

## Bilimsel Süreç Becerilerine Dayalı Laboratuvar Uygulamalarının Öğretmen Adaylarının Kavramsal Anlamalarına Etkisi: Kaldırma Kuvveti Örneği<sup>1</sup>

### The Effects of Laboratory Practices Based on Scientific Process Skills on Prospective Science Teachers' Conceptual Understanding: The Example of Buoyancy Force

Çiğdem ŞAHİN ÇAKIR<sup>2</sup>, Fethiye KARSLI BAYDERE<sup>3</sup>

#### Makale Hakkında

Gönd. Tarihi: 03.06.2021  
Kabul Tarihi: 26.03.2022  
Yayın Tarihi: 01.05.2022

#### Anahtar Kelimeler

Bilimsel Süreç Becerileri  
Kaldırma Kuvveti  
Kavramsal Anlama  
Kavram Karikatürü  
Kavram Haritası

#### Özet

Bu çalışmanın amacı, fen bilgisi öğretmen adaylarının kaldırma kuvveti kavramını anlamalarına bilimsel süreç becerilerine dayalı laboratuvar uygulamalarının etkisini incelemektir. Araştırma deneysel araştırma yöntemlerinden ön test- son test tek deney gruplu zayıf deneysel desene göre yürütülmüştür. Araştırmanın örneklemini Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki bir üniversitenin eğitim fakültesinde fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıfta öğrenim gören toplam 34 öğretmen adayı ( $N_{kadın} = 22$ ,  $N_{erkek} = 12$ ) oluşturmaktadır. Araştırmada veri toplamak için kaldırma kuvveti ile ilgili kavram yanlışlarına yönelik olarak araştırmacılar tarafından hazırlanan kavram karikatürleri ve öğretmen adaylarının kaldırma kuvvetine yönelik çizdikleri kavram haritaları kullanılmıştır. Bilimsel süreç becerilerine dayalı laboratuvar uygulamalarından önce ve sonra olmak üzere öğretmen adaylarına kavram karikatürleri uygulanmış ve öğretmen adaylarından kaldırma kuvveti ile ilgili kavram haritası çizmeleri istenmiştir. Kavram karikatürlerinden elde edilen veriler betimsel olarak analiz edilirken, kavram haritasından elde edilen veriler içeriksel olarak analiz edilmiştir. Verilerin geçerliğini sağlamak için araştırmacılar verileri defalarca okuyup birlikte tartışarak verileri kodlamışlardır. Ayrıca öğretmen adaylarının ifadelerinden ve çizimlerinden alıntılar sunulmuştur. Araştırmada bilimsel süreç becerilerine dayalı laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının kaldırma kuvveti kavramını anlamalarına olumlu yönde etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

#### Abstract

The aim of this study was to examine the effect of laboratory practices based on science process skills on prospective science teachers' conceptual understanding of the buoyancy force. This study was carried out according to pre- experimental method with a single experimental group pretest-posttest, one of the experimental research methods. The sample of this study consisted of 34 prospective science teachers ( $N_{female} = 22$ ;  $N_{male} = 12$ ) studying in the third grade of science teaching at the education faculty of a university in the Eastern Black Sea Region. Concept cartoons and concept maps were used as data collection tools. Concept cartoons were prepared by the researchers for determining prospective science teachers' misconceptions about buoyancy force and the concept maps were drawn by the prospective science teachers. Concept cartoons were applied to prospective science teachers before and after laboratory practices based on science process skills, and they were asked to draw a concept map related to buoyancy force. While the data obtained from the concept cartoons were analyzed descriptively, the data obtained from the concept map were analyzed through content analysis. To ensure the validity of the data, the researchers encoded the data by reading the data over and over and discussing it together. In addition, quotations from the statements and drawings of the prospective science teachers were presented. In the study, it was concluded that laboratory practices based on science process skills had a positive effect on prospective science teachers' conceptual understanding of the buoyancy force.

#### Key Words

Science Process Skills  
Buoyancy Force  
Conceptual  
Understanding  
Concept Cartoon  
Concept Map

#### Atf için: For Citation

Şahin Çakır, Ç. & Karşlı Baydere, F. (2022). Bilimsel süreç becerilerine dayalı laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarına etkisi: Kaldırma kuvveti örneği. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi [MSKU Journal of Education]*, 9(1), 172-195. DOI: 10.21666/muefd.947304

<sup>1</sup> Bu makale 2. Uluslararası Sosyal Bilimler Sempozyumu'nda bildiri olarak sunulmuştur.

<sup>2</sup> 1. Giresun Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, hcsahin38@gmail.com ORCID No: 0000-0001-7041-3773

<sup>3</sup> 2. Giresun Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, fethiyekarsli28@gmail.com ORCID No: 0000-0003-0994-0974

Laboratuvar deneyimleriyle oluşması beklenen temel bileşenlerin başında yaparak yaşayarak öğrenme, bilimsel süreç becerileri ve problem çözme becerileri gelmektedir (Hofstein ve Lunetta, 2004). Bu nedenle, laboratuvar etkinlikleri, öğrencilerin bilimsel bilgiye ulaşma yollarını öğrenme becerileri olarak bilinen bilimsel süreç becerilerini geliştirmelerine ve bu süreçleri etkin bir şekilde kullanarak aktif öğrenmelerine olanak sağlamalıdır (Taylor, Rogers, ve Veal, 2009). Ayrıca, bilimsel süreç becerilerine dayalı laboratuvar etkinlikleri, öğrencilere bilimsel kavramları anlamlandırma, bilimsel düşünme becerisi kazandırma ve sınıfta akranları ile fikirlerini nasıl test edeceklerini öğrenme fırsatı da sunar (Hofstein ve Lunetta, 2004). Bilimsel bilgi bir bilginin elde edilme süreci anlaşılmadan geliştirilemez (Duschl, Schweingruber ve Shouse, 2007). Geleneksel fen sınıflarında, öğrencilerde fen kavramlarının öğretilmesi genellikle bilimsel süreç becerilerinin gelişiminden ayrı tutulmaktadır. Aksine, bilimsel süreç becerileri, bilimsel bilginin öğretilme sürecinde kullanılan bir araç olmalıdır. Ambarsari, Santosa ve Maridi (2013), bir öğrencinin bilgiye ulaşma yollarını öğrenerek edindiği bilgiyi başkalarını dinleyerek ya da okuyarak elde ettiği bilgilerden daha uzun süre ve kolaylıkla hatırlayacağını savunmaktadırlar. Aktif öğrenmeye odaklanan bilimsel süreç becerilerine dayalı fen eğitimi, öğrencilerin bilime olan ilgisini de artırır (Metz, 2008). Öğrenme sürecine bir dizi bilimsel süreç becerisini entegre eden bir öğrenme süreci yoluyla, öğrencilerin deneyim kazanmalarına ve nispeten çeşitli öğrenmelerin daha anlamlı ve kalıcı olmasına izin verilir (Wilke ve Straits, 2005). Bununla ilgili olarak Wilke ve Straits (2005)'in açıkladığı gibi, bilimsel araştırmalar ve deneyler tipik olarak bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesinin ve kavramsal anlamının artmasının birincil kaynağı olarak hizmet eder ve bu amaç için kullanılır. Sukarno Permanasari, Hamidah ve Widodo (2013) ayrıca fen eğitiminde bilimsel süreç becerilerinin öğrencilerin gelecekteki yaşamlarında onlar için çok önemli bir beceri olduğunu belirtmektedir. Çünkü bilimsel süreç becerileri herkesin deneysel yöntemler ve bilimsel düşünme yoluyla etrafındaki dünyayı anlamasına yardımcı olur. Bilimsel süreç becerilerine dayalı olarak öğretim şeklinin rutin kullanımı hem çocuklara hem de yetişkinlere becerilerini uygulama ve iyileştirme konusunda çok sayıda fırsat sunarak, onlara gelecekte kendi başlarına daha gelişmiş sorgulama teknikleri veya araştırmalar yürütmek için sağlam bir temel de oluşturur (Wilke ve Straits, 2005). Bilimsel süreç becerileri, bilişsel, duyuşsal ve psikomotor yönleri geliştirmek için doğrudan bir uygulamadır. Buna ek olarak, bilimsel süreç becerileri, öğrenme süreci boyunca motor beceriler ve motor aktivite yoluyla öğrencilerin yaratıcılığını da artırabilmektedir. Aktamış ve Ergin (2007) ve Yıldız ve Yıldız (2021) araştırmalarında bilimsel süreç becerileri ve bilimsel yaratıcılık arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Aktamış (2007), bilimsel süreç becerilerine yönelik eğitim almış öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarının arttığını tespit etmiştir. Karşlı-Baydere ve Şahin-Çakır (2019) araştırmalarında laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri öz-yeterlik inancına olumlu etkisinin olduğunu belirlemişlerdir. Bilimsel süreç becerisine sahip olmanın, öğrencilerin insanlık için faydalı şeyler bulabilmelerinde, bilgiyi işleyebilmeleri için diğer becerilerin gelişmesini yönlendirebileceği belirtilmektedir (Cotabish, Dailey, Robinson ve Hughes, 2013). Ayrıca 2018 Fen bilimleri dersi öğretim programı da bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesinde en büyük paydaya sahiptir (Evren Yapıcıoğlu, 2021). Öğrencilerin bilimsel araştırmaları etkili ve verimli bir şekilde yürütme becerilerini geliştirirken fen içeriğini geliştirme, pekiştirme veya öğrenmelerine olanak tanınması açısından bilimsel süreç becerileri, önemli ve güçlü bir araç olarak değerlendirilmektedir (Wilke ve Straits, 2005). Bu nedenlerle bilimsel süreç becerilerine ilişkin teorik ve pratik farkındalığı yüksek öğretmenlere ihtiyaç duyulmaktadır. Öte yandan öğretmen adaylarının (Chabalengula, Mumba ve Mbewe, 2012; Farsakoğlu, Şahin ve Karşlı, 2012; Karşlı, Yaman ve Ayas, 2010) ve öğretmenlerin (Karşlı, Şahin ve Ayas, 2009) bilimsel süreç becerilerine ilişkin sınırlı kavramsal anlayışa sahip oldukları belirlenmiştir. Bu nedenle, fen bilimleri dersi öğretim programını gelecekte uygulayacak olan öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine dayalı öğrenme ortamlarında deneyim kazanmalarına, bilimsel süreç becerilerine dayalı öğretim materyallerinin geliştirilmesine ve bu ortamların öğrencilerin kavramları anlama seviyelerine etkilerini incelemek çok önemlidir.

Bilimsel süreç becerilerini geliştirmenin iki yolu vardır. Bunlar ya sadece bilimsel süreç becerilerini öğretmek ya da doğrudan bilimsel süreç becerilerini içerik bilgisine entegre ederek yapılabilir (Karşlı-Baydere, Ayas ve Çalık, 2020). İlki, öğrencilerin bilimsel bilgiye nasıl ulaşıldığının yol ve yöntemlerini öğrenmelerine yardımcı olmak için kullanılabilir. İkincisi ise bireylerin doğal dünyanın bilgi ve açıklamalarını yapabilmesi ve gerçek yaşam problemlerine çözüm sunabilmesi için bilimsel süreç becerilerini bilimsel içerik bilgisine entegre eder ve bu şekilde etkinlik temelli aktif öğrenmenin gücünü

kullanır. İkinci yaklaşımda fen deneyleri/etkinlikleri fen kavramlarını öğretirken bilimsel süreç becerilerini kullanır. Örneğin, öğrenciler sıvının yoğunluğunun kaldırma kuvvetini nasıl etkilediğini test ederken, hipotez kuracak, değişkenleri belirleyip tanımlayacak, deneyler yapacak, gözlem yapacak, ölçüm yapacak, veri toplayıp kaydedecek ve yorumlayacak, sayılar arası ilişki kuracak ve sınıflama yapacak, çıkarımda bulunacak ve sonuç çıkaracaklar. Nitekim bu uygulamalara katılan öğrenciler ele alınan fen kavramlarını daha iyi anlamlandırabilir ve bilimsel açıklamalar getirebilir (Michaels, Shouse ve Schweingruber, 2008). Öğrenciler bu süreçte bütün adımları bireysel ya da grup eşliğinde yaparak ve deneyimleyerek hem bilimsel süreç becerilerini geliştirecekler hem de kaldırma kuvvetine yoğunluğun etki ettiği bilgisini yaparak yaşayarak öğreneceklerdir. Literatürde, bilimsel süreç becerileri ve içerik bilgisini konunun ve konu içeriğinin daha iyi anlaşılmasını sağlaması, öğrenmeyi kolaylaştırması ve öğrencilerin kendi öğrenmelerinde sorumluluk almalarını desteklemesi nedenleriyle entegre etme fikri desteklenmektedir (Colley, 2006; Karşı-Baydere vd., 2020; Scharmman, 1989; Yıldırım, Çalik ve Özmen, 2016). Bu nedenle bu çalışmada kaldırma kuvveti konusu öğretilirken bilimsel süreç becerileri ve içerik bilgisi entegrasyonundan oluşan bilimsel süreç becerilerine dayalı laboratuvar uygulamaları kullanılmıştır.

