeneği işaretlemiştir. Tablo 10’a göre 6. sınıf öğrencilerinin %13,3’ü kısmen doğru açıklama yapmıştır. 7. sınıf öğrencilerinin %24,5’inin doğru, %16,7’sinin kısmen doğru açıklama yaptığı görülmüştür. 8. sınıf öğrencilerinin %27,7’si doğru, %5,5’i kısmen doğru açıklama yapmıştır. Bu soru için “Yanlış Neden” düzeyindeki örnek öğrenci yanıtı “Büyük olsaydı cisim tabana değerd” şeklindedir.

Tablo 10. Üçüncü Soru İkinci Bölümde Yapılan Açıklamaların Sınıf Bazında Yüzdeleri

Anlama düzeyi	Altıncı sınıf	Yedinci sınıf	Sekizinci sınıf
Doğru neden	0	24,5	27,7
Kısmen doğru neden	13,3	16,7	5,5
Kavram yanlışlı neden	13,3	0	11,1
Yanlış neden	60,1	29,4	22,3
İlgisiz neden/Boş	13,3	29,4	33,4

Dördüncü soru “Kaldırma kuvvetinin, cisme aşağı yönde etki eden kuvvetin etkisini azalttığı sonucuna varır” kazanımını ölçmektedir. Su içinde 7 N ölçülen bir cismin su dışındaki ağırlığı sorulmakta ve yanıtın açıklanması istenmektedir. İlk bölüme verilen cevap dağılımları Tablo 11’de özetlenmektedir. Bu tabloya göre öğrencilerin tamamına yakını 4. sorunun ilk bölümde doğru seçeneği işaretlemiştir.

Tablo 11. Dördüncü Soru Birinci Bölüme Verilen Cevapların Sınıf Bazında Yüzdeleri

Seçenek	Altıncı sınıf	Yedinci sınıf	Sekizinci sınıf
Doğru seçenek	100	94,2	100
Yanlış seçenek	0	5,8	0
Boş	0	0	0

4. soruda yaptıkları açıklamalara göre öğrencilerin anlama düzeyleri Tablo 12’de verilmektedir. Tablo 12’ye göre 6. sınıf öğrencilerinin %26,6’sı doğru, %53,3’ü kısmen doğru açıklama yapmıştır. 7. sınıf öğrencilerinin %58,8’i doğru; %5,9’i kısmen doğru açıklama yapmıştır. 8. sınıf öğrencilerinin %72,2’sinin doğru, %11,1’inin kısmen doğru açıklama yaptığı görülmüştür. Bu soru için “Kavram Yanılgılı Neden” düzeyindeki örnek öğrenci yanıtı “Kaldırma kuvveti cismin ağırlığını azaltmıştır” şeklindedir.

Tablo 12. Dördüncü Soru İkinci Bölüme Yapılan Açıklamaların Sınıf Bazında Yüzdeleri

Anlama düzeyi	Altıncı sınıf	Yedinci sınıf	Sekizinci sınıf
Doğru neden	26,6	58,8	72,2
Kısmen doğru neden	53,3	5,9	11,1
Kavram yanılgılı neden	13,4	17,6	11,1
Yanlış neden	6,7	11,8	5,6
İlgisiz neden/Boş	0	5,9	0

Testin beşinci sorusu “Bir cisme etki eden kaldırma kuvvetinin büyüklüğünün, cismin batan kısmının hacmi ile ilişkisini araştırır.” kazanımını ölçmektedir. Eşit miktarda sıvılar içine daldırılan cisim için dinamometreden okunan değere bakılarak kaldırma kuvveti ile ilgili çıkarım yapması ve yanıtını açıklaması istenmiştir. Tablo 13, öğrencilerin 5. sorunun ilk bölümünde işaretledikleri seçeneğin doğru-yanlış olma durumunu göstermektedir. Tablo 13’e göre öğrencilerin büyük bir kısmı doğru seçeneği işaretlemiştir.

Tablo 13. Beşinci Soru Birinci Bölüme Verilen Cevapların Sınıf Bazında Yüzdeleri

Seçenek	Altıncı sınıf	Yedinci sınıf	Sekizinci sınıf
Doğru seçenek	73,3	52,9	88,8
Yanlış seçenek	26,7	47,1	11,2
Boş	0	0	0

Öğrencilerin izleyen bölümde yaptıkları açıklamalara göre anlama düzeyleri Tablo 14’te verilmiştir. Tablo 14’e göre 6. sınıf öğrencilerinin %6,7’si kısmen doğru açıklama yapmıştır. 7. sınıf öğrencilerinin %17,5’i doğru, %11,5’i ise kısmen doğru açıklama yapmıştır. 8. sınıf öğrencilerinin %27,7’sinin doğru ve %33,3’ünün kısmen doğru açıklama yaptığı görülmüştür. Bu soru için “Yanlış Neden” düzeyindeki örnek öğrenci yanıtı “Cismin batan hacmi artıkça kaldırma kuvveti azaldı” şeklindedir.

Tablo 14. Beşinci Soru İkinci Bölüme Yapılan Açıklamaların Sınıf Bazında Yüzdeleri

Anlama düzeyi	Altıncı sınıf	Yedinci sınıf	Sekizinci sınıf
Doğru neden	0	16,5	27,7
Kısmen doğru neden	6,7	11,5	33,3
Kavram yanılgılı neden	6,7	11,5	22,2
Yanlış neden	33,3	54,8	11,2
İlgisiz neden/Boş	53,3	5,7	5,6

Testin altıncı sorusu “Bir cisme etki eden kaldırma kuvvetinin büyüklüğünün, cismin daldırıldığı sıvının yoğunluğu ile ilişkisini araştırır.” kazanımını ölçmektedir. Cisim farklı sıvılara daldırıldığında dinamometrelerde okunan değere göre kaldırma kuvvetinin bağlı olduğu değişkenin ne olduğu sorulmuş ve yanıtın açıklanması istenmiştir. Tablo 15, öğrencilerin ilk bölümünde işaretledikleri seçeneğin doğru-yanlış olma durumunu göstermektedir. Tablo 15’e göre öğrencilerin büyük bir kısmı doğru seçeneği işaretlemiştir.

Tablo 15. Altıncı Soru Birinci Bölüme Verilen Cevapların Sınıf Bazında Yüzdeleri

Seçenek	Altıncı sınıf	Yedinci sınıf	Sekizinci sınıf
Doğru seçenek	60	70,5	94,5
Yanlış seçenek	40	29,5	5,5
Boş	0	0	0

İkinci bölüme verilen yanıtların anlama düzeylerine göre yapılan değerlendirmeleri Tablo 16’da verilmiştir. Tablo 16’ya göre 6. sınıf öğrencilerinin %13,3’ü doğru ve %6,7’si kısmen doğru açıklama yapmıştır. 7. sınıf öğrencilerinin %5,8’i doğru; %27,5’i kısmen doğru açıklama yapmıştır. 8. sınıf öğrencilerinin %27,6’sının doğru, %50’sinin kısmen doğru açıklama yaptığı görülmüştür. Bu soru için “Kısmen Doğru Neden” düzeyindeki örnek öğrenci yanıtı “Sıvının cinsi değişmiş ama batan hacim değişmemiş değişseydi olurdu” şeklindedir.

