

Debi ve Süreklilik Denklemi ile İlgili Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi ** (Determination of Misconceptions on Flow Rate and Continuity Equation)

Vahide Nilay KIRTAK AD^{1,*} ve Mustafa Sabri KOCAKÜLAH²

^{1,2} Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, Balıkesir

(Cilt: 5, Sayı: 2, Aralık 2017, s. 111 - 129)

Özet:

Bu araştırmanın amacı, fen bilgisi öğretmen adaylarının, “debi ve süreklilik denklemi” ile ilgili kavram yanılgılarını tespit etmektir. Betimsel nitelikli tarama modelinin kullanıldığı bu araştırmanın çalışma grubunu 2014-2015 ve 2015-2016 eğitim-öğretim yıllarında Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi’nde okuyan 104 fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından hazırlanan açık uçlu iki soru ve yarı yapılandırılmış görüşmeler kullanılmıştır. Sorulara verilen yanıtlardan ve yapılan görüşmelerden elde edilen nitel veriler, içerik analizi yöntemi ile hazırlanan rubriklere göre analiz edilmiştir. Sorulara verilen yanıtlar öğretmen adaylarının debi ve süreklilik denklemi ile ilgili çeşitli kavram yanılgılarına sahip olduklarını göstermektedir. Yapılan görüşmeler de bu durumu desteklemektedir. Özellikle kesit alanı değiştiğinde bir yüzeyden geçen akışkan miktarının da değişeceği yanılgısı oldukça fazladır. Bu sebeple farklı kesit alanlarındaki su miktarını ölçen ya da gösteren bir materyalin geliştirilmesi bu yanılgının giderilmesinde oldukça önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Debi, süreklilik denklemi, kavram yanılgısı

Abstract:

The aim of this research is to determine misconceptions of science teacher candidates in relation to the “flow rate and continuity equation”. In this research in which descriptive survey model is used, the sample is composed of 104 science teachers at Balıkesir University Necatibey Education Faculty between 2014-2015 and 2015-2016 academic years. Two open-ended questions and semi-structured interviews, which were prepared by researchers, were used as data collection tools.

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

** Bu makale, III. Ulusal Fizik Eğitimi Kongresi’nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

ISSN: 2148-2160, ©2017

Gönderilme Tarihi: 13.10.2017 – Kabul Tarihi: 13.12.2017

Qualitative data obtained from the responses to the questions and from the interviews were analyzed according to the rubrics designed by using the content analysis method. The responses to the questions show that the science teacher candidates have various misconceptions about the flow rate and the equation of continuity. Interview records also support this conclusion. The misconception, which states that the amount of fluid passing through a surface will change as the cross-sectional area changes, is quite excessive. Therefore, the development of an instrument that measures or shows the amount of water in different cross-sectional areas is very important in remedying this misconception.

Keywords: Flow rate, continuity equation, misconception

Giriş

Öğretim alanında yapılan çalışmalar, her bireyin öğrenme ortamına zihninde hazırda var olan bir kavramsal yapıyla geldiğini göstermektedir. Bu kavramsal yapılar zaman zaman bilimsellikten oldukça uzak, eksik ya da yanlış bilgiler ve kavram yanılgıları içermektedir. Bu durum bireyin öğrenmesinin önündeki en önemli engellerden biri haline gelmektedir. Bu sebeple öğretim öncesinde bu kavramsal yapıların ortaya konması, varsa yanlış bilgilerin düzeltilmesi ve eksik bilgilerin tamamlanması gerekmektedir.

“Kavram”, deneyimlerimiz sonucunda iki ya da daha fazla varlığı ortak özelliklerine göre bir arada gruplayarak, diğer varlıklardan ayırt ettiğimizde bu grubun zihnimizde bir düşünce birimi olarak yer etmesidir (Yaşar, 2006). Dünyadaki nesnelere ortak niteliklerine dayanan, dile özgü bir genelleme, bir soyutlamadır. Ağaç, bitki, kuş, araba gibi ifadeler birer kavramdır. Araba kavramını düşündüğümüzde, öncelikli olarak zihnimizde canlanan karşılığı somut bir nesnedir. Fakat kişinin daha önceden sahip olduğu bilgiler ya da yaşantıları bu kavrama “seyahate çıkma”, “ekmek kapısı” gibi farklı anlamlar yüklemesine de yardımcı olmaktadır. Bu düşünce birimlerinin yanlış oluşturulması ya da adlandırılması ise kavram yanılgısı olarak tanımlanmaktadır (Novak, 1987). Kavram yanılgısı sahip bir hata veya sahip olunan bilgideki bir eksiklikten dolayı yanlış verilen bir yanıt olmayıp, kişinin zihninde o kavram yönelik oluşturduğu tanımlamanın, o kavramın bilimsel olarak kabul edilen tanımından farklı olması anlamına gelmektedir. Bir öğrenci bir kavramı yanlış açıklıyorsa o öğrencide kavram yanılgısının olduğunu söylemek doğru olmayabilir. Ancak öğrenci bu yanlış açıklamasını, hatalı olduğunu söylediğinde bile hala savunuyorsa, o zaman öğrencide kavram yanılgısı olduğu söylenebilmektedir (Novak, 1987).

Son yıllarda gerek ulusal (Demirci & Çirkinoğlu, 2004; Eryılmaz & Sürmeli, 2002; Keser, 2007; Küçük, 2012; Ünlü & Gök, 2007) gerekse uluslararası (Driver, 1989; Gilbert & Watts, 1983; Hestenes, Megowan-Romanowicz, Osborn Popp, Jackson & Culbertson, 2011; Novak, 1987) literatürde fen eğitiminde öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgılarını ortaya çıkarma amaçlı pek çok çalışma yapılmıştır. Bunun dışında tespit edilen yanılgıları giderme amaçlı da pek çok çalışma yapıldığı görülmektedir. Yapılan literatür taraması esnasında fizik kavramlarının pek çoğu ile ilgili kavram yanılgılarının belirlendiği çalışma olduğu görülmüştür (Candan, Türkmen & Çardak, 2006; Küçüközer, 2004)