Fen eğitiminde öğrencilerin anlamakta zorlandıkları soyut fen kavramlarından birisi de kaldırma kuvveti kavramıdır (She, 2002; Smith, Carey ve Wiser, 1985). Çocuklar kaldırma kuvvetinin temellerini oluşturan yüzme ve batma kavramlarıyla ilgili ilk deneyimlerini küçük yaşlarda edinmektedirler. Üç yaşındaki çocuklar suya bırakılan farklı maddelere ne olacağını, onların yoğunluk kavramlarına herhangi bir anlam yüklemeksizin tahmin edebilmektedirler (Kohn, 1993). Kaldırma kuvveti hiyerarşik yapıda bir kavramdır. Hiyerarşik yapıdaki kavramların anlaşılmasında temel kavramların iyi anlamlandırılması ve kavramlar arasında ilişkilerin kurulması önemli olmaktadır (She, 2002; Şahin, 2010). Çünkü sonraki öğrenilecek daha karmaşık kavramlar önceki öğrenmenin ne derece anlamlı yapıldığına bağlı olarak daha ustaca ve etkili bir şekilde öğrenilebilir. Kaldırma kuvveti kavramını öğrencilerin anlamlandırabilmeleri için; batan hacim, sıvının yoğunluğu, yer çekimi ivmesi ve taşan sıvının ağırlığı kavramları arasındaki ilişkilendirmeleri yapmaları gerekmektedir. Öğrenciler kavramlar arası ilişkileri kuramadıklarında ise kaldırma kuvveti ile ilgili çeşitli kavram yanılgıları oluşturabilmektedirler (Besson, 2004; Hardy, Jonen, Möller ve Stern, 2006; Joung, 2009; Kiray, Aktan, Kaynar, Kilinc & Gorkemli, 2015; Macaroğlu-Akgül ve Şentürk, 2001; McGregor ve Gunter, 2006; Minogue ve Borland, 2016; Moore ve Harrison, 2007; Ozkan ve Selcuk, 2015; Potvin ve Cyr, 2017; Reid, Zhang ve Chen, 2003; Rowell ve Dawson, 1977; Şahin, 2010; Şahin ve Çepni, 2012; Ünal & Coştu, 2005; Zhang, Chen, Sun ve Reid, 2004). Soyut işlemler döneminde olan öğrenciler bile kaldırma kuvvetini öğrenmekte güçlük çekmektedirler. Öğrencilerin kaldırma kuvveti kavramını öğrenmede güçlük çekmelerinin nedenlerinden birisi, öğrencilerin ağırlık ile hacim kavramlarını karıştırmalarından kaynaklanmaktadır (Piaget, 1930, aktaran: Karaçam & Gürsel, 2017). Özsevgeç ve Çepni (2006), ilköğretim ikinci kademe 7-8. ve 10-11.sınıflarda öğrenim gören öğrencilerin “yüzme- batma” kavramlarını sadece “ağırlık” kavramıyla açıkladıklarını, “ağırlık, kütle ve yoğunluk” kavramlarında karmaşa yaşadıklarını ve “kütle-hacim-yoğunluk-kaldırma kuvveti” ilişkisini kuramadıklarını belirlemiştir. Karaçam ve Gürsel (2017), lise öğrencilerinin sınıflarda kaldırma kuvveti kavramına yönelik görsel imgeleri ve imgenin kökenlerini araştırmışlardır. Araştırmada öğrencilerin kaldırma kuvveti kavramı ile ilgili günlük yaşamdan ve deneyimden uzak ders ve test kitabı gibi kaynaklardan olduğu gibi kopyaladıkları ve düzgün geometrik şekillerin yer aldığı basmakaalıp imgelere daha fazla sahip oldukları bulunmuştur. Şahin ve Çepni (2012), sekizinci sınıf öğrencilerinin kaldırma kuvvetini öğrenmesine 5E modeline entegre edilmiş farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin etkisini araştırmışlardır. Yaşar ve Baran (2020), oyunlarla desteklenmiş TGA (Tahmin Et-Gözle -Açıkla) tekniğine dayalı etkinliklerin lise 10. sınıf öğrencilerinin fizik dersi basınç ve kaldırma kuvveti ünitesindeki başarılarına etkisini incelemiştirler. Kaldırma kuvveti kavramını geliştirmede ve öğrenmede Butts, Hofman ve Anderson (1993) beş ve altı yaş çocuklarında, Ünal (2008) sekizinci sınıf öğrencilerinde uygulamalı aktivitelerin (hands on), Güneş (2002) yedinci sınıf öğrencilerinde çoklu zeka kuramının etkilerini, Havu-Nuutinen (2005) sosyal yapılandırıcılık bağlamında grup tartışması ve öğretmen-öğrenci etkileşiminin altı yaş çocukların yüzme batma kavramlarıyla ilgili kavramsal değişimlerine etkisini, Akbulut (2010) probleme dayalı öğretimin sekizinci sınıf öğrencilerinin kaldırma kuvveti konusunda başarılarına etkisini, Yavuz (2007) yapılandırıcılığa dayalı öğretimin yedinci sınıf öğrencilerinin kaldırma kuvveti konusunda başarılarına etkisini, Yıldırım (2012) rehberli sorgulama yaklaşımının sekizinci sınıf öğrencilerinin kaldırma kuvveti ile ilgili kavramsal değişimlerine ve

bilimsel süreç becerilerine etkisini, Minogue ve Borland (2016) dokunma ile desteklenmiş simülasyonların (haptic feedback) üniversite öğrencilerinin kaldırma kuvveti ile ilgili kavram yanlışlarının giderilmesine etkisini, Çepni, Şahin ve İpek (2010) sekizinci sınıf öğrencilerinin yüzme ve batma kavramlarıyla ilgili ve Şahin ve Çepni (2012) kaldırma kuvveti kavramlarıyla ilgili kavram yanlışlarının giderilmesine 5E modeline entegre edilmiş kavramsal değişim metni, animasyon, Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) etkinliği gibi farklı kavramsal değişim yöntem ve tekniklerinin etkisini, Özkan ve Sezgin-Selçuk (2015) sekizinci sınıf öğrencilerin kaldırma kuvveti kavramını anlamalarına teknoloji destekli kavramsal değişim metinlerinin etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmalardan da anlaşıldığı gibi kaldırma kuvveti ile ilgili farklı öğrenme yaklaşımlarının etkilerine yönelik ya küçük çocuklara ya da yedi ve sekizinci sınıf öğrencilerine yönelik çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Aslında bu yaştaki çocukların gelecekte öğreticisi olacak olan öğretmen adaylarına yönelik daha fazla sayıda araştırmaların yapılması gerekmektedir. Ayrıca literatürde farklı araştırmacılar tarafından kaldırma kuvveti ve bu kavramlarla ilgili diğer kavramların öğretiminde çeşitli öğretim yaklaşımlarının kullanılması konusunda öneriler sunulmuştur. Örneğin, Yin, Tomita ve Shavelson (2008), “yüzme ve batma” kavramlarını öğretmek amaçlı TGA tekniğine yönelik etkinliklerin kullanılmasını önermişlerdir. McGregor ve Gunter (2006), yüzme, batma, yoğunluk ve kaldırma kuvveti terimlerinin öğretilmesinde, dinamik soru soran ve etkileşimli öğrenmeyi sağlayan, daha çok tahmin fırsatı veren, yansıtıcı düşünmeye teşvik eden, bilimsel mücadelede olası ve gerçek çözümler üretebilmek için muhakeme yapmayı gerektiren bir öğretim stratejisi önermiştir. Loverude, Kauts ve Heron (2003), öğrencilerin kaldırma kuvveti ve yüzme-batma kavramlarına yönelik kavram yanlışlarının olmasının nedeni olarak geleneksel öğretim yöntemlerine işaret etmişlerdir. Loverude ve diğerleri (2003) geleneksel öğretimle öğrenim gören öğrencilerin bazı cisimlerin sıvı içerisinde yüzme ve batma davranışlarını tahmin edemediklerini, sıvı yüzeyinde yüzen, sıvıda askıda kalan veya batan cisimlere uygulanan kuvvetleri ve bu kuvvetlerin büyüklüğünü etkileyen faktörleri açıklayamadıklarını belirtmişlerdir.

Bu çalışmalardan da anlaşıldığı üzere kaldırma kuvveti konusu öğretilirken daha çok öğrenci merkezli yöntem ve tekniklerden faydalanılması, kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olmaktadır. Ancak yapılan araştırmalar arasında bilimsel süreç becerileri ve içerik bilgisi entegrasyonundan oluşan bilimsel süreç becerilerine dayalı laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin kavramsal anlamalarını inceleyen bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bilimsel süreç becerileri ve içerik bilgisi entegrasyonunun, konu içeriğinin daha iyi anlaşılmasını sağlaması, öğrenmeyi kolaylaştırması ve öğrencilerin kendi öğrenmelerinde sorumluluk almalarını desteklediği dikkate alındığında (Colley, 2006; Karlı-Baydere vd., 2020; Scharmann, 1989; Yıldırım, Çalik ve Özmen, 2016; Wilke ve Straits, 2005), kaldırma kuvveti kavramının öğretilmesinde bilimsel süreç becerileri ve içerik bilgisi entegrasyonunda oluşan uygulamaların yapılmasının, literatürdeki bu eksikliği dolduracağına inanılmaktadır. Mevcut araştırmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının kaldırma kuvveti kavramını anlamalarına bilimsel süreç becerilerine dayalı laboratuvar uygulamalarının etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda bilimsel süreç becerileri (BSB)’ne dayalı laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin kaldırma kuvveti kavramını anlamalarına etkisinin araştırılmasının literatüre katkı sağlayacağına inanılmaktadır.

## Yöntem

Araştırma deneysel araştırma yöntemlerinden ön test- son test tek deney gruplu zayıf deneysel desene göre yürütülmüştür. Zayıf deneysel desen, deneysel yöntemin adımlarını içermektedir. Ancak müdahale edilmeyen kontrol grubu ile karşılaştırma yapılamamaktadır (Cohen, Manion & Morrison 2000). Özmen (2019) tek deney gruplu ön test son test desenini deneme öncesi deneysel desenler (pre-experimental) şeklinde ele almıştır. Bu kapsamda araştırmada ön test son test uygulanmasına rağmen kontrol grubu olmaması ve müdahalenin etkisinin tek bir deney grubu üzerinde incelenmesi nedeniyle deneme modellerinden zayıf deneysel desen benimsenmiştir. Zayıf deneysel desenin tek grup üzerinden yürütülmesi, iç geçerlik için bir tehdit olarak görülmektedir (Özmen, 2019). Ancak bu araştırmada deneysel müdahalenin etkisi öğretmen adaylarının kavram karikatürü sorularında, karakterlerden kimin konuşmasına katıldığını nedenleriyle açıklamaları ve kavram haritası çizimleriyle detaylı bir şekilde incelendiğinden iç geçerlik sorununun ortadan kalktığı düşünülmektedir.

Araştırma süresinde bilimsel araştırma ve yayın etiği kurallarına uyulmuştur. Araştırma verileri 2020 yılı öncesinde toplandığı için araştırma için etik kurul belgesi alınmamıştır.

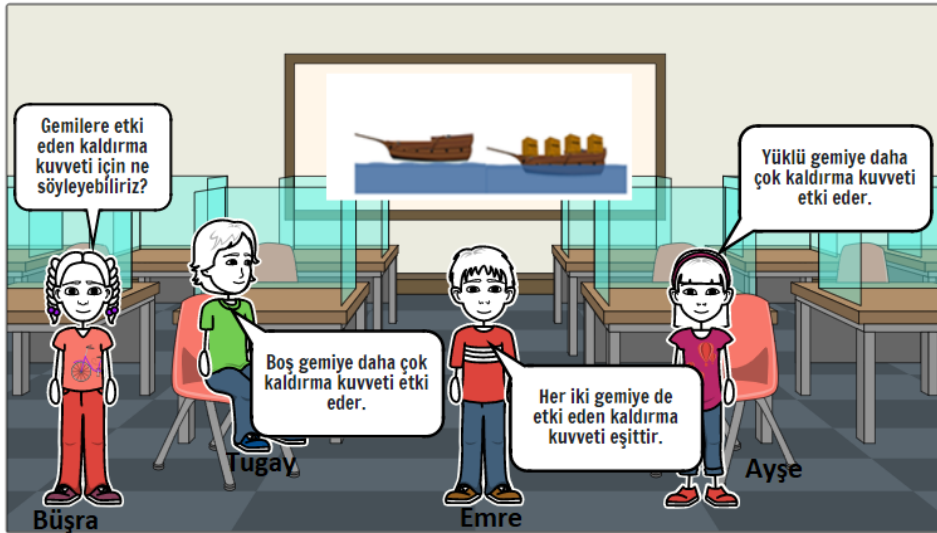


## Örneklem

Araştırmanın örneklemini Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki bir üniversitenin eğitim fakültesinde fen bilgisi öğretmenliği üçüncü sınıfında öğrenim gören toplam 34 öğretmen adayı ( $N_{kadın}=22$ ,  $N_{erkek}=12$ ) oluşturmaktadır. Örneklem, amaçlı örneklem belirleme yöntemlerinden birisi olan kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemine göre belirlenmiştir. Bilimsel araştırmalarda bir konuyu etraflıca incelemek ve derinlemesine bilgi almak istenildiğinde kolay ulaşılabilir ve gönüllü katılımcılarla çalışmak uygundur (Fraenkel, Wallen ve Hyun, 2012, aktaran: Karamustafaoğlu & Aksoy, 2020). Bu araştırmada da örneklem grubunu oluşturan katılımcıların belirlenmesinde, birinci araştırmacı tarafından yürütülen BSB'ye dayalı laboratuvar yaklaşımının uygulandığı "fen öğretimi ve laboratuvar uygulamaları I" dersini alıyor olmaları ve araştırmaya gönüllü olarak katılmaları etkili olmuştur.

