Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi

http://fead.org.tr/dergi ISSN: 2148-2160

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Kaldırma Kuvveti Konusundaki Kavramsal Anlamalarına Tam Stüdyo Modelinin Etkisi**

(The Effect of Full Studio Model on Conceptual Understanding of Preservice Science Teachers about the Concept of Buoyant Force)

Vahide Nilay KIRTAK AD [1,*] ve Mustafa Sabri KOCAKÜLAH [1]

[1] Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, Balıkesir

(Cilt: 6, Sayı: 2, Aralık 2018, s. 120 - 145)

Özet:

Bu çalışmanın amacı, aktif öğrenme tekniklerinin kullanıldığı tam stüdyo modelinin öğretmen adaylarının "Kaldırma Kuvveti" konusundaki kavramsal anlamalarına etkisini incelemektir. Çalışmanın örneklemini 2015-2016 eğitim-öğretim yılında Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programında okumakta olan 53 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Tek grup öntest-sontest zayıf deneysel desenin kullanıldığı bu araştırma kapsamında öğretim öncesinde ve sonrasında öğretmen adaylarına kaldırma kuvveti ile ilgili açık uçlu iki soru sorulmuştur. Ayrıca verilen yanıtların daha derinlemesine incelenebilmesi için 11 öğretmen adayı ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda öğretmen adaylarının pek çoğunun sıvıların içerisine daldırılan veya yüzmekte olan cisimlere bir kaldırma kuvveti uyguladığını bildikleri fakat nelere bağlı olduğunu bilmedikleri ve sıvı basıncı ile karıştırdıkları görülmüştür. Yapılan öğretim sonrasında verilen bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtların oranı artarken (%92.45 ve %77.26), bilimsel olarak kabul edilemez ve diğer yanıtların oranı (%7.55 ve %22.64) azalmıştır. Yapılan görüşmelerde de öğretim öncesinde karşılaşılan yanlış fikirlerin pek çoğunun öğretim sonrasında bilimsel doğrular ile değiştirildiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Aktif öğrenme, tam stüdyo, kaldırma kuvveti, kavramsal anlama*

*Sorumlu Yazar: E-mail: nilaykirtak@gmail.com

**Bu makale, 1 numaralı yazarın doktora tezinin bir bölümüdür ve III. Ulusal Fizik Eğitimi Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

ISSN: 2148-2160, ©2018

Gönderilme Tarihi: 13.10.2017 – Kabul Tarihi: 14.05.2018

Abstract:
The aim of this study is to examine the effect of the full studio model in which active learning techniques are used on the conceptual understandings of preservice science teachers about the concept of "Buoyant Force". The sample of the study consisted of 53 preservice science teachers who were enrolled in Science Teaching Program of Necatibey Education Faculty at Balıkesir University in the academic year of 2015-2016. In this study, single group pretest-posttest weak experimental design was used and two open-ended questions were asked to preservice science teachers about the buoyant force. In addition, semi-structured interviews were conducted with 11 preservice science teachers so that the answers could be examined in depth. In the light of the findings, many of the preservice science teachers were aware that liquids exerts buoyant force but they did not know what affected the magnitude of the buoyant force and they often confused the buoyant force with liquid pressure. While the proportion of the scientifically acceptable responses given after teaching was increased (92.45% and 77.26% for each question), the proportion of scientifically unacceptable and other responses (7.55% and 22.64%) was decreased. In the interviews, most of the misconceptions encountered before the teaching show that they have been replaced with scientific notions after the teaching.

Keywords: *Active learning, full studio, buoyant force, conceptual understanding*

Giriş

Eğitim alanında yapılan çalışmalar, her bireyin öğrenme ortamına belli bir hazır bulunuşluk düzeyinde ve zihninde daha önceden var olan bir kavramsal yapı ile geldiğini göstermektedir (Çepni, 2006; Kocakülah & Kocakülah, 2002). Öğrencinin öğrenme ortamına getirdiği bu ön bilgiler ve kavramsal yapı eğer doğru değilse öğrencinin öğrenmesini olumsuz yönde etkileyen en önemli faktörlerden birisi olduğu bilinmektedir. Ayrıca bu yanlış bilgilerin ve kavram yanılgılarının giderilmesinin çok kolay olmadığı da çoğu araştırmacı tarafından belirtilmektedir (Driver, 1989; Gilbert & Watts, 1983; Şahin, 2007). Bu sebeple son yıllarda fen ve fizik eğitiminde yurt içinde ve yurt dışında en fazla çalışılan alanların başında öğrencilerin sahip oldukları kavramsal anlamalar ve yanılgılar gelmektedir (Hestenes, Megowan-Romanowicz, Osborn Popp, Jackson & Culbertson, 2011; Şekercioğlu, 2011; Edwards, 2015).

Yapılandırmacı kuram, bilginin dış dünyada bireyden bağımsız olarak var olmadığını, tersine etkin bir biçimde birey tarafından zihinde yapılandırıldığını savunmaktadır. Bu kuramı temel alarak kurulan yapılandırmacı öğrenme ortamlarının amacı da öğrencileri öğrenmeye teşvik ederek, tamamen aktif olarak yer aldıkları ders sürecinde, kendi yeteneklerinin farkına varmalarını ve yeni tecrübeler kazanmalarını sağlamaktır.

Aktif öğrenme de kuramsal temelleri yapılandırmacılığa dayanan bireyin kendi öğrenmesinden sorumlu olduğu, kararlar alarak uygulama fırsatı bulduğu bir öğrenme süreci sunmaktadır. Yapılan çalışmalar aktif öğrenme yöntem ve tekniklerinin pek çok alanda olduğu gibi fizik eğitimi alanında da öğrencilerin fizik başarısını arttırdığı, kavram yanılgılarını düzelttiği, fizik kavramlarının öğrenilmesinde daha etkili olduğu ve sınıf içi etkinliklerde daha aktif olduklarını göstermektedir (Gibson & Chase, 2002; Kalem & Fer, 2003; Minner, Levy & Century, 2010).

Aktif öğrenme son yıllarda oldukça popüler olan alanlardan birisi haline gelmiştir. Özellikle Amerika, İngiltere, Almanya gibi ülkeler başta olmak üzere öğretim programları aktif öğrenmeye dayanarak hazırlanmakta, bu alanda çalışmalar yapılmakta ve hatta aktif öğrenme sınıfları kurulmaktadır. Bugün dünya genelinde elliden fazla üniversitede ve kurumda aktif öğrenme sınıfları bulunmaktadır. İlk örneklerinin Amerika'da fizik eğitimi alanında görülen bu sınıfların pek çoğu bütün derslerde kullanılabilecek şekilde tasarlanmaktadır. Edwards (2015), bu sınıfların özelliklerini üç başlık altında toplamaktadır:

Zihinsel olarak aktif: Öğrenme ortamındaki öncelikli amaç öğrenciyi zihinsel olarak aktif tutmaktır. Problem çözme, araştırma, sorgulama yapma, analiz, sentez gibi üst düzey düşünme becerileri kullanılmalıdır. Bu sebeple uygulanacak stratejilerin de bu becerileri uygulayacak ve arttıracak nitelikte olması gerekmektedir.

Sosyal olarak aktif: Aktif öğrenme ortamı öğrenciyi sadece zihinsel olarak değil aynı zamanda sosyal anlamda da aktif kılmalıdır. Akran öğretimi, işbirlikli öğrenme gibi yöntemler kullanılmalıdır.

Fiziksel olarak aktif: Genç yetişkin bireyler genellikle daha aktif ve enerjiktir. Bu yüzden sınıfta hareket önemlidir. Laboratuvar deneyleri, proje hazırlama, model inşa etme, el aktiviteleri ve oyunların kullanılması sınıf içerisinde öğrencilerin hareket etmelerine olanak sağlamaktadır.

Fizik eğitimi alanında kurulan ve daha sonraki çalışmalara öncülük etmiş aktif öğrenme sınıfları geleneksel ve tam stüdyo olmak üzere iki genel model altında incelenmektedir (Edwards, 2015; Kırtak, 2016; Kırtak Ad & Kocakülah, 2016; 2017). Bu modeller farklı şekillerde uygulanmıştır. Bazı üniversitelerde laboratuvarlar yeniden düzenlenirken bazı üniversitelerde büyük sınıflarda öğrencilerin aktif katılımlarını sağlayacak şekilde düzenlemeler yapılmıştır. En önemli değişiklik ise bazı üniversitelerde grup çalışması, laboratuvar çalışması ve problem çözme saatlerinin bir sınıfta aynı anda yapılabilecek şekilde düzenlenmesi olmuştur.

Bu çalışmada tam stüdyo modeli baz alınarak sınıf ortamı ve ders planları hazırlanmıştır. Tam stüdyo modelinde teorik ders, uygulama ve laboratuvar ayrımı ortadan kaldırılmaktadır. Sınıflarda hem bilgisayarlar hem de deney malzemeleri bulunmaktadır. Öğrenciler gruplar halinde çalışmakta ve öğretmenin çok kısa bir süre derste bulunması yeterli olmaktadır. Öğrenciler ise öğretmen tarafından verilen veya kendilerinin tespit ettikleri bir problemin çözümüne yönelik kendi stratejilerini geliştirmekte ve sorgulama becerilerini kullanarak öğrenmektedirler.

Aktif öğrenme sınıfları ile ilgili yapılan çalışmalar akademik başarı, problem çözme becerileri, tutum gibi çeşitli öğrenme çıktıları üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu göstermektedir. Fizik eğitimi ile ilgili tam stüdyo modelinin kullanıldığını Saul ve Redish (1998), Gaffney ve diğ. (2008), Cummings ve diğ. (1999) ile Dori ve diğ. (2003) tarafından yapılan çalışmalarda öğrencilerin kavramsal anlama testlerinden daha yüksek puanlar aldıkları; Laws (1991) tarafından yapılan çalışmada kavram yanılgılarının çoğunun ortadan

kalktığı, problem çözme becerilerinin arttığı ve Gatch (2010) tarafından yapılan çalışmada da fizik dersine yönelik tutumun arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Fizik öğretimi ile ilgili çalışmalar incelendiğinde öğrencilerin öğrenme düzeylerini arttırmayı amaçlayan pek çok çalışma olduğu görülmektedir. Bu çalışmaların çoğunluğu bireyin hazır bulunuşluk düzeyinin ve zihninde var olan kavramsal yapının yapılan öğretimi etkilediği konusunda hemfikirdirler. Öğrencinin öğrenme ortamına getirdiği ön bilgiler ve yanlış kurulmuş kavramsal yapılar onun öğrenmesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu çalışmada da "kaldırma kuvveti" konusunda öğretim yapılmış ve öğretmen adaylarının kavramsal anlamaları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Öğrencilerin hem ilköğretim ve ortaöğretimde gördükleri hem de günlük hayatta kullandıkları konulardan birisi olan kaldırma kuvveti ile ilgili yapılan çalışmalar bu konuda çeşitli kavram yanılgılarına sahip olduklarını göstermektedir. Kaldırma kuvveti ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda görülen kavram yanılgılarından örnekler Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Kaldırma kuvveti ile ilgili kavram yanılgıları

Kavram yanılgısı	**Tespit edildiği çalışma**
Sıvı fazla ise daha az kaldırma kuvveti etki eder. Cismin su üstünde kalan bölümü arttıkça kaldırma kuvveti artar.	Ünal & Coştu, 2005
Katı bir obje, bot şeklindeki objeden daha fazla su taşırır.	She, 2002
Kaldırma kuvvetinin büyüklüğü; cismin hacmine/ şekline/ kütlesine bağlıdır.	Reid, Zhang & Chen, 2003; Zhang, Chen, Sun & Reid, 2004
Kaldırma kuvveti ile cismin batan hacmi arasında ilişki kurulamamaktadır.	Besson, 2004
Basınç ve kuvvet kavramları aynı anlamdadır.	Kariotoglou & Psillos, 1993; Kariotogly, Koumaras & Psillos, 1993; Önen, 2005

Bu çalışmanın amacı, aktif öğrenme tekniklerinin kullanıldığı tam stüdyo modelinin öğretmen adaylarının kaldırma kuvveti konusundaki kavramsal anlamalarına etkisini incelemektir. Tam stüdyo modelinin kullanıldığı diğer çalışmalar incelendiğinde Saul ve Redish (1998), Cummings ve diğ. (1999), Gatch (2010) ve Gaffney ve diğ. (2008) tarafından yapılan çalışmaların mekanik; Laws (1991) tarafından yapılan çalışmada elektrik ve Dori ve diğ. (2003) tarafından yapılan çalışmada da elektromanyetizma konularının işlendiği görülmektedir. Bu sebeple bu çalışmanın, yurtdışında geliştirilen ve uygulamaları yapılan "tam stüdyo" modelinin ülkemizde ilk defa hem fiziksel ortamının hazırlanması hem de öğretmen adaylarının "kaldırma kuvveti" konusundaki kavramsal anlama düzeylerine katkısının incelenmiş olması bakımından literatüre katkısının olacağı düşünülmektedir.