Akışkanlar ile ilgili çalışmalar incelendiğinde öğrencilerde çeşitli kavram yanlışlarının olduğu görülmektedir (Besson, 2004; Besson & Viennot, 2004; Kariotoglou & Psillos, 1993; Önen, 2005; Psillos & Kariotoglou, 1999; Ünal & Çoştur, 2005). Öğrencilerin pek çoğu sadece sıvı maddelerin akışkan olduğunu (Öztuna Kaplan & Boyacıoğlu, 2013), sıvıların sıkıştırılabileceğini (Lup & Adams, 2008), sıvı basıncının katı basıncı gibi bulunduğunu (Kariotogly, Koumaras & Psillos, 1993), sadece ağır cisimlerin battığını (Önen, 2005) ve kaldırma kuvvetinin cismin kütesine bağlı olduğunu (Reid, Zhang & Chen, 2003) düşünmektedir. Ayrıca adezyon, kohezyon, yüzey gerilimi, viskozite, debi, Bernoulli ilkesi gibi konularda ise görüş bildiremedikleri görülmektedir (Bulunuz, Jarrett & Bulunuz, 2009; Öztaş & Bozkurt, 2011). Bulunuz, Jarrett ve Bulunuz (2009) tarafından yapılan çalışmada Bernoulli ilkesi ile ilgili sorulan sorular incelendiğinde öğrencilerin pek çoğunun ön testte yanlış yanıtlar verdikleri ve yapılan etkinliklerde gerçekte olduğundan tam tersi tahminlerde buldukları gözlenmiştir. Fakat yapılan literatür çalışmasında debi ve süreklilik denkleminin doğrudan sorgulandığı, kavram yanlışlarının belirlendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Akışkanlar mekaniği dersi, fizik, inşaat, makine ve kimya mühendisliklerinde zorunlu olarak okutulan dersler arasındadır. “Akışkanlar” veya “Akışkanlar Mekaniği” ismiyle üniversite fizik derslerinde yer alan bu ders eğitim fakültelerinde ise genellikle birinci sınıfta “Mekanik” ya da “Genel Fizik I” dersinin son konusu olarak yer almaktadır. Bu derste genellikle akışkanların temel özelliklerinden başlanmakta daha sonra sıvı ve gaz basınçlarının incelenmesi ile devam edilmektedir. Daha sonra ise Arşimet ilkesi, Paskal ilkesi ve Bernoulli denklemleri işlenmektedir. Fakat son konu olması sebebiyle genellikle yetişmemekte, bazen de diğer konular (vektörler, hareket gibi) kadar önemli olmadığı düşüncesi ile anlatılmaktadır. Fakat ilköğretim fen bilimleri ve ortaöğretim fizik dersi öğretim programlarında bu konulara yer verilmektedir. Dolayısıyla özellikle akışkanlar mekaniği ünitesi içerisinde geçen akışkanların hareketi, debi, süreklilik denklemi ve Bernoulli denklemi konuları hakkında hiç fikir sahibi olmadan mezun olan bir öğretmen adayı, öğretmen olduğunda da bu konuları genellikle yüzeysel geçmekte ya da sadece kitaplarda yer aldığı kadar özetlemektedir. Oysaki akışkanların hareketini günlük hayatta pek çok yerde görebiliriz. Hortumun ucunu sıkığımızda suyun daha hızlı çıkması, fırtınalı bir havada oluşan bir hortumun etrafındaki nesnelere kendine doğru çekmesi, uçakların uçuş prensibi akışkanlar mekaniğinin uygulamaları arasındadır. Bu sebeple “debi ve süreklilik denklemi” ile ilgili kavram yanlışlarının belirlenmesinin hem öğretmen adaylarında bir farkındalık oluşturacağı hem de bu kavramların nasıl öğretilmesi gerektiği konusunda daha sonra çalışacak araştırmacılara yol gösterebilecek olması nedeniyle önemli olduğu düşünülmektedir. Bu düşünceden hareketle araştırmanın amacı, fen bilgisi öğretmen adaylarının, “debi ve süreklilik denklemi” ile ilgili kavram yanlışlarını tespit etmektir.

Yöntem

Bu çalışmada betimsel nitelikli tarama modeli kullanılmıştır. Betimsel araştırmalar ilgilenilen durumu tanımlamaktadır. Tarama modellerinin amacı test, görüşme gibi tekniklerden yararlanarak, belirli özelliklere sahip olan bireyleri belirlemek ya da herhangi bir

olayı o an ki durumuyla saptamaktır (Karasar, 2008). Bu çalışmadaki amaç kavram yanılgılarını belirlemektir.

Çalışma Grubu

Çalışma grubunu 2014-2015 ve 2015-2016 eğitim-öğretim yıllarında Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi'nde okuyan 104 fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışma grubunun belirlenmesinde amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Bu çalışmada dikkate alınan örneklem ölçütü, öğretmen adaylarının akışkanlar mekaniği ünitesini içeren genel fizik dersini alıyor olmalarıdır. Ayrıca 17 öğretmen adayı ile de yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Her iki yıl (2014-2015 ve 2015-2016) için de öğretmen adayları birinci sınıf olmaları sebebiyle üniversite giriş puanlarına göre üst, orta ve alt grup olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Bu gruplarda yer alan öğretmen adaylarından da mümkün olduğunca eşit sayıda (2014-2015 yılından üst: 2, orta: 2, alt: 2 kişi ve 2015-2016 yılında üst: 4, orta: 3, alt: 4 kişi) olmak üzere gönüllülük esasına göre aday seçilmiştir.

Birinci aşama (veri toplama araçları): 2013-2014 öğretim yılı güz döneminde çalışmanın ilk yazarı tarafından "Akışkanlar Mekaniği Kavramsal Anlama Testi" hazırlanmıştır. Bu test, akışkanlar mekaniği konusunun tamamını kapsamaktadır, debi ve süreklilik denklemi ile ilgili içerisinde iki soru yer almaktadır.

İkinci aşama (pilot uygulama): 2013-2014 öğretim yılı bahar döneminde hazırlanan kavramsal anlama testi, ön çalışma olarak, çalışma grubu dışında seçilen ilköğretim matematik, fen bilgisi ve fizik öğretmenliği bölümlerinde okumakta olan 86 öğretmen adayına uygulanmış ve yapılan analizler doğrultusunda ölçekte yer alan sorularda düzenlemeler yapılmıştır. Pilot çalışma sonucunda bazı soru kökleri değiştirilerek daha sade ve anlaşılır bir test hazırlanmaya çalışılmıştır.

Üçüncü aşama (asıl uygulama): 2014-2015; 2015-2016 öğretim yılı güz dönemlerinde ilköğretim Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünde okumakta olan 104 öğretmen adayı ile asıl çalışma yapılmıştır. Daha sonra öğretmen adaylarının debi ve süreklilik denklemi kavramları hakkında sahip oldukları fikirlerle ilgili daha detaylı bilgi almak için pilot çalışma sonucunda elde edilen verilerden ve uzman görüşlerinden yararlanılarak yarı yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmıştır. Görüşmeler çalışma grubundan seçilen 17 öğretmen adayı ile yapılmıştır.

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 "Debi ve Süreklilik Denklemi" ile ilgilidir (2. kısım 8. soru ve 9.sorunun a seçeneği).

Yarı yapılandırılmış görüşme

Yarı yapılandırılmış görüşmelerde öğretmen adaylarından kavramsal anlama testindeki sorulara verdikleri yanıtların nedenlerini daha derinlemesine açıklamaları istenmiştir. Elde

edilen veriler kavramsal anlama testindeki yanıtları desteklemek için kullanılmış ve gerekli yerlerde görüşme verilerinden elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

Verilerin Analizi

Bu çalışmada kullanılan veri toplama araçlarından elde edilen verilerin analizinde verinin özelliğine göre hem nitel hem de nicel veri analizi yöntemleri kullanılmıştır. Kavramsal anlama testi için nitel ve nicel, görüşmelerden elde edilen veriler için nitel veri analizi yöntemleri kullanılmıştır.

Kavramsal anlama testinin uygulanmasından elde edilen nitel veriler, içerik analizi yöntemi ile hazırlanan rubriklere göre analiz edilmiştir. Bu amaçla her bir soru için öğretmen adaylarının yanıtlarının ve bu yanıtların sıklıklarının yer aldığı frekans tabloları hazırlanmıştır. Tablolarda yer alan tüm kategoriler öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlar doğrultusunda oluşturulmuştur. 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 (Kocakulah, 1999; Kocakulah, 2006). Kavramsal anlama testinden elde edilen verilerin iç güvenliğinin sağlanması amacıyla sorulara verilen yanıtlar iki farklı uzman tarafından kodlanmıştır ve bağımsız kodlayıcılar arası tutarlılık yüzdesi Şencan (2005)'e göre hesaplanmıştır (1. soru: %85.33; 2. soru: %90.11).