Tablo 16. Altıncı Soru İkinci Bölüme Yapılan Açıklamaların Sınıf Bazında Yüzdeleri

Anlama düzeyi	Altıncı sınıf	Yedinci sınıf	Sekizinci sınıf
Doğru neden	13,3	5,8	27,6
Kısmen doğru neden	6,7	27,5	50
Kavram yanlışlı neden	20	11,7	5,6
Yanlış neden	13,3	27,5	5,6
İlgisiz neden/Boş	46,7	27,5	11,2

Testin yedinci sorusu “Batın bir cisme etki eden kaldırma kuvvetinin cismin ağırlığından daha küçük olduğunu fark eder.” kazanımını ölçmektedir. Eşit kütleli cisimlerin suyun içinde farklı seviyelerde dengede iken bu cisimlere etki eden kaldırma kuvvetleri arasındaki ilişki ve nedeni sorulmuştur. İlk bölümde işaretlenen seçenekle ilgili değerlendirme Tablo 17’de, bu yanıtın gerekçesi ile ilgili ikinci bölümün değerlendirmesi ise Tablo 18’de verilmektedir.

Tablo 17. Yedinci Soru Birinci Bölüme Verilen Cevapların Sınıf Bazında Yüzdeleri

Seçenek	Altıncı sınıf (%)	Yedinci sınıf (%)	Sekizinci sınıf (%)
Doğru seçenek	33,3	29,4	72,2
Yanlış seçenek	66,7	70,6	27,8
Boş	0	0	0

Tablo 17’ye göre 6 ve 7. sınıf öğrencileri büyük oranda yanlış seçeneği, 8. sınıf öğrencileri ise doğru seçeneği işaretlemiştir. Tablo 18’e göre 6. sınıf öğrencilerinin %6,7’si doğru, %6,7’si kısmen doğru açıklama yapmıştır. 7. sınıf öğrencilerinin %17,6’sı doğru, %5,8’i ise kısmen doğru açıklama yapmıştır. 8. sınıf öğrencilerinin %27,6’sının doğru ve %5,6’sının kısmen doğru açıklama yaptığı görülmüştür. Bu soru için “Kavram Yanlışlı Neden” düzeyindeki örnek öğrenci yanıtı “Yoğunluğu fazla olan cisme daha fazla kaldırma kuvveti uygulanır” olurken; “Yanlış Neden” düzeyindeki örnek öğrenci yanıtı “Cisim aşağı indikçe kaldırma kuvveti artar” şeklindedir.

Tablo 18. Yedinci Soru İkinci Bölüme Yapılan Açıklamaların Sınıf Bazında Yüzdeleri

Anlama düzeyi	Altıncı sınıf (%)	Yedinci sınıf (%)	Sekizinci sınıf (%)
Doğru neden	6,7	17,6	27,6
Kısmen doğru neden	6,7	5,8	5,6
Kavram yanlışlı neden	13,3	17,6	33,2
Yanlış neden	60	29,5	11,2
İlgisiz neden/Boş	13,3	29,5	22,4

Testin sekizinci sorusunda, “Bir cisme etki eden kaldırma kuvvetinin büyüklüğünün, cismin batan kısmının hacmi ile ilişkisini araştırır.” kazanımı ölçülmesi amaçlanmıştır. Öğrencilerden denizde yüzen bir dalgıca farklı konumlardayken (batan hacimleri farklı) etki eden kaldırma kuvvetlerini büyüklüklerine göre kıyaslaması ve yanıtını açıklaması istenmiştir. Öğrenci yanıtlarının anlama düzeylerine göre dağılımı Tablo 19’da gösterilmektedir. Tablo 19’a göre 6. sınıf öğrencilerinin %20’si anlama, %20’si kısmen anlama ve %13,3’ü belirli kavram yanlışlı anlama düzeyinde cevaplar vermiştir. 7. sınıf öğrencilerinin %17,7’si anlama, %17,7’si kısmen anlama, %5,8’i ise belirli kavram yanlışlı anlama düzeyinde cevap vermiştir. 8. sınıf öğrencilerinin %11,2’si anlama, %16,6’sı kısmen anlama ve %22,2’si belirli kavram yanlışlı anlama düzeyinde cevaplar verdikleri görülmüştür. Bu soru için “Belirli Kavram Yanlışlı ile Birlikte Kısmen Anlama” düzeyindeki örnek öğrenci yanıtı “2> 3> 4> 1. Çünkü 1’de su içinde değil. 2’de çok derinde. 4’te yarısı suda, o yüzden kaldırma kuvveti değişmiş” şeklindedir. “Anlama” düzeyindeki örnek öğrenci yanıtı ise şu şekildedir: “2 = 3> 4> 1 çünkü 2 ve 3’te dalgıcın batan hacmi aynı, kaldırma kuvvetleri de eşit olur. 4’te batan hacim azaldığından kaldırma kuvveti küçülmüş, 1’de havanın kaldırma kuvveti suyunkinden az.”

Tablo 19. Sekizinci Soruya Verilen Cevapların Sınıf Bazında Anlama Düzeyine Göre Yüzdeleri

Anlama düzeyi	Altıncı sınıf	Yedinci sınıf	Sekizinci sınıf
Anlama	20	17,7	11,2
Kısmen anlama	20	17,7	16,6
Belirli kavram yanlışlı ile kısmen anlama	13,3	5,8	22,2
Belirli kavram yanlışlı	33,4	17,7	16,6
Anlamama	13,3	35,3	11,2
Boş/Cevapsız	0	5,8	22,2

Testin dokuzuncu sorusu “Denge durumunda, yüzen bir cisme etki eden kaldırma kuvvetinin cismin ağırlığına eşit olduğunu fark eder.” kazanımını ölçmektedir. Öğrencilerden şekil ve büyüklüğü aynı olmasına rağmen farklı maddelerden yapılmış topların sudaki durumuna göre ağırlığı hakkında çıkarımda bulunması ve nedenini açıklaması istenmiştir. Öğrencilerin ilk bölümde seçtiği seçenekle ilgili değerlendirme Tablo 20’de buna gerekçe olarak ikinci bölümde yaptıkları açıklama ile ilgili değerlendirme ise Tablo 21’de bulunmaktadır.

Tablo 20. Dokuzuncu Soru Birinci Bölüme Verilen Cevapların Sınıf Bazında Yüzdeleri

Seçenek	Altıncı sınıf	Yedinci sınıf	Sekizinci sınıf
Doğru seçenek	93,3	70,5	88,8
Yanlış seçenek	6,7	29,5	11,2
Boş	0	0	0

Tablo 20’ye göre öğrenciler 9. sorunun ilk bölümünü büyük oranda doğru yanıtlamış, sınıf düzeyine göre bir karşılaştırma yapıldığında en çok doğru yanıt veren 6. sınıf öğrencileri olmuş, bunları 8 ve 7. sınıf öğrencileri izlemiştir. Tablo 21’e göre 6. sınıf öğrencilerinin %13,3’ü kısmen doğru açıklama yapmıştır. 7. sınıf öğrencilerinin %17,6’sı doğru, %17,6’sı kısmen doğru

açıklama yapmıştır. 8. sınıf öğrencilerinin %5,6'sının doğru ve %16,6'sının kısmen doğru açıklama yaptığı görülmüştür. Bu soru için "Kavram Yanılgılı Neden" düzeyindeki örnek öğrenci yanıtı "Cisim batarsa ağırdır. Batanların ağırlığı fazladır" şeklindedir.