Yöntem

Bu çalışmada tek grup öntest-sontest zayıf deneysel araştırma modeli kullanılmıştır. Deneysel desenler, neden-sonuç ilişkilerini belirlemek amacıyla, doğrudan araştırmacının

kontrolü altında, gözlenmek istenen verilerin üretildiği araştırma modelleridir (Karasar, 2005). Zayıf deneysel desende ise bağımlı değişkene ilişkin ölçümler, tek grup üzerinde aynı ölçme araçları kullanılarak uygulama öncesinde öntest ve sonrasında sontest olarak elde edilmektedir (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2010).

Bu çalışma nitel ve nicel araştırma desenlerinin birlikte kullanıldığı karma araştırma desenini içeren doktora çalışmasının bir bölümüdür. Fakat bu çalışmada tasarlanan öğretim modelinin öğrencilerin kaldırma kuvveti ile ilgili kavramsal anlamaları üzerindeki etkisi sunulmaktadır. Bu amaçla nitel verilerin ön planda olduğu bulgular ve yorumu üzerinde durulacaktır.

Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Bu çalışmanın hedef evrenini Türkiye'deki eğitim fakültelerinin Fen Bilgisi Öğretmenliği programında okuyan öğretmen adayları; ulaşılabilir evrenini ise, 2015 yılında fen bilgisi öğretmenliğini kazanan ve üniversite giriş puanları ÖSYM'nin yayınladığı kılavuza göre Türkiye genelinde orta grupta (261-321 puan aralığı) yer alan öğretmen adayları oluşturmaktadır. Bu çalışmanın yapıldığı fakültedeki 53 öğretmen adayının 2015 yılı üniversiteye giriş sınav puanları ortalamasının 271.46 olması sebebiyle örneklem seçiminde amaçlı örnekleme yöntemlerinden tipik durum örneklemesi kullanılmıştır. Bu çalışmanın örneklemini 2015-2016 akademik yılı güz döneminde Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi İlköğretim Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümü'nde öğrenim gören 53 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmanın örnekleminin %88.68 (N=47)'ini kız, %11.32 (N=6)'sini erkek öğretmen adayları oluşturmaktadır.

Araştırmada Yapılan İşlemler

2013-2014 öğretim yılı bahar döneminde araştırmacı tarafından hazırlanan "Kavramsal Anlama Testi" (Bu test, akışkanlar mekaniği konusunun tamamını kapsamaktadır, kaldırma kuvveti ile ilgili içerisinde iki soru yer almaktadır), ilköğretim matematik, fen bilgisi ve fizik öğretmenliği bölümlerinde okumakta olan 86 öğretmen adayına uygulanmış ve yapılan analizler doğrultusunda ölçekte yer alan sorularda düzenlemeler yapılmıştır.

2014-2015 öğretim yılı güz döneminde İlköğretim Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünde okumakta olan 51 öğretmen adayıyla deneme (pilot) çalışması yapılmıştır. Bu deneme çalışmasında tam stüdyoya göre düzenlenmiş deneme sınıfında aktif öğrenme teknikleri kullanılarak dersler yürütülmüştür. Gerçek çalışmada uygulanması planlanan enerjinin korunumu ve akışkanlar mekaniği ünitelerinin uygulaması yapılmıştır. Deneme çalışması sonucunda, hazırlanan ders planları ve sorular tekrar gözden geçirilmiş ve gerekli son değişiklikler yapılmıştır.

2015-2016 öğretim yılı güz döneminde İlköğretim Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünde okumakta olan 53 öğretmen adayı ile asıl çalışma yapılmıştır. Öğretim başlamadan önce Kavramsal Anlama Testi, öntest olarak uygulanmış ve ön görüşmeler yapılmıştır.

Akışkanlar Mekaniği ünitesinden önce öğretmen adaylarının sınıf ortamına alışabilmeleri ve aktif öğrenme tekniklerine aşina olmalarını sağlamak amacıyla "Enerjinin

Korunumu" ünitesi de tam stüdyo sınıfında ve aktif öğrenme teknikleriyle işlenmiştir. Öğretmen adaylarının hazır oldukları düşünüldükten sonra kaldırma kuvveti konusunun içerisinde yer aldığı Akışkanlar Mekaniği ünitesine geçilmiştir. Akışkanlar Mekaniği ünitesinin öğretimi dört hafta (12 blok ders saati) sürmüştür. Kaldırma kuvveti konusunun öğretimine ise üç blok ders ayrılmıştır. Öntest olarak uygulanan kavramsal anlama testi ders sürecinin sonunda tekrar sontest olarak uygulanmış ve son görüşmeler yapılmıştır.

Sınıf ortamının hazırlanması ve öğrenme süreci

Bu çalışmada sınıf tam stüdyo yaklaşımına göre düzenlenmiş ve aktif öğrenme teknikleri ile örülmüş ders planları kullanılmıştır. Tam stüdyo yaklaşımında teorik ders, laboratuvar ve uygulama dersi ayırımı ortadan kaldırılmıştır. Bu sebeple öğrenme ortamı şöyle düzenlenmiştir:

- Uygulamanın yapılacağı üniversitede Fen Bilgisi Öğretmenliği 1. sınıf Fizik dersi 4 saat teorik ve 2 saat laboratuvar dersi olarak toplamda 6 ders saati olarak verilmektedir.
- Sınıf mevcudunun (N=53) çok fazla olması sebebiyle sınıf öncelikle iki gruba ayrılmıştır. Daha sonra her grup kendi içinde 4 veya 5 kişilik heterojen gruplara ayrılmıştır. Bu grupların oluşturulmasında öğrencilerin üniversiteye giriş puanları etkili olmuştur.
- Teorik, laboratuvar ya da uygulama ayırımı olmadan planlanan derslerin grup çalışmasına daha elverişli olması sebebiyle laboratuvarda işlenmesine karar verilmiştir.
- Laboratuvar tam stüdyo yaklaşımına uygun olarak hazırlanmıştır. Her grubun masasında istediği zaman kullanabileceği internet bağlantısı olan bir bilgisayar bulunmaktadır. Ayrıca sınıfta bir kütüphane, bir deney köşesi ve bir de kırtasiye köşesi hazırlanmıştır.
- Ders planlarının hazırlanmasında Cosgrove ve Osborne (1985) tarafından önerilen üretken öğrenme modeli (generative learning model) dikkate alınmıştır. Kavramsal değişimin fikirler arasındaki çatışmalardan doğacağını benimseyen bu modelin dört aşaması (başlangıç, odak, meydan okuma ve uygulama) bulunmaktadır (Gafoor & Akhilesh, 2013; Kocakülah & Kural, 2012). Yapılan etkinliklerde de aktif öğrenme teknikleri (keşfederek öğrenme, köşelenme tekniği, gösteri deneyi, gözlem yapma, video izleme, soru-cevap, deney yapma, grup çalışması, sınıf tartışması) kullanılmıştır.
- Öğrencilerin ve araştırmacının aktif öğrenme tekniklerine ve sınıf ortamına alışabilmeleri için asıl konunun işleneceği haftalardan önce başka bir konuda (Enerjinin Korunumu) ön uygulama yapılmıştır.
- Uygulama öncesinde ve sonrasında hazırlanan kavramsal anlama testi uygulanmış ve yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

Örnek uygulama

Ders planlarının hazırlanmasında Cosgrove ve Osborne (1985) tarafından geliştirilen ve Kocakülah ve Kural (2012) tarafından da kullanılan dört aşamalı üretken öğrenme modeli (generative learning model) dikkate alınmıştır. "Kaldırma Kuvveti" konusunun öğretiminde aşamalar şöyle düzenlenmiştir:

Başlangıç aşaması: Bu aşamanın amacı öğretilecek kavram ile ilgili öğrencilerin ön bilgilerini ortaya çıkarmaktır. Bu sebeple öncelikle araştırmacı tarafından öntest ve yapılan ön görüşmeler ile "kaldırma kuvveti" ile ilgili fikirler ortaya konulmuştur. Ders sırasında ise her dersin başında mutlaka bir önceki dersin tekrarı yapılarak derse başlanmaktadır. Daha sonra yeni konuya geçilmektedir. Her konunun başında dikkat çekme, güdüleme ve gözden geçirme bölümleri bulunmaktadır.

Dikkat çekme bölümünde, konunun içeriğine göre bazen bir video, bazen kısa bir deney yer almaktadır. Buradaki amaç öğretmen adaylarının derse dair dikkatlerini çekmek ve merak duymalarını sağlamaktır. Kaldırma kuvveti konusu ile ilgili derse Arşimet'in hayatını ve yaptığı çalışmaları anlatan bir video izlenerek başlanmıştır.

Güdülenme bölümünün amacı, öğretmen adaylarının o günkü derste işleyecekleri konular hakkında bilgi sahibi olmalarını sağlamaktır. Burada genellikle öğretmen işlenecek konulardan bahsetmektedir. "Sizce bir tuğla parçasını suyun üzerine bıraktığınızda ne olur? Yüzer mi batar mı?, Peki, bir gemi denize indirildiğinde ne olur?, Denizde dalarak yüzmeyi seven var mı aramızda? Denizin içinde hiçbir şey yapmadan durabilir misin?,…" gibi sorular öğretmen adaylarına sorulduktan sonra araştırmacı tarafından işlenecek konular (Arşimet İlkesi, kaldırma kuvveti, yüzme, batma, askıda kalma gibi) hakkında bilgi verilmiştir.

Gözden geçirme kısmında ise, öğretmen adaylarının daha önceden var olan bilgilerinin ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır. "Kaldırma kuvvetinin ne olduğunu hatırlayan var mı?, Arşimet ilkesini biliyor musunuz?, Yüzmek ile askıda kalmak arasındaki fark nedir?, Cisimler hangi durumlarda yüzer, askıda kalır ya da batarlar?" gibi sorular öğretmen adaylarına sorulduktan sonra derse başlanmıştır.

Odak aşaması: Öğrencilere öğretilecek kavramın içeriği ile ilgili keşfetme fırsatının verildiği, günlük durumlardan örneklerin seçildiği ve bu sayede öğrencinin kendi fikirlerini sorgulamasının sağlandığı aşamadır. Kaldırma kuvveti kavramının öğretildiği dersin odak aşamasında hazırlanan etkinlikte aktif öğrenme tekniklerinden "keşfederek öğrenme" tekniği kullanılmaktadır. Öğretmen adaylarına gruplar halinde kaldırma kuvveti ile ilgili çeşitli deneyler yaptırılarak, kaldırma kuvvetinin ne olduğu, nelere bağlı olduğu gibi bilgileri keşfetmeleri sağlanmaya çalışılmaktadır. Yapılan deneylerden birisi şöyle düzenlenmiştir:

1. Bir kaba su konur.
2. Suyun içerisine bir dilim limon atılır (Limonun yüzdüğü gözlemlenir).
3. Limon parçası büyütülür. Yarım limon suya atılır (Yarım limonun da yüzdüğü gözlemlenir).
4. Başka bir kaba su konur.
5. Bütün mandalina suya atılır (Mandalinanın yüzdüğü gözlemlenir).

   Ara soru: Bu mandalinayı batırmak için ne yapabiliriz?