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 ikinci soruya ait kavramın analiz tablosundan sonra ilgili temanın ya da kategorinin altında doğrudan alıntılar yapılarak kullanılmıştır. Görüşmelerde sorulan sorular hem birinci hem de ikinci soruyu kapsadığı için elde edilen veriler sadece kavramsal anlama testinde yer alan ikinci soru ile birlikte sunulmuştur.

Bulgular

Öğretmen adaylarına debi ve süreklilik denklemi ile ilgili iki soru sorulmuştur. Bu iki soruya verilen yanıtlar ve görüşmelerden elde edilen bulgular şöyledir:

1. soruya ait bulgular

Öğretmen adaylarına yöneltilen ilk soru şöyledir:

8. Bir bahçe hortumunun ucunu başparmağımızla sıkıştırdığımızda suyun daha hızlı fışkırdığını görürüz. Sizce bu durumun sebebi nedir? Açıklayınız.



Öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri yanıtlar Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Birinci soruya ait bulgular

YANIT TÜRÜ	FREKANS (%)	VERİLEN YANITLAR
DOĞRU YANIT	–	–
BİLİMSEL OLARAK KABUL EDİLEBİLİR YANITLAR	KISMEN DOĞRU YANIT 47 (%45.19)	Süreklilik denklemini ve debi ifadelerinin kullanılmadığı yanıtlar <ul style="list-style-type: none">Kesit alanı azaldığında /daraldığında suyu daha hızlı fışkırır/hız artar. Yani parmağımızı koyduğumuzda borunun ucunu daraltırız, daha hızlı yol alır. (1, 6, 9, 13, 21, 39, 41, 52, 53)Çünkü hortumun ucunu daraltıyoruz fakat akan su miktarı aynı. Hortumun ucundaki çıkış noktası küçük olunca basınç farkından dolayı daha hızlı fışkırır. (2, 35, 50, 74, 83) Suyun daha ileri gitmesini suyun basıncıyla ilişkilendiren yanıtlar <ul style="list-style-type: none">Çünkü kesit alanı küçüldükçe basınç artar/Su daha fazla basınçla gelir su daha uzağa gider, hız artar. (8, 10, 17, 19, 23, 32, 36, 45, 46, 55, 59, 60, 63, 64, 65, 70, 72, 75, 80, 81, 82, 85, 90, 91, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 102, 103)
BİLİMSEL OLARAK KABUL EDİLEMEZ YANITLAR	YANLIŞ YANIT 52 (%50)	Hortumun ucunu sıkıştırdığımızda farklı miktarda su çıkacağını belirten yanıtlar <ul style="list-style-type: none">Suyun hızı geçtiği kesit alanına göre değişir. Eğer büyük kesit alanından küçük kesit alanlı yaparsak daha çok fışkırır. Çünkü geçmesi gereken <u>su miktarı daha fazladır</u>. (5)Yüzey alanını daraltıyoruz. Hortumun ucundan <u>daha çok su</u> fışkırır. (16, 79)Çünkü <u>su orada yoğunlaşır</u>, kılcallığı artar ve basıncı da artar. Bu yüzden su daha çok fışkırır. (24, 77)Hortumun ucunu bastığımızda <u>bir miktar su çıkışını engellemiş</u> oluruz. Hortumdan akan su bulunduğu yerden akmak için hızlı fışkırır. (27) Suyun daha ileri gitmesini bizim uyguladığımız basınçla/kuvvetle ilişkilendiren yanıtlar <ul style="list-style-type: none">Basınç uyguladığımız için su daha çok fışkırır. (4, 15, 30, 48, 57, 59, 68, 73, 78, 84, 86, 87, 88, 89, 92, 97, 101)Hortumun ucuna parmağımızla basınç uygularız. Su da parmağımıza basınç /kuvvet uygular ve daha fazla çıkmasına neden olur. (7, 11, 31, 42, 47, 54, 56, 58, 61, 66, 69, 104)Uygulanan kuvveti arttırdığımızdan ve geçiş alanını küçülttüğümüzden su bir direnç gösterir ve büyük bir hızla dışarıya fışkırır. (14)Suyun daha ince borularda hızının artması veya sizin uyguladığınız kuvvete karşı bir direnç kuvveti oluşturması olabilir. (28)
KODLANAMAZ YANITLAR	Konu ile ilgisiz yanıtlar 5 (%4.80)	<ul style="list-style-type: none">Sıkıştırdığımız için fışkırıp daha fazla alana yayılacaktır. Normal su tutulduğunda ise daha az alana yayılacaktır. (22)Sıvılar sıkıştırılmaz. Sıkıştırılmayan sıvılara kuvvet uyguladığımızda suyu boşluğa doğru fışkırır. (43, 49, 51)İncelttiğimiz zaman hızlı fışkırır. (76)
TOPLAM		104

NOT: * Verilen yanıtların yanında parantez içinde belirtilen rakamlar öğrenci kodlarını göstermektedir.

1. soruya verilen yanıtlar bilimsel olarak kabul edilebilir, bilimsel olarak kabul edilemez ve kodlanamaz yanıtlar olmak üzere üç tema altında incelenmiştir.

Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar teması altında yer alan doğru yanıt kategorisi incelendiğinde doğru yanıt veren öğretmen adayının olmadığı görülmektedir. **Kısmen doğru yanıt kategorisi** incelendiğinde ise 47 öğretmen adayının yanıtının bu kategoride olduğu görülmektedir. Verilen yanıtlar “süreklilik denklemi ve debi ifadesinin kullanılmadığı yanıtlar” ve “suyun daha ileri gitmesini suyun basıncıyla ilişkilendiren yanıtlar” olmak üzere iki alt kategoride incelenmektedir.

Süreklilik denklemi ve debi ifadesinin kullanılmadığı yanıtlar alt kategorisinde 14 öğretmen adayının yanıtının bulunduğu görülmektedir. Verilen yanıtlarda genel olarak hortumun ucunu daralttığımızda kesit alanı azalacağı için suyun hızının artacağı söylenmektedir. Ayrıca Ö2, Ö35, Ö50, Ö74 ve Ö83 kodlu öğretmen adayları hortumdan geçen su miktarının aynı kalacağına da değinmektedirler. Fakat debi ya da süreklilik denklemi ifadeleri kullanılmamaktadır.

Suyun daha ileri gitmesini suyun basıncıyla ilişkilendiren yanıtlar alt kategorisi incelendiğinde ise 33 öğretmen adayının yanıtının bu alt kategoride olduğu görülmektedir. Verilen yanıtlar incelendiğinde suyun basıncının arttığı ifade edilmektedir.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar teması altında yer alan yanlış yanıt kategorisi incelendiğinde 52 öğretmen adayının yanıtının bu kategoride olduğu görülmektedir. Verilen yanıtlar “hortumun ucunu sıkıştırdığımızda farklı miktarda su çıkacağını belirten yanıtlar”, “suyun daha ileri gitmesini bizim uyguladığımız basınçla/kuvvetle ilişkilendiren yanıtlar”, “suyun sıkıştırılabileceğini vurgulayan yanıtlar” ve “suyun daha ileri gitmesini suyun akışkanlığı ile ilişkilendiren yanıtlar” olmak üzere dört alt kategoride incelenmektedir.