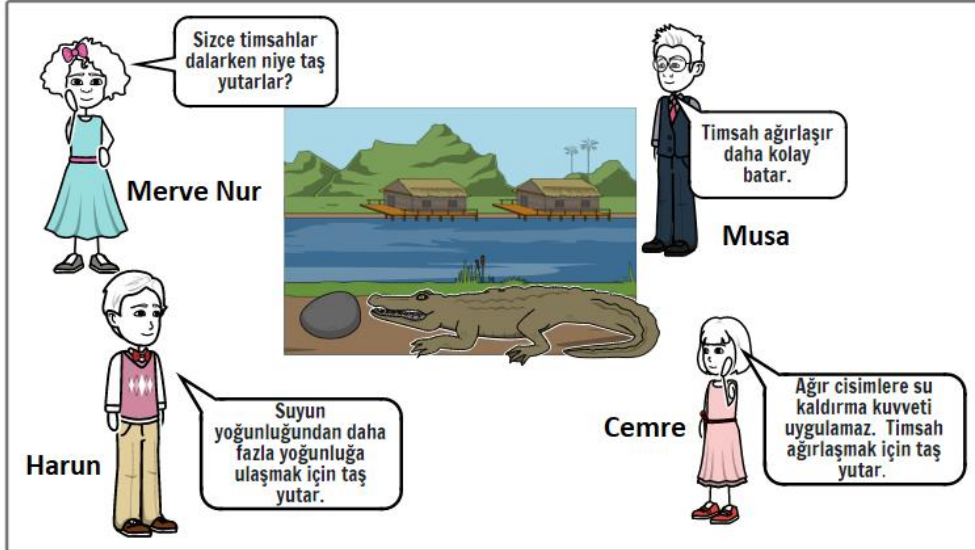
## Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplamak için kaldırma kuvveti ile ilgili kavram yanlışlarına yönelik olarak araştırmacılar tarafından hazırlanan 6 tane kavram karikatürü sorusu ve öğretmen adaylarının kaldırma kuvvetine yönelik çizdikleri kavram haritaları kullanılmıştır. Kavram karikatürleri öğrencilerin kavram hakkındaki yanlışlarını sorgulayarak ve düşüncelerini sağlayarak onların düşüncelerinin gerekçelerini ortaya çıkarmak (Keogh & Naylor, 1996; Stephenson & Warwick, 2002; Keogh, Naylor & Downing, 2003; Kabapınar, 2005), öğrencilerin bilgileri yapılandırma sürecinde var olan bilgilerini ortaya çıkarmak (Keogh & Naylor, 1999) ve kavram yanlışlarını belirlemek amaçlı kullanılmaktadır (Arıkurt, 2014; Serttaş, & Yenilmez Türkoğlu, 2020; Şahin & Çepni, 2020). Kavram karikatürleri hazırlanırken kaldırma kuvveti ile ilgili literatürde tespit edilen kavram yanlışları (Besson, 2004; Hardy, Jonen, Möller ve Stern, 2006; Joung, 2009; Kiray, Aktan, Kaynar, Kilinc & Gorkemli, 2015; Macaroğlu-Akgül ve Şentürk, 2001; McGregor ve Gunter, 2006; Moore ve Harrison, 2007; Reid, Zhang ve Chen, 2003; Rowell ve Dawson, 1977; Şahin, 2010; Şahin ve Çepni, 2012; Ünal & Coştu, 2005; Zhang, Chen, Sun ve Reid, 2004) dikkate alınmıştır. Kavram karikatürleri StoryboardThat uygulamasında hazırlanmıştır. Araştırmada kullanılan birinci kavram karikatüründe suda batan hacim ve kaldırma kuvveti ilişkisi ele alınmış olup, yüklü ve boş bir gemiye denizin uyguladığı kaldırma kuvveti ile ilgili öğretmen adaylarının görüşlerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Birinci kavram karikatürü Şekil 1'de sunulmuştur:



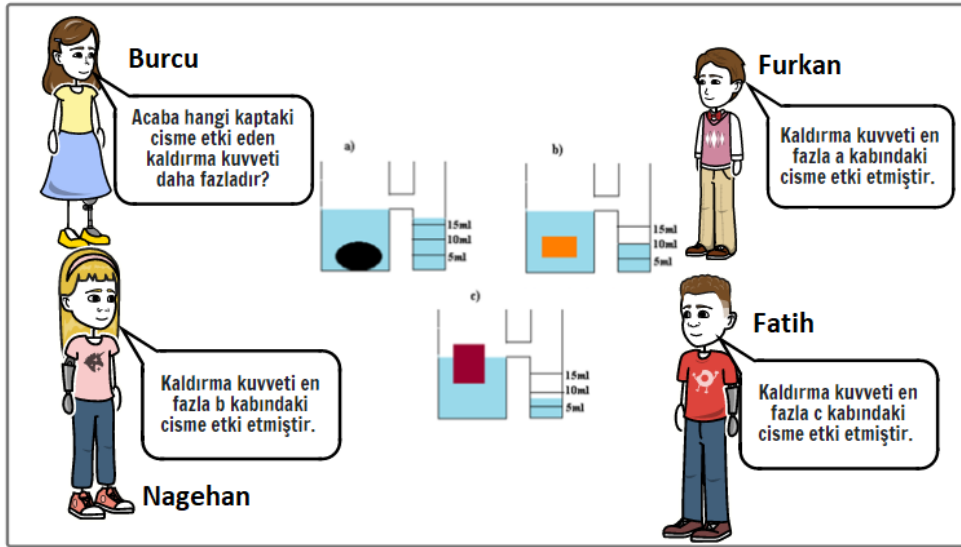
Şekil 1. Suda batan hacim ve kaldırma kuvveti ilişkisi kavram karikatürü

İkinci kavram karikatüründe ağırlık, kütle, hacim, yoğunluk ve kaldırma kuvveti ilişkisine yönelik olarak timsahların suya dalarken taş yutma sebepleri ile ilgili bir durum ele alınmıştır. Bu kavram karikatüründe öğretmen adaylarının ağırlık, kütle, hacim, yoğunluk ve kaldırma kuvveti kavramları arasındaki ilişkiye yönelik görüşlerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. İkinci kavram karikatürü Şekil 2'de sunulmuştur:



Şekil 2. Ağırlık, kütle, hacim, yoğunluk ve kaldırma kuvveti ilişkisine yönelik kavram karikatürü

Üçüncü kavram karikatüründe batan hacim, taşan sıvı miktarı ve kaldırma kuvveti ilişkisine yönelik olarak üç farklı kaptaki sıvı içinde farklı konumlarda (yüzen, askıda kalan ve batan) ve şekillerde cisimlerin taşırdıkları sıvı miktarlarının verildiği bir durum ele alınmıştır. Bu kavram karikatüründe öğretmen adaylarının batan hacim, taşan sıvı miktarı ve kaldırma kuvveti kavramları arasındaki ilişkiye yönelik görüşlerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Üçüncü kavram karikatürü Şekil 3'te sunulmuştur:



Şekil 3. Batan hacim, taşan sıvı miktarı ve kaldırma kuvveti ilişkisine yönelik kavram karikatürü

Dördüncü kavram karikatüründe farklı yoğunluklardaki sıvıların kaldırma kuvvetine etkisine yönelik olarak Akdeniz ve Karadeniz'de yüzen bir kişinin ağırlığının tartılması ile ilgili bir durum ele alınmıştır. Bu kavram karikatüründe öğretmen adaylarının sıvının yoğunluğu ve kaldırma kuvveti kavramları arasındaki ilişkiye yönelik görüşlerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Dördüncü kavram karikatürü Şekil 4'te sunulmuştur:



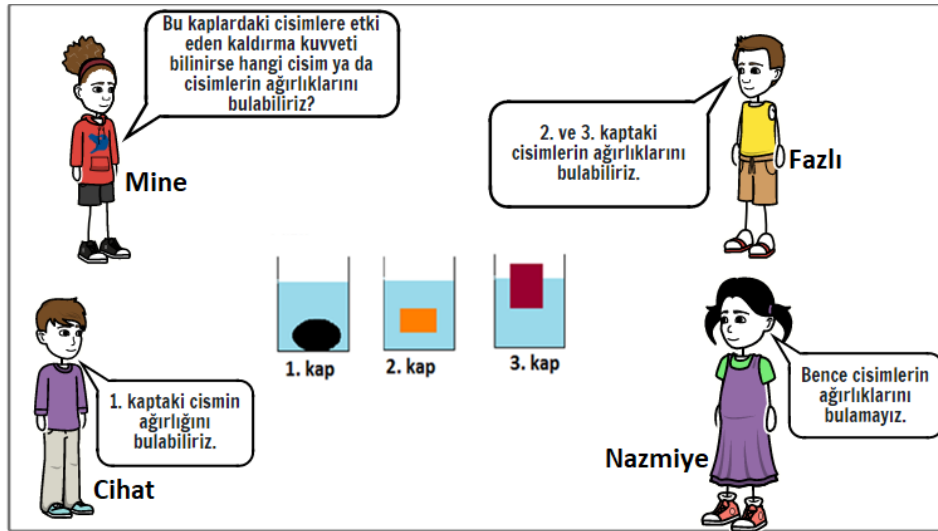
Şekil 4. Farklı yoğunluklardaki sıvıların kaldırma kuvvetine etkisine yönelik kavram karikatürü

Beşinci kavram karikatüründe batan ve yüzen varlıklara etki eden kaldırma kuvveti ve yüzen ya da batan varlıkların suda batan hacimleri arasındaki ilişkiye yönelik öğretmen adaylarının görüşlerini ortaya çıkarmak amacıyla, yüzen ördekler ve batan adam ile ilgili bir örnek olay ele alınmıştır. Bu kavram karikatüründe öğretmen adaylarının “batan cisimlere kaldırma kuvveti etki etmez, yüzen cisimlere daha çok kaldırma kuvveti etki eder” kavram yanlışlarına sahip olup olmadıklarını ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Beşinci kavram karikatürü Şekil 5’te sunulmuştur:



Şekil 5. Batan ve yüzen varlıklara etki eden kaldırma kuvveti ve yüzen ya da batan varlıkların suda batan hacimleri arasındaki ilişkiye yönelik kavram karikatürü

Altıncı kavram karikatüründe batan, yüzen ve askıda kalan farklı şekillerdeki cisimlere etki eden kaldırma kuvveti ve cisimlerin suda ölçülebilecek ağırlıklarına yönelik öğretmen adaylarının görüşlerini ortaya çıkarmak amacıyla, üç farklı kaptaki aynı sıvı içinde batan, yüzen ve askıda kalan cisimlerin ağırlıklarının hesaplanması ile ilgili bir örnek olay ele alınmıştır. Altıncı kavram karikatürü Şekil 6’da sunulmuştur:



Şekil 6. Batan, yüzen ve askıda kalan farklı şekillerdeki cisimlere etki eden kaldırma kuvveti ve cisimlerin suda ölçülebilecek ağırlıklarına yönelik kavram karikatürü

Hazırlanan kavram karikatürlerinin geçerliğini sağlamak amacıyla 2 fen eğitimi alanı uzmanının görüşlerine başvurulmuştur. Uzmanlar kavram karikatürlerinin bu hali ile kullanılmasının uygun olduğu yönünde görüş belirtmişlerdir. Uzman görüşleri neticesinde geçerliliğe ilişkin kanıt sağlanmış ve altı kavram karikatürünün araştırmada veri toplama aracı olarak kullanılmasına karar verilmiştir. Bilimsel süreç becerilerine dayalı laboratuvar uygulamalarından önce ve sonra olmak üzere 6 tane kavram karikatürü öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Araştırmada kullanılan bir diğer veri toplama aracı ise kaldırma kuvveti ile ilgili öğretmen adaylarınca çizilen kavram haritalarıdır. Bu araştırmada kaldırma kuvveti ile ilgili kavramları ve kavramlar arası ilişkileri öğretmen adaylarının nasıl gösterdiğini ve öğretim uygulaması sonrasında olası kavram yanlışlarını belirlemede kullanılmıştır. Kavram haritaları hem öğretim, hem değerlendirme hem de araştırmalarda veri toplama amacıyla kullanılabilir (Aykutlu ve Şen, 2012; Eroğlu ve Kelecioğlu, 2011; Karşı-Baydere, 2017; 2021). Öğretmen adaylarına kaldırma kuvveti konusundan önce işlenen fen konuları (sürtünme kuvveti) ile ilgili olarak kavram haritası çizmeleri için fırsat verilmiştir. Öğretmen adaylarının kavram haritasını nasıl çizmeleri gerektiği ile ilgili açıklamalar ve öğrenciler tarafından çizilen kavram haritalarına yönelik dönütler dört saatlik laboratuvar uygulaması kapsamında yapılmıştır.