6. Kapta bulunan su miktarı azaltılır ve aynı bütün mandalina tekrar suya atılır (Mandalinanın yüzdüğü gözlemlenir).
7. Kaptaki su miktarı arttırılarak eski haline getirilir. Mandalinanın kabuğu soyularak suya atılır (Mandalinanın battığı gözlemlenir).
8. Mandalinanın dilimleri birbirinden ayrılır ve küçük parçalar halinde mandalina suya bırakılır (Küçük parçaların da battığı gözlenir).

   Ara soru: Şimdi bu olayın tersini yapalım. Batan mandalinayı tekrar yüzdürmek için neler yapabiliriz?

9. Su içerisine bir miktar tuz konur ve karıştırılır. Mandalina tekrar suya bırakılır (Mandalinanın yüzdüğü gözlemlenmektedir).

   Ara açıklama: Suyun yoğunluğu 1 g/cm^3'tür. Alüminyumun yoğunluğu ise 2.7 g/cm^3'tür. Yani Alüminyumun yoğunluğu suyun yoğunluğunun yaklaşık 3 katıdır.

10. Mandalina alüminyum folyoya sarılır ve tekrar su içerisine bırakılır (Yüzdüğü gözlenir).

    Ara soru: Cismin yoğunluğu artmış olmasına rağmen mandalina yüzmektedir. Bu durumu nasıl açıklarsınız?

    Ara açıklama: Bu durumu açıklamak için bir deney daha yapalım.

11. Eşit kütlede iki parça oyun hamuru hazırlanır.
12. Biri top haline getirilerek suya bırakılır (Battığı gözlemlenir).
13. Diğer parça kayık haline getirilir ve suya bırakılır (Yüzdüğü gözlemlenir).

Meydan okuma aşaması: Öğrencilerin birbirleri ile kendi görüşlerini tartıştıkları ve daha sonra öğretmen tarafından bilimsel açıklamaların yapıldığı aşamadır. Bu sebeple deneylerde yapılan gözlemler raporlaştırılır ve kaldırma kuvvetinin nelere bağlı olduğu bulunmaya çalışılır. Gruplar çalışmalarını bitirdikten sonra sırayla yaptıkları gözlemleri sınıfla paylaşırlar. Eğer etkinlik sonunda öğrencilerin gözlemlerinde eksikler varsa araştırmacı tarafından gerekli uyarılar yapılmakta ve konu özetlenmektedir.

Uygulama aşaması: Yeni fikirlerin uygulanabileceği bir dizi fırsatın öğrencilere sunulduğu aşamadır. Bu aşamada öğretmen adayları ile "köşelenme tekniği"nin kullanıldığı bir uygulama yapılmıştır. Bu teknik genellikle net bir yanıtı olmayan problemler üzerinde çalışılırken kullanılmaktadır. Öğrencilere, problemin çözümü için bilgi toplamaları ve sundukları çözüm önerilerini savunma fırsatı sunmaktadır. Hazırlanan çözümler kartonlara yazılarak sınıfın çeşitli köşelerine asılır. Öğrenciler kendilerine en uygun çözümün asılı olduğu köşeye gider ve orada toplanırlar. Aynı köşeyi seçenlerin oluşturduğu yeni gruplarda o çözümü seçme nedenlerinin tartışılması sağlanır. Bu nedenler sınıfça tartışılır ve sınıf kararı alınır. Bu amaçla öğretmen adaylarına aşağıdaki soru sorulmuştur:

> "*Göreve yeni başlamış bir fen bilgisi öğretmenisiniz, sınıfa girdiniz ve ilk defa Arşimet ilkesini anlatacaksınız. Size göre anlaşılması çok kolay olan bu konuyu kısaca anlattınız ve konu sonundaki soruları öğrencilerinize sordunuz. Fakat*

öğrencilerinizin soruları cevaplamakta zorlandıklarını gördünüz. Öğrencilerinizin bu konuyu öğrenmeleri gerektiğini yoksa bir sonraki konuya geçemeyeceğinizi de biliyorsunuz. Ne yaparsınız?"

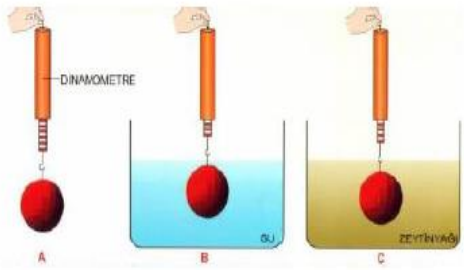
Bu sayede öğretmen adaylarının hem mevcut bilgilerini gözden geçirmeleri, hem Arşimet ilkesini araştırarak öğrenmeleri, hem de öğrendikleri bilgileri öğrencilerine nasıl anlatacaklarını düşünmeleri sağlanmıştır. Bu aşamada öğretmen adayları araştırmalarını istedikleri gibi sınıf ortamında yer alan kütüphaneden, internetten, grup içi tartışmalardan ve öğretmenden yararlanarak yapmışlardır. Soruya verilen çözüm önerilerini de poster hazırlayarak, sınıfın çeşitli köşelerine asmış ve diğer arkadaşlarının görmeleri sağlanmışlardır. Dersin sonunda da en iyi çözüm önerisi tartışılarak kabul edilmiştir.

Veri Toplama Araçları

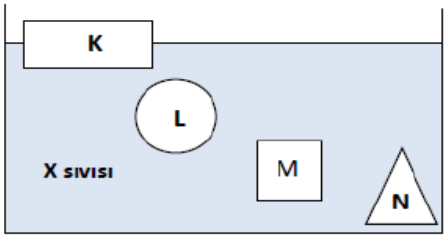
Akışkanlar mekaniği kavramsal anlama testi

Bu test Kırtak Ad (2016) tarafından doktora tezi kapsamında geliştirilmiştir. Akışkanlar mekaniği ünitesinin tamamını kapsayan açık uçlu 24 sorudan oluşmaktadır. Bu sorulardan iki tanesi "Kaldırma Kuvveti" ile ilgilidir (5. soru ve 7. sorunun b seçeneği). Bu sorular Şekil 1'de gösterilmektedir.

5. Aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi bir topun ağırlığı havada, suda ve zeytinyağında dinamometre yardımıyla ölçülüyor. Topun ağırlığının havada en fazla suda en az olduğu görülmüştür. Sizce bu durumun sebebi nedir?



7. Hacimleri eşit cisimler sıvı içerisinde şekildeki gibi durmaktadırlar.



Bu duruma göre;

b) Sıvı tarafından cisimlere uygulanan kaldırma kuvvetinin büyüklüğü hakkında ne söyleyebilirsiniz? Eğer farklı diyorsanız büyükten küçüğe doğru sıralayınız. Cevabınızı kısaca açıklayınız.

Şekil 1. Kaldırma kuvveti ile ilgili sorular

Yarı yapılandırılmış görüşme

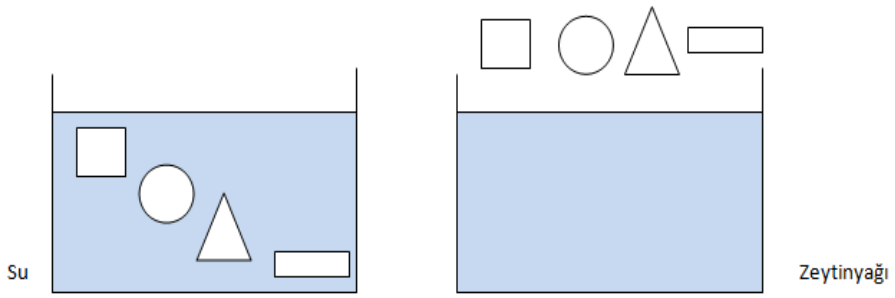
Yarı yapılandırılmış görüşmelerde öğretmen adaylarının kavramsal anlama testindeki sorulara verdikleri yanıtların nedenlerini daha derinlemesine açıklamaları sağlanmıştır. Öğretmen adaylarına bir görüşme formu verilerek, bu form üzerinde yer alan şekiller üzerinden sorular öğretmen adaylarına sorularak tartışılmıştır. Görüşmelerden elde edilen veriler kavramsal anlama testindeki yanıtları desteklemek için de kullanılmış ve gerekli yerlerde görüşme verilerinden elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Görüşmelerde sorulan sorulardan örnekler Şekil 2'de verilmektedir. Soruların soruluş şekilleri ve sırası, görüşmenin doğal yapısı içerisinde değişebilmektedir.

1. Sıvı basıncı ile kaldırma kuvveti aynı şey midir?

2. Kaldırma kuvveti nedir? Nelere bağlıdır?

3. Cisimlerin yoğunlukları ile ilgili ne söyleyebilirsiniz?

-Cisimlere uygulanan kaldırma kuvvetleri nasıldır?
-Kaptaki sıvı zeytinyağı olsaydı cisimlerin konumu nasıl değişirdi?
-Sıvı basıncı ve kaldırma kuvveti nasıl olurdu?



Şekil 2. Görüşmede sorulan sorular

Verilerin Analizi

Kavramsal anlama testinin öğretim öncesi ve sonrası uygulanmasından elde edilen nitel veriler içerik analizi yöntemi ile hazırlanan rubriklere göre analiz edilmiştir. Öğretim yapılmadan önce uygulanan kavramsal anlama testinde karşılaşılan yanıt kategorilerinin frekansları aynı testin öğretim yapıldıktan sonra uygulanması sonucu ortaya çıkan frekanslar ile karşılaştırılmıştır. Bu amaçla her bir soru için öğretmen adaylarının yanıtlarının ve bu yanıtların sıklıklarının yer aldığı frekans tabloları hazırlanmıştır. Açık uçlu bu soruların analiz edilmesinde öncelikle tam yanıtı belirleme (nomothetic) ve verilen diğer yanıtlarda yapılan açıklamalara uygun tema isimleri vererek belli kategoriler altında toplama (ideographic) yaklaşımları kullanılmıştır (Kocakülah, 1999; 2006). Analiz sırasında öncelikle soruya ilişkin verilmesi beklenen tam doğru yanıt belirlenmiştir. Bütün öğrencilerin yanıtları incelenerek "tam doğru yanıt" veren öğretmen adayları belirlenmiş ve öğrenci kodları tabloya yazılmıştır. Daha sonra genel olarak doğru yanıtı veren ama bilimsel bilginin tam ifade edilmediği belirlenen yanıtlar "kısmen doğru yanıt" kategorisine alınmıştır. Doğru ve kısmen doğru yanıt kategorileri "bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar" teması altına alınmıştır. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar haricindeki diğer kodlanabilir yanıtlar "bilimsel olarak kabul edilemez

yanıtlar” teması altına alınmıştır. Bu tema altında da yer alan yanıtlar içerdiği düşünce biçimi ya da kavram yanılgısına göre gruplara ayrılarak kategorileri belirlenmiştir. Son olarak da soruya bir yanıt veren ama ne ifade ettiği tam anlaşılamayan ya da yazısı okunamayan yanıtlar “kodlanamaz” teması altına; herhangi bir yanıt vermeyen öğretmen adaylarının yanıtları da “yanıtsız” teması altına alınmıştır.

Kavramsal anlama testinden elde edilen verilerin iç güvenilirliğinin sağlanması amacıyla sorulara verilen yanıtlar iki farklı uzman tarafından kodlanmış ve bağımsız kodlayıcılar arası tutarlılık yüzdesi hesaplanmıştır (1. soru için ön testte: %94.33, son testte: %100; 2. soru için ön testte: %98.11, son testte: %100 bulunmuştur).

Yarı yapılandırılmış görüşme kayıtlarından elde edilen nitel veriler de içerik analizi yöntemiyle incelenmiştir. Öncelikle bütün görüşme verileri yazıya dökülmüştür. Kavramsal anlamalar ile ilgili olarak her bir soruya verilen bilimsel olarak kabul edilebilir ve bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar belirlenmiştir. Ardından bu veriler, kavramsal anlama testinden elde edilen verilerin desteklenmesi amacıyla ilgili soruya ait kavramın analiz tablosundan sonra ilgili temanın ya da kategorinin altında doğrudan alıntılar yapılarak kullanılmıştır. Öğretmen adayları Ö1, Ö2, Ö3, … şeklinde kodlanmıştır.