Hortumun ucunu sıkıştırdığımızda farklı miktarda su çıkacağını belirten yanıtlar alt kategorisi incelendiğinde 6 öğretmen adayının yanıtının olduğu görülmektedir. Verilen yanıtlarda öğretmen adaylarının debiyi dikkate almayarak, hortumun ucunu sıkıştırdığımızda daha fazla ya da daha az su çıkacağı belirttikleri görülmektedir.

Suyun daha ileri gitmesini bizim uyguladığımız basınçla/kuvvetle ilişkilendiren yanıtlar alt kategorisinde ise 33 öğretmen adayının yanıtının bu alt kategoride olduğu görülmektedir. Verilen yanıtların pek çoğunda hortumdan çıkan suyun daha uzağa gitmesinin nedeni, bizim uyguladığımız kuvvetle ya da basınçla ilişkilendirilmektedir.

Suyun sıkıştırılabileceğini vurgulayan yanıtlar alt kategorisinde 11 öğretmen adayının yanıtının olduğu görülmektedir. Verilen yanıtlarda öğretmen adaylarının suyun sıkıştırılabileceğini düşündükleri görülmektedir. Suyun daha ileri gitmesini suyun akışkanlığı ile ilişkilendiren yanıtlar alt kategorisinde ise 2 öğretmen adayının yanıtının bu kategoride olduğu görülmektedir. Suyun akışkan bir madde olması sebebiyle hortumun ucunu sıkıştırdığımızda suyun daha fazla fışkıracığı belirtilmektedir.

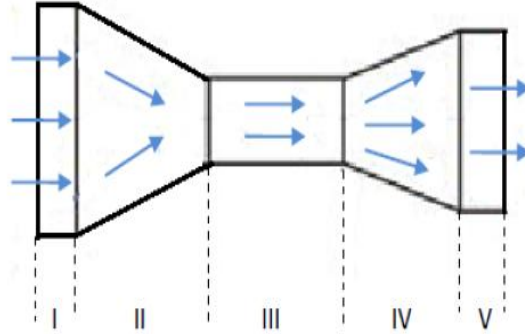
Kodlanamaz yanıtlar teması incelendiğinde ise 5 öğretmen adayının konu ile ilgisiz yanıtlar verdikleri görülmektedir.

1. soruya verilen yanıtlar (Tablo 1) genel olarak incelendiğinde doğru yanıt veren öğretmen adayının olmadığı, öğretmen adaylarının yarısından çoğunun ise bilimsel olarak kabul edilemez ve kodlanamaz yanıtlar verdikleri görülmektedir. Yanlış yanıt kategorisine verilen yanıtlar incelendiğinde ise hortumun ucu sıkıştırıldığında daha fazla ya da az su çıkacağı, suyun sıkıştırılabilir olması ve suyun toplam basıncının artacağı gibi yanlış fikirlerin olduğu görülmektedir.

2. soruya ait bulgular

Öğretmen adaylarına yöneltilen ikinci soru şöyledir:

9.



Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi farklı kesit alanlarına sahip bir borudan su geçirilmektedir.

a. Sizce suyun hızı bu farklı bölgelerde değişir mi aynı mı kalır? (Eğer farklı diyorsanız büyükten küçüğe doğru sıralayınız.) Açıklayınız.

Öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri yanıtlar Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. İkinci soruya ait bulgular

YANIT TÜRÜ		FREKANS (%)	VERİLEN YANITLAR	
BİLİMSEL OLARAK KABUL EDİLEBİLİR YANITLAR	DOĞRU YANIT	Doğru sıralama-doğru açıklama	3 (%2.88)	<ul style="list-style-type: none"> • Kesit alanı arttıkça hız azalır. (73, 93, 97)
	KISMEN DOĞRU YANIT	Doğru sıralama-kısmen doğru açıklama	6 (%5.77)	<ul style="list-style-type: none"> • Kesit alanı küçüldükçe su basıncı artar. Çünkü su daha hızlı akmak isteyecektir. (3, 32, 104) • Kesit alanları suyun hızını etkiler. (16, 17, 27)
		Yanlış sıralama-doğru açıklama	23 (%22.11)	<ul style="list-style-type: none"> • Suyun geçtiği boru daraldıkça/ kesit alanı küçüldükçe hız artar. (4, 11, 13, 14, 20, 21, 24, 35, 39, 41, 44, 46, 52, 70, 71, 75, 82, 94, 96, 98, 102) • Geniş olan yerlerde alan fazla olduğundan yayılır ve daha yavaş ilerler. Fakat dar olan yerlerde yayılmadığından ve aynı miktar hava da geçecek olduğundan hızlı geçmek zorundadır. (74, 86)
		Sıralama yok-doğru açıklama	2 (%1.92)	<ul style="list-style-type: none"> • Kesit alanı arttıkça hız azalır. (64, 72)
		Yanlış sıralama-kısmen doğru açıklama	8 (%7.92)	<ul style="list-style-type: none"> • Çünkü kesiti küçük olan yerde sıvı basıncı daha fazladır. Bu da sıvı akışının daha hızlı olmasını sağlar. (25, 49, 57, 67, 85, 95) • Sıvı tanecikleri sıkışma özelliğine sahip değildir. Bu yüzden düzenek içerisinde akım devam ettiği sürece hareketli olacak. Belli bir alanda duramayacağından dar boruda daha hızlı olacaktır. (47) • Suyun çıkış alanı daraldıkça suyun hızı artar. (50)
		Doğru sıralama-açıklama yok	4 (%3.85)	–
BİLİMSEL OLARAK KABUL EDİLEMEZ YANITLAR	YANLIŞ YANIT	Yanlış sıralama-yanlış açıklama	34 (%32.70)	<p>Suyun hızının değişmesini basıncın değişmesi ile açıklayan yanıtlar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Su ince borularda daha hızlı olur. Çünkü P ile V arasında ters oran vardır. (28) • Değişir çünkü basınçla alakalıdır. (8, 29) • Su geniş yerlerde daha hızlı dar yerlerde daha yavaş ilerler. Sebebi basınç farkıdır. (31, 34) <p>Kesit alanına göre akan suyun miktarının değiştiğini belirten yanıtlar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kesit alanı arttıkça suyun hızı azalır. Çünkü oradan geçmesi gereken su miktarı daha azdır ama kesiti küçük yerden daha fazla su geçmelidir. (5) • Çünkü derinlik azaldıkça hız artar. İl'de fazla su var daha ince boruya geçince bütün moleküller hareket edemiyor ve edemeyeceği için orada enerji birikimi oluyor ve küçük yere gelince de hızlanıyor. (38, 43)

Kesit alanı ile hızı yanlış ilişkilendiren yanıtlar

- Suyun hızı farklı bölgelerde değişir. (7, 9, 15, 19, 26, 65, 66)

Suyun hızının değişmeyeceğini belirten yanıtlar

- Başlangıçta farklı olabilir. Çünkü oval bir yapısı olmadığı için su başlangıçta çarparak ilerleyecektir. Ama sonra aynı hızla devam eder. (2)
- Suyun hızı değişmez. Ancak borunun kalınlık- incelik durumundan dolayı fazla ya da az akabilir. (48)
- Hız kesit alanına bağlı değildir. Bu yüzden aynı kalır. (58, 77, 79)

Kesit alanı az olan yerlerde suyun yavaş gideceğini belirten yanıtlar

- Büyük yerlerden küçük yerlere geçerken çap olarak bir değişiklik olacağı için yavaşlar.
- Küçük bölgelerden büyük bölgelere geçerken de hızlanır. (30, 33, 36, 42, 51)