### Verilerin analizi

Kavram karikatürlerinden elde edilen veriler içerik analizi ile çözümlenmiştir. Verilerin analizinin iç tutarlılığını sağlamak amacıyla iki araştırmacı birbirinden bağımsız olarak kodlama yapmışlar ve kodlama tutarlılığı %95 olarak hesaplanmıştır. Miles ve Huberman (1994) kodlayıcılar arası görüş birliğinin en az %80 olmasının iç tutarlılık için yeterli olduğunu belirtmiştir (akt: Baltacı, 2017:8). Bu bağlamda bu araştırmanın verilerin analizinin güvenilir olduğu söylenebilir. Kavram karikatürlerinin analizinde kullanılan kategoriler ve bu kategorilere karşılık gelen puanlar Tablo 1'de gösterilmiştir. Kavram karikatüründen elde edilen veriler sıralama yapılarak puanlandığı için sıralamalı ölçme aracı olarak değerlendirilmiştir. Sıralamalı ölçme araçlarının verileri de parametrik olmayan testlerle analiz edildiğinden, kavram karikatürlerinden elde edilen nicel veriler SPSS 15.00 istatistik paket programında parametrik olmayan testlerden olan Wilcoxon sıralı işaretler testi ile analiz edilmiştir.



Tablo 1

*Kavram karikatürlerinin analizinde kullanılan kategoriler ve kategorilerin sıra puanları*

Kategori	Sıra Puanı	Kategori	Sıra Puanı
Doğru Seçenek –Doğru Neden (DS-DN)	10	Doğru Seçenek–Boş (DS-Boş)	4
Doğru Seçenek –Kısmen Doğru Neden (DS-KDN)	9	Yanlış Seçenek–Kavram Yanılgılı Neden (YS-KYN)	3
Yanlış Seçenek –Doğru Neden (YS-DN)	8	Boş– Kavram Yanılgılı Neden (Boş-KYN)	2
Boş –Doğru Neden (Boş-DN)	7	Yanlış Seçenek–Boş (YS-Boş)	1
Yanlış Seçenek –Kısmen Doğru Neden (YS-KDN)	6	Boş-Boş	0
Doğru Seçenek – Kavram Yanılgılı Neden (DS-KYN)	5		

Ayrıca öğretmen adaylarının ön ve son testte kavram karikatürlerindeki karakterleri seçme nedenleri ile ilgili kavramsal değişim durumu ön testte KYN kategorisindeki öğretmen adayı sayısından son testte KYN kategorisindeki öğretmen adayı sayısından çıkartılarak hesaplanmıştır. Kavramsal değişim pozitif yönde ise + ile negatif yönde gerçekleşti ise – ile belirtilmiştir.

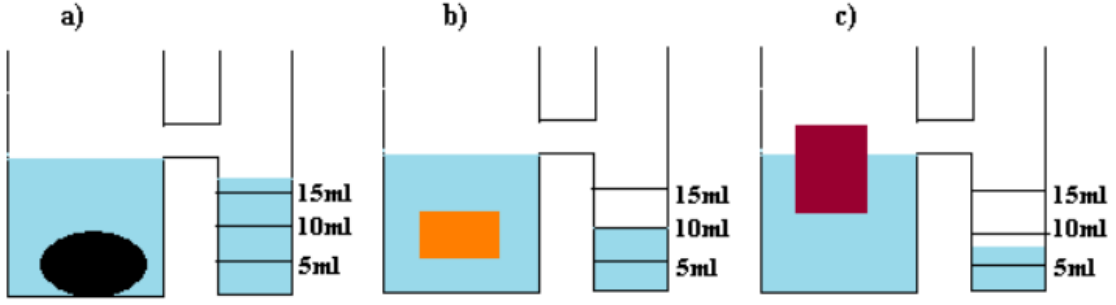
Kavram haritalarından elde edilen veriler ise ilişki olarak analiz edilmiştir. Kavram haritalarında kaldırma kuvveti kavramı ile ilişkilendirilen kavramlar listelenmiş ve bu kavramların ilişkilendirilme durumları; Doğru İlişkilendirme (Dİ), Kısmen Doğru İlişkilendirme (KDİ), Kavram Yanılgısı içeren İlişkilendirme (KYİ), İlişki Yok (İY) şeklinde kodlanmıştır. Verilerin geçerliğini sağlamak için araştırmacılar verileri defalarca okuyup birlikte tartışarak verileri kodlamışlardır. Ayrıca öğretmen adaylarının ifadelerinden ve çizimlerinden alıntılar sunulmuştur.

### Uygulama Süreci

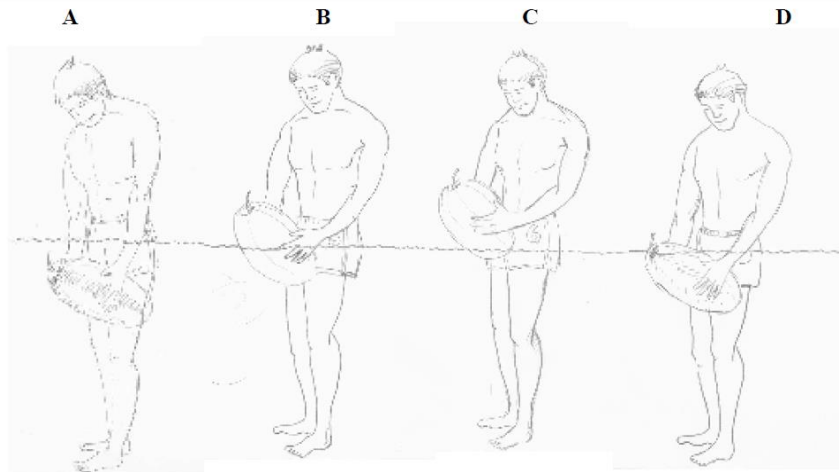
Öğretmen adaylarına BSB'ye dayalı laboratuvar uygulamaları kapsamında Şahin (2015) tarafından hazırlanan BSB'ye dayalı "Kaldırma Kuvveti" ile ilgili; (1) kaldırma kuvvetini hesaplama, (2) kaldırma kuvveti- suda batan hacim ilişkisi, (3) gemilere etki eden kaldırma kuvveti, (4) kaldırma kuvveti-sıvının cinsi deneyleri ve (5) yüzen ve askıda kalan cisimlere etki eden kaldırma kuvveti deneyleri yaptırılmıştır. Öğretim uygulamaları için her bir deney iki ders saati süresinde yapılmış olup toplamda beş deney 10 ders saatlik (1 ders 50 dakikada tamamlanmıştır) sürede yapılmıştır. Uygulamalar birinci araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Araştırmacı fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıfta öğrenim gören öğretmen adaylarına 2 yıldır BSB'ye dayalı laboratuvar uygulamalarını içeren Fen öğretimi ve laboratuvar Uygulamaları I ve II derslerini yürütmektedir. Örnek bir deney formu Şekil 7'de sunulmuştur. Şekil 7'de de görüldüğü gibi BSB'ye dayalı deney formları ilk olarak "Neler Bilmeliyiz?" bölümü ile başlamaktadır. Bu bölümde öğretmen adaylarının hem konuyla ilgili ön bilgileri ve kavram yanılgıları açığa çıkarılmaya çalışılmış hem de onların dikkatlerinin konuya çekilmesi amaçlanmıştır. Deney formunun ikinci bölümünde ise öğretmen adaylarının problem durumunu tespit etmeleri, hipotez kurmaları ve değişkenleri belirleyebilmeleri için yönlendirilmişlerdir. Bu bölümde öğretmen adaylarının hipotez kurma ve değişkenleri belirleme becerilerini geliştirmeleri amaçlanmaktadır. Deney formunun üçüncü bölümünde ise deneyin yapılışı ve veri tablosu oluşturma etkinlikleri yer almaktadır. Bu etkinliklerle öğretmen adaylarının değişkenleri değiştirme ve kontrol etme, deney yapma, gözlem yapma, ölçme, sıralama, veri kaydetme BSB'lerini geliştirmeleri amaçlanmaktadır. Deney formunun dördüncü bölümünde ise öğretmen adaylarının verilerini kullanarak grafik çizmeleri istenmektedir. Böylece öğretmen adaylarının grafik ve model oluşturma BSB'lerini geliştirmeleri amaçlanmaktadır. Ayrıca öğretmen adayları grafiklerini çizerken sayı ve uzay ilişkisi kurma BSB'lerini de geliştirmektedirler. Deney formunun beşinci ve son bölümünde ise öğretmen adaylarının elde ettikleri verileri ve çizdikleri grafikleri yorumlayarak sonuç çıkarma BSB'lerini geliştirmeleri amaçlanmaktadır.

## Kaldırma Kuvveti- Suda Batan Hacim İlişkisi

Neler bilmeliyiz?



1. Yukarıdaki a, b ve c kaplarında farklı cisimler suda şekildeki gibi durmaktadır. Sizce su bu kaplardaki cisimlerin hangisine daha fazla kaldırma kuvveti uygulamaktadır? Açıklayınız?
2. Sizce çocuk denizde elindeki karpuzu A, B, C ve D şekillerinden hangisindeki gibi tutarsa, karpuzu daha kolay kaldıracaktır? Niçin? (Karpuzun yoğunluğu denizin yoğunluğundan fazladır).



**A. Sevgili öğretmen adayları, kaldırma kuvveti ile cismin suda batan hacmi arasındaki ilişkiyi incelemek için aşağıdaki yönergeleri sırasıyla uygulayınız.**

**Problem:** Acaba, cismin batan hacmi ile cisme etki eden kaldırma kuvveti arasında nasıl bir ilişki vardır? Bu ilişkiyi incelemek için deney yapmadan önce kurulabilecek **hipotezinizi** yazınız.

**Hipotez:**

Yapacağınız deneyde **değişkenler** neler olabilir?

**Bağımlı Değişken** (Cevap veren değişken-Sonuç):

**Bağımsız Değişken** (Değiştirilen değişken-Sebebe):

**Kontrol Edilen** (Sabit tutulan) **Değişkenler:**

Şekil 7. Kaldırma kuvveti- suda batan hacim ilişkisi ile ilgili BSB'ye dayalı deney formu

**Deneyin adı:** Kaldırma Kuvvetini Hesaplayalım

**Deneyin amacı:** Kaldırma kuvvetinin cismin batan hacmi ile ilişkisi olup olmadığını ispatlamak.

**Araç-gereçler:**

2 N ağırlığında cisim,  
Dinamometre (5 N'luk),  
Beher (600 mL).

**Sarf Malzemeler:**

Su



**Deneyin Yapılışı:**

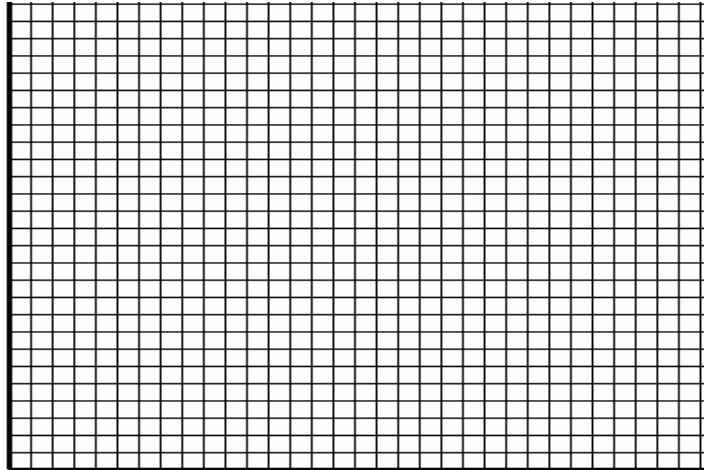
1. Behere 500 mL su koyunuz.
2. Cismin havadaki ağırlığını dinamometre ile ölçünüz.
3. Cismin yarısını su dolu behere daldırarak sudaki ağırlığını ölçünüz.  
Not: Cisim metal ise, behere yavaşça koyunuz. Beher çatlayabilir.
4. Cismin tamamını su dolu behere daldırarak sudaki ağırlığını ölçünüz.
5. Ölçtüğünüz değerleri aşağıdaki tabloya yazınız.

**Tablo 1:**.....

Cismin havadaki ağırlığı ( )	Cismin batan hacmi ( )	Cismin sudaki ağırlığı ( )	Kaldırma Kuvveti (N)=Cismin havadaki ağırlığı-Sudaki ağırlığı

Tablo 1'deki verileri kullanarak cismin suda batan hacmi ve cisme etki eden kaldırma kuvveti arasındaki ilişkiyi gösteren bir grafik çiziniz.

**Grafik 1:**.....



**Deneyin Sonucu:** Başlangıçta kurduğunuz hipotezle deneyden elde ettiğiniz gözlemlerinize yola çıkarak deneye ilişkin bir sonuca ulaşınız.

Şekil 7. (devam)

## Bulgular

Bu bölümde kavram karikatürleri ve kavram haritaları verilerinin analizinden elde edilen bulgular sunulmuştur. Tablo 2’de kavram karikatüründen elde edilen ön ve son test verilerinin Wilcoxon sıralı işaretler testi karşılaştırılması sonuçları sunulmuştur.