Bulgular

Öğretmen adaylarına kaldırma kuvveti ile ilgili iki soru sorulmuştur. Bu iki soruya verilen yanıtlar ve görüşmelerden elde edilen bulgular şöyledir:

1. soruya ve görüşmelere ait bulgular

1. soru (Şekil 1'de 5. soru) kaldırma kuvveti kavramının sorgulandığı bir sorudur. Bu soruda öğretmen adaylarından bir topun dinamometrede okunan ağırlığının havada, suda ve zeytinyağında neden farklı olduğunu yorumlamaları istenmiştir. Bu sorunun doğru yanıtı olarak cisimlerin havadaki ağırlıklarının sudaki ağırlıklarından daha fazla ölçüleceği, sıvı içinde ise yoğunluğu fazla olan sıvının daha fazla kaldırma kuvveti uygulayacağından dinamometrede gözlenen değerin daha düşük olacağının belirtildiği yanıtlar doğru yanıt olarak kabul edilmiştir.

Öğretmen adaylarının öntestte ve sontestte bu soruya verdikleri yanıtlar Tablo 2’de verilmektedir.

Tablo 2. Birinci soruya ait bulgular

YANIT TÜRÜ		FREKANS (%)	ÖN TEST	FREKANS (%)	SON TEST
BİLİMSEL OLARAK KABUL EDİLEBİLİR YANITLAR	DOĞRU YANIT	13 (24.52)	• Cisimler sıvılarda havada olduğundan daha hafif gelirler. Çünkü sıvıların kaldırma kuvveti cisme etki eder. Zeytinyağının yoğunluğu küçük olduğu için su kadar kaldırma kuvveti uygulayamaz. Bu nedenle suda daha hafif ölçülür. (2, 3, 6, 7, 17, 19, 27, 31, 33, 34, 35, 38, 52)	29 (54.71)	• Havada cismin kendi ağırlığı ölçülmüştür. Sıvıların kaldırma kuvveti sayesinde B ve C kaplarındaki sıvılar topu kaldırdığından ağırlığı daha az gösterir. B ve C için ise suyun yoğunluğu daha fazla olduğu için ağırlığı daha azdır. (1, 2, 3, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 19, 22, 25, 26, 28, 30, 35, 36, 37, 38, 39, 43, 46, 47, 50, 51, 52)
	KISMEN DOĞRU YANIT	28 (52.83)	**Sıvıların yoğunluğu hakkında bilgi verilmeyen yanıtlar** • Suda ve zeytinyağında suyun kaldırma kuvveti yardımıyla yukarı doğru kaldırılır. Bunun sonucunda da havadakine göre daha hafif olur. (1, 15) • Havada olan topa yer çekimi etki eder. Diğer toplara yer çekiminin yanında kaldırma kuvveti de etki eder. Suyun zeytinyağına göre kaldırma kuvveti daha fazladır. (26) • Sıvıların kaldırma kuvvetinden dolayı B ve C'de sıvılar topu bir miktar yukarı kaldırdığı için oradaki topun gerçek ağırlığı değildir. Havadaki ise gerçek ağırlığıdır. Su zeytinyağına göre daha fazla kaldırmıştır. (32) • Su ve zeytinyağında topa ekstra kaldırma kuvveti uygulanır. Sıvılarda yoğunluğu büyük olanda topa fazladan kaldırma kuvveti uygular. (40, 47) **Sadece kaldırma kuvveti ifadesinin kullanıldığı yanıtlar** • Su/sıvı topa kaldırma kuvveti uygular. Uygulanan kaldırma kuvveti sayesinde ağırlık en az hissedilir. (10, 11, 16, 20, 21, 25, 36, 43, 44, 45, 50, 51, 53) **Kaldırma kuvveti ifadesinin kullanılmadığı yanıt** • Suyun yoğunluğu zeytinyağı ve havadan fazla olduğu için ve en yoğun su olduğu için suda ağırlık daha az olur. (22) **Havadaki ağırlığı ile karşılaştırılmayan yanıtlar** • Zeytinyağı ve suyun özkütleleri farklıdır. Kaldırma kuvveti her ikisinde de farklılık gösterir. Zeytinyağının özkütlesi daha azdır. (8, 39, 48, 49) **Zeytinyağı ile karşılaştırılmayan yanıtlar** • Suyun yoğunluğu havadan daha fazladır. Su cisme bir miktar kaldırma kuvveti uygular. (12, 13) • Top havada iken hiçbir sıvı ile temas halinde bulunmamıştır. Bu yüzden topun ağırlığı en fazla havada ölçülmüştür ancak top suyun içindeyken kaldırma kuvveti etki etmiş ve topun ağırlığı en az ölçülmüştür. (9) **Havanın da kaldırma kuvveti uygulayabileceğini belirten yanıt** • Havanın cisimlere uyguladığı kaldırma kuvveti sıvılardan küçüktür. Aynı şekilde yoğunluk ne kadar artarsa kaldırma kuvveti o kadar artar. (28)	20 (37.74)	**Sıvıların yoğunluğu hakkında bilgi verilmeyen yanıtlar** • Su ve zeytinyağı cisme karşı kaldırma kuvveti uygular. Havada ise böyle bir kuvvet olmadığı için ağırlığı en fazladır. (4, 8, 16, 33, 41, 45) • Burada kaldırma kuvvetinin etkisini görüyoruz. Havada yerçekimine maruz kalırken su ve zeytinyağı içerisinde ters yönlü kaldırma kuvveti vardır. Zeytinyağı ve su arasındaki fark ise sıvıların özkütlelerinden kaynaklanmaktadır (6, 40) • Kaldırma kuvvetinin etkisi görülmektedir. Yoğunluğu fazla olan madde daha fazla kaldırma kuvveti uygular. (13, 34) • Ortam ne kadar yoğunsa top o kadar hafif görülür. (31) **Sadece kaldırma kuvveti ifadesinin kullanıldığı yanıtlar** • Kaldırma kuvvetinin etkisiyle suda daha az ölçülmüştür. (20, 21, 24, 27, 44, 49) • Bu durumun sebebi kaldırma kuvvetidir. (32) **Kaldırma kuvveti ifadesinin kullanılmadığı yanıtlar** • Suyun yoğunluğu zeytinyağından büyüktür. Bu da cismi daha yüzeye kaldırır. (48, 53)

BİLİMSEL OLARAK KABUL EDİLEMEZ YANITLAR	**YANLIŞ YANIT**	9 (16.98)	**Basınç ile karıştırılan yanıtlar** • Havada cisme etki eden kuvvet daha azdır. Bu yüzden cismin ağırlığı daha fazla çıkabilir. Suda ise basınçtan ve ağzı kapalı olmadığından daha fazla çıkmış olabilir. (14) • Topun ağırlığının havada en fazla suda en az olması basınç farkından dolayı oluşur. (18) • Yoğunluk farkı ve basınç olabilir. Topun ağırlığı bulunduğu ortamdaki basınçtan etkilenebilir. Havanın basıncı sıvının basıncından düşük ya da büyük olabilir. (24) • A, B ve C ye etki eden basınç farklıdır. B ve C'de M'yi azaltan F_k kuvveti vardır ve ağırlığı daha az çıkar. İkisi arasında yoğunluk farkı olduğu için suda daha az çıkmıştır. (4) **Havanın yoğunluğunun daha fazla/suyun yoğunluğunun en az olduğunu vurgulayan yanıtlar** • $d_{su}<d_{zeytinyağı}<d_{hava}$ olduğu için olabilir ya da havada yerçekimi daha fazla olduğu için olabilir. (23) • Yoğunluktan dolayıdır. Çünkü suyun yoğunluğu en az olduğundandır. (29) • Havanın yoğunluğu suyun yoğunluğundan daha fazla olduğundan dolayı havada en fazla suda en az çıkmıştır. (42) **Zeytinyağının yoğunluğunun sudan fazla olduğunun belirtildiği yanıt** • Havada kaldırma kuvveti etki etmez. Topun ağırlığına eşittir. Zeytinyağında ise zeytinyağının yoğunluğu daha büyük olduğundan suda ağırlığı daha azdır. (37) **Açık hava basıncının etkisine dayandırılan yanıt** • P_o açık hava basıncı A şeklinde diğerlerinde daha fazla basınç uygular. Çünkü havada etki eden birçok kuvvet vardır ama suda suyun etki ettiği kuvvetin yanında fazla etki eden kuvvet kalmaz. (46)	4 (7.55)	**Basınç ile karıştırılan yanıtlar** • Havada cisme etkiyen basınç diğerlerine göre daha fazladır. (P=hdg) suyun yoğunluğu en az olduğundan dolayı en az suda ölçüm yapılır. (42) **Havanın yoğunluğunun daha fazla olduğunu vurgulayan yanıtlar** • Hava daha yoğun bir madde olduğu için topun ağırlığı havada daha fazladır. (29) • Ağırlık, yoğunluk ile doğru orantılıdır. Havanın yoğunluğu suyun yoğunluğundan büyük olduğu için ağırlığı havada en fazla suda en azdır. (18) **Zeytinyağının yoğunluğunun sudan fazla olduğunun belirtildiği yanıt** • Sıvı içindeki cisme daha çok kaldırma kuvveti uygulanır. Zeytinyağı sudan daha yoğun olduğu için sudaki en küçük değerdir. $d_{hava}>d_{zeytinyağı}>d_{su}$ kaldırma kuvveti yukarı yönde ağırlığı azaltıcı bir kuvvettir. Bu yüzden de içinde bulunduğu sıvı yoğunluğu da önemlidir. (23)
KODLANAMAZ YANITLAR	**Konu ile ilgisiz yanıtlar**	1 (1.89)	• Topun suyun içinde yüzmesinden dolayı olmuştur. Suyun özkütlesi daha fazla olduğu için topu yüzdürmüştür. (30)	-	-
	Belirsiz anlamlı	2 (3.78)	• Suyun yoğunluğu en büyüktür. $d_{su}>d_{zeytinyağı}>d_{hava}$ yoğunluğu büyük olan (d=m/V) m'de büyük (5) • Kaldırma kuvvetiyle alakalıdır. Havada iken topa sadece hava molekülleri etki eder. Suda iken ise hem su hem hava molekülleri etki eder. Bu yüzden havada en fazla suda en azdır. (41)	-	-
TOPLAM			53		53

* Verilen yanıtların yanında parantez içinde belirtilen rakamlar, öğrenci kodlarını göstermektedir.

Tablo 2 incelendiğinde 1. soruya verilen yanıtların bilimsel olarak kabul edilebilir, bilimsel olarak kabul edilemez ve kodlanamaz yanıtlar olmak üzere üç tema altında ele alındığı görülmektedir.

Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar teması altında yer alan doğru yanıt kategorisi incelendiğinde öntestte 13, sontestte 29 öğretmen adayının yanıtının bulunduğu görülmektedir. Sıvıların uyguladığı kaldırma kuvvetinin daha fazla olacağından ve suyun yoğunluğunun zeytinyağından daha fazla olduğu için de dinamometrede okunan değerin suda daha az olacağından bahseden yanıtlar bu kategoriye alınmıştır. Yapılan görüşmelerde ise ön görüşmelerde iki (%18.18), son görüşmelerde 10 (%90.91) öğretmen adayının yanıtı bu kategoridedir.

Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar teması altında yer alan kısmen doğru yanıt kategorisi incelendiğinde öntestte 28, sontestte 20 öğretmen adayının yanıtının bu kategoride yer aldığı görülmektedir. Öntestte verilen yanıtlar doğrultusunda altı alt kategorinin, sontestte ise üç alt kategorinin oluştuğu görülmektedir. Öntestte yer alan alt kategoriler: "sıvıların yoğunluğu hakkında bilgi verilmeyen yanıtlar", "sadece kaldırma kuvveti ifadesinin kullanıldığı yanıtlar", "kaldırma kuvveti ifadesinin kullanılmadığı yanıtlar", "havadaki ağırlığı ile karşılaştırılmayan yanıtlar", "zeytinyağı ile karşılaştırılmayan yanıtlar" ve "havanın da kaldırma kuvveti uygulayacağını belirten yanıtlar" alt kategorileridir. Sontestte ise bu altı kategorinin ilk üçü görülmektedir. Yapılan görüşmelerde ise hem ön görüşmelerde hem de son görüşmelerde birer (%9.09) öğretmen adayının yanıtı bu kategoridedir.

