

Kaya, D., Bozdağ, H. C., Ok, G. (2018). Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Basınç Konusundaki Kavramsal Anlamaları ve Kavram Yanılgılarının Matematiksel Hatalar Açısından İncelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 321-341.

Geliş Tarihi: 17/08/2017

Kabul Tarihi: 05/12/2017

YEDİNCİ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN BASINÇ KONUSUNDAKİ KAVRAMSAL ANLAMALARI VE KAVRAM YANILGILARININ MATEMATİKSEL HATALAR AÇISINDAN İNCELENMESİ

Deniz KAYA*
Hüseyin Cihan BOZDAĞ*
Gökçe OK**

ÖZET

Bu araştırmada yedinci sınıf öğrencilerinin basınç konusundaki kavram yanılgılarının matematiksel hatalar açısından incelenmesi amaçlanmıştır. Tarama modelinin benimsendiği çalışma, yedinci sınıf düzeyinde toplam 200 öğrenci ile yürütülmüştür. Veri toplama aracı olarak, üç aşamalı olarak hazırlanan "Basınç Kavramsal Ölçme Aracı" kullanılmıştır. Verilerin analizinde betimsel istatistiksel tekniklerinden yararlanılmıştır. Betimsel analiz sonuçlarına göre öğrencilerin basınç konusundaki kavramsal anlama düzeylerinin oldukça düşük ve dokuz farklı kavram yanılgısına sahip olduğu belirlenmiştir. Bu kavram yanılgıları matematiksel hatalar açısından incelendiğinde ise dördünün bilimsel, dördünün bütünlük ve bir tanesinin işlemsel hata olduğu tespit edilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar ışığında, disiplinler arası iş birliğinin artırılması, öğrenme alanlarının eşgüdümlü ilerlemesi ve öğretmenlerin bu konuda bilgilendirilmesi öneri olarak sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Basınç, hata, kavram yanılgısı, matematik

EXAMINATION OF CONCEPTUAL UNDERSTANDINGS AND MISCONCEPTIONS FOR THE SUBJECT OF PRESSURE OF THE SEVENTH GRADE STUDENTS IN TERMS OF MATHEMATICAL ERRORS

ABSTRACT

In this study, it is aimed to examine the misconceptions in the subject of pressure of the seventh-grade students in terms of mathematical errors. The study, in which the survey model was adopted, was conducted with a total of 200 students at the seventh-grade level. As a data collection tool, "Pressure Conceptual Measurement Tool" prepared in three-tier was used. Descriptive statistical techniques were used in the analysis of the data. According to the results of the descriptive analysis, it was determined that students conceptual understanding levels on the pressure concept were very low and they had nine different misconceptions. When the misconceptions were examined in terms of mathematical errors, it was determined that four of them were scientific, four of them are integrated and one is the operational error. In the light of the results that obtained from the research, increasing interdisciplinary cooperation, coordination progress of areas and informing teachers about this issue were presented as a proposal.