Tablo 2

*Kavram karikatüründen elde edilen ön ve son test verilerinin Wilcoxon sıralı işaretler testi karşılaştırılması*

Testler	Sıralar	n	Sıra ortalamaları	Sıra toplamları	Z	P	$\eta^2$
Ön test- Son test	Negatif sıralar	1 <sup>a</sup>	1,00	1,00	-5,073 <sup>a</sup>	,000	,87
	Pozitif sıralar	33 <sup>b</sup>	18,00	594,00			
	Eşit	0 <sup>c</sup>					
	Toplam	34					

Tablo 2’deki verilerden ön ve son test verileri karşılaştırıldığında pozitif sıralar lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. ( $z=-5,073$ ,  $p<,01$ ). Bu sonuçlar bilimsel süreç becerileriyle uygulama yapılan öğretmen adaylarının son test puanlarının ön test puanlarından son test lehine anlamlı şekilde farklılaştığını göstermektedir. Aynı zamanda 33 öğretmen adayının pozitif sıralarda ve bir öğretmen adayının da negatif sıralarda olduğu görülmektedir. Ayrıca eta kare değeri de ( $\eta^2= ,87$ ) geniş etki büyüklüğüne işaret etmektedir.

Tablo 3’te öğretmen adaylarının ön ve son testte kavram karikatürlerindeki karakterleri seçme nedenlerinden elde edilen kavram yanlışlığı cevap sayıları ve kavramsal değişim değerleri sunulmuştur. Tablo 3’te kavram karikatüründeki karakterlerden ifadesi doğru olan \* işareti ile belirtilmiştir.

Tablo 3’te 1 numaralı kavram karikatürüne öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar incelendiğinde; kavram karikatüründeki doğru açıklama yapan karakterin düşüncesine karşılık (\*Ayşe: Yüklü gemiye daha çok kaldırma kuvveti etki eder.) ön testte 15 öğretmen adayının KYN kategorisinde açıklama yaptığı ve 1 öğretmen adayının da açıklama yapmadığı görülmektedir. Son testte ise 1 öğretmen adayının KYN kategorisinde cevap verdiği görülmektedir. 1 numaralı kavram karikatüründe kavram yanlışlığı içeren Tugay karakterinin düşüncesine (Tugay: Boş gemiye daha çok kaldırma kuvveti etki eder.) ön testte 2 öğretmen adayı katılıp KYN kategorisinde açıklama yaparken son testte bu kavram yanlışlığını seçen öğretmen adayının olmadığı görülmektedir. Emre karakterinin düşüncesine (Emre: Her iki gemiye de etki eden kaldırma kuvveti eşittir.) ön testte 13 ve son testte de 14 öğretmen adayının katıldığı ve KYN kategorisinde açıklama yaptıkları görülmektedir. 1 numaralı kavram karikatüründe genel olarak 15 öğretmen adayının pozitif yönde kavramsal değişim gösterdiği görülmektedir. Diğer kavram karikatürlerine öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar incelendiğinde de genel olarak öğretmen adaylarının pozitif yönde bir kavramsal değişim gerçekleştirdikleri görülmektedir. Bu durum Wilcoxon sıralı işaretler testi sonucunu da desteklemektedir.



Tablo 3

Öğretmen adaylarının ön ve son testte kavram karikatürlerine verdikleri cevaplardan elde edilen kavram yanlışlığı cevap sayıları ve kavramsal değişim değerleri

No	Kavram karikatüründeki ifadeler	Kavram Karikatüründeki Karakteri Seçme Nedeni		KD
		KYN (Ön Test)	KYN (Son Test)	
1	Tugay: Boş gemiye daha çok kaldırma kuvveti etki eder.	2	-	+2
	*Ayşe: Yüklü gemiye daha çok kaldırma kuvveti etki eder.	15	1	+14
	Emre: Her iki gemiye de etki eden kaldırma kuvveti eşittir.	13	14	-1
	Boş bırakmış	-	-	-
	Toplam	30	15	+15
2	Musa: Timsah ağırlaşır daha kolay batar.	14	8	+6
	*Harun: Suyun yoğunluğundan daha fazla yoğunluğa ulaşmak için taş yutar.	3	2	+1
	Cemre: Ağır cisimlere su kaldırma kuvveti uygulamaz. Timsah ağırlaşmak için taş yutar.	1	4	-3
	Boş	1	-	+1
	Toplam	19	14	+5
3	*Furkan: Kaldırma kuvveti en fazla "a" kabındaki cisme etki etmiştir.	6	4	+2
	Nagihan: Kaldırma kuvveti en fazla "b" kabındaki cisme etki etmiştir.	-	1	-1
	Fatih: Kaldırma kuvveti en fazla "c" kabındaki cisme etki etmiştir.	17	1	+16
	Boş	-	-	-
	Toplam	23	6	+17
4	İrem: Ağırlığımız değişmez, her iki denizde de ağırlığımız aynı olur.	8	3	+5
	Fevziye: Akdeniz'de daha ağır tartılırız.	6	2	+4
	*Semih: Karadeniz'de daha ağır tartılırız.	3	8	-5
	Boş	-	-	-
	Toplam	17	13	+4
5	Huri: Bence ördeklere kaldırma kuvveti etki eder. Adama, kaldırma kuvveti etki etmediğinden batıyor.	4	4	0
	Ebru: Bence anne ve yavru ördekler aynı suda yüzdüğünden onlara etki eden kaldırma kuvvetleri eşittir.	10	9	+1
	*Sultan: Bence batan adama da kaldırma kuvveti etki eder.	5	1	+4
	Nurcan: En fazla kaldırma kuvveti ördek yavrularına etki eder. Çünkü onlar hafiftir.	6	-	+6
	Boş	-	-	-
Toplam	25	14	+11	
6	*Fazlı: 2 ve 3. Kaptaki cisimlerin ağırlıklarını bulabiliriz.	3	4	-1
	Nazmiye: Bence cisimlerin ağırlıklarını bulamayız.	13	2	+11
	Cihat: 1.kaptaki cismin ağırlığını bulabiliriz.	4	-	+4
	Boş	5	-	+5
	Toplam	25	6	+19

KD: kavramsal değişim [Ön testte KYN kategorisindeki öğretmen adayı sayısı- Son testte KYN kategorisindeki öğretmen adayı sayısı]

Tablo 4'te öğretmen adaylarının kaldırma kuvveti ile ilgili çizdikleri kavram haritalarından elde edilen bulgular sunulmuştur.

Tablo 4

*Öğretmen adaylarının kaldırma kuvveti ile ilgili çizdikleri kavram haritalarından elde edilen bulgular*

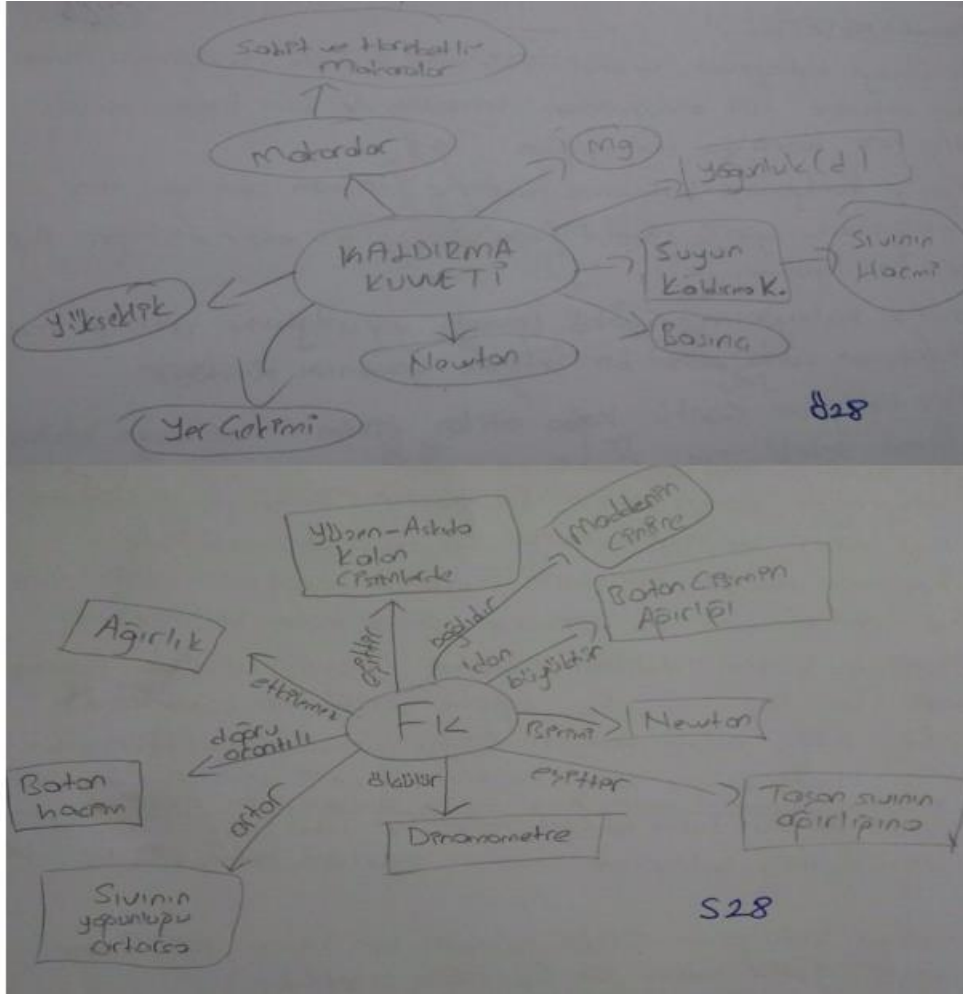
Kavramlar	ÖN TEST (f)				SON TEST (f)			
	Dİ	KDİ	KYİ	İY	Dİ	KDİ	KYİ	İY
Betimleme	9	2	-	1	2	-	-	-
Örnek	1	-	-	-	3	-	-	-
Bilim insanı	2	-	1	1	-	-	-	-
Arşimet prensibi	1	-	-	-	-	-	-	-
Sıvıların kaldırma kuvveti	5	-	-	14	-	-	-	1
Havanın kaldırma kuvveti	3	-	1	2	-	-	-	-
Sıvı Yoğunluğu	5	8	1	8	20	-	-	10
Dinamometre	-	-	-	-	26	-	-	2
Hacim	-	3	2	4	-	-	-	-
Batan hacim	2	1	-	1	19	-	5	8
Cismin şekli	-	-	-	30	-	-	-	-
Cismin hacmi	-	-	-	1	1	-	-	1
Yüzme	1	2	3	6	17	-	3	6
Batma	5	1	1	6	7	-	6	2
Sıvı hacmi	-	-	-	1	5	-	-	-
Askıda kalma	4	-	1	5	16	-	2	6
Ağırlık	2	-	5	4	24	-	7	2
Newton	-	-	-	3	29	-	-	2
Taşan sıvı hacmi	-	-	-	1	11	-	3	5
Taşan sıvı ağırlığı	-	-	-	-	9	-	-	1
Sembol (Fk)	3	-	-	1	7	-	-	-
Etki-tepki	-	-	2	-	-	-	-	-
Ağırlık merkezi	-	-	-	1	-	-	-	-
F=ma	-	-	-	1	-	-	-	-
Basınç	-	-	1	6	-	-	-	1
Sıvı basıncı	-	-	-	1	-	-	-	-
Kütle	-	-	-	1	-	-	-	1
Kaldıraç	-	-	-	4	-	-	-	-
Makara	-	-	-	3	-	-	-	-
Formül	-	-	3	3	5	-	1	-
Yüzeye uygulanan kuvvet	-	-	-	1	-	-	-	-
Katıların kaldırma kuvveti	-	-	5	-	-	-	-	-
Cismin öz kütlesi	-	-	1	7	-	-	7	1
Kuvvet	1	-	-	2	-	-	-	-
Dengelenmiş kuvvet	-	-	-	1	9	-	-	-
Yer çekimi ivmesi	2	-	-	4	5	-	2	13
Yükseklik	-	-	-	1	-	-	-	-
pH	-	-	1	-	-	-	-	-
Açık hava basıncı	-	-	1	-	-	-	-	-
Görsel betimleme	1	-	-	-	-	-	-	-
Enerji	-	-	1	-	-	-	-	-

(Dİ= Doğru İlişkilendirme); KDİ= Kısmen Doğru İlişkilendirme; KYİ= Kavram Yanılgısı içeren İlişkilendirme; İY= İlişki Yok)

Tablo 4 incelendiğinde öğretmen adaylarının kaldırma kuvveti ile ilgili çizdikleri kavram haritalarında ön testte öğretmen adaylarının Arşimet Prensibi (Dİ=1), sıvıların kaldırma kuvveti (Dİ=5), havanın kaldırma kuvveti (Dİ=3), sıvı yoğunluğu (Dİ=5), batan hacim (Dİ=2), yüzme (Dİ=1), batma (Dİ=5), askıda kalma (Dİ=4) gibi kavramları doğru bir şekilde ilişkilendirdikleri görülmektedir. Son testte ise öğretmen adaylarının sıvı yoğunluğu (Dİ=20), dinamometre (Dİ=26), batan hacim (Dİ=19), yüzme (Dİ=17), batma (Dİ=7), askıda kalma (Dİ=16), ağırlık (Dİ=24), Newton (Dİ=29), taşan sıvı hacmi (Dİ=11), taşan sıvı ağırlığı (Dİ=9) kavramlarını doğru bir şekilde ilişkilendirdikleri görülmektedir. Öğretmen adaylarının Dinamometre, Newton, taşan sıvı ağırlığı, taşan sıvı hacmi, dengelenmiş kuvvet gibi kavramlara ön testteki kavram haritalarında yer vermezken son testteki kavram haritalarında bu kavramlara yer verdikleri ve doğru ilişkilendirmeler yaptıkları görülmektedir. Öğretmen adaylarının ön ve son testte çizdikleri kavram haritalarından örnek alıntılar aşağıda sunulmuştur:



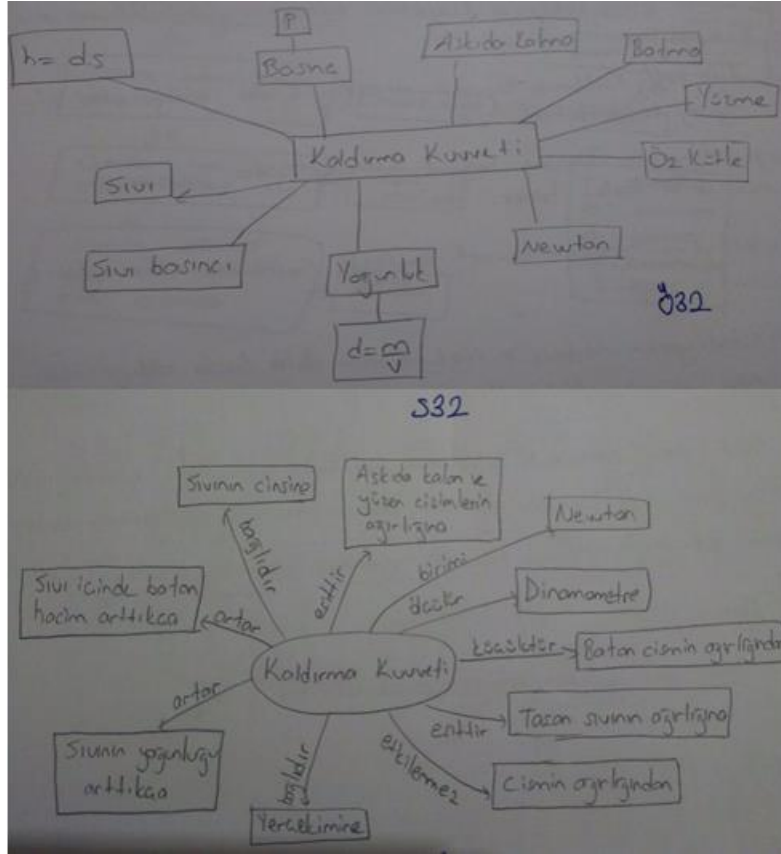
testte çizdiği kavram haritasında ise kaldırma kuvveti kavramını taşan sıvının ağırlığı, Newton, ağırlık, batan cismin ağırlığı, yoğunluk, batan cismin hacmi, dinamometre, yüzen ve askıda kalan cismin ağırlığı, taşan sıvının ağırlığı kavramları ile ilişkilendirmiştir. Ö23 “kaldırma kuvveti” ve “ağırlık” kavramı arasında “etki etmez” ilişki ifadesi yazmış ve “ağırlık kaldırma kuvvetine etki etmez” şeklinde anlamlı ve doğru bilgi ifade etmiştir. Ancak “kaldırma kuvveti ve “batan cismin ağırlığı” arasında da “artar” ilişki ifadesini yazmış “kaldırma kuvveti batan cismin ağırlığı artar” şeklinde kavram yanılığını içeren bir ifade oluşturmuştur. “Kaldırma kuvveti ve “yüzen ve askıda kalan cismin ağırlığı” kavramları arasında da “eşittir” ilişki ifadesini kullanarak “Kaldırma kuvveti yüzen ve askıda kalan cisimlerin ağırlığına eşittir” şeklinde doğru bir bilgi ifade etmiştir.



Şekil 10. Ö28 kodlu öğretmen adayının ön ve son testte çizdiği kavram haritası

Şekil 10’da Ö28’in ön ve son testte çizdiği kavram haritası incelendiğinde, ön testte Ö28’in kaldırma kuvveti kavramını yoğunluk, suyun kaldırma kuvveti, sıvının hacmi, basınç, Newton, yer çekimi, yükseklik, makaralar, basit ve hareketli makaralar ve  $mg$  ile ilişkilendirdiği ancak bağlantı oklarının üzerinde ilişki ifadesi yazmadığı görülmektedir. Son testte ise Ö28 kaldırma kuvveti kavramı ile ilişkilendirdikleri kavramlar arasında ilişki ifadesi belirtmiştir. Kaldırma kuvveti kavramını batan cismin ağırlığı kavramı ile ilişkilendirmiş ve ilişki ifadesi olarak “-dan büyüktür” şeklinde yazmıştır. Ö28 son testte kavram haritasında “Batan cismin ağırlığı FK’den büyüktür” şeklinde bir doğru bilgi ifade etmiştir. Benzer şekilde “Sıvının yoğunluğu artarsa FK artar”, “Ağırlık FK’yi etkilemez”, “FK batan hacimle doğru orantılıdır”, “FK dinamometre ile ölçülür”, “FK taşan sıvının ağırlığına eşittir”, “Newton FK birimidir”, “FK maddenin (sıvı) cinsine bağlıdır”, “FK yüzen askıda kalan cisimlerin ağırlığına eşittir” şeklinde kavram haritasında doğru ilişkilendirmeler yapmıştır.





Şekil 11. Ö32 kodlu öğretmen adayının ön ve son testte çizdiği kavram haritası

Şekil 11'de Ö32 kodlu öğretmen adayının ön ve son testte çizdiği kavram haritası incelendiğinde; ön testte kaldırma kuvveti kavramı etrafına sıvı, sıvı basıncı, yoğunluk ( $d=m/V$ ), Newton, Öz kütle, yüzmeye, batma, askıda kalma, basınç ( $P$ ) kavramlarını ve  $h=d.s$  formülünü yazdığı ancak bağlantı okları üzerinde ilişki ifadesi yazmadığı görülmektedir. Son testte ise Ö32 "kaldırma kuvveti" kavramını, "sıvının yoğunluğu" kavramını "artar" ilişki ifadesi ile ilişkilendirmiş (Sıvının yoğunluğu arttıkça kaldırma kuvveti artar). "Kaldırma kuvveti" ve "sıvının içinde batan hacim" kavramını "artar" ilişki ifadesi ile ilişkilendirmiştir (Sıvının içinde batan hacim arttıkça kaldırma kuvveti artar). Son testte Ö32 doğru ilişkilendirmelerin olduğu bir kavram haritası çizmiştir.

## Tartışma ve Sonuç

Bilimsel süreç becerilerine dayalı laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının kaldırma kuvveti kavramını anlamalarına etkisinin araştırıldığı bu çalışmada kavram karikatürlerinden ve kavram haritalarından elde edilen bulgular literatür ışığında sırasıyla bu bölümde tartışılmıştır.

Öğretmen adaylarının kavram karikatürü ön ve son test puanları arasında son test lehine anlamlı farklılık olması BSB'ye dayalı laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının kaldırma kuvveti ile ilgili kavramsal anlamalarını olumlu yönde etkilediğine işaret etmektedir (Bkz Tablo 1). Aynı zamanda 33 öğretmen adayının pozitif sıralarda olması 1 öğretmen adayının da negatif sıralarda olması bu durumu desteklemektedir. Buna ek olarak eta kare ( $\eta^2= ,87$ ) değeri de BSB'ye dayalı laboratuvar uygulamalarının büyük bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Eta-kare etki büyüklüğü bağımsız değişkenin bağımlı değişkeni ne kadarını açıkladığını gösterir ve 0.00 ile 1.00 arasında değişmektedir. Eta kare değerleri .01, .06, .14 düzeylerinde değerlendirilmekte olup  $\eta^2$  değerleri sırasıyla "küçük" (small), "orta" (medium) ve "geniş" (large) etki büyüklüğü olarak yorumlanmaktadır (Büyüköztürk, 2012). Bu durum BSB'ye dayalı laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının kaldırma kuvveti ile ilgili kavramsal anlamalarında önemli bir etkiye sahip olduğuna işaret etmektedir. Nitekim bilimsel süreç becerilerine vurgu yapılarak yapılan fen öğretiminin öğretmen adaylarının bilişsel gelişimini desteklediği bilinmektedir (Preece ve Brotherton, 1997). Bilişsel olarak gelişen bireylerin kavramları

zihinlerinde anlamlandırmaları daha da kolaylaşmış olabilir. Geleneksel laboratuvar deneylerinde öğrencilere bağımsız düşünme ve düşündüklerini deneme fırsatı verilmez. Bu çalışmada öğretmen adaylarına bağımsız düşünme ve deneysel çalışmanın çeşitli yönleriyle ilgili kararlar alma fırsatı verilmesi başka bir ifadeyle kendilerine sunulan bir probleme ilişkin hipotez kurmaları ve kurdukları hipotezleri bizzat denemelerine fırsat verilmesi öğrencilerin kavramsal anlayışlarını geliştirmiş olabilir. Ayrıca bu araştırma kapsamında BSB'ye dayalı uygulamalarda her bir kavram yanlışını gidermeye odaklı deneylerin yapılmış olması da öğrencilerin kavram yanlışlarını gözlemleyerek gidermelerine imkan sunmuş olabilir. Bu nedenle mevcut laboratuvar uygulamalarına BSB'ye dayalı daha fazla araştırmanın dahil edilmesiyle, öğrencilerin fen bilgisi öğrenme deneyimini ve kavramsal anlayışlarını daha fazla geliştireceğine inanılmaktadır (Vartak, Ronad ve Ghanekar, 2013). Ayrıca öğrencilerin kavram karikatüründeki karakterlerin kavram yanlışını içeren açıklamalarına katılma durumundaki kavramsal değişimleri incelendiğinde (Bkz Tablo 2), öğrencilerin genel olarak pozitif yönde kavramsal değişim gerçekleştirdikleri görülmektedir. Bu durum BSB'ye dayalı laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin pozitif yönde bir kavramsal değişim sağlamalarını desteklediği şeklinde yorumlanmaktadır (Karlı ve diğerleri, 2020). Benzer şekilde Aktamış (2007) araştırmasında bilimsel süreç becerileri eğitiminin öğrencilerin başarılarını, bilimsel yaratıcılıklarını, bilimsel süreç becerilerini kullanabilme düzeylerini arttırdığını tespit etmiştir. Karlı (2011) 5E öğretim modeline dayandırılarak farklı öğretim yöntem ve tekniklerle zenginleştirilmiş laboratuvar rehber materyallerinin, öğrencilerin BSB'lerini geliştirmede, onların ele alınan konularda kavram yanlışlarını gidererek olumlu yönde kavramsal değişim gerçekleştirmelerinde geleneksel yöntemlere göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ambross, Meiring ve Blignaut, (2014) araştırmalarında, bilimsel süreç becerilerine yönelik uygulamaların yapılmasının ve bu becerilerin geliştirilmesinin öğretmenin bu becerilere sahip olmasından dolayı öz güveninin güçlü bir şekilde etkilendiğini ortaya koymuştur. Benzer şekilde Karlı-Baydere ve Şahin-Çakır (2019)'da laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri öz-yeterlik inancına olumlu etkisinin olduğunu belirlemişlerdir. Bu nedenle öğretmen adaylarına eğitim fakültelerindeki laboratuvar derslerinde halihazırdaki öğretmenlere ise yüksek kaliteli ve uzun süre boyunca hizmet içi eğitimler yoluyla bilimsel süreç becerilerine dayalı eğitimin uygulanması önerilmektedir.

Bu çalışmada öğretmen adaylarının kavram karikatürlerine verdikleri cevaplar detaylı olarak incelendiğinde; batan hacim ve kaldırma kuvveti ilişkisine yönelik 1 numaralı kavram karikatüründe öğretmen adaylarının Emre karakterinin kavram yanlışını içeren düşüncesine “Emre: Her iki gemiye de etki eden kaldırma kuvveti eşittir.” Son testte de sahip oldukları görülmektedir. Oysaki öğretmen adayları kavram haritalarında batan hacim ve kaldırma kuvvetini doğru bir şekilde ilişkilendirebilmişlerdir. Öğretmen adayları BSB'ye dayalı laboratuvar uygulamasında farklı ağırlıktaki iki cismin suda eşit hacimde batmasını somut olarak gözlemlemişler ve kaldırma kuvvetini ölçmüşlerdir. Öğretmen adaylarının batan hacim ve kaldırma kuvveti ile ilgili gözlem yapmalarına ve kavram haritalarında batan hacimle kaldırma kuvveti ilişkisini doğru kurabilmiş olmalarına rağmen, farklı ağırlıktaki gemilerin suda batan hacimlerini dikkate almaksızın kavram karikatüründe kavram yanlışlı düşüncelerini ifade etmişlerdir. Bu durum öğretmen adaylarının öğrendikleri bilgiyi günlük yaşama transfer edememelerinden kaynaklanmış olabilir. Nitekim fen kavramları günlük yaşamla ilişkilendirildiği zaman anlamlı öğrenmeler gerçekleşmektedir (Coştu, Ünal & Ayas, 2007). Ayrıca bu durum öğretmen adaylarının batan hacim ve kaldırma kuvveti arasında ilişkiyi zihinlerinde kuramamalarının bir sonucu olarak yorumlanabilir. Aynı zamanda bu durum bu kavram yanlışının değişime karşı dirençli olması ile de açıklanabilir (Şahin, 2010).