Sıvıların yoğunluğu hakkında bilgi verilmeyen yanıtlar alt kategorisi incelendiğinde ön testte altı, son testte 11 öğretmen adayının yanıtının bu alt kategoride olduğu görülmektedir. Yapılan görüşmelerle öğretmen adaylarının kaldırma kuvveti ile sıvı yoğunluğu arasındaki ilişki irdelenmiştir. Örnek olarak, Ö1 kodlu öğretmen adayının yanıtının bu kategoride olduğu görülmektedir. Öğretmen adayı ile yapılan ön görüşme verileri şöyledir:

A : Su içerisindeki dört cisme etki eden kaldırma kuvvetleri nasıldır?
Ö1 : Hepsi askıda kaldığına göre hepsininki eşittir.
A : Su yerine zeytinyağı olsaydı ve bu cisimleri tekrar atsaydım. Bu cisimlere etki eden kaldırma kuvvetleri nasıldır?
Ö1 : Hepsi askıda kaldığına göre yine hepsininki eşittir.
A : Sıvıların yoğunluğunun farklı olması bir şey değiştirir mi?
Ö1 : Bilemedim.

Ö1 kodlu öğretmen adayı ile yapılan ön görüşme incelendiğinde su içerisinde askıda kalan dört cisim için de askıda kaldıkları için kaldırma kuvvetinin eşit olacağını belirttiği görülmektedir. Bu dört cisim zeytinyağının içerisine atıldığında ise cisimlerin yine askıda kalacaklarını düşünerek kaldırma kuvvetlerinin eşit olduğunu söylemektedirler. Öğretmen adayı sıvıların yoğunluğu ile kaldırma kuvveti arasında da ilişki kuramamaktadır. Öğretmen adayının ön testinde de benzer bir durum olduğu, sıvıların yoğunluklarından hiç bahsetmediği, son testte ise doğru yanıt verdiği görülmektedir. Öğretmen adayı ile yapılan son görüşme şöyledir:

A	:	*Suyun içerisinde dört tane cismimiz var. Bu dört cisme etki eden kaldırma kuvveti nasıldır?*
Ö1	:	*Eşittir.*
A	:	*Neden?*
Ö1	:	*Batan kısmın hacmi hepsinde aynıdır.*
A	:	*Su yerine zeytinyağı olsaydı ve bu cisimleri tekrar atsaydım. Bu cisimlere etki eden kaldırma kuvvetleri nasıldır?*
Ö1	:	*Zeytinyağının yoğunluğu daha düşük olduğu için kaldırma kuvveti suya göre daha az olacak. O yüzden sudan daha az olur.*

Sadece kaldırma kuvveti ifadesinin kullanıldığı yanıtlar alt kategorisi incelendiğinde öntestte 13, sontestte yedi öğretmen adayının yanıtının bu kategoride olduğu görülmektedir. Verilen yanıtlarda kaldırma kuvvetinden bahsedilmesine rağmen, su ve zeytinyağı arasında yoğunluğa bağlı gerçekleşen kaldırma kuvvetinin değişmesi üzerine açıklama yapılmamıştır.

Kaldırma kuvveti ifadesinin kullanılmadığı yanıtlar alt kategorisi incelendiğinde öntestte bir, sontestte iki öğretmen adayının yanıtının bulunduğu görülmektedir. Verdikleri yanıtlarda sadece sıvıların yoğunluklarından bahsetmektedirler. Öntestte görülen diğer alt kategorilerde ise havadaki ile karşılaştırılmayan yanıtlar alt kategorisinde dört, zeytinyağı ile karşılaştırılmayan yanıtlar alt kategorisinde üç, havanın da kaldırma kuvveti uygulayabileceğini belirten yanıt alt kategorisinde ise bir öğretmen adayının yanıtının bulunduğu görülmektedir.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar teması altındaki yanlış yanıt kategorisi incelendiğinde öntestte dokuz, sontestte dört öğretmen adayının yanıtının bulunduğu görülmektedir. Verilen yanıtlar öntestte "basınç ile karıştırılan yanıtlar", havanın yoğunluğunun daha fazla/suyun yoğunluğunun en az olduğunu vurgulayan yanıtlar", "zeytinyağının yoğunluğunun sudan fazla olduğunun belirtildiği yanıtlar" ve "açık hava basıncının etkisine dayandırılan yanıtlar" olmak üzere dört alt kategoride incelenmektedir. Sontestte ise yanıtlar ilk üç kategoride toplanmaktadır. Yapılan görüşmelerde sadece ön görüşmelerde altı (%54.55) öğretmen adayının yanıtı bu kategoridedir.

Basınç ile karıştırılan yanıtlar alt kategorisi incelendiğinde öntestte dört, sontestte bir öğretmen adayının yanıtının bulunduğu görülmektedir. Verilen yanıtlarda öğretmen adaylarının "kaldırma kuvveti" yerine "basınç" kavramını kullandıkları görülmektedir. Ö24 kodlu öğretmen adayının yanıtının bu alt kategoride olduğu görülmektedir. Öğretmen adayı ile yapılan ön görüşme şöyledir:

A	:	*İçi su dolu bir kabımız var. Bu kabın içerisine farklı derinliklerde ama askıda iki tane cisim koyuyorum. Bunlara etki eden sıvı basınçları nasıldır?*
Ö24	:	*Aşağıdakine daha çok etki eder. Çünkü üstünde daha çok su var. Ama yukarıdaki de olabilir. Onu kaldırma isteği olacak. Ama o kaldırma kuvveti.*
A	:	*Peki, kaldırma kuvveti ile arasında fark var mı?*
Ö24	:	*Pek fark yok. O yüzden yukarıdakine daha çok uygulanacak çünkü onu daha çok kaldırmak istemiş.*

Öğretmen adayı ile yapılan ön görüşme incelendiğinde, sıvı basıncı ile ilgili sorulan sorulara kaldırma kuvveti ile yanıt verdiği ve sıvı basıncı ile kaldırma kuvveti arasında da fark olmadığını belirttiği görülmektedir. Öğretmen adayının son testte verdiği yanıt incelendiğinde ise kısmen doğru yanıt kategorisinde olduğu görülmektedir. Öğretmen adayı ile yapılan son görüşme şöyledir:

A	:	*Kaldırma kuvvetiyle sıvı basıncı aynı şey midir?*
Ö24	:	*Hayır değildir. Mesela hacimleri aynı iki cisim olsun suyun içinde kaldırma kuvvetlerine aynı derdim, ama sıvı basınçları farklıdır. Derinde olana daha fazla etki eder.*

Havanın yoğunluğunun daha fazla/suyun yoğunluğunun en az olduğunu vurgulayan yanıtlar alt kategorisi incelendiğinde öntestte üç, sontestte iki öğretmen adayının yanıtının bulunduğu görülmektedir. Bu öğretmen adaylarının pek çoğunun havanın yoğunluğu daha fazla olduğu için cisimlerin ağırlığının da havada daha fazla olacağını ifade ettikleri görülmektedir.

Zeytinyağının yoğunluğunun sudan fazla olduğunun belirtildiği yanıtlar alt kategorisi incelendiğinde öntestte ve sontestte birer öğretmen adayının yanıtının olduğu görülmektedir. Açık hava basıncının etkisine dayandırılan yanıt alt kategorisinde ise sadece öntestte bir öğretmen adayının yanıtı bulunmaktadır.

Kodlanamaz yanıtlar teması incelendiğinde öntestte bir öğretmen adayının konu ile ilgisiz, iki öğretmen adayının da belirsiz anlamlı yanıtlar verdiği görülmektedir. Ön görüşmelerde iki (% 18.18) öğretmen adayının yanıtı bu kategoridedir.

1. soruya verilen yanıtlar genel olarak incelendiğinde (Tablo 2), hem öntestte hem de sontestte öğretmen adaylarının çoğunun doğru ya da kısmen doğru yanıt verdiği görülmektedir. Fakat yapılan görüşmelerde öğretmen adaylarının kaldırma kuvveti ile ilgili bilgi eksiklerinin olduğu tespit edilmiştir. Kaldırma kuvvetini sıvı basıncı ile karıştırdıkları ve kaldırma kuvveti ile ilgili soruları sıvı basıncı ile yanıtlamaya çalıştıkları görülmüştür. Ayrıca farklı durumlar verildiğinde öğretmen adaylarının kaldırma kuvvetini belirleyemedikleri, batan hacme ve yoğunluğa dikkat etmedikleri anlaşılmaktadır. Sıvının yüzeyinde bulunan cisimlere daha fazla kaldırma kuvveti uygulanacağını düşünmektedirler.

2. soruya ve görüşmelere ait bulgular

2. soruda (Şekil 1'de 7. soru) öğretmen adaylarından X sıvısı içerisinde bulunan hacimleri birbirine eşit dört cisme etki eden kaldırma kuvvetini yorumlamaları istenmiştir. Bu soruda öğrencilerin kaldırma kuvvetini cisimlerin sıvı içerisinde batan hacimlerine dayalı olarak yorumlamaları gerekmektedir. Buna göre L, M ve N cisimlerinin batan hacimlerinin eşit olmasından dolayı uygulanan kaldırma kuvveti eşittir. Ancak K cisminin sıvı içerisinde yüzüyor olması ve batan hacminin diğer cisimlere göre daha az olması nedeniyle uygulanan kaldırma kuvvetinin daha az olduğunu belirten yanıtlar doğru yanıt olarak kabul edilmiştir. Öğretmen adaylarının ön testte ve son testte bu soruya verdikleri yanıtlar Tablo 3'te verilmektedir.