Tablo 21. Dokuzuncu Soru İkinci Bölüme Yapılan Açıklamaların Sınıf Bazında Yüzdeleri

Anlama düzeyi	Altıncı sınıf	Yedinci sınıf	Sekizinci sınıf
Doğru neden	0	17,6	5,6
Kısmen doğru neden	13,3	17,6	16,6
Kavram yanılgılı neden	40	23,5	38,8
Yanlış neden	26,7	35,2	11,2
İlgisiz neden/Boş	20	6,1	27,8

Testin onuncu sorusu "Bir cismin yoğunluğu ile daldırıldığı sıvının yoğunluğunu karşılaştırarak yüzmeye ve batma olayları için bir genelleme yapar." kazanımını ölçmektedir. Öğrencilerden farklı yoğunluklara sahip sıvıların bulunduğu kaba plastik bir disk eklendiğinde kaptaki maddelerin yoğunluklarıyla ilgili yargıda bulunması ve açıklaması istenmiştir. Öğrencilerin ilk bölümde seçtikleri seçeneğe göre yapılan değerlendirme, Tablo 22'de; buna gerekçe olarak yazdıklarına göre belirlenen anlama düzeyleri ise Tablo 23'te verilmektedir.

Tablo 22. Onuncu Soru Birinci Bölüme Verilen Cevapların Sınıf Bazında Yüzdeleri

Seçenek	Altıncı sınıf	Yedinci sınıf	Sekizinci sınıf
Doğru seçenek	86,6	70,5	64,8
Yanlış seçenek	6,7	29,5	17,6
Boş	6,7	0	17,6

Tablo 22'ye göre soruya en çok doğru yanıt verenler 6. sınıf öğrencilerini olmuş, onları 7. sınıf öğrencileri izlemiştir. Tablo 23'e göre 6. sınıf öğrencilerinin %33,3'ü doğru, %20'si kısmen doğru açıklama yapmıştır. 7. sınıf öğrencilerinin %47,1'i doğru; %5,8'i kısmen doğru açıklama yapmıştır. 8. sınıf öğrencilerinin %44,4'ünün doğru açıklama yaptığı görülmüştür. Bu soru için "Anlama" düzeyindeki örnek öğrenci yanıtı "Sıvılardan yoğunluğu büyük olan sıvı alta iner yoğunluğu küçük olan üstte kalır" şeklindedir.

Tablo 7. Onuncu Soru İkinci Bölüme Yapılan Açıklamaların Sınıf Bazında Yüzdeleri

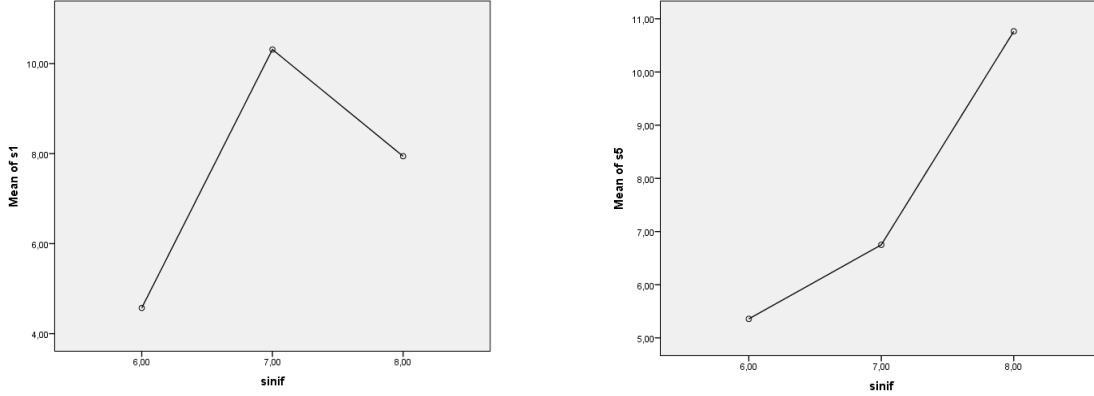
Anlama düzeyi	Altıncı sınıf	Yedinci sınıf	Sekizinci sınıf
Doğru neden	33,3	47,1	44,4
Kısmen doğru neden	20	5,8	0
Kavram yanılgılı neden	6,7	0	5,6
Yanlış neden	20	11,8	16,7
İlgisiz neden/Boş	20	35,3	33,3

SKKKAT Madde Puanlarına ve Toplam Puna Göre Sınıfların Karşılaştırılması

Sıvıların kaldırma kuvveti kavramının sınıflara göre anlaşılma düzeyleri ile arasındaki ilişkiyi araştırmak için her bir madde puanına değişken türdeşliği ve ANOVA testleri uygulanmıştır. Yapılan analizde sınıflar arasındaki değişken türdeşliğinin, sadece 1-5. sorular için sırasıyla; .044, .003, .006, .011 ve .026 düzeylerinde anlamlı olduğu görülmüştür. Bu sorularla ilgili kavramın sınıf düzeylerine göre anlaşılma düzeyi arasındaki ilişkiyi araştırmak için yapılan ANOVA testinde hem 1. soruda $F_{(2,44)} = 5,438$, $p = .008$ hem de 5. soruda $F_{(2,44)} = 7,039$, $p = .002$ anlamlılık düzeyinde gruplar arasında bir farklılığın olduğu gözlenmiştir. Sınıflar arasındaki farklılıklar Tukey HSD ile araştırılmıştır. Çoklu Karşılaştırmalar tablosuna bakıldığında 1. soruda 6 ve 8. sınıflarda sıvıların kaldırma kuvveti kavramını anlama düzeyleri arasında anlamlı farklılıklar ($p = .005$) bulunduğu gözlenmiştir.

5. soruda ise hem 6 ve 8. sınıflarda hem de 7 ve 8. sınıflarda sıvıların kaldırma kuvveti kavramının gelişim düzeyleri arasında anlamlı farklılıklar ($p = .003$ ve $p = .024$) bulunduğu gözlenmiştir. Şekil 2'deki ortalamalar grafiği incelendiğinde 1. soruda 6. sınıf öğrencilerinin 8. sınıftakilere göre daha düşük puana sahip olduğu; 5. soruda ise sınıf düzeyi ile puanların da arttığı görülmektedir.

Şekil 2. SKKKAT 1 ve 5. Sorularda Sınıflar Arasındaki Farkı Gösteren Ortalamalar Grafiği

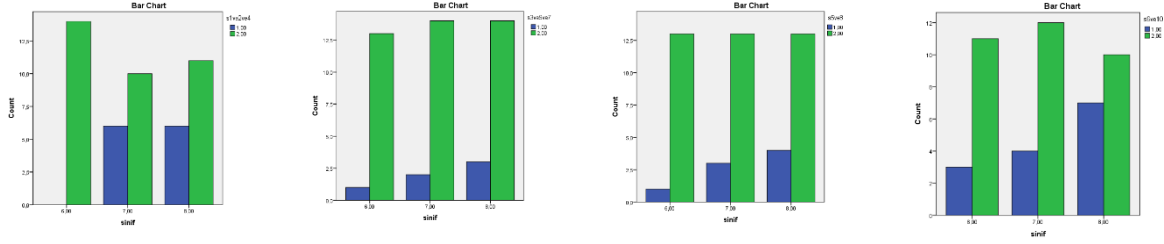


Sıvıların kaldırma kuvveti kavramının sınıflara göre anlaşılma düzeyleri arasındaki anlamlılığı araştırmak için toplam puanlara değişken türdeşliği ve ANOVA testi uygulanmıştır. Yapılan analizde sınıflar arasındaki değişken türdeşliğinin, .038 düzeyinde anlamlı olduğu görülmüştür. Kavramın sınıflara göre gelişimi arasındaki anlamlılığı araştırmak için yapılan ANOVA testinde $F_{(2,44)} = 1,118$, $p = .336$ anlamlılık düzeyinde gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı bulunmuştur.