Ağırlık, kütle, hacim, yoğunluk ve kaldırma kuvveti ilişkisine yönelik 2 numaralı kavram karikatüründe genel olarak pozitif yönde (+5) bir kavramsal değişim gerçekleşmiş olsa da “Musa: Timsah ağırlaşır daha kolay batar.” ve “Cemre: Ağır cisimlere su kaldırma kuvveti uygulamaz. Timsah ağırlaşmak için taş yutar.” şeklindeki karakterlerin kavram yanlışını içeren düşüncelerinin son testte tamamen giderilemediği hatta “Cemre: Ağır cisimlere su kaldırma kuvveti uygulamaz. Timsah ağırlaşmak için taş yutar.” düşüncesinde negatif yönde (-3) bir kavramsal değişim gerçekleştiği yani öğretimden sonra bazı öğretmen adaylarında bu kavram yanlışında artış olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde literatürde de öğrencilerin “ağır cisimler batar, ağır cisimlere kaldırma kuvveti etki etmez” şeklindeki kavram yanlışına sıklıkla sahip oldukları ve giderilmesinin zor olduğu tespit edilmiştir (Şahin, 2010). Öğretmen adayları timsahın taş yutmasının timsahın yoğunluğuna etkisi arasında bir ilişki kuramamışlardır. Oysaki öğretmen adayları bu durumu BSB'ye dayalı laboratuvar uygulamasında suda

yüzen bir şişenin su doldurulması sonucunda batması deneyinde gözlemlemişlerdir. Ancak öğretmen adayları öğrendikleri bilgiyi, timsahın taş yutması olayına transfer edememişlerdir.

Batan hacim, taşın sıvı miktarı ve kaldırma kuvveti ilişkisine yönelik 3 numaralı kavram karikatüründe sunulan kavram yanlışlarını büyük oranda giderebilmişlerdir. Farklı yoğunluklardaki sıvıların kaldırma kuvvetine etkisine yönelik 4 numaralı kavram karikatüründeki karakterlerin düşüncelerinden doğru olan düşünceye katıldıklarını belirtmiş olsalar da KYN kategorisinde daha fazla açıklama yapmışlardır. Bu durum öğretmen adaylarının sıvıların yoğunluğu ile kaldırma kuvveti ilişkisini kuramamaları ile açıklanabilir (Ünal ve Coştu, 2005).

Batan ve yüzen varlıklara etki eden kaldırma kuvveti ve yüzen ya da batan varlıkların suda batan hacimleri arasındaki ilişkiye yönelik 5 numaralı kavram karikatüründe de genel olarak pozitif yönde bir kavramsal değişim gözlenmiş olsa da öğretmen adaylarının Huri karakterinin “Huri: Bence ördeklere kaldırma kuvveti etki eder. Adama, kaldırma kuvveti etki etmediğinden batıyor.” düşüncesindeki “yüzen cisimlere kaldırma kuvveti etki eder, batan cisimlere etki etmez”, kavram yanlışını değiştiremedikleri görülmektedir. Benzer şekilde Şahin ve Çepni (2012) araştırmasında zenginleştirilmiş 5E öğretim modeline dayalı uygulamalarla öğrencilerin bu kavram yanlışını tamamen gideremediklerini tespit etmişlerdir. Ayrıca Ebru karakterinin “Ebru: Bence anne ve yavru ördekler aynı suda yüzdüğünden onlara etki eden kaldırma kuvvetleri eşittir.” şeklindeki düşüncesindeki kavram yanlışlarını da gideremedikleri görülmektedir. Bu durum öğretmen adaylarının yüzen cisimler aynı sıvı içindeyse aynı kaldırma kuvveti etki eder şeklinde düşünmelerinden ve yüzen cisimlerin suda batan hacimleri ile kaldırma kuvvetini ilişkilendirememelerinden kaynaklanabilir (Şahin, 2010). Özsevgeç ve Çepni (2006)’nin araştırmasındaki öğrencilerin yüzme batma kavramlarını sadece ağırlık kavramıyla açıkladıkları sonucuyla bu durum benzerlik göstermektedir. Loverude vd. (2003) öğrencilerin bazı cisimlerin sıvı içerisinde yüzme ve batma davranışlarını tahmin edemediklerini, sıvı yüzeyinde yüzen, suda askıda kalan veya batan cisimlere uygulanan kuvvetleri ve bu kuvvetlerin büyüklüğünü etkileyen faktörleri açıklayamadıklarını belirtmişlerdir. Kaldırma kuvveti kavramı hiyerarşik yapıda bir kavram olduğu için öğrencilerin kavramlar arasındaki ilişkileri iyi kurmaları gerekmektedir (She, 2002; Şahin, 2010; Şahin ve Çepni, 2012). Öğrenciler kavramlar arasındaki ilişkileri kuramadıklarında da kavram yanlışları oluşturmaktadırlar (Besson, 2004; Hardy, Jonen, Möller ve Stern, 2006; Joung, 2009; Kiray, Aktan, Kaynar, Kilinc & Gorkemli, 2015; Macaroğlu-Akgül ve Şentürk, 2001; McGregor ve Gunter, 2006; Moore ve Harrison, 2007; Reid, Zhang ve Chen, 2003; Rowell ve Dawson, 1977; Şahin, 2010; Şahin ve Çepni, 2012; Ünal & Coştu, 2005; Zhang, Chen, Sun ve Reid, 2004). Son olarak batan, yüzen ve askıda kalan farklı şekillerdeki cisimlere etki eden kaldırma kuvveti ve cisimlerin suda ölçülebilecek ağırlıklarına yönelik 6 numaralı kavram karikatüründe öğretmen adaylarının yüksek oranda pozitif yönde bir kavramsal değişim gösterdikleri söylenebilir. Öğretmen adayları yüzen ve askıda kalan cisimlere etki eden kaldırma kuvvetinin, cisimlerin ağırlıklarına eşit olduğu bilgisini özümseyebilmişlerdir. Bu durum öğretmen adaylarının BSB’ye dayalı laboratuvar uygulamalarında askıda kalan ve yüzen cisimlere etki eden kaldırma kuvvetine yönelik deneyim edinmelerinden kaynaklanmış olabilir. Öğretmen adayları suda yüzen bir tahta takozun havadaki ağırlığını ve sudaki ağırlığını ölçerek yüzen cisimlere etki eden kaldırma kuvveti ile cisimlerin ağırlığını ölçerek karşılaştırmışlardır.

Ayrıca öğretmen adaylarının kavram haritalarından elde edilen bulgular incelendiğinde de BSB’ye dayalı laboratuvar uygulamalarından sonra öğretmen adaylarının daha fazla kaldırma kuvveti ile ilişkili kavramları kavram haritalarında belirttikleri ve kavramlar arasındaki ilişkileri daha doğru bir şekilde kurabildikleri görülmektedir. Örneğin Dinamometre, Newton, taşın sıvı ağırlığı, taşın sıvı hacmi, dengelenmiş kuvvet kavramlarını öğretmen adayları ön testte kavram haritalarında yer vermezken son testte kavram haritalarında yer verdikleri ve doğru ilişkilendirmeler yaptıkları görülmektedir.

Sonuç olarak hem kavram karikatüründen hem de kavram haritalarından elde edilen bulgular dikkate alındığında, BSB’ye dayalı laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının kaldırma kuvveti kavramı ile ilgili kavramsal anlamalarını olumlu yönde etkilediği, öğretmen adaylarının kavram yanlışlarının giderilmesinde ve kavramlar arası ilişkileri kurmalarında etkili olduğu sonucuna ulaşılabilir. Bununla birlikte öğretmen adaylarının kaldırma kuvveti ile ilgili kavram yanlışları tamamen giderilememiştir. Bazı öğretmen adayları kavram yanlışlarını giderirken bazıları kavram yanlışlarını başka bir kavram yanlışına dönüştürmüştür. Bununla birlikte ön testte herhangi bir kavram yanlışını ifade etmeyen öğretmen adayları da öğretimden sonra yeni bazı kavram yanlışları oluşturmuşlardır.

## Öneriler

Bu bölümde araştırmadan ulaşılan sonuçlar doğrultusunda aşağıda bazı öneriler sunulmuştur:

- Kaldırma kuvveti ile ilgili kavram yanılgılarını gidermek amacıyla bu araştırma sürecinde kullanılan BSB'ye dayalı laboratuvar uygulamalarından öğretmenlerin faydalanmaları önerilebilir.
- Bu çalışma basit deneysel araştırma yöntemine göre yürütülmüştür. Başka araştırmacılar yarı deneysel araştırma desenine göre bir araştırma tasarlayarak BSB'ye dayalı uygulamaların etkisini daha geniş örneklem grubuyla deney ve kontrol grubu ön-son test karşılaştırması yaparak araştırılabilir.
- BSB'ye dayalı deneylerin kaldırma kuvveti kavramı ile ilgili öğrencilerde ne derece kalıcı bilgiler oluşturduğuna yönelik kalıcılığı araştırılabilir.

## Kaynakça

- Aktamış, H. & Ergin, Ö. (2007). Bilimsel süreç becerileri ile bilimsel yaratıcılık arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (H. U. Journal of Education)*, 33: 11-23.
- Aktamış, H. (2007). Fen eğitiminde bilimsel süreç becerilerinin bilimsel yaratıcılığa etkisi: İlköğretim 7. sınıf fizik ünitesi örneği. (Doktora Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ambarsari, W., Santosa, S., & Maridi. (2013). Penerapan pembelajaran inkuiri terbimbing terhadap keterampilan proses sains dasar pada pembelajaran biologi siswa kelas VIII SMP Negeri 7 surakarta. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 5(1): 81-95.
- Ambross, J. Meiring, L. & Blihnaut, S. (2014) The implementation and development of science process skills in the natural sciences: A case study of teachers' perceptions, *Africa Education Review*, 11:3, 459-474, DOI: 10.1080/18146627.2014.934998
- Arıkurt, E. (2014). Kavram karikatürlerinin ve kavramsal değişim metinlerinin ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin başarılarına, kavramsal değişimlerine ve tutumlarına etkisinin karşılaştırılması. (Yüksek Lisans Tezi). Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun.
- Aykutlu, I., & Şen, A. İ. (2012). Üç Aşamalı Test, Kavram Haritası ve Analoji Kullanılarak Lise Öğrencilerinin Elektrik Akımı Konusundaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 37(166), 275-288.
- Baltacı, A. (2017). Nitel veri analizinde Miles-Huberman modeli. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(1), 1-14.
- Besson, U. (2004). Some features of causal reasoning: Common sense and physic teaching. *Research in Science & Technological Education*, 22(1), 113- 125.
- Butts, D. P., Hofman, H., & Anderson, M. (1993). Is hands-on experience enough? A study of young children's views of sinking and floating objects. *Journal of Elementary Science Education*, 5(1), 50-64.
- Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı istatistik, araştırma deseni SPSS uygulamaları ve yorum*. (17. Basım). Ankara: Pegem A Akademi Yayınları.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2000). *Research methods in education*. 5th Edition, Routledge/Falmer, Taylor & Francis Group, London.
- Colley, K. E., (2006), Understanding ecology content knowledge and acquiring science process skills through project-based science instruction, *Science Activities*, 43(1), 26-33
- Coştu, B., Ünal, S. & Ayas A. (2007). Günlük yaşamdaki olayların fen bilimleri öğretiminde kullanılması. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 197-207.
- Cotabish, A., Dailey, D., Robinson, A., & Hughes, G. (2013). The effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills. *School Science and Mathematics*, 113(5), 215-226.