Tablo 3. 2. soruya ait bulgular

	YANIT TÜRÜ		FREKANS (%)	ÖN TEST	FREKANS (%)	SON TEST
zzzBİLİMSEL OLARAK KABUL EDİLEBİLİR YANITLAR	DOĞRU YANIT	Doğru sıralama-doğru açıklama	6 (11.32)	• L=M=N>K. L, M ve N cisimlerine uygulanan kaldırma kuvveti eşittir. Sıvıya batan hacimleri eşittir. Ama K'nın batan hacmi diğerlerinden azdır. (6, 45) • L=M=N>K $F_K = V_b . d_s . g$ 'dan L, M, N cisimlerinin hacmi eşit olduğu için üçünün kaldırma kuvveti eşittir. K'da bunların hacimlerine eşittir ama batan hacmi farklı olduğu için daha az kaldırma kuvveti etkisinde kalır. (10, 23, 38, 52)	31 (58.49)	• d=m/V hacimleri eşit olduğuna göre V'yi sabit alıyoruz. L, M ve N cisimleri ile X sıvısının yoğunluğu birbirine eşit olduğuna göre kütleleri de eşit oluyor. Aşağı doğru aynı kuvveti uygulayacakları için L, M ve N cisimlerine uygulanan kaldırma kuvveti aynıdır. Ama K cisminin yoğunluğu daha küçüktür. Bu yüzden kütlesi de daha küçüktür. Bu yüzden en az K'ya kaldırma kuvveti uygulanır. (2) • L=M=N>K $F_K = V_b . d_s . g$ L, M, N cisimlerinin batan hacimleri birbirine eşit, aynı sıvının içinde ve g'de aynı olduğu için uygulanan kaldırma kuvvetleri eşittir. Ama K cisminin batan hacmi daha küçük olduğu için daha küçük kaldırma kuvveti etki eder. (3, 4, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 19, 20, 22, 25, 27, 30, 31, 33, 34, 36, 37, 38, 40, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52)
	KISMEN DOĞRU YANIT	Doğru sıralama-kısmen doğru açıklama	1 (1.89)	• L=M=N>K çünkü suya batmış veya askıda kalmış cisimlerde kaldırma kuvveti daha büyük olur. (31)	5 (9.43)	• L=M=N>K L, M, N cisimleri askıda kaldığından üçüne uygulanan F_K eşittir. Fakat K yüzdüğü için diğerlerinden daha az bir kaldırma kuvveti uygulanır. (15, 24, 32, 42, 43)
		Kısmen doğru sıralama-kısmen doğru açıklama	2 (3.78)	• N=M=L F_K batan hacim ve sıvının yoğunluğuna bağlıdır. Aynı sıvının içerisinde oldukları için batan hacimleri esas alınır. (13) • L, M ve N'ye uygulanan kaldırma kuvveti aynıdır çünkü sıvı içinde ve askıda duruyorlar. Batan hacimleri aynı. K farklı çünkü batan hacmi aynı değil. Bu yüzden ona uygulanan kaldırma kuvveti de aynı değil. (47)	-	-
		Yanlış sıralama-doğru açıklama			2 (3.78)	• N=M=L<K $F_K = V_b . d_s . g$ $d_{sıvı}$ ve g'ler aynı. Sadece V_{batan}'a bakarız. (8, 16)
		Sıralama yok-kısmen doğru açıklama	2 (3.78)	• Cisim eğer sıvı içinde yüzüyor veya askıda kalıyor ise F_K=G, eğer cisim sıvıda batmışsa G>F_K (12) • Eğer hacimleri L, M, N'nin eşit ise kaldırma kuvveti eşittir. Çünkü batan hacimleri eşittir. K'nın batan hacmi de eşit ise o da eşittir. Çünkü kaldırma kuvveti batan hacme bağlıdır. (37)	-	-
		Yanlış sıralama-kısmen doğru açıklama	-	-	3 (5.66)	• N=M=L<K; N, M, L askıda kaldığı için kaldırma kuvvetleri eşittir. (1) • N=M=L=K Askıda kalma F_K=G, Yüzme F_K=G, Batma F_K<G Askıda kalma yüzme şartlarında cisme ağırlığı ile eşit kaldırma kuvveti uygulanır. (26, 39)
		Doğru sıralama-ilgisiz açıklama	1 (1.89)	• N=M=L>K çünkü özkütlesi küçük olana daha az, büyük veya eşit olana daha çok uygulanır. (4)	-	-

BİLİMSEL OLARAK KABUL EDİLEMEZ YANITLAR	YANLIŞ YANIT	Yanlış sıralama-yanlış açıklama	30 (56.60)	**Cisimlere uygulanan kaldırma kuvvetinin eşit olduğunu vurgulayan yanıtlar** • K=L=M=N Aynı sıvıda bulundukları ve hacimleri eşit olduğu için cisimlere uygulanan kaldırma kuvveti aynıdır. (9, 25, 51) • K=L=M=N hepsine uygulanan kaldırma kuvveti eşittir. Askıda ve yüzen cisimler için böyledir. (22, 33, 44) • K=L=M=N aynıdır. Çünkü V_b. .d_s.c = V_c. .d_c.c hacimleri eşit olduğundan eşit kaldırma kuvveti uygulanır. (42) • K=L=M=N aynı kaldırma kuvveti uygulanmıştır sıvı fakat yoğunlukları/ağırlıkları farklı olduğu için aynı etki olmamıştır. (46, 48) • Kaldırma kuvveti her yerde aynı uygulanmıştır. Çünkü sıvının özkütlesi değişmemiştir. (20) **Yüzen cisimlere daha fazla kaldırma kuvveti uygulandığını belirten yanıtlar** • K>L>M>N; K cismine en fazla kaldırma kuvveti uygulanmıştır. Bu yüzden yüzme durumundadır. N cismine ise en az kuvvet uygulanmıştır. L ve M'ye göre daha aşağıda batmış durumdadır. (7, 35, 53) • K>L>M>N cisimlerin kütleleri farklı olduğu için farklıdır. (16, 21) • K>L>M>N bulundukları yere göre böyle bir sıralama yaptım. (32) • K>L=M=N sıvı tarafından cisimlere uygulanan kaldırma kuvveti farklıdır. Çünkü kapta K cismi yüzmekte/bir kısmı suyun dışında, L, M ve N cisimleri belirli oranlarda askıda kalmaktadır. (18, 30, 34, 41, 50) • K>L=M>N. N cismi batmış olduğundan ona etki eden kaldırma kuvveti çok azdır. L ve M'ye eşittir askıda kaldıkları için. K'nın kaldırma kuvveti en yüksektir. (43) **Dibe indikçe kaldırma kuvvetinin artacağını belirten yanıtlar** • N>M>L>K dibe yaklaştıkça uygulanan kaldırma kuvveti artar çünkü cisim battıkça sıvı onu kaldırmak isteyecektir. (3, 24, 27, 29, 36) • N>M>L>K kaldırma kuvveti cismin ağırlığına eşittir. Bu yüzden hacimleri eşit olduğundan dolayı kütle sıralaması N>M>L>K şeklinde olur. Bu da kaldırma kuvveti büyüklüğüyle aynıdır. (17, 26) **Kaldırma kuvvetinin en çok L cismine etki edeceğini belirten yanıt** • L>M>N>K d_K=d_L=d_N diye kabul edersem yoğunlukları aynı konumları farklı ise en çok L'ye etki eder. (28)	9 (16.98)	**Cisimlere uygulanan kaldırma kuvvetinin eşit olduğunu vurgulayan yanıtlar** • K=L=M=N. Hepsine eşit kaldırma kuvveti uygulanmıştır. (5, 18) • K=L=M=N. Kaldırma kuvveti cismin ağırlığına eşittir ve şekilde batan bir cisim yoktur. Dolayısıyla kaldırma kuvvetinin büyüklüğü eşittir. (17, 21) **Yüzen cisimlere daha fazla kaldırma kuvveti uygulandığını belirten yanıtlar** • N=M=L<K. L, M, N'nin batan hacimleri eşit olduğu için uygulanan kaldırma kuvveti üç cisimde eşittir. K cisminin bir kısmı batmıştır/yüzmüştür. Bu durumda K cismine daha fazla kaldırma kuvveti uygulanmıştır. (35, 46) • N=M=L<K. K cismi yüzmekte böylece ona daha çok kaldırma kuvveti etki etmektedir F_K>G'dir. L, M, N cisimleri için F_K=G_L=G_M=G_N (41) **Dibe indikçe kaldırma kuvvetinin artacağını belirten yanıtlar** • N>M>L>K. Kaldırma kuvveti bir cismin batmasındaki h'ye bağlı olarak doğru orantılı değişir. (28) • N>M>L>K. F_K= V_b..d_s.g Kaldırma kuvveti batan hacme bağlıdır ve battıkça kaldırma kuvveti artar. (29)
	YANLIŞ YANIT	Yanlış sıralama-açıklama yok	5 (9.43)	• K>L>M>N (8) • N>M>L>K (11, 39) • K>L=M=N (19) • K=L=M=N (40)	1 (1.89)	• K>L=M=N (53)
		Sıralama yok-yanlış açıklama	5 (9.43)	• Her cisme aynı kaldırma kuvveti uygulanır. (2, 14) • Hacimler eşitse hepsine aynı derecede kaldırma kuvveti uygular. (5) • En yoğun olana en çok kaldırma kuvveti etki eder. Yüzen cisme elinizle bastırdığınızda daha çok geri itilirsiniz. (15) • K'nın en küçüktür çünkü askıda kalmış, diğerleri batmış (49)	-	-
KODLANAMAZ YANITLAR		Açıklama ve sıralama tutarsız	-	-	2 (3.77)	• L=M=N>K. L, M, N cisimleri askıda kaldığı için uygulanan kaldırma kuvvetleri eşittir. K ise yüzdüğü için ona uygulanan kaldırma kuvveti daha fazladır. (9) • L=M>N>K. F_K= V_b.d_s.g d ve g aynı. Burada F_K'ya etkiyen faktör V_b'dır. (23)
		Kararsız yanıtlar	1 (1.88)	• En büyük K>L>M>N çünkü daha fazla kaldırmış. Ya da eşit hacimli dediği için hepsi aynı da olabilir hatırlamıyorum. (1)	-	-
TOPLAM				**53**		**53**

*Verilen yanıtların yanında parantez içinde belirtilen rakamlar, öğrenci kodlarını göstermektedir.

2. soruya verilen yanıtlar incelendiğinde öğretmen adayları tarafından verilen yanıtların, bilimsel olarak kabul edilebilir, bilimsel olarak kabul edilemez ve kodlanamaz yanıtlar olmak üzere üç tema altında toplandığı görülmektedir.

Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar teması altında yer alan doğru yanıt kategorisi incelendiğinde öntestte altı, sontestte 31 öğretmen adayının doğru yanıt verdiği görülmektedir. Kaldırma kuvvetinin batan hacim ile ilişkisini kurarak doğru sıralama yapan yanıtlar bu kategoriye alınmıştır. Yapılan görüşmelerde ise ön görüşmelerde bir (%9.09), son görüşmelerde 11 (% 100) öğretmen adayının yanıtı bu kategoridedir.

Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar teması altında yer alan kısmen doğru yanıt kategorisi incelendiğinde öntestte altı, sontestte 10 öğretmen adayının yer aldığı görülmektedir. Verilen yanıtlar "doğru sıralama-kısmen doğru açıklama", "kısmen doğru sıralama-kısmen doğru açıklama", "yanlış sıralama- doğru açıklama", "sıralama yok-kısmen doğru açıklama", "yanlış sıralama- kısmen doğru açıklama" ve "doğru sıralama-ilgisiz açıklama" olmak üzere altı alt kategoride incelenmiştir. Yapılan görüşmelerde ise sadece ön görüşmelerde iki (%18.18) öğretmen adayının yanıtı bu kategoridedir.

Doğru sıralama- kısmen doğru açıklama alt kategorisi incelendiğinde öntestte bir, sontestte beş öğretmen adayının yanıtının bu kategoride olduğu görülmektedir. Bu öğretmen adayları doğru sıralama yapmalarına rağmen yaptıkları açıklamada cisimlerin batan hacimlerinden bahsetmemişlerdir. Kısmen doğru sıralama- kısmen doğru açıklama alt kategorisinde ise sadece öntestte iki öğretmen adayı bulunmaktadır. Bu öğretmen adaylarından Ö13 kodlu öğretmen adayı yanıtında K cismine yer vermemiştir. Ö47 kodlu öğretmen adayı da K cismine etki eden kaldırma kuvvetinin daha farklı olacağını belirtmiş olmasına rağmen daha az ya da çok olması konusunda yorum yapmamıştır.

Yanlış sıralama-doğru açıklama alt kategorisinde ise sadece sontestte iki öğretmen adayının yanıtı bulunmaktadır. İki öğretmen adayı da kaldırma kuvvetinin formülünü ve batan hacimle olan ilişkisini doğru belirtmesine rağmen sıralamalarında K cismine uygulanan kaldırma kuvvetinin daha fazla olduğunu ifade etmişlerdir.

Sıralama yok-kısmen doğru açıklama alt kategorisinde sadece öntestte iki; yanlış sıralama-kısmen doğru açıklama alt kategorisinde sadece sontestte üç; doğru sıralama-ilgisiz açıklama alt kategorisinde ise sadece öntestte bir öğretmen adayının yanıtı bulunmaktadır.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar teması altındaki yanlış yanıt kategorisi incelendiğinde öntestte 40, sontestte 10 öğretmen adayının yanıtının bulunduğu görülmektedir. Yanlış yanıt kategorisine verilen yanıtlar "yanlış sıralama-yanlış açıklama", "yanlış sıralama-açıklama yok" ve "sıralama yok-yanlış açıklama" olmak üzere üç alt kategoride incelenmektedir. Yapılan görüşmelerde ise sadece ön görüşmelerde altı (% 54.55) öğretmen adayının yanıtı bu kategoridedir.