SKKKAT Soru Setlerinde Öğrenci Yanıtlarına Göre Sınıfların Karşılaştırılması

Sıvı içindeki cisme etkiyen kuvvetler soru setiyle ilgili olarak yapılan khi kare analizinde tutarlı yanıt verme yönünden öğrencilerin sınıf düzeyleri arasında anlamlı fark vardır ($X^2 = 6,857$, $sd=2$, $p=.032$). Kaldırma kuvveti ile cismin ağırlığı arasındaki ilişki soru setiyle ilgili olarak yapılan khi kare analizinde tutarlı yanıt verme yönünden öğrencilerin sınıf düzeyleri arasında fark yoktur ($X^2 = 7,762$, $sd=2$, $p=.683$). Kaldırma kuvveti ile cismin batan kısmının hacmi arasındaki ilişki soru setiyle ilgili olarak yapılan khi kare analizinde tutarlı yanıt verme yönünden öğrencilerin sınıf düzeyleri arasında fark yoktur ($X^2 = 1,511$, $sd=2$, $p=.470$). Kaldırma kuvveti ile sıvının yoğunluğu arasındaki ilişki soru setiyle ilgili olarak yapılan khi kare analizinde tutarlı yanıt verme yönünden öğrencilerin sınıf düzeyleri arasında fark yoktur ($X^2 = 1,697$, $sd=2$, $p=.428$). Şekil 3, soru setine aynı bilgi yapısıyla yanıt verdiği için "tutarlı" olarak adlandırılan öğrencileri (1 olarak mavi renkte gösterilen) ve bu soruları farklı bilgi yapısıyla yanıtladığı için "tutarsız" denilen öğrencileri (2 olarak yeşil renkte gösterilen) göstermektedir. Şekil 3'te ilk sırada verilen sütun grafiğine göre; ilk soru setinde (1, 2 ve 4. sorular) öğrencilerden 6. sınıfa gidenler sorularda tutarlı olamamış ve yanlış yanıt vermişlerdir. 7 ve 8'lerde bu soruları aynı bilgi yapısıyla doğru olarak yanıtlayan ve yanıtlarında tutarlı olan öğrenciler daha fazladır. Şekil 3'te 2-4. sırada verilen sütun grafiklerinden görüldüğü üzere diğer soru setlerinde (3, 7, 9; 5, 8; 6, 10) farklı sınıf düzeylerindeki öğrencilerin sınıf düzeyleri yükseldikçe tutarlı yanıt verme oranlarının yükseldiği ancak tutarsız olarak nitelendirilen yanıtlarının aynı kaldığı görülmektedir.

Şekil 3. SKKKAT Soru Setlerinde Öğrencilerin Bilgi Yapıları



SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Sıvıların kaldırma kuvveti ile ilgili olarak uygulanan test sonucunda, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin genel olarak birbirine yakın sonuçlar elde ettiği, 6. sınıf öğrencilerinin daha düşük puanlar aldığı görülmektedir. Bu durum 6. sınıf öğrencilerinin bilişsel yapılarının kaldırma kuvveti konusuna henüz hazır olmaması ile ilgili olabilir. Özsevgeç ve Çepni (2006), yüzme ve batma kavramlarının soyut olduğunu ve bilişsel gelişimle direkt ilişkili olmasından dolayı öğrencilerin zihinsel yeterliliklerinin konuyu kavramada büyük önem taşıdığını öne sürmüşlerdir. Fakat farklı kazanımlarda elde edilen sonuçlar değişiklik göstermektedir. Bazı kazanımları ölçen sorularda 6. sınıf öğrencilerinin de yüksek puanlar aldığı görülmüştür. Bu durumun nedeninin soruların ölçtüğü kazanımlarla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Piaget'nin (1960 aktaran Tenenbaum ve ark., 2004) önerdiği üzere, soyut işlemler dönemine geçmeyen çocuklar ağırlık ve yoğunluk kavramını birbirinden ayıramamaktadır.

SKKKAT maddelerine verdiği yanıtlara göre öğrencilerinin kavram yanılığın neden kategorisindeki oranı %20'den büyük olan sınıf düzeylerinin kavram yanılığına sahip olduğu kabul edilmiştir. Tablo 7-23 değerlendirildiğinde birinci soruda 6. sınıf öğrencilerinin "Sıvı içindeki cisme, sıvı tarafından yukarı yönde bir kuvvet uygulandığını fark eder ve bu kuvveti kaldırma kuvveti olarak tanımlar" kazanımında kavram yanılığına sahip olduğu kabul edilmiştir. İkinci soruda öğrencilerin kaldırma kuvvetinin cisme aşağı yönde etki eden kuvvetin etkisini azalttığı yönündeki kazanımı kavradıkları görülmektedir. Aynı kazanımı ölçen üçüncü soruda bir sıkıntı görülmezken dokuzuncu soruda tüm öğrencilerin "Denge durumunda, yüzen bir cisme etki eden kaldırma kuvvetinin cismin ağırlığına eşit olduğunu fark eder" kazanımı ile ilgili olarak kavram yanılığına sahip oldukları tespit edilmiştir. Beşinci soruda 8. sınıf öğrencilerinin; sekizinci soruda 6. sınıf öğrencilerinin bir cisme etki eden kaldırma kuvvetinin büyüklüğünün, cismin batan kısmının hacmi ile ilişkilendirme kazanımında kavram yanılığının olduğu görülmüştür. Altıncı soruda öğrencilerin bir cisme etki eden kaldırma kuvvetinin büyüklüğünün, cismin daldırıldığı sıvının yoğunluğu ile ilişkisini araştırma kazanımını kavradığı görülmektedir (6. sınıf öğrencilerinin kavram yanılığları %20'dir). Yedinci soruda öğrencilerin batan bir cisme etki eden kaldırma kuvvetinin cismin ağırlığından daha küçük olduğu kazanımını kavrayamadıkları ve 8. sınıf öğrencilerinin kavram yanılığları olduğu görülmektedir. Onuncu soruda "Bir cismin yoğunluğu ile daldırıldığı sıvının yoğunluğunu karşılaştırarak yüzme ve batma olayları için bir genelleme yapar" kazanımının kavrandığı görülmektedir. Bu sonuçlar ışığında 6. sınıf öğrencilerinin kaldırma kuvvetini tanımlama; cismin batan kısmının hacmi ile ilişkilendirme hususunda yetersiz kaldıkları görülmüştür. 8. sınıf öğrencilerinin ise kaldırma kuvvetini cismin batan kısmının hacmi ile ilişkilendirme; batan bir cisme etki eden kaldırma kuvvetinin cismin

ağırlığından küçük olduğunu fark etme konusundaki eksikleri göze çarpmaktadır. Tüm sınıf düzeylerinde denge durumunda, yüzen bir cisme etki eden kaldırma kuvvetinin cismin ağırlığına eşit olduğunu fark etme yeterliği bulunmamaktadır. Bunlara rağmen öğrenciler kaldırma kuvvetinin büyüklüğünün, cismin daldırıldığı sıvının yoğunluğu ile ilişkisini kurabilmekte; cismin yoğunluğu ile daldırıldığı sıvının yoğunluğunu karşılaştırarak yüzme ve batma olayları için genelleme yapabilmektedir. Farklı sınıf seviyesindeki öğrencilerin kavrayabildiği kazanım yoğunluk ile ilişkilidir. Dolayısıyla bu kavram kaldırma kuvvetine etki eden bir faktör olarak sıvıların kaldırma kuvveti konusunun kademeli olarak öğretimi için yapılandırılabilir. Testin madde puanları ve toplam puan bazında sıvıların kaldırma kuvvetini kavramanın yıllara göre gelişimi araştırıldığında, 1 ve 5. sorular haricinde anlamlı bir fark gözlenmemiştir. 1. soruda 6 ve 8. sınıflar arasında ($p = .005$); 5. soruda ise hem 6 ve 8. sınıflarda hem de 7 ve 8. sınıflarda kavramsal anlama düzeyleri arasında anlamlı farklılıklar ($p = .003$ ve $p = .024$) gözlenmiştir. Alt ve üst sınıf arasında kavramı anlama ve kullanma arasında bağlantı vardır.