Borunun hacmine/taban genişliğine/genişleyip-daralmasına göre verilen yanıtlar

- Hacim farkı suyun çıkış hızını etkiler. (6)
- Kesit alanına bağlıdır. $3 > 2 = 4 > 1 = 5$. (1, 69)
- Geniş alana doğru yavaş gider. $4 > 2 > 3 > 5 > 1$ (53)
- Hızlı geçmesi için daha geniş alan gerekir. Daraldıkça su akımı sıkışır. (61, 76, 80, 81, 100)

	Yanlış sıralama- açıklama yok	6 (%5.77)	–
	Doğru sıralama-yanlış açıklama	4 (%3.85)	<ul style="list-style-type: none">Kesit alanı küçüldükçe suyun akış hızı artacaktır. Sıkıştığından dolayı hızlı bir akış olacaktır. (12, 23, 45)Hava akımı ile kesit alanı ters orantılıdır. Kesit alanı küçüldükçe su miktarı artar. (54)
KODLANAMAZ YANITLAR	Konu ile ilgisiz yanıtlar	1 (%0.96)	<ul style="list-style-type: none">Su aşağı doğru en hızlı haldedir. Yukarı doğru da düzden daha yavaş aktığı için sıralama böyledir. (22)
	Anlamı belirsiz	12 (%11.54)	<ul style="list-style-type: none">Bölgelerin boyları/ kesir alanları/genişliği farklıdır. (18, 55, 56, 60, 62, 84, 87, 88, 90, 92)Normalde en hızlı 3 derdim ama değişmiyor galiba. (83)Geniş alanda daha hızlı ilerler çünkü ilerlemesi kolaydır. Dar alanlarda ise basınçtan dolayı daha hızlıdır. (101)
YANITSIZ	Boş bırakılmış	1 (%0.96)	–
TOPLAM			104

NOT: * Verilen yanıtların yanında parantez içinde belirtilen rakamlar öğrenci kodunu göstermektedir.

2. soruya verilen yanıtlar bilimsel olarak kabul edilebilir, bilimsel olarak kabul edilemez, kodlanamaz ve yanıtsız olmak üzere dört tema altında incelenmiştir.

Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar teması altında yer alan doğru yanıt kategorisi incelendiğinde 3 öğretmen adayının doğru yanıt verdiği görülmektedir. Verilen yanıtlarda doğru sıralama yapılarak, hızın kesit alanı ile olan ilişkisi doğru olarak belirtilmektedir. Yapılan görüşmelerde ise doğru yanıt veren öğretmen adayı bulunmamaktadır.

Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar teması altında yer alan kısmen doğru yanıt kategorisi incelendiğinde 43 öğretmen adayının yanıtının bu kategoride olduğu görülmektedir. Verilen yanıtlar “doğru sıralama-kısmen doğru açıklama”, “yanlış sıralama-doğru açıklama”, “sıralama yok-doğru açıklama”, “yanlış sıralama-kısmen doğru açıklama” ve “doğru sıralama-açıklama yok” olmak üzere beş alt kategoride incelenmektedir.

Doğru sıralama-kısmen doğru açıklama alt kategorisi incelendiğinde 6 öğretmen adayının yanıtının bu alt kategoride olduğu görülmektedir. Bu öğretmen adayları doğru sıralama yapmış olmalarına rağmen açıklamalarında kesit alanı ile hızın nasıl orantılı olduğunu belirtmemişlerdir. Örneğin Ö16, Ö17 ve Ö27 kodlu öğretmen adayları sadece “kesit alanları suyun hızını etkiler” diyerek, kesit alanı azaldığında hızın artacağını ifade etmemişlerdir.

Yanlış sıralama-doğru açıklama alt kategorisi incelendiğinde ise 23 öğretmen adayının yanıtının bu alt kategoride olduğu görülmektedir. Verilen yanıtlarda kesit alanı azaldığında hızın artacağı söylenmesine rağmen sıralamaların yanlış yapıldığı görülmektedir. Örneğin Ö20 kodlu öğretmen adayının yanıtı bu alt kategoridedir. Öğretmen adayı ile yapılan görüşme şöyledir:

- A : *Bir borudan su geçiriyoruz. Bu suyun şu bölgelerdeki hızlarını sormuştuk. Sen şöyle demişsin: “farklıdır kalın olan yerlerden daha yavaş akar, ince olan yerlerden daha hızlı akar”. Sonra da $1=5>3>4>2$ diye sıralamışsın. Burada genişlik ve incelikten kastın nedir?*
- Ö20 : *Buranın alanı daha büyüktür (1) ve su oraya dolarken daha yavaş akar. Bu (3) daha ince olduğu için daha rahat geçer ve daha hızlı geçer diye düşünmüştüm. Aslında burada üçüncünün daha büyük olması lazım.*
- A : *Neden?*
- Ö20 : *Çünkü alan daha dar. $3>1>5>4>2$ şeklinde olur.*
- A : *Bu bölgelerden geçen su miktarı aynı mıdır?*
- Ö20 : *Değildir. Örneğin 2’den 3’e geçerken su sıkışır, hepsi geçemez. 1 en geniş orada daha fazladır.*
- A : *Bu borudan su değil de hava gönderseydik nasıl olurdu? Havanın bu bölgelerdeki hızı aynı mı olur farklı mı olur?*
- Ö20 : *Değişmez diye düşünüyorum. Yine su gibi olur diye düşünüyorum.*

Ö20 kodlu öğretmen adayı ile yapılan görüşme incelendiğinde öğretmen adayının kesit alanı azaldığında suyun daha hızlı geçeceğini belirttiği görülmektedir. Fakat kesit alanı ile ilgili

algısında bir tutarsızlık olduğu anlaşılmaktadır. Çünkü testte “1=5>3>4>2” şeklinde sıralama yapmıştır. Görüşmede ise yanıtını değiştirerek “3>1>5>4>2” şeklinde sıralama yapmıştır. Fakat burada da sadece üçüncü bölgede hızın fazla olduğu doğrudur. Diğer bölgelere dair sıralamasını değiştirmemiştir. Bu durum öğretmen adayının yanıtından emin olmadığını da göstermektedir. Bölgelerden geçen su miktarı sorulduğunda, bölgelerdeki su miktarının farklı olacağını belirtmiştir. Örnek olarak da 2. bölgeden 3. bölgeye geçerken suyun sıkışarak daha az geçeceğini söylemektedir. Öğretmen adayının bir önceki 1. soruya verdiği yanıt incelendiğinde yanlış yanıt verdiği ve görüşmesinde olduğu gibi, suyun sıkıştırılabileceğini düşündüğü görülmektedir. Borudan su değil de hava gönderdiğimizde ise havanın bu bölgelerdeki hızının yine su ile aynı olacağını belirttiği görülmektedir.