Yanlış sıralama-yanlış açıklama alt kategorisi incelendiğinde öntestte 30, sontestte dokuz öğretmen adayının yanıtının bu kategoride olduğu görülmektedir. Verilen yanıtlar da "cisimlere uygulanan kaldırma kuvvetinin eşit olduğunu vurgulayan yanıtlar", "yüzen

cisimlere daha fazla kaldırma kuvveti uygulandığını belirten yanıtlar", "dibe indikçe kaldırma kuvvetinin artacağını belirten yanıtlar" ve "kaldırma kuvvetinin en çok L cismine etki edeceğini belirten yanıtlar" olmak üzere dört alt kategoride incelenmektedir. İlk üç kategori öntestte ve sontestte ortak olarak görülmektedir.

Cisimlere uygulanan kaldırma kuvvetinin eşit olduğunu vurgulayan yanıtlar alt kategorisinde öntestte 10, sontestte dört öğretmen adayının yanıtı bulunmaktadır. Bu öğretmen adaylarının hepsi cisimlere uygulanan kaldırma kuvvetinin eşit olduğunu ifade etmektedirler. Ö51 kodlu öğretmen adayının yanıtının bu alt kategoride olduğu görülmektedir. Öğretmen adayı kaldırma kuvvetinin neden eşit olduğunu ön görüşmesinde şöyle belirtmektedir:

A	*:*	*Suyun içerisinde askıda, hacimleri eşit dört tane cismimiz var. Bu cisimlere etki eden kaldırma kuvveti nasıldır?*
Ö51	*:*	*Kaldırma kuvveti deyince aklıma ilk başta gemiler geliyor. Bir gemiye de aynı kaldırma kuvvetini uyguluyor diğer şeylere de. O yüzden aynı sıvıda eşit olmalı bunlara uygulanan kaldırma kuvveti.*
A	*:*	*Kaldırma kuvveti ile sıvı basıncı aynı şey midir?*
Ö51	*:*	*Hım, bilemedim.*
A	*:*	*Peki çizdiğin şekilde batan, askıda kalan ve yüzen cisimlere uygulanan kaldırma kuvvetleri nasıldır?*
Ö51	*:*	*Aslında hepsine eşit uygular.*
A	*:*	*Bu dört cismi zeytinyağının içine atıyorum. Bu zeytinyağının cisimlere uyguladığı kaldırma kuvveti nasıldır? Sudan farklı mıdır aynı mıdır?*
Ö51	*:*	*Bu farklı bir madde olduğu için sudan farklı olacaktır. Ama yine hepsine aynı miktarda kaldırma kuvveti uygulayacaktır.*

Öğretmen adayı ile yapılan ön görüşme incelendiğinde öğretmen adayının ön testinde olduğu gibi aynı sıvı içerisinde cisimlere uygulanan kaldırma kuvvetinin her koşulda eşit olacağını belirttiği görülmektedir. Öğretmen adayı ile yapılan son görüşme ise şöyledir:

A	*:*	*Kaldırma kuvveti ile sıvı basıncı aynı şey midir?*
Ö51	*:*	*Hayır değildir. Kaldırma kuvveti suyun yukarıya doğru uyguladığı bir itme kuvvetidir. $V_{batan}.d_{sıvı}.g$'ye bakıyoruz. Burada $d_{sıvı}$ ve g eşit olduğu için sadece batan hacimlerine bakacağız. Şunların batan hacimleri (batan ve askıda kalan) eşit olduğu için bunlara etkiyen kaldırma kuvveti eşit olacak. Bu da (yüzen) onlardan küçük olacak. Çünkü batan kısmının hacmi daha az. Sıvı basıncı derinlerde artacağı için 3(batan)>2(askıda kalan)>1(yüzen) olarak sıralanır.*
A	*:*	*Biri daha derinde olan bir büyük bir de küçük cisim çiziyorum. İkisi de askıda kalmış. Bu iki cisme etkiyen kaldırma kuvveti nasıldır?*
Ö51	*:*	*Hacimleri eşit olmadığı için bunun ki (büyük olanın) daha büyük olacak.*
A	*:*	*Suyun içerisinde askıda hacimleri eşit dört tane cismimiz var. Bu cisimlere uygulanan kaldırma kuvveti nasıldır?*
Ö51	*:*	*Hacimleri aynı olduğu için eşittir.*
A	*:*	*Bu dört cismi zeytinyağının içerisine bırakıyorum. Zeytinyağının bu cisimlere uyguladığı kaldırma kuvveti ile suyun uyguladığı kaldırma kuvveti arasında fark var mıdır?*
Ö51	*:*	*Vardır. Yoğunlukları farklı olduğu için zeytinyağı daha az kaldırma kuvveti uygular.*

Öğretmen adayı ile yapılan son görüşme incelendiğinde adayın uygulama sonrasında sıvı basıncı ile kaldırma kuvveti arasında bir fark olduğunu anladığı görülmektedir. Kaldırma kuvvetinin formülünü söyleyebilmektedir. Sorulan sorularda da kaldırma kuvvetinin batan hacim ve yoğunluk ile olan ilişkisini kurabilmektedir. Öğretmen adayının sontestte doğru yanıt vermesi de bu durumu doğrular niteliktedir.

Yüzen cisimlere daha fazla kaldırma kuvveti uygulandığını belirten yanıtlar alt kategorisi incelendiğinde öntestte 12, sontestte üç öğretmen adayının yanıtının bu alt kategoride olduğu görülmektedir. Verilen yanıtlarda farklı sebeplerle sıvı içerisinde yüzmekte olan K cismine daha fazla kaldırma kuvveti uygulandığı belirtilmektedir.

Dibe indikçe kaldırma kuvvetinin artacağını belirten yanıtlar alt kategorisinde de öntestte yedi, sontestte iki öğretmen adayının yanıtı bulunmaktadır. Bu öğretmen adayları dibe en yakın olan N cismine daha fazla kaldırma kuvveti uygulanacağını ifade etmektedirler. Ö36 kodlu öğretmen adayının yanıtının bu alt kategoride olduğu görülmektedir. Öğretmen adayı ile yapılan ön görüşme de şöyledir:

A: Şu şekilde suyun içerisinde askıda kalmış, eşit hacimde dört tane cismimiz var. Bu cisimlere uygulanan kaldırma kuvveti nasıldır?

Ö36: Karenin (en dipte) büyüktür diye düşünüyorum. En alttadır.

Öğretmen adayı ile yapılan ön görüşme incelendiğinde öğretmen adayının görüşmede sorulan soruda da en dipte bulunan cisme daha fazla kaldırma kuvveti uygulanacağını söylediği görülmektedir. Öğretmen adayı ile yapılan son görüşme şöyledir:

A	:	*Suyun içerisinde askıda dört tane cismimiz var. Bu cisimlere etki eden kaldırma kuvveti nasıldır?*
Ö36	:	*Batan kısmın hacimleri birbirine eşit olduğundan bunlara etki eden kaldırma kuvveti de eşittir. Hatta bu yüzden bunların yoğunlukları ile suyun yoğunluğu da birbirine eşittir.*
A	:	*Bunların bazılarının aşağıda ya da yukarda olması bir şeyi değiştirir mi?*
Ö36	:	*Değiştirmez.*

Ö36 kodlu öğretmen adayı ile yapılan son görüşme incelendiğinde suyun içerisindeki dört cisme etki eden kaldırma kuvvetini karşılaştırırken cisimlerin batan hacimlerini dikkate alarak yanıt verdiği görülmektedir. Öğretmen adayının sontestte verdiği yanıtın da doğru yanıt kategorisinde olduğu görülmektedir.

Kaldırma kuvvetinin en çok L cismine etki edeceğini belirten yanıt alt kategorisi incelendiğinde ise sadece öntestte bir öğretmen adayının yanıtının yer aldığı görülmektedir. Yanlış yanıt kategorisi altındaki diğer alt kategoriler incelendiğinde "yanlış sıralama-açıklama yok" alt kategorisinde öntestte beş, sontestte bir; "sıralama yok-yanlış açıklama" alt kategorisinde ise sadece öntestte beş öğretmen adayının bulunduğu görülmektedir.

Kodlanamaz yanıt teması incelendiğinde ise sadece sontestte iki öğretmen adayının "açıklama ve sıralama tutarsız" ve sadece öntestte ise bir öğretmen adayının "kararsız yanıt"

verdiği görülmektedir. Yapılan görüşmelerde ise sadece ön görüşmelerde iki (%18.18) öğretmen adayının yanıtı bu kategoridedir.

2. soruya verilen yanıtlar (Tablo 3) incelendiğinde öntestte bilimsel olarak kabul edilemez yanıt sayısının (N: 40) oldukça fazla olduğu görülmektedir. Verilen yanıtlar ve yapılan görüşmeler değerlendirildiğinde öğretmen adaylarının kaldırma kuvvetinin batan hacim ile olan ilişkisini kuramadıkları görülmektedir. Yüzen cisimlere ya da tam tersi batan cisimlere daha fazla kaldırma kuvveti uygulanacağını belirten yanıtlar da bulunmaktadır. Sonteste verilen yanıtlar incelendiğinde yanlış yanıt sayısının azaldığı doğru yanıt sayısının da arttığı görülmektedir. Fakat benzer hataların sayısı azalmakla birlikte sontestte yapıldığı da görülmektedir.

Tartışma ve Sonuçlar

Bu çalışmada sınıf ortamının hazırlanmasında teorik, uygulama ve laboratuvar derslerinin birleştirildiği aktif öğrenme sınıflarından tam stüdyo modeli örnek alınmıştır. Fakat Cummings ve diğ. (1999), stüdyo modelinin tek başına kullanılmasının çok da yeterli olmadığını farklı etkinliklerin de kullanılması gerektiğini belirtmektedirler. Bu sebeple bu çalışmada tam stüdyo modeli kullanılırken bir taraftan da grup çalışmalarının yapıldığı çeşitli aktif öğrenme teknikleri ile eğitim ortamının zenginleştirilmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Hazırlanan sınıf ortamında ve yapılan etkinliklerde de Edwards (2015)'ın vurguladığı bir aktif öğrenme ortamının olması gerektiği gibi öğrencinin sınıfta zihinsel (üst düzey düşünme becerilerinin kullanılması ile), sosyal (grup çalışmaları ve sınıf tartışmaları ile) ve fiziksel (sınıfta hareket özgürlüğünün olması ile) olarak aktif halde derse katılmaları sağlanmaya çalışılmıştır. Bu sayede öğrencilerin sınıfta pasif dinleyici rolünden çıkarak, konuştukları, yazdıkları, araştırma yaptıkları, tartıştıkları kısacası kendi bilgi ve becerilerini kendilerinin inşa etmelerine yardımcı bir sınıf ortamı hazırlanmaya çalışılmıştır.

Alan yazındaki çalışmaların pek çoğunda aktif öğrenmenin olumlu etkilerinin olduğu görülmüştür. İlköğretimden yükseköğretime kadar pek çok seviyede kullanılan aktif öğrenmenin başta akademik başarı olmak üzere, tutum, bilimsel süreç becerileri, motivasyon, eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, hatırda tutma, problem çözme, bireysel sorumluluk, işbirliği yapma, iletişim becerileri gibi pek çok öğrenme çıktısı üzerinde etkisinin olduğu bulunmuştur (Aydın, 2011; Kalem & Fer, 2003; Yılmaz, 1995). Aktif öğrenme sınıfları ile ilgili yapılan çalışmalar da bu durumu destekler niteliktedir. Geleneksel modelin kullanıldığı aktif öğrenme sınıfları ile ilgili olarak yapılan çalışmalar bu sınıfların fizik başarısı üzerinde olumlu etkisinin olduğunu göstermektedir (Bernhard, 2000; Hake, 1992; Redish, Saul & Steinberg, 1997; Thornton & Sokoloff, 1998). Tam stüdyo modelinin kullanıldığı fizik sınıflarında da benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Dori ve diğ., 2003; Gatch, 2010; Laws, 1991; Saul & Redish, 1998). Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar da tam stüdyo modelinin öğretmen adaylarının kaldırma kuvveti konusundaki kavramsal anlamaları üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu göstermiştir.