SKKKAT soru setlerine öğrencilerin verdiği yanıtların tutarlılığı araştırıldığında sıvı içindeki cisme etkiyen kuvvetler soru seti haricinde sınıf düzeylerinde bir fark bulunamamıştır. Sıvı içindeki cisme etkiyen kuvvetler soru setinde tutarlı yanıt verme yönünden öğrencilerin sınıf düzeyleri arasında fark gözlenmiştir ($X^2 = 6,857$, $sd=2$, $p=.032$). Bu setin sorularında (1, 2 ve 4) öğrencilerden 6. sınıfa gidenler sorularda tutarlı olamamış ve yanlış yanıt vermişlerdir. 7 ve 8'lerde bu soruları aynı bilgi yapısıyla doğru olarak yanıtlayan ve yanıtlarında tutarlı olan öğrenciler daha fazladır. Bundan dolayı Hardy ve arkadaşları (2006), ilkokul öğrencilerine uyguladıkları öğretim programında çocukları cisimler suya daldırıldığında suyun cismi ittiğini keşfetmeye yönlendirmişlerdir. Araştırmacılar bu anlayışın kuvvetlerin daima çift olarak –etki ve tepkinin eşit ve zıt kuvvetleri- geldiğini kavramaya yardım edebileceğini belirtmişlerdir. Fen kavramlarını ilkokulda kavramış olmanın öğrencilere lisede sağlanacak olan öğrenme ortamından daha iyi yararlanmalarını sağladığını gösteren boylamsal çalışmalar yapılmasını da önermişlerdir. Kaldırma kuvveti ile cismin ağırlığı, batan kısmın hacmi ve yoğunluk arasındaki ilişki soru setlerinde öğrencilerin sınıf düzeyleri yükseldikçe tutarlı yanıt verme oranları artmakla birlikte tutarsız olarak nitelendirilen yanıtlarının aynı kaldığını görülmektedir. Apaydın (2014), kaldırma kuvvetine yönelik bilgi yapılarını incelediği çalışmada ortaokul öğrencilerinin hem kaldırma kuvveti-kütle hem de kaldırma kuvveti-batan hacim ilişkisine yönelik soru setlerinde tutarsız yanıtlar verdiklerini, bu yüzden parçacıklı bilgi yapısı teorisinin desteklendiğini rapor etmiştir. Farklı sınıf seviyesindeki ortaokul öğrencilerinin soru setlerindeki yanıtlarının incelendiği bu çalışmada da kaldırma kuvveti-batan hacim arasındaki ilişki bakımından öğrenci yanıtları tutarsızdır. Mevcut çalışmada Apaydın'ın (2014) kaldırma kuvvetinin kütle ile ilişkisi yerine ağırlık ve yoğunluk ile ilişkisi sorulmuştur ve bu soru setlerine verilen yanıtların tutarsız olduğu görülmüştür. Bu nedenle sıvı içindeki cisme etkiyen kuvvetler konusunda 6. sınıf öğrencilerin, kaldırma kuvveti ile ağırlık/batan hacim/yoğunluk konularında tüm öğrencilerin bilgi yapılarının parçalı olduğu ve bağlamdan etkilendiği fikri desteklenmiştir.

Öğrencilerin kaldırma kuvvetinin tanımlanmasında ağırlık, hacim ve yoğunluk kavramlarına dair hazır bulunuşluk düzeylerinin ilgili sorudaki yüksek doğru yanıt oranının, cevabı açıklama söz konusu olduğunda oldukça düşmesine neden olduğu düşünülmektedir. Kazanımlar dikkate alındığında ağırlık, hacim ve yoğunluk kavramlarının geçtiği 3, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10 numaralı sorularda bu durum özellikle gözlenmektedir. Üçüncü sorunun ilk bölümüne

doğru yanıt verme oranı yarı yarıya; 5. ve 6. sorularda öğrencilerin en az yarından fazlası ilk bölüme doğru yanıt verirken, doğru nedeni açıklayanların oranı en fazla %28 olmuştur. Yedinci soruda doğru seçeneği işaretleme oranı daha değişken iken (%29-72 arasında) doğru neden %7-28 arasında açıklanmıştır. Sekizinci soruda anlama oranı da yarından azdır (%11-20). Dokuzuncu soruda doğru seçenek öğrencilerin yarısından fazla veya tamamına yakınına işaretlenmişken doğru neden en fazla %18 oranında açıklanmıştır. Onuncu soruda ise öğrencilerin yarından fazlası doğru seçeneği işaretlemişken, doğru nedeni açıklayan öğrenci oranı yarıya yakın ya da yarı yarıyadır.

Kaldırma kuvveti konusunda önce kütle, ağırlık, hacim ve yoğunluk kavramlarının öğrenilmesi gerekmektedir (Güneş, Taştan Akdağ ve Güneş, 2016; Ünal ve Coştu, 2005). Öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeyi ve kavram yanlışları öğrenmelerini etkilemektedir (Güneş ve ark., 2016). Kaldırma kuvvetine etki eden ve etmeyen faktörlerin vurgulanması ve soyut kavram ve kuramlar için somut etkinlikler yapılmalıdır (Ünal ve Coştu, 2005). Bu amaçla animasyon, deney ve proje etkinliklerinden de yararlanılabilir (Güneş ve ark., 2016). Algodoo gibi sanal laboratuvar ortamlarında kaldırma kuvveti kanunları öğrenilebilir ve hipotezler test edilebilir (Hırça ve Bayrak, 2013).

8. sınıf Kuvvet ve Hareket ünitesi ile ilgili yapılan çalışmalar anlama ve yanlışların tespitine yönelik olup bunların giderilmesine yönelik az çalışma mevcuttur (Turan, 2012). Bu çalışmada ise gösteri deneyi ve anlatım yöntemleri kullanılmak suretiyle ortaokul öğrencilerinin sıvıların kaldırma kuvveti konusundaki kavramsal anlamaları araştırılmıştır. Ayrıca 6-8. sınıf öğrencileri için sıvıların kaldırma kuvveti kavramsal anlama testi geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Testin görünüş (face) ve içerik geçerliliği soruların önceki araştırmalardan seçilmesi ve sınıf etkinliklerinden sonra testin uygulanması sebebiyle öğrencilerin test sorularını anladıklarına kanaat getirilmesi sayesinde sağlanmıştır. Güvenirlilik analizi de gerçekleştirilen test, sıvıların kaldırma kuvvetine yönelik kavram yanlışlarını belirlemede kullanılabilecek bir ölçme aracıdır. Öğrencilerin kaldırma kuvvetine ilişkin anlamalarını belirlemede anlatım ve gösteri haricinde de yöntem ve teknik kullanılabilir, bu uygulamaların belirli sınıf düzeylerinde konunun öğrenilmesine katkısı araştırılabilir.