Sıralama yok-kısmen doğru açıklama alt kategorisi incelendiğinde 2 öğretmen adayının yanıtının bu alt kategoride olduğu görülmektedir. Yanlış sıralama-kısmen doğru açıklama alt kategorisi incelendiğinde ise 8 öğretmen adayının yanıtının bu alt kategoride olduğu görülmektedir. Örneğin Ö25 kodlu öğretmen adayının yanıtı bu alt kategoridedir. Öğretmen adayı ile yapılan ön görüşme şöyledir:

- A : (2.soruda) Buradan su akımı geçirmişiz. Suyun bu bölgelerdeki hızını sormuşuz. Sen de üçte en fazla sonra 4, 2, 5, 1 diye sıralanmışsın.
- Ö25 : Evet, kesit azalınca daha hızlı geçer diye düşündüm.
- A : Neden peki?
- Ö25 : Yani öyledir herhalde, bilemedim.
- A : Bu kesit alanlarında geçen su miktarı aynı mıdır?
- Ö25 : Aynıdır herhalde ama 3’de sıkışır mı bilmiyorum.
- A : Burada su değil de hava göndermiş olsaydık bir şey değişir miydi?
- Ö25 : O zaman da aynı olurdu. Borunun kesiti daha az olduğu için buradaki (3) hava akış hızı daha fazla olur.

Ö25 kodlu öğretmen adayı ile yapılan görüşme incelendiğinde öğretmen adayının kesit alanı azaldığında hızın artacağını belirttiği görülmektedir. Fakat sıralamasında 2. ve 5. bölgenin yeri yanlış olduğu için sıralaması yanlış kabul edilmiştir. Ayrıca kesit alanı azaldığında neden hızın artacağını da açıklayamamaktadır. Kesit alanlarından geçen su miktarı sorulduğunda öğretmen adayının yanıtından emin olmadığı görülmektedir. 3. bölgede suyun sıkışabileceğini düşünmektedir. Öğretmen adayının 1. soruya verdiği yanıt incelendiğinde öğretmen adayının burada da suyun sıkıştırılabileceğini düşündüğü görülmektedir. Su değil de hava gönderdiğimizde ise hava akımının hızının yine su ile aynı olacağını belirtmektedir.

Doğru sıralama-açıklama yok alt kategorisinde ise 4 öğretmen adayının doğru sıralama yapmasına rağmen hiçbir açıklama yapmadığı görülmektedir.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar teması altında yer alan yanlış yanıt kategorisi incelendiğinde 44 öğretmen adayının yanıtının bu kategoride olduğu görülmektedir. Verilen yanıtlar “yanlış sıralama-yanlış açıklama”, “yanlış açıklama-açıklama yok” ve “doğru sıralama-yanlış açıklama” alt kategorilerinde incelenmektedir.

Yanlış sıralama-yanlış açıklama alt kategorisi incelendiğinde 34 öğretmen adayının yanıtının bu alt kategoride olduğu görülmektedir. Verilen yanıtlar “suyun hızının değişmesini basıncın değişmesi ile açıklayan yanıtlar”, “kesit alanına göre akan suyun miktarının değiştiğini belirten yanıtlar”, “kesit alanı ile hızı yanlış ilişkilendiren yanıtlar”, “suyun hızının değişmeyeceğini belirten yanıtlar”, “kesit alanı az olan yerlerde suyun yavaş gideceğini belirten yanıtlar” ve “borunun hacmine/ taban genişliğine/ genişleyip-daralmasına göre verilen yanıtlar” olarak altı alt kategoride incelenmiştir.

Suyun hızının değişmesini basıncın değişmesi ile açıklayan yanıtlar alt kategorisi incelendiğinde 5 öğretmen adayının yanıtının bu alt kategoride olduğu görülmektedir. Verilen yanıtlarda suyun bu bölgelerdeki basıncı değişeceği için hızının değişeceğinin düşünüldüğü görülmektedir. Örneğin Ö28 kodlu öğretmen adayı suyun ince borularda daha hızlı olacağını belirtmiş ve bu durumu P ile V arasındaki ters orantıya bağlamıştır. Fakat burada öğretmen adayının sanki “ $P.V=n.R.T$ ” formülünü düşündüğü görülmektedir. Ayrıca V’den kastının hacim mi yoksa hız mı olduğunu da belirtmemiştir.

Kesit alanına göre akan su miktarının değiştiğini belirten yanıtlar alt kategorisi incelendiğinde bu kategoride 3 öğretmen adayının olduğu görülmektedir. Verilen yanıtlarda debinin göz ardı edildiği ve akan su miktarının kesit alanına göre değişiklik gösterdiği görülmektedir. Örneğin Ö5 kodlu öğretmen adayı kesit alanı arttıkça, daha fazla su geçeceğini, bu sebeple de buradaki suyun hızının azalacağını ifade etmektedir.

Kesit alanı ile hızı yanlış ilişkilendiren yanıtlar alt kategorisinde 7 öğretmen adayının olduğu görülmektedir. Verilen yanıtlarda net bir açıklama yapılmadığı, sadece kesit alanı değiştiğinde hızın da değişeceğinin belirtildiği görülmektedir.

Suyun hızının değişmeyeceğini belirten yanıtlar alt kategorisi incelendiğinde 5 öğretmen adayının yanıtının bu alt kategoride olduğu görülmektedir. Örneğin Ö2 kodlu öğretmen adayının verdiği yanıtın bu alt kategoride olduğu görülmektedir. Öğretmen adayı ile yapılan görüşme şöyledir:

- A : *Farklı kesit alanlarından su gönderiyorduk. Bu suyun bu bölgelerdeki hızını sormuştuk. Sen en hızlı 1’de, daha sonra 2, 3, 4 ve 5’de diye sıralanmışsın.*
- Ö2 : *Borunun içine su gönderildiğinde su çarparak ilerler. Çünkü boru oval değil köşeli. Çarparak ilerleyeceğinden ilk başta hızlı olur, sonra hızı azalır diye düşündüm.*
- A : *Peki, bu bölgelerdeki su miktarı aynı mıdır farklı mıdır?*
- Ö2 : *Su miktarı aynıdır. Hızı da aynıdır.*
- A : *Şimdi bu soruda su değil de, hava olsaydı hız değişir miydi?*
- Ö2 : *Bence farklı olurdu. Mesela şimdi biz bu odanın penceresinden açsak hava içeri su gibi girmez. Yavaş yavaş girer.*
- A : *Peki hava akımının buralardaki hızı nasıl olur? Nasıl sıralarsın?*
- Ö2 : *Bence her yerde eşit olur.*
- A : *Neden eşit olur?*
- Ö2 : *Bence suyla aynı olur.*

Ö2 kodlu öğretmen adayı ile yapılan görüşme incelendiğinde testinde verdiği yanıt benzer bir yanıt verdiği görülmektedir. Suyun ilk girişteki hızının fazla olduğunu ama çarparak ilerlediği için hızının azalacağını ifade etmektedir. Daha sonra farklı kesit alanlarındaki su miktarı sorulduğunda bu sefer su miktarının da hızının da sabit olacağını belirterek fikrini değiştirmektedir. Borudan su değil de hava gönderdiğimizde su ile aynı olacağını söylemektedir.