- Çepni, S., Şahin, Ç., & İpek, H. (2010). Teaching floating and sinking concepts with different methods and techniques based on the 5E instructional model. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11(2).
- Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., & Shouse, A. W. (Eds.). (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8* (Vol. 500). Washington, DC: National Academies Press.
- Eroğlu, G. M., & Kelecioğlu, H. (2011). Kavram haritası ve yapılandırılmış gridle elde edilen puanların geçerlik ve güvenilirliklerinin incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40(40), 210-220.
- Evren Yapıcıoğlu, A. (2021). Analysis of the outcomes of the Turkish science curriculum in terms of science process skills, nature of science, socioscientific issues, and STEM. *International Journal of Curriculum and Instruction*, 13(2), 925-949.
- Farsakoğlu, Ö. F., Şahin, Ç., & Karslı, F. (2012). Comparing science process skills of prospective science teachers: A cross-sectional study. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 13(1), 1-21.
- Güneş, B. (2002). Yedinci sınıflarda kaldırma kuvveti kavramı geliştirmede ve öğretmede çoklu zekâ temelli öğretim teknikleri uygulaması. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ortadoğu Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Hardy, I., Jonen, A., Möller ve Stern, E., (2006). Effect of Instructional Support within Constructivist Learning Environments for Elementary School Students' Understanding of "Floating and Sinking". *Journal of Educational Psychology*, 98(2), 307- 326.
- Havu-Nuutinen, S. (2005). Examining young childrens' conceptual change process in floating and sinking from a social constructivist perspective. *International Journal of Science Education*, 27(3), 259-279.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28-54.
- Joung, Y. J., (2009). Children's typically-perceived-situations of floating and sinking, *International Journal of Science Education*, 31(1), 101- 127.
- Kabapınar, F. (2005). Effectiveness of teaching via concept cartoons from the point of view of constructivist approach. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(1), 135-146.
- Karaçam, S. & Gürsel, Ü. (2017). Lise öğrencilerinin sıvılarda kaldırma kuvveti kavramına yönelik görsel imgeleri ve imgenin kökenleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(41), 326-345.
- Karamustafaoğlu, O. & Aksoy, S. (2020). "Canlıların sınıflandırılması" konusunda geliştirilen eğitsel oyunla ilgili öğretmen görüşleri. *Academia Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 90-109.
- Karslı, F. (2011). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini geliştirmesinde ve kavramsal değişim sağlamasında zenginleştirilmiş laboratuvar rehber materyallerinin etkisi [The effect of enriched laboratory guide materials on improving science process skills and conceptual change of prospective science teachers]. (Doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Karslı-Baydere, F. (2017). Kavram Haritası. (Ed. Zeynep TATLI). *Kavram Öğretiminde Web 2.0*. (2. Baskı). Ankara: Pegem Akademi, 68-84.
- Karslı-Baydere, F. (2017). Kimya öğretiminde alternatif ölçme değerlendirme tekniklerinin kullanımı. (Ed. Alipaşa AYAS ve Mustafa SÖZBİLİR). *Kimya öğretimi: öğretmen eğitimcileri, öğretmenler ve öğretmen adayları için iyi uygulama örnekleri* (2. Baskı). Ankara: Pegem Akademi, 723-750.
- Karlı-Baydere, F., Ayas, A., & Çalılık, M. (2020). Effects of a 5Es learning model on the conceptual understanding and science process skills of pre-service science teachers: The case of gases and gas laws. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 85(4), 559-573.
- Keogh, B. & Naylor, S., (1999). Concept cartoons, teaching and learning in science: An evaluation. *INT. J. SCI. EDUC.*, 21(4), 431- 446.
- Keogh, B., Naylor, S., & Downing, B. (2003). *Children's interactions in the classroom: argumentation in primary science*. Noordwijkerhout, Netherlands: 4th European Science Education Research Association Conference.

- Kiray, S. A., Aktan, F., Kaynar, H., Kilinc, S., & Gorkemli, T. (2015). A descriptive study of pre-service science teachers' misconceptions about sinking–floating. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 16(2), 1-28.
- Loverude, M. E., Kautz, C. H., & Heron, P. R. L. (2003). Helping students develop an understanding of archimedes' principle. I. Research on student understanding. *American Journal of Physics*, 71(11), 1178-1187.
- Macaroğlu Akgül, E. ve Şentürk, K., (2001). *Çocukta “yüzme ve batma” kavramlarının gelişimi*. Yeni Binyılım Başında Türkiye’de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Eylül, İstanbul, Maltepe Üniversitesi Bildiriler Kitabı: 505- 508.
- McGregor, D. & Gunter, B. (2006). Invigorating pedagogic change. suggestions from findings of the development of secondary science teachers’ practice and cognisance of the learning process. *European Journal of Teacher Education*, 29(1), 23- 48.
- Metz, K. E. (2008). Narrowing the gulf between the practices of science and the elementary school science classroom. *The Elementary School Journal*, 109(2), 138–161.
- Michaels, S., Shouse, A. W., & Schweingruber, H. A. (2008). Ready, set science! Putting research to work in K-8 science classrooms. Washington, DC: The National Academies Press
- Minogue, J., & Borland, D. (2016). Investigating students’ ideas about buoyancy and the influence of haptic feedback. *Journal of Science Education and Technology*, 25, 187-202.
- Moore, T. & Harrison, A., (2007). Floating and sinking: Everyday science in middle school. 1-14. <http://www.aare.edu.au/04pap/moo04323.pdf> , 9 Aralık 2007.
- Özkan, G., & Sezgin-Selçuk, G. (2015). Effect of technology enhanced conceptual change texts on students’ understanding of buoyant force. *Universal Journal of Educational Research*, 3(12), 981-988.
- Özmen, H. (2019). *Deneyisel Araştırma Yöntemi* (Ed. Haluk Özmen ve Orhan Karamustafaoğlu, 2019). Eğitimde araştırma yöntemleri. Ankara: Pegem Yayınları.
- Özsevgeç, T., & Çepni, S. (2006). Farklı sınıflardaki öğrencilerin yüzme ve batma kavramlarını anlama düzeyleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 172, 297-311.
- Potvin, P., & Cyr, G. (2017). Toward a durable prevalence of scientific conceptions: Tracking the effects of two interfering misconceptions about buoyancy from preschoolers to science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(9), 1121-1142.
- Preece, P. F., & Brotherton, P. N. (1997) Teaching science process skills: long-term effects on science achievement. *International Journal of Science Education*, 19(8), 895-901, DOI: 10.1080/0950069970190803.
- Reid, D., J., Zhang, J. & Chen, Q., (2003). Supporting for scientific discovery learning in simulation environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19, 9-20.
- Rowell, J. A. & Dawson, C. J., (1977). Teaching about floating and sinking: An attempt to link cognitive psychology with classroom practice, *Science Education*, 61(2), 245–253.
- Scharmann, L. C. (1989). Developmental influences of science process skill instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(8), 715-726.
- Serttaş, S. & Yenilmez Türkoğlu, A. (2020). Diagnosing students’ misconceptions of astronomy through concept cartoons. *Participatory Educational Research (PER)*, 7(2), 164-182, <http://dx.doi.org/10.17275/per.20.27.7.2>.
- 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.
- Smith, C., Carey, S., & Wiser, M. (1985). On differentiation: A case study of the development of the concepts of size, weight, and density. *Cognition*, 21(3), 177–237.
- Sukarno, Permasari, A., Hamidah, I., & Widodo, A. (2013). The analysis of science teacher barriers in implementing of science process skills (SPS) teaching approach at junior high school and it’s solutions. *Journal Education and Practice*, 4(27), 185-190.
- Şahin, C. (2010). İlköğretim 8. sınıf “kuvvet ve hareket” ünitesinde “zenginleştirilmiş 5E öğretim modeli”ne göre rehber materyaller tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Şahin, Ç. & Çepni, S. (2012). Effect of different teaching methods and techniques embedded in the 5E instructional model on students' learning about buoyancy force. *Eurasian J. Phys. Chem. Educ.*, 4(2), 97-127.
- Şahin, Ç. & Çepni, S. (2020). Developing of the Concept Cartoon, Animation and Diagnostic Branched Tree Supported Conceptual Change Text: "Gas Pressure". *International Journal of Physics & Chemistry Education*, 3(SI), 25-33. Retrieved from <http://www.ijpce.org/index.php/IJPCE/article/view/112>.
- Şahin, Ç. (2015). Kaldırma Kuvveti (Ed. Fethiye KARSLI ve Çiğdem ŞAHİN). *Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I- II Bilimsel Süreç Becerilerini Geliştirmeye ve Kavramsal Öğrenmeye Katkı Sağlayabilecek Deneyler*. Ankara: Pegem Akademi.
- Taylor, D., Rogers, A. L., & Veal, W. R. (2009). Using self-reflection to increase science process skills in the general chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 86(3), 393.
- Ünal, S. (2008). Changing students' misconceptions of floating and sinking using hands-on activities. *Journal of Baltic Science Education*, 7(3), 134-146.
- Ünal, S., & Coştu, B. (2005). Problematic issue for students: Does it sink or float? *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 6(1).
- Vartak, R. Ronad, A. & Ghanekar, V. (2013) Enzyme assay: An investigative approach to enhance science process skills, *Journal of Biological Education*, 47(4), 253-257, DOI: 10.1080/00219266.2013.801871.
- Wilke, R. R., & Straits, W. J. (2005). Practical advice for teaching inquiry-based science process skills in the biological sciences. *The American Biology Teacher*, 67(9), 534-540.
- Yaşar, Ş. & Baran, M. (2020). Oyunlarla desteklenmiş TGA (Tahmin Et-Gözle -Açıkla) yöntemine dayalı etkinliklerin 10.sınıf öğrencilerinin fizik başarısına etkisi. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 52(52), 420-441. DOI: 10.15285/maruaeabd.651074.
- Yavuz, G. (2007). Yapılandırıcılığa dayalı öğretimin ilköğretim 7. sınıf sınıfların kaldırma kuvveti konusunda öğrencilerin başarılarına etkisi. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir.
- Yıldırım, A. (2012). Rehberli sorgulama deneylerinin bilimsel süreç becerilerinin kazandırılmasına, başarıya ve kavramsal değişime etkisi. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yıldırım, M., Çalılık, M., & Özmen, H. (2016). A meta-synthesis of Turkish studies in science process skills. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(14), 6518-6539.
- Yıldız, C., & Yıldız, T. G. (2021). Exploring the relationship between creative thinking and scientific process skills of preschool children. *Thinking Skills and Creativity*, 39, 100795.
- Yin, Y., Tomita, M. K., & Shavelson, R.J. (2008). Diagnosing and dealing with student misconceptions: Floating and sinking. *Science Scope*, 31(8), 34-39.
- Zhang, J., Chen, Q., Sun, Y. ve 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, 269- 282.

### Extended Abstract

#### Introduction

Laboratory activities based on the science process skills (SPSs) provide students with the opportunity to make sense of scientific concepts, gain scientific thinking skills, and learn how to test their ideas with their peers in the classroom (Hofstein & Lunetta, 2004). Science education based on the SPSs that focuses on active learning also increases students' interest in science (Metz, 2008). For this reason, it is very important to develop of learning environments based on the SPSs and examine effects of these environments on students' understanding of concepts. One of the abstract science concepts that students have difficulty understanding in science education is the buoyancy force concept (She, 2002; Smith, Carey, & Wisner, 1985). Buoyancy force is a hierarchical concept. In understanding of concepts in hierarchical structure, it is important to make good sense of basic concepts and to establish relationships between concepts (She, 2002; Şahin, 2010). For students to make sense of the buoyancy force concept;

they need to make the associations between the sinking volume, density of the fluid, the gravity acceleration, and the weight of the overflowing fluid. When students cannot establish relationships between these concepts, they may form misconceptions about buoyancy force (Besson, 2004; Hardy, Jonen, Möller & Stern, 2006; Joung, 2009; Kiray, Aktan, Kaynar, Kilinc & Gorkemli, 2015; Macaroğlu-Akgül and Şentürk, 2001; McGregor & Gunter, 2006; Moore & Harrison, 2007; Reid, Zhang & Chen, 2003; Rowell & Dawson, 1977; Şahin, 2010; Şahin & Çepni, 2012; Ünal & Coştu, 2005; Zhang, Chen, Sun & Reid, 2004). Among the researches, no research has been found that examined effects on the conceptual understanding of students of laboratory practices based on the SPSs, which consists of the SPSs and content knowledge integration. It is believed that the laboratory practices regarding the SPSs and content knowledge integration in teaching the buoyancy force will fill this gap in the literature. In the present study, it was aimed to determine the effects of laboratory practices based on the SPSs on the conceptual understanding of the buoyancy force concept.

## Methodology

This study was carried out according to pre-experimental method with a single experimental group pretest-posttest. The sample of this study included 34 prospective science teachers (PSTs) ( $n_{\text{female}} = 22$ ;  $n_{\text{male}} = 12$ ) studying in the third grade of science teaching at the education faculty of a university in the Eastern Black Sea Region. Concept cartoons and concept maps were used as data collection tools. Concept cartoons were prepared by the researchers for determining the PSTs' misconceptions about buoyancy force concept and the concept maps were drawn by the PSTs. The pretest and posttest data obtained from the concept cartoons were analyzed with the Wilcoxon sequential signs test. Also, while the data obtained from the concept cartoons were analyzed descriptively, the data obtained from the concept map were analyzed through content analysis. To ensure the validity of the data, the researchers encoded the data by reading the data over and over and discussing it together. In addition, quotations from the statements and drawings of the prospective science teachers were presented.

## Findings

When comparing the pretest and posttest data obtained from the concept cartoons, it was seen that there was a significant difference in favor of the posttest scores ( $z = -5,073$ ,  $p < ,05$ ). These results show that the posttest scores of the PSTs who were applied laboratory practices based on the SPSs differ significantly from the pretest scores in favor of the posttest. At the same time, it is seen that 33 PSTs were in positive ranks and 1 PST was in negative ranks. In addition, eta square value ( $\eta^2 = ,87$ ) indicates a large effect size. It was seen that the PSTs did not draw concepts such as Dynamometer, Newton, overflowing liquid weight, overflowing liquid volume, balanced force in their concept maps in the pretest. But they drew these concepts in their concept maps in the posttest and associated the concepts correctly.

## Discussion

As a result, considering the findings obtained from both the concept cartoons and concept maps, it can be concluded that the laboratory practices based on the SPSs positively affect the PSTs' conceptual understanding of the buoyancy force concept. Also, these practices were effective in eliminating of the PSTs' misconceptions. And PSTs were able to establish the relationships between the concepts correctly.

---

\*Bu makaleye yazarlar eşit oranda katkı sağladıklarını beyan ederler.