2015 programında kaldırma kuvveti konusu 8. sınıfta, basınç ise 7. sınıfta yer almaktadır. Şu andaki programda ise kaldırma kuvvetine hiç yer verilmezken basınç konusu bir üst sınıfa (8. sınıfa) dahil edilmiştir. Kaldırma kuvvetiyle alakalı kavramları aşamalılık açısından bir örnek üzerinden inceleyelim: Foundational Approach to Science Teaching (FAST) programı kaldırma kuvveti ünitesinde ortaokul öğrencilerine kavramları sırasıyla kütle, hacim, kütle ve hacim, cismin yoğunluğu, sıvının yoğunluğu ve bağıl yoğunluk halinde sunmaktadır (Paik, Song, Kim, & Ha, 2015). Ülkemizde 4. sınıfta itme-çekme kuvvetinden bahsedilmektedir. 6. sınıfta bileşke kuvvet kavramı geçmektedir. Hacim ve yoğunluk ise yine 6. sınıfın 4. ünitesi olan Madde ve Doğası'nda yer almaktadır. 7. sınıfta kütle-ağırlık konusunda öğrenciler bu kavramları öğrenmektedir. Şu an 8'de kuvvet konusunun devamı yoktur yerine basınç konusu vardır. Dolayısıyla bizde çocuklar erken yaşta kuvvet kavramıyla tanışmasına rağmen kütle konusu hacimden sonra verilmekte, hacim ise yoğunluk konusu içinde daha sonra işlenmektedir.

Bütüner ve Uzun (2011), fen ve teknoloji dersi öğretmenleriyle yaptığı çalışmada öğrencilerin matematik temelli sıkıntılarının en fazla kuvvet ve hareket ünitesinde yaşandığını ve öğrencilerin oran-orantı konusundaki bilgi eksikliğinin buna neden olduğunu tespit etmiştir.

Araştırmaya katılan öğretmenler her iki alanın paralel olarak yürütülmesini önermiştir. Nitekim 6. sınıf kuvvet-hareket ünitesi ilk dönem, oran-orantı ve birim dönüştürme konuları ikinci dönem verilmektedir. Cebesoy ve Yeniterzi'ye (2016) göre öğrencilerin matematik kavramlarındaki yetersizliği fenle ilgili anlamalarını etkileyebilir.

Biddulph ve Osborne (1984), Arşimet ilkesinin programdan çıkarılmasının yüzme-batma kavramını değersizleştirme eğilimini doğurduğunu belirtmiştir. Araştırmacılara göre çocuklar ağırlık ve hacim arasındaki ilişki gibi gayri resmi olarak önemli bilimsel kavramları geliştirmelerine yardımcı olan yüzen ve batan cisimler (yer değiştirme ve Arşimet İlkesi gibi daha gelişmiş fikirler hariç) hakkında temel düşüncelere sahiptir. Hatta Learning in Science Projesi ekibi yüzen ve batan cisimlerin ilköğretim için uygun bir konu olacağını önermiştir (Harlen & Osborne, 1983 aktaran Biddulph ve Osborne, 1984).

Kaldırma kuvveti ve basınç olmak üzere iki ana konudan oluşan Kuvvet ve Hareket ünitesi (Turan, 2012), programda sarmal olarak ilerlediğinden fiziğin temel alanlarından (Yerer ve Öner Armağan, 2015). Ortaöğretim 10. sınıf fizik dersi öğretim programında kaldırma kuvveti, basınç konusuyla birlikte aynı ünite içinde verilmektedir. Her çocuk tarafından deneyimlenen doğal bir olgu (fenomen) olan kaldırma kuvvetine dair açıklamaların, konunun en çok geçtiği anaokulu düzeyinde okul öncesi öğretmenliği öğrencileri için bile yetersiz ve eksik olması (Furlan & Fošnaric, 2014) sebeplerini sorgulamak yerine (Yerer ve Öner Armağan, 2015) öylesine kabul ettiğimiz bir kavramdır.

Bu çalışmada öğrencilerin sıvıların kaldırma kuvvetini kavrayacak düzeyde olduğu görülmüştür. Öğrencilerin konu için gerekli sarmal öğrenmeleri alt sınıf düzeylerinde görmeleri sebebiyle kaldırma kuvveti konusunun 8. sınıfta basınç konusunun devamında basınç kavramıyla ilişkilendirilerek verilmesi önerilmektedir. Zira sıvılarda basınç konusunda kaldırma kuvvetinin nasıl oluştuğu ifade edilmektedir.

KAYNAKÇA

- Akbulut, H. H. (2010). *Sıvıların kaldırma kuvveti ve yüzme kavramlarına yönelik probleme dayalı öğrenme uygulaması ve değerlendirilmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Akpınar, E. ve Ergin, Ö. (2007). İkili yerleşik öğrenme modeli ve fen öğretimi [Dual situated learning model and science teaching]. *İlköğretim Online [Elementary Education Online]*, 6(3), 390-396.
- Anagün, Ş. S. ve Duban, N. (2014). *Fen bilimleri öğretimi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Apaydın, Z. (2014). Ortaokul öğrencilerinin suyun kaldırma kuvvetine yönelik bilgi yapıları: görgüngübilimsel bir ilksel olarak yüzme. *Eğitim ve Bilim Dergisi*, 39(174), 402-424.
- Biddulph, F., & Osborne, R. (1984). Pupils' ideas about floating and sinking. *Research in Science Education*, 14, 114-124.
- Bunyamin, M. A. H. & Phang, F. A. (2012). Technological pedagogical and content knowledge among undergraduate education degree students at Universiti Teknologi Malaysia. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 56(2012), 432-440.
- Bütüner, S. Ö. ve Uzun, S. (2011). Fen öğretiminde karşılaşılan matematik temelli sıkıntılar: Fen ve teknoloji öğretmenlerinin tecrübelerinden yansımalar. *Kuramsal Eğitim Bilim*, 4(2), 262-272.

- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2010). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem A.
- Cebesoy, Ü. B. ve Yeniterzi, B. (2016). 7th grade students' mathematical difficulties in force and motion unit. *Turkish Journal of Education*, 5(1), 18-32.
- Çetinkaya, M. ve Taş, E. (2016). "Vücudumuzda Sistemler" ünitesine yönelik üç aşamalı kavram tanı testi geliştirilmesi. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 6(15), 317-330.
- Dayı, B. (2011). *Kaldırma kuvveti ve basınç konusundaki problemlerin çözümünde düşünce deneylerinin yeri*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Eryılmaz, A. ve Tatlı, A. (2000). ODTÜ öğrencilerinin mekanik konusundaki kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(18), 93-98.
- Furlan, P., & Fošnarič, S. (2014). Analiza razumevanja pojma plovnost v kontekstu njegovega prenosa od vzgojitelja na otroke [Analysis of understanding the concept of buoyancy in the context of its transfer from pre-school teachers to children]. *Journal of Elementary Education [Revija za Elementarno Izobraževanje]*, 7(1), 109-122.
- Güneş, T., Taştan Akdağ, F. ve Güneş, O. (2016). Lise öğrencilerinin sıvıların kaldırma kuvvetinin öğrenilmesine yönelik hazır bulunuşlukları ve kavram yanlışları. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 2(1), 20-32.
- Hardy, I., Jonen, A., Möller, K., & Stern, E. (2006) Effects of instructional support within constructivist learning environments for elementary school students' understanding of "floating and sinking". *Journal of Educational Psychology*, 98(2), 307-326.
- Hırça, N. ve Bayrak, N. (2013). Sanal fizik laboratuvarı ile üstün yeteneklilerin eğitimi: Kaldırma kuvveti konusu. *Genç Bilim İnsanı Eğitimi ve Üstün Zeka Dergisi*, 1(1), 16-20.
- Kaptan, F. (1999). *Fen bilgisi öğretimi*. İstanbul: Millî Eğitim Bakanlığı.
- Kahraman, F. ve Karataş, F. Ö. (2014). Yaşam temelli öğrenme yaklaşımıyla "sıvıların ve gazların kaldırma kuvveti" konusunun öğretimi. İ. Şahin ve diğerleri (Ed.). *International Conference on Education in Mathematics, Science & Technology (ICEMST2014) Proceeding Book* içinde (s. 561-571). Konya: Necmettin Erbakan University, Ahmet Kelesoglu Education Faculty. 20 Haziran 2020 tarihinde https://www.2014.icemst.com/ICEMST_Proceeding.pdf?rnd=217950368 adresinden erişildi.
- Karaçam, S. ve Gürsel, Ü. (2017). Lise öğrencilerinin sıvılarda kaldırma kuvveti kavramına yönelik görsel imgeleri ve imgenin kökleri. *Mehmet Akif Ersoy Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(41), 326-345.
- Karasar, N. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2015). *İlköğretim kurumları fen bilimleri dersi öğretim programı*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Özdener, N. (2005). Deneysel öğretim yöntemlerinde benzetişim (simulation) kullanımı. *The Turkish Online Journal of Education Technology*, 4(4), 93-98.