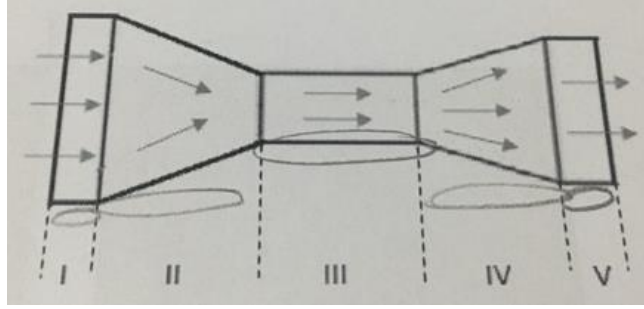
Kesit alanı az olan yerlerde suyun yavaş gideceğini belirten yanıtlar alt kategorisi incelendiğinde 5 öğretmen adayının yanıtının bu alt kategoride olduğu görülmektedir. Örneğin Ö36 kodlu öğretmen adayının verdiği yanıt bu kategoridedir. Öğretmen adayı ile yapılan görüşme şöyledir:

- A : *Şurada farklı kesit alanlarına sahip bir borumuz var. Borudan su geçiriyoruz ve suyun bu kesit alanlarındaki hızını soruyoruz. Sen demişsin ki “değişir, çünkü boruların kesit alanları farklıdır. Farklı olduğu için borulardan geçen suyunun hızı değişir”. 1>5>4>2>3 diye de sıralamışsın. Neden böyle sıraladın?*
- Ö36 : *Çapları farklı olduğu için. En büyük çapa sahip olan 1’dir. Sonra 5 geliyor.*
- A : *O zaman çap arttıkça hızın da artacağını söylüyorsun?*
- Ö36 : *Evet, geniş yerde daha hızlı gider.*
- A : *Peki, bu bölgelerden geçen su miktarı değişir mi?*
- Ö36 : *Hım. Bilmiyorum.*
- A : *Su değil de hava göndermiş olsaydım, havanın bu bölgelerdeki hızı nasıl olurdu?*
- Ö36 : *Sudan farklı olurdu sanırım.*
- A : *Neden?*
- Ö36 : *Ya da aynı şekilde sıralardım herhalde. Çaplarla orantılı olarak düşünürdüm.*

Ö36 kodlu öğretmen adayı ile yapılan görüşme incelendiğinde öğretmen adayının geniş olan bölgelerde suyun daha hızlı gideceğini söylediği görülmektedir. Debi ile ilgili kesit alanlarındaki su miktarı sorulduğunda ise bilmediğini dile getirmektedir. Su değil de hava gönderildiğinde ise yine suda olduğu gibi geniş olan bölgelerde daha hızlı gideceğini söylediği görülmektedir.

Borunun hacmine/ taban genişliğine/ genişleyip daralmasına göre verilen yanıtlar alt kategorisi incelendiğinde 9 öğretmen adayının yanıtının bu alt kategoride olduğu görülmektedir. Bu öğretmen adaylarının kesit alanını farklı algıladıkları ya da kesit alanı denilen şeyin ne olduğunu bilmedikleri anlaşılmaktadır. Örneğin Ö1 kodlu öğretmen adayının yanıtı bu alt kategoridedir. Öğretmen adayı ile yapılan görüşme şöyledir:

- A : Şimdi şu soruya bakalım. Burada bu borunun içerisinde bir su geçirmiştik ve suyun bu borulardaki hızını sormuştuk. Sen “ $3>2=4>1=5$ ” demişsin. Neden böyle bir sıralama yaptın?
- Ö1 : Çünkü hortumu kapattığımızda çap azalıyor. Çap azalınca daha hızlı akıyor. O zaman hızı daha fazla oluyor.
- A : Peki, 2 nasıl 4’e eşit oluyor? Ya da 1’de ve 5’de nasıl eşit oluyor?
- Ö1 : O zaman şey olması lazım; en büyük $3>2>4>5>1$ olması lazım (Şekil 1).



Şekil 1. Ö1 kodlu öğretmen adayının ön görüşmede çizdiği şekil

- A : Değiştiriyorsun yani?
- Ö1 : Evet.
- A : Neden öyle sıraladın?
- Ö1 : Çünkü gittikçe çap azalıyor. $3>2>4>1>5$ olur.
- A : Peki, bu bölgelerden geçen su miktarı aynı mıdır farklı mıdır?
- Ö1 : Bilmiyorum.
- A : Su değil de hava gönderseydik bu bölgelerdeki hızı sence nasıl olurdu?
- Ö1 : Eşit olurdu.
- A : Neden?
- Ö1 : Aynı olurdu.

Ö1 kodlu öğretmen adayı ile yapılan görüşme incelendiğinde öğretmen adayının testte verdiği yanıtı değiştirdiği görülmektedir. Fakat burada da kesit alanını taban genişliği olarak aldığı görülmektedir. Bu bölgelerden geçen su miktarı sorulduğunda bilmediğini açıkça dile getirmektedir. Su değil de hava gönderdiğimizde ise havanın bu bölgelerdeki hızının eşit olacağını söylediği ama açıklayamadığı görülmektedir.

Yanlış sıralama-açıklama yok alt kategorisinde 6, doğru sıralama-yanlış açıklama kategorisinde ise 4 öğretmen adayının yanıtının bulunduğu görülmektedir.

Kodlanamaz yanıtlar teması incelendiğinde ise 1 öğretmen adayının konu ile ilgisiz, 12 öğretmen adayının da anlamı belirsiz yanıt verdiği görülmektedir. 1 öğretmen adayının da soruyu **yanıtsız** bıraktığı görülmektedir.

2. soruya verilen yanıtlar (Tablo 2) genel olarak incelendiğinde 46 öğretmen adayının bilimsel olarak kabul edilebilir, 44 öğretmen adayının da bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar verdikleri görülmektedir. Debi ve süreklilik denklemi ifadelerinin kullanılmadığı, öğretmen adaylarının günlük tecrübelerinden ve tahminlerinden yararlanarak soruyu yanıtlamaya çalıştıkları görülmektedir.

Tartışma ve Sonuç

Debi ve süreklilik denklemi ile ilgili olarak öğretmen adaylarına kavramsal anlama testinde iki tane soru sorulmuştur. Öğretmen adaylarının bu sorulara bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt verme oranları sırasıyla %45.19 ve %44.45'tir. Uygulanan kavramsal anlama testine verilen yanıtlar ve yapılan görüşmeler öğretmen adaylarının debi kavramını ve süreklilik denklemini bilmediklerini, hatta daha önce hiç duymadıklarını göstermiştir. Bulunuz, Jarrett ve Bulunuz (2009) tarafından yapılan çalışmada da öğrencilerin debi kavramı ile ilgili fikir sahibi olmadıkları belirtilmiştir. Fakat bu çalışmada uygulamanın yapıldığı öğretmen adayı grubunun 11. sınıfta gördüğü fizik dersi öğretim programında bu konular yer almaktadır. Bu durum araştırmacılar tarafından uygulama öncesinde tespit edilen bu konuların genellikle anlatılmadığı gerçeğini desteklemektedir. Örneğin ilk soruda hortumun ucu sıkıştırıldığında hortumdan çıkan su miktarının değiştiğine dair bir fikrin olduğu görülmektedir. Bazı öğretmen adayları daha az su çıkacağını söylerken, bazı öğretmen adayları da daha fazla su çıkacağını söylemektedir. Aynı düşünce ikinci soruda da görülmektedir. Bazı öğretmen adayları kesit alanı değiştiğinde geçen su miktarının da değiştiğini düşünmektedir. Oysaki bir akış boyunca debinin, yani birim zamanda geçen su miktarının eşit olması gerekmektedir.

Öğretmen adayları sorulan soruları kendi tecrübelerinden yararlanarak açıklamaya çalışmışlardır. Bu durum da çeşitli bilgi yanlışlarının ve kavram yanlışlarının olduğunu göstermiştir. Örneğin ilk soruda hortumun ucu sıkıştırıldığında hortumdan çıkan su miktarının değiştiğine dair bir fikrin olduğu görülmektedir. Bazı öğretmen adayları daha az su çıkacağını söylerken, bazı öğretmen adayları da daha fazla su çıkacağını söylemektedir. Aynı düşünce ikinci soruda da görülmektedir. Bazı öğretmen adayları kesit alanı değiştiğinde geçen su miktarının da değiştiğini düşünmektedir. Oysaki bir akış boyunca debinin, yani birim zamanda geçen su miktarının eşit olması gerekmektedir.

Paskal ilkesi ile ilgili daha önce bir çalışmada öğrencilerin sıvıların sıkıştırılabileceğini düşündükleri görülmüştür (Lup & Adams, 2008). Burada da benzer bir durum ile karşılaşmıştır. Bazı öğretmen adayları hortumun ucu sıkıştırıldığında bir miktar suyun içeride sıkıştığını düşünmektedir. Bu öğretmen adaylarının pek çoğu ikinci soruda da kesit alanı geniş olan yerden dar olan yere geçerken suyun tamamının geçemeyeceğini, bir miktarının orada sıkışacağını dile getirmiştir. Karşılaşılan bir diğer yanlış fikir ise, basınç ve kuvvet ile ilgilidir. Bazı öğretmen adayları hortumun ucu sıkıştırıldığında suyun daha hızlı çıkmasının sebebini bizim hortuma uyguladığımız basıncın ya da kuvvetin artması ile açıklamaktadır. Fakat burada bizim uyguladığımız kuvvetin tek etkisi, hortumun kesit alanını değiştirmek olup suyun hızına doğrudan bir etkisi bulunmamaktadır.

Sorulara verilen yanıtlar ve yapılan görüşmeler sonucunda belirlenen kavram yanlışları Tablo 3'te özetlenmektedir.

Tablo 3. Görülen kavram yanlışları

Kavram Yanlışları
• Hortumun ucunu sıkığımızda farklı miktarda (az/çok) su çıkar.
• Suyun hızı değişmez. Bütün kesitlerde aynıdır.
• Kesit alanı az olan yerde su yavaş gider. Çok olan yerde hızlı gider.
• Su sıkıştırılabilir. - Kesit alanı geniş yerden dar olan yere geçerken bir miktar su sıkışır.
• Suyun ileri gitmesi bizim uyguladığımız basınçla/kuvvetle ilgilidir.

Öneriler

Ø Akışkanlar mekaniği ve uygulamaları günlük hayatta sıklıkla kullanılan fakat ders olarak hem ilköğretim ve ortaöğretim hem de üniversite programlarında ihmal edilen konulardan biridir. Çalışmanın sonuçları da bu durumu destekler niteliktedir. Hem öğretmen adaylarının bu kavramları bilmiyor olmaları hem de çeşitli kavram yanlışlarına sahip olmaları bu konuların öğretimine gereken önemin verilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu sebeple “debi ve süreklilik denklemi” ile ilgili kavram yanlışlarının belirlendiği bu çalışmanın ile hem öğretmenlerde bir farkındalık oluşturacağı, hem de bu kavramların nasıl öğretilmesi gerektiği konusunda daha sonra çalışacak araştırmacılara yol göstereceği düşünülmektedir.

Ø Sorulara verilen yanıtlar öğretmen adaylarının debi ve süreklilik denklemi ile ilgili çeşitli kavram yanlışlarına sahip olduklarını göstermektedir. Yapılan görüşmeler de bu durumu desteklemektedir. Özellikle kesit alanı değiştiğinde geçen akışkan miktarının da değişeceği ve sıvıların sıkıştırılabileceği yanlışları oldukça fazladır. Bu sebeple farklı kesit alanlarındaki su miktarını ölçen ya da gösteren bir ölçüm cihazının geliştirilmesi bu yanlışın giderilmesinde oldukça önemlidir.

Ø Araştırmanın sonucunda ortaya çıkarılan kavram yanlışlarını temele alan bir öğretim modelinin geliştirilmesi ve bu modelin etkisinin belirlenmesi üzerine bir çalışma yapılması ya da bu kavramlar ile ilgili simülasyonların hazırlanarak kullanılması önerilmektedir.

Kaynaklar

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

Besson, U. & Viennot, L. (2004). Using models at the mesoscopic scale in teaching physics: Two experimental interventions in solid friction and fluid statics. *International Journals of Science Education*, 26(9), 1083- 1110.

Bulunuz, M., Jarrett, O. & Bulunuz, N. (2009). Middle school students' conceptions on physical properties of air. *Journal of Turkish Science Education*, 6(1), 37-49.

Candan, A., Türkmen, L. & Çardak, O. (2006). Kavram haritalamanın ilköğretim öğrencilerinin hareket ve kuvvet kavramlarını anlamalarına etkileri. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3(1), 65-75.

Demirci, N. & Çirkinoglu, A. (2004). Öğrencilerin elektrik ve manyetizma konularında sahip oldukları ön bilgi ve kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(2), 116-138.

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

Eryılmaz, A. & Sürmeli, E. (2002). Üç aşamalı sorularla öğrencilerin ısı ve sıcaklık konularındaki kavram yanlışlarının ölçülmesi. 20.01.2009 tarihinde <http://www.metu.edu.tr/~eryilmaz/TamUcBaglant.pdf> adresinden alınmıştır.

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

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

Karasar, N. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (18.Baskı), Nobel Basımevi, Ankara.

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.

Keser, A. (2007). *Afyonkarahisar il merkezindeki 9. sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanlışları*. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon.

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*. Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

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

Kocakulah, 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.

Küçük, H. (2012). *İlköğretimde bilimsel tartışma destekli sınıf içi etkinliklerin kullanılmasının öğrencilerin kavramsal anlamalarına, sorgulayıcı öğrenme becerileri algılarına ve fen ve teknolojiye yönelik tutumlarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla.

Küçüközer, H. (2004). *Yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olarak geliştirilen öğretim modelinin lise 1. sınıf öğrencilerinin basit elektrik devrelerine ilişkin kavramsal anlamalarına etkisi*. Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Lup, F. & Adams, M. (2008). Feel the pressure: E-learning systems with haptic feedback. *Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environments and Teleoperator Systems*. Nevada, USA.

Novak, J. D. (1987). Research on students' alternative frameworks in science- topics, theoretical frameworks, consequences for science teaching. Second International Seminar, Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics. Cornell University, Ithaca, USA.

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

Öztaş, F. & Bozkurt, E. (2011). Biology teacher candidates' misconceptions about surface tension, adhesion and cohesion. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 3(1), 75-85.

Öztuna Kaplan, A. & Boyacıoğlu, N. (2013). Çocuk karikatürlerinde maddenin tanecikli yapısı. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 10(1), 156-175.

Psillos, D. & Kariotoglou, P. (1999). Teaching fluids: intended knowledge and students' actual conceptual evolution. *International Journal of Science Education*, 21(1), 17-38.

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

Şencan, H. (2005). *Sosyal ve davranışsal ölçümlerde güvenilirlik ve geçerlik*, Seçkin Yayıncılık, Ankara.

Ünlü, P. & Gök, B. (2007). Öğrencilerin düzgün dairesel harekette merkezci kuvvet hakkındaki kavram yanlışlarının araştırılması. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(3), 141-150.

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

Yaşar, I. Z. (2006). *Fen eğitiminde zihin haritalama tekniğiyle not tutmanın kavram öğrenmeye ve başarıya etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.