Kaldırma kuvveti ve sıvı basıncı ilköğretimden itibaren anlatılmakta olan iki kavramdır. Fakat bu iki kavramın birbirine karıştırıldığı çeşitli çalışmalarda ifade edilmektedir

(Kariotoglou, Koumaras & Psillos, 1993; Önen, 2005). Bu çalışmada da öğretmen adaylarının sıvı basıncı ile kaldırma kuvvetini birbirine karıştırdıkları kavramsal anlama testinde yer alan sorulara verilen yanıtlarda ve görüşmelerde tekrar görülmüştür. Öğretmen adayları sıvı basıncı ile ilgili durumları kaldırma kuvvetiyle, kaldırma kuvveti ile ilgili durumları da sıvı basıncı ile açıklamaya çalışmaktadırlar.

Öğretmen adaylarının pek çoğunun sıvıların kaldırma kuvveti uyguladığını bildikleri görülmektedir. İlk soruda bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt sayısının yüksek olması da bu durumu desteklemektedir. Fakat diğer soruda ve yapılan görüşmelerde öğretmen adaylarının kaldırma kuvvetinin nelere bağlı olduğunu bilmedikleri görülmektedir. Özellikle kaldırma kuvvetinin batan hacim ve yoğunluk ile olan ilişkisinin pek çok öğretmen adayı tarafından kurulamadığı anlaşılmaktadır.

Ünal ve Çoştu (2005), çalışmalarında "cismin su üstünde kalan bölümü arttıkça kaldırma kuvveti artar" kavram yanılgısına değinmektedir. Bu çalışmada da bazı öğretmen adaylarının benzer kavram yanılgısına sahip oldukları ve yüzen cisimlere daha fazla kaldırma kuvveti uygulanacağını düşündükleri görülmüştür. Ayrıca bu çalışmada bazı öğretmen adaylarının tam tersini düşündükleri, yani dibe indikçe kaldırma kuvvetinin artacağı fikrine sahip oldukları da görülmektedir.

Bu çalışmada diğer çalışmalardan farklı olarak iki yeni kavram yanılgısına daha rastlanmıştır. Bunlardan birincisi "askıda kalan cisimlere eşit kaldırma kuvveti uygulanır" ifadesidir. Burada sıvı içerisinde askıda kalan cisimlerin hacimleri ne olursa olsun aynı kaldırma kuvvetinin uygulanacağı düşünülmektedir. Diğer kavram yanılgısı ise "bir sıvı içerisinde yer alan bütün cisimlere aynı kaldırma kuvveti uygulanır" düşüncesidir. Burada ise cismin sıvı içerisindeki konumu ve hacmi ne olursa olsun, sıvı her yerde aynı olacağı için aynı kaldırma kuvvetinin uygulanacağı söylenmektedir.

Yapılan öğretim sonrasında sorulara bilimsel olarak verilen kabul edilebilir yanıtların oranı artarken (soru 1 için %77.35'den %92.45' e ve soru 2 için %22.55' den %77.36' ya), bilimsel olarak kabul edilemez ve diğer yanıtların oranı (soru 1 için %20.76'dan %7.55'e ve soru 2 için %77.34'den %22.64'e) azalmıştır. Yoğunluk, yüzme, batma, askıda kalma, sıvı basıncı ve kaldırma kuvveti birbiriyle ilişkili kavramlardır. Dolayısıyla herhangi birinde kavramsal anlamanın iyileştirilmesi diğer kavramlara da yansımaktadır. Bu çalışmada bu konuların hepsinin birlikte ele alınması, kavramların zaman zaman karşılaştırılması, zaman zaman da geri dönülerek hatırlanması bütün kavramlara dair fikirlerin gelişmesine sebep olmuştur.

Öneriler

Bu çalışmada öğrenci sayısının yetersiz olması sebebiyle tek grup ön test-son test zayıf deneysel desen kullanılmıştır. Daha sonra yapılacak çalışmalarda birden fazla grubun olması ve tam stüdyo modelinin farklı öğretim yaklaşımları ile ya da aktif öğrenme sınıf modellerinin birbiri ile karşılaştırılması önerilmektedir.

Tam stüdyo modelinde teorik, laboratuvar ve uygulama dersi ayrımı yoktur. Dolayısıyla ders planlarının çok dikkatli hazırlanması gerekmektedir. Öğretilecek konunun ya da kavramın hem teorik hem de uygulama kısımlarını içerecek şekilde öğretimin planlanması gerekmektedir.

Tam stüdyo modelinin yurtdışındaki örnekleri incelendiğinde pek çoğunun büyük bütçeli projeler yardımıyla kurulduğu görülmektedir. Bu çalışmada da hem bilimsel araştırma proje desteği hem de TÜBİTAK bursu ile sınıf ortamı hazırlanmıştır. Dolayısıyla böyle bir sınıf ortamının kurulmasına karar verildiğinde maddi imkânların da gözden geçirilmesinde fayda bulunmaktadır.

Geleneksel öğretime alışmış ve değişikliğe kapalı bazı öğrencilerin bu tarz sınıflarda öğrenim görmeleri zaman zaman sıkıntılara yol açmaktadır (Laws, 1991). Bu sebeple bu öğrencilerin öğretim öncesinde tespit edilerek, sınıfa dair motivasyonlarının arttırılarak sınıfa alışmaları sağlanmalıdır.

Kaynaklar

Aydın, Z. (2011). *İlköğretim 6.sınıf matematik dersinde kullanılan aktif öğrenme temelli etkinliklerin öğrencilerin matematik dersine karşı tutumlarına, akademik başarı ve yaratıcı düşünme düzeylerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep.

Bernhard, J. (2000). *Improving enginnering physics teaching-learning from physics education research*. Invited paper presented at Physics Teaching in Engineering Education, 13-17 June 2000. Budapest.

Besson, U. (2004). Some features of causal reasoning: Common sense and physic teaching. *Research in Science &Technological Education*, 22(1), 113 - 125.

Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2010). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri* .6. Baskı, Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara.

Cosgrove, M. & Osborne, R. (1985). Lesson frameworks for changing children's ideas. In R. Osborne & P. Freyberg (op. cit.), 101 - 111.

Cummings, K., Marx, J., Thornton, R. & Kuhl, D. (1999). Evaluating innovation in studio physics. *American Journal of Physics*, 67(7), 38 - 44.

Çepni, S. (2006). *Kuramdan Uygulamaya Fen ve Teknoloji Öğretimi.* (Ed. S. Çepni), 5.Baskı, Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara.

Dori, Y., Belcher, J., Bessette, M., Dangizer, M., McKinney, A. & Hult, E. (2003). Technology for active learning. *Review Feature*, 6(12), 44 - 49.

Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of scienc. *International Journal of Science Education*, 11, Special Issue, 481 - 490.

Edwards, S. (2015). Active learning in the middle grades. *Middle School Journal*, (ERIC Document Reproduction Service No. EJ1059827).

Gaffney, J. D., Richards, E., Kustusch, M. B., Ding, L. & Beichner, R. J. (2008). Scaling up education reform. *Journal of College ScienceTeaching*, 37(5), 48 - 53.

Gafoor, A. & Akhilesh, P. (2013). Strategies for facilitating conceptual change in school physics. *Researches and Innovations in Education*, 3(1), 34 - 42.

Gatch, D. (2010). Restructuring introductory physics by adapting an active learning studio model. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 4(2), 1 - 12.

Gibson, H. L. & Chase, C. (2002). Longitudial impact of an inquiry-based science program on middle school students' attitudes towards cience. *Science Education*, 86(5), 693 - 705.

Gilbert, J. & Watts, D. (1983). Concepts, misconceptions and alternative conceptions: changing perspectives in science education. *Studies in ScienceEducation*, 10, 61 - 98.

Hake, R. R. (1992). Socratic pedagogy in the introductory physics laboratory. *The Physics Teacher*, 30(9), 546 - 552.

Hestenes, D., Megowan-Romanowicz, C., Osborn Popp, S., Jackson, J. & Culbertson, R. (2011). A graduate program for high school physics and pyhsical science teachers. *American Journal of Physics*, 79(9), 971 - 979.

Karasar, N. (2005). *Bilimsel Araştırma Yöntemi.* 15. Baskı*,* Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.

Kalem, S. & Fer, S. (2003). Aktif öğrenme modeliyle oluşturulan öğrenme ortamının öğrenme, öğretme ve iletişim sürecine etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 3(2), 433 - 461.

Kariotoglou, P. & Psillos, D. (1993). Pupils' pressure models and their implications for instruction. *Research in Science &Technological Education*, 11(1), 95 - 108.

Kariotoglou, P., Koumaras, P. & Psillos, D. (1993). A constructivist approach for teaching fluid phenomena. *Physics Education*, 28, 164 - 169.

Kırtak Ad, V. N. (2016). *Tam stüdyo modelinin fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal anlamaları ile sosyal duygusal öğrenme, sorgulama ve bilimsel süreç becerilerine etkisi: akışkanlar mekaniği örneği*. DoktoraTezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Kırtak Ad, V. N. & Kocakülah, M. S. (2016). Aktif öğrenme tekniklerinin kullanıldığı tam stüdyo sınıfının öğretmen adaylarının fizik başarısına etkisi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi,* 5(1), 189 - 201.

Kırtak Ad, V. N. & Kocakülah M. S. (2017). Fizik eğitiminde aktif öğrenme sınıfları. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi,* 6(1), 267 - 282.

Kocakülah, A. (2006). *Geleneksel öğretimin ilk, orta ve yükseköğretim öğrencilerinin görüntü oluşumu ve renklere ilişkin kavramsal anlamalarına etkisi*. Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Kocakülah, M. S. (1999). *A study of the development of Turkish first year university students' understanding of electromagnetism and the implications for instruction.* Ed.D Thesis, University of Leeds, Leeds.

Kocakülah, M. & Kocakülah, A. (2002). *Ortaöğretim öğrencilerinin ısı ve sıcaklık ile ilgili kavramsal yapıları.* V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*,* Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Ankara.

Kocakülah, M. & Kural, M. (2012). Ortaöğretim öğrencilerinin üretken öğrenme modeline göre tasarlanan öğretim ile tek yarıkta kırınım konusundaki kavramsal değişimlerinin incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi* , 6(1), 338 - 375.

Laws, P. (1991). Calculus-based physics without lectures. *Physics Today*, 44(12), 24-31.

Minner, D. D., Levy, A. J. & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction-what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in ScienceTeaching,* 47(4), 474 - 496.

Önen, F. (2005). *İlköğretimde basınç konusunda öğrencilerin sahip olduğu kavram yanılgılarının yapılandırmacı yaklaşım ile giderilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Redish, E., Saul, J. & Steinberg, R. (1997). On the effectiveness of active engagement microcomputer-based laboratories. *American Journal of Physics*, 65, 45 - 54.

Reid, D., Zhang, J. & Chen, Q. (2003). Supporting for scientific discovery learning in simulation environment. *Journal of ComputerAssisted Learning*, 19, 9 - 20.

Saul, J. & Redish, E. (1998). *Final Evaluation Report for FIPSE Grant #P116P50026: Evaluation of the Workshop Physics Dissemination Project.* College Park: Physics Education Research Group University of Maryland.

She, H. (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.

Şahin, M. (2007). The importance of efficiency in active learning. *Journal of Turkish Science Education*, 4 (2), 61 - 74.

Şekercioğlu, A. G. (2011). *Akran öğretimi yönteminin öğretmen adaylarının elektrostatik konusundaki kavramsal anlamalarına ve tutumlarına etkisi*. Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Thornton, R. K. & Sokoloff, D. R. (1998). Assessing student learning of newton's laws: the force and motional conceptual evalution and the evalution of active learning laboratory and lecture curricula. *American Journal of Physic*, 66(4), 338 - 352.

Ünal, S. & Çoştu, B. (2005). Problematic issue for students: Does it sink or float?. *Asia-Pasific Forum on Science Learning and Teaching*, 6(1), Article 3, p.1.

Yılmaz, A. (1995). *Lise 2. sınıf fizik dersinde aktif yöntemin öğrenci başarısına etkisi.* Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Zhang, J., Chen, Q., Sun, Y. & Reid, D. (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.