- Özsevgeç, T. ve Çepni, S. (2006). Farklı sınıflardaki öğrencilerin yüzme ve batma kavramlarını anlama düzeyleri. *Millî Eğitim*, (172), 297-311.
- Paik, S.-H., Song, G., Kim ve S. Ha, M. (2015), Developing a four-level learning progression and assessment for the concept of buoyancy. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(8): 4965-4986.
- Sınav Dergisi Yayınları. (2013). *Sekizinci sınıf fen ve teknoloji okula yardımcı konu anlatım- etkinlikler-testler*. Ankara: Sınav Dergisi Yayınları.
- Şahin, Ç. ve Çepni, S. (2011). “Yüzme- batma, kaldırma kuvveti ve basınç” kavramları ile ilgili iki aşamalı kavramsal yapılarıdaki farklılaşmayı belirleme testi geliştirilmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 8(1), 79-110.
- Tenenbaum, H. R., Rappolt-Schlichtmann, G., & Zanger, V. V. (2004). Children’s learning about water in a museum and in the classroom. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 40-58.
- TIMSS. (2007a). Açıklanan fen soruları 4. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Ölçme Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü. 6 Ocak 2021 tarihinde http://timss.meb.gov.tr/wp-content/uploads/2007_TR.rar adresinden erişildi.
- TIMSS. (2007b). Açıklanan fen soruları 8. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Ölçme Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü. 6 Ocak 2021 tarihinde http://timss.meb.gov.tr/wp-content/uploads/2007_TR.rar adresinden erişildi.
- Turan, G. (2012). *Sekizinci sınıf kuvvet hareket ünitesinin öğretiminde çalışma yapraklarının öğrencilerin başarılarına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Adıyaman Üniversitesi, Adıyaman.
- Ünal G. ve Ergin, Ö. (2006). Fen eğitimi ve modeller. *Millî Eğitim*, (171), 188-196.
- Ünal, S., & Coştu, B. (2005). Problematic issue for students: Does it sink or float? *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 6(1), 1-16.
- Yavuz, G. (2007). *Yapılandırmacılığa dayalı öğretimin ilköğretim 7. sınıf sıvıların kaldırma kuvveti konusunda öğrencilerin başarılarına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Yerer, H. ve Öner Armağan, F. (2015). Kuvvet ve Hareket ünitesindeki kavram yanlışlarının çalışma yaprakları ile belirlenmesi. *International Journal of Human Sciences*, 12(2), 858-880.
- Yıldız, A. ve Büyükkasap, E. (2006). Fizik öğrencilerinin kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışları ve öğretim elemanlarının bu konudaki tahminleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(30), 268-277.
- Yürümezoğlu, K. ve Oğuz, A. (2009). Hipotez tez sürecinde çocukların ve yetişkinlerin bilimsel düşünme eğilimleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36(36), 340-350.
- Zhang, J., Chen, Q., Sun, Y., & Reid, D. J. (2004). Triple scheme of learning support design for scientific discovery learning based on computer simulation: Experimental research. *Journal of Computer Assisted Learning*, 20(4), 269-282.

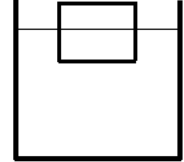
Ek 1. Öğrencilerin Sıvıların Kaldırma Kuvvetine İlişkin Kavramsal Anlamaları Testi

Sevgili öğrenciler,

Aşağıdaki sorular iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, soruların doğru cevabını seçeneklerden bularak işaretleyiniz. İkinci aşamada ise seçtiğiniz seçeneğin niçin doğru olduğunu düşündüğünüzü, "Çünkü" ile başlayan ikinci bölüme yazınız. 1., 2. ve 8. soruda sorulan sorular için düşüncelerinizi yazınız. Başarılar...

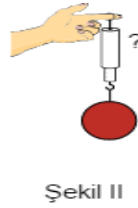
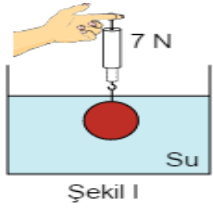
1. Kaldırma kuvveti denilince aklına ne geliyor? Açıklar mısın?

2. Şekilde, su içerisinde yüzmekte olan bir cisim görülmektedir. Bu cisim üzerine etki eden kuvvetler şekil üzerinde çiz. Nedenini açıkla.



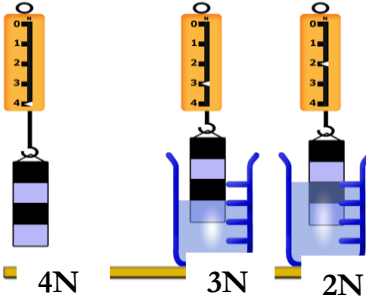
3. Yukarıdaki şekildeki su içerisinde yüzen cisme etki eden kuvvetler ile ilgili olarak verilenlerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Su tarafından cisme kaldırma kuvveti uygulanır.
B) Kaldırma kuvvetinin büyüklüğü cismin ağırlığından büyüktür.
 C) Kaldırma kuvvetinin büyüklüğü cismin ağırlığına eşittir.
 D) Kaldırma kuvvetinin büyüklüğü cismin ağırlığından küçüktür.
 Çünkü,



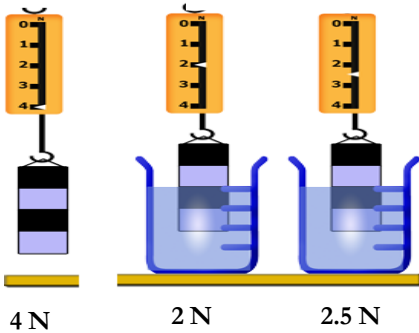
4. Şekildeki cismin ağırlığı su içerisinde 7 N ölçülmüştür. Aynı cisim suyun dışında ölçüldüğünde dinamometre kaç Newton'u gösterebilir?

- A) 4 B) 6 C) 7 **D) 8**
 Çünkü,



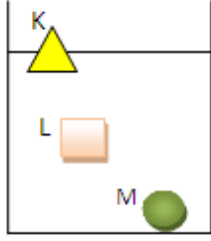
5. Şekilde eşit hacim bölmeli cisim, eşit miktarda sular içerisinde daldırılmıştır. Dinamometrelerde okunan değerler gösterilmiştir. Buna göre hangisi doğrudur?

- A) Kaldırma kuvveti cismin şekline bağlıdır.
 B) Kaldırma kuvveti sıvının cinsine bağlıdır.
C) Kaldırma kuvveti cismin sıvıya batan kısmının hacmine bağlıdır.
 D) Kaldırma kuvveti cismin ağırlığına bağlıdır.
 Çünkü,



6. Şekilde eşit hacim bölmeli cisim eşit miktarda su ve alkol içerisinde daldırılmıştır. Dinamometrelerde okunan değerler gösterilmiştir. Buna göre hangisi doğrudur.