Key Words: Error, mathematics, misconception, pressure

* Milli Eğitim Bakanlığı, denizkaya50@yahoo.com

* Milli Eğitim Bakanlığı, chnbzd@gmail.com

** Türkiye ve Orta Doğu Amme İdaresi Enstitüsü, gok@todate.edu.tr

1. GİRİŞ

Günümüz eğitim anlayışının temel felsefelerinden birisi küresel ölçekte rekabet etmek ve modern ekonomilere ayak uydurmak için bilimsel, teknolojik ve sosyal yönden fen, matematik ve teknoloji eğitiminin önemini kavrayan üretici bireyler yetiştirmektedir (NAEP, 2009; NCTM, 2006; OECD, 2016). Dolayısıyla başta fen ve matematik alanları olmak üzere disiplinler arası birliktelik eğitimin kaçınılmaz bir ögesi haline gelmiştir. Disiplinler arası birliktelik başka bir ifade ile entegrasyon geleneksel disiplin sınırlarının önemli derecede bulanıklaşarak kaybolduğu bir karışım olarak tanımlanmaktadır (Lederman ve Niess, 1998). Hiç şüphesiz disiplinler arası birlikteliğin en gözde ikilisi de fen ve matematik alanlarıdır. Yüzyıllar öncesine dayanan ve önemi günden güne artan bu yakın ilişki uzun bir hikâyeye sahiptir. Fen, matematiğe araştırılacak zengin bir içeriğin yanı sıra yeni sorular ve düşünme yolları sunarak ilham verirken, matematik de fenin dokusunun bir parçası olarak verilerin daha derin analizinde kullanılacak güçlü araçlarla bilimin donatılmasına yardımcı olmaktadır (Basista ve Mathews, 2002; Wright ve Chorin, 1999). Matematik ve fen alanlarında gözlenen bu sıkı ilişki ve birliktelik sayesinde öğrencilerin matematik ilgisi artmakta (Kullman, 1966), kavram, yetenek ve işlem bilgisi gelişmekte (Berlin, 1989; Kiray, Gök ve Bozkır, 2015), yaratıcı fikirlerin oluşmasına zemin hazırlanmakta (Beane, 1997; Kiray, 2010), problem çözme becerisi ilerlemekte (Blume, Garcia, Mullinax ve Vogel, 2001), motivasyon artmakta (Furner ve Kumar, 2007) ve akademik performans yükselmektedir (Hill, 2002; Kaya, Akpınar ve Gökkurt, 2006; Kiray ve Kaptan, 2012; Kurt ve Pehlivan, 2013; Taşdemir ve Salman, 2016). Nitekim başta öğrencilerin bilimsel sorgulama ve matematiksel problem çözme becerilerinin artırılmasını hedefleyen Ulusal Fen Bilimleri Öğretmenleri Birliği (National Science Teachers Association [NSTA]) olmak üzere fen, matematik ve teknoloji okuryazarlığının gelişimi için fen eğitimine odaklanan Amerikan Bilimsel İlerleme Birliği (The American Association for the Advancement of Science [AAAS]), fen öğretiminin geliştirilmesini amaçlayan Fen Bilimleri Öğretimi Ulusal Birliği (National Association for Research in Science Teaching [NARST]), fen ve matematiğin öğrencilere daha anlamlı olmasını destekleyen Yaşam İçin Matematik ve Fen Projesi (Mathematics and Science for Life [MASCIL]) gibi birçok uluslararası eğitim platformları fen ve matematik birlikteliğinin önemini sıklıkla vurgulamaktadır (AAAS, 1995; MASCIL, 2016; NARST, 1993; NSTA, 2003).

Benzer şekilde, öğrencilerin fen, matematik, sanat ve ekonomi gibi alanlarda bilgilerini araştıran Ulusal Eğitimsel Gelişimi Değerlendirme Birimi (National Assessment of Educational Progress [NAEP]), vizyon, liderlik, profesyonel gelişim ve araştırma yoluyla ileri matematik öğrenimini amaçlayan Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]), yüzyılı aşkın bir süredir okulda fen ve matematik birlikteliğinin geliştirilmesini benimseyen Fen Okulu ve Matematik Derneği (School Science and Mathematics Association [SSMA]) ile son yıllarda dünya çapında fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) birlikteliğini benimseyen Avrupa Fen Eğitimi Topluluğu (Community For Science Education in Europe [SCIENTIX]) fen ve matematik arasındaki ilişkinin gerekliliğini dile getirmektedir (NAEP, 2009; NCTM, 2006; SCIENTIX, 2015; SSMA, 2017).

Tüm bu kuruluşların varlıkları ve çalışma alanları dikkate alındığında, fen ve matematik alanları arasında güçlü bir bağın olduğunu ve süreklilik gösterdiğini söylemek mümkündür. Bu bakımdan matematik öğrencilerinin fen problemlerini anlayabilmeleri

ve fen öğrencilerinin de matematiğin gücünü ve rolünü iyi bilmeleri oldukça değerlidir. Fakat Türkiye'nin de katılımcısı olduğu Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması (Trends in International Mathematics