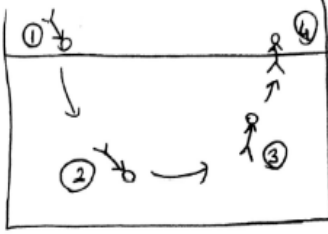
- A) Kaldırma kuvveti cismin hacmine bağlıdır.
B) Kaldırma kuvveti sıvıların cinsine bağlıdır.
 C) Kaldırma kuvveti sıvıların miktarına bağlıdır.
 D) Kaldırma kuvveti cismin ağırlığına bağlıdır.
 Çünkü,



7. Kütleleri eşit cisimlerden K yüzüyor, L askıda ve M cismi ise dibe batmış şekilde sıvı içerisinde dengededirler. K, L ve M cisimlerine etki eden kaldırma kuvvetleri arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisi gibi olur?

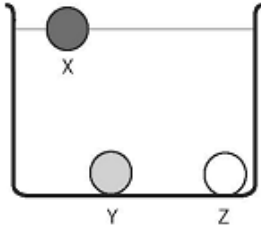
- A) $K > L > M$ B) $M = L > K$ C) $K = L = M$

Çünkü,



8. Bir dalgıcın deniz içerisinde yüzdüğü farklı konumlar şekilde numaralandırılmıştır. Buna göre 1, 2, 3 ve 4 konumlarında dalgıca etki eden kaldırma kuvvetlerini karşılaştır. Cevabının nedenini açıkla mısın?

Çünkü,



9. Türkan'ın aynı şekil ve büyüklükte ama farklı maddelerden yapılmış üç topu vardır. Türkan topları su dolu bir kabın içine koyduktan sonra X topunun yüzdüğünü fakat Y ve Z toplarının battığını gözlemliyor. **Y ve Z toplarına kıyasla X topunun ağırlığı** hakkında ne diyebilirsin?

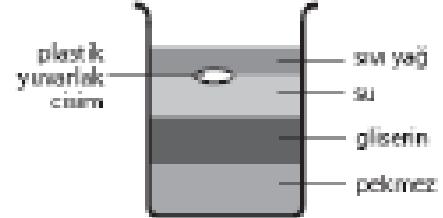
- A) **X topu Y ya da Z'den daha hafiftir.**
 B) X topu Y ya da Z'den daha ağırdır.
 C) X cismi Y'den daha hafif ve Z'den daha ağırdır.
 D) X topu Y'den daha ağır ve Z'den daha hafiftir.

Çünkü,

10. Volkan, boş bir kaba önce bir miktar pekmez koydu. Sonra bunun üzerine dikkatle bir miktar gliserin, daha sonra bir miktar su ve daha sonra da bir miktar sıvı yağ ekledi; kabta şekilde görülen tabakalar oluştu. Volkan bu kaba plastikten yapılmış yuvarlak bir cisim (disk) bıraktı. Kaptaki maddelerin yoğunluklarıyla ilgili aşağıdaki yargılardan hangisi doğrudur?

- A) Sıvı yağın yoğunluğu pekmezin yoğunluğundan fazladır.
 B) Plastik yoğunluğu sıvı yağın yoğunluğundan azdır.
C) Gliserinin yoğunluğu sıvı yağın yoğunluğundan fazladır.
 D) Pekmezin yoğunluğu suyun yoğunluğundan azdır.

Çünkü,



Ek 2. Öğrencilerin Yanıt Kategorileri

Öğrenci	Sınıfı	Soru 1	Soru 2	Soru 3	Soru 4	Soru 5	Soru 6	Soru 7	Soru 8	Soru 9	Soru 10	Toplam puan	1,2,4	3,7,9	5,8	6,10
1	8	13	13	15	15	15	13	13	3	13	1	114	1	1	2	2
2	8	3	13	1	15	8	13	5	0	1	1	60	2	2	2	2
3	8	0	0	5	13	13	13	8	8	8	15	83	2	2	2	1
4	8	3	2	1	7	7	1	1	2	8	3	35	2	2	2	2
5	8	3	13	1	8	8	13	5	2	8	1	62	2	2	2	2
6	8	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	150	1	1	1	1
7	8	13	13	3	8	13	15	15	3	7	8	98	2	2	2	2
8	8	13	13	5	15	8	13	5	13	13	3	101	1	2	2	2
9	8	2	2	1	15	13	7	7	0	1	1	48	2	2	2	2
10	8	2	8	3	15	1	5	3	0	5	5	47	2	2	2	2
11	8	13	13	15	15	15	15	15	8	8	15	130	1	2	2	1
12	8	0	13	4	15	8	8	4	0	5	0	57	2	2	2	2
13	8	13	13	15	15	15	15	15	8	13	15	137	1	1	1	1
14	8	8	8	3	15	13	13	4	13	8	15	100	2	2	1	1
15	8	13	13	13	15	13	13	8	15	5	15	123	1	2	1	1
16	8	13	8	15	15	15	15	15	3	8	15	122	2	2	2	1
17	8	8	13	4	15	3	13	4	13	7	3	83	2	2	2	2
18	7	2	0	3	7	3	3	3	2	3	3	29	2	2	2	2
19	7	13	13	1	15	7	5	7	3	1	5	70	1	2	2	2
20	7	15	13	3	8	3	13	3	8	7	3	76	2	2	2	2
21	7	3	2	1	15	3	7	1	2	7	15	50	2	2	2	2
22	7	8	2	1	5	5	1	1	2	1	1	27	2	2	2	2
23	7	8	2	13	15	3	3	1	2	3	0	50	2	2	2	2
24	7	8	2	3	8	3	13	4	2	7	15	65	2	2	2	1
25	7	3	13	1	13	3	5	1	2	8	5	54	2	2	2	2
26	7	13	13	7	15	15	8	3	3	8	11	96	1	2	2	2
27	7	8	15	5	15	13	15	13	13	15	11	123	2	2	1	1
28	7	13	0	9	9	5	1	1	0	5	5	48	2	2	2	2
29	7	13	0	3	3	3	5	3	3	3	5	41	2	2	2	2
30	7	15	13	15	15	8	7	15	13	8	13	122	1	2	2	2
31	7	15	13	15	15	15	3	15	15	15	15	136	1	1	1	2
32	7	15	15	15	15	15	13	15	13	13	15	144	1	1	1	1
33	7	13	15	15	15	3	13	4	15	8	15	116	1	2	2	1
34	6	3	13	7	13	5	13	7	13	8	15	94	2	2	2	1
35	6	2	8	7	13	1	1	5	2	5	5	49	2	2	2	2
36	6	8	3	3	13	8	8	13	15	8	13	92	2	2	2	2
37	6	0	0	3	13	5	1	3	3	3	3	34	2	2	2	2
38	6	8	2	1	15	5	1	7	13	7	0	59	2	2	2	2
39	6	8	8	7	15	3	3	7	3	5	15	74	2	2	2	2
40	6	2	8	3	13	3	15	3	3	13	15	78	2	2	2	1
41	6	3	13	13	15	7	3	3	2	7	13	79	2	2	2	2
42	6	2	8	7	8	3	8	8	3	8	13	68	2	2	2	2
43	6	2	8	4	13	5	5	8	13	7	7	72	2	2	2	2
44	6	3	13	4	7	5	5	3	3	8	5	56	2	2	2	2
45	6	2	8	3	13	7	8	1	8	7	3	60	2	2	2	2
46	6	8	15	13	15	13	15	15	15	13	15	137	2	1	1	1
47	6	13	13	7	8	5	5	3	8	8	15	85	2	2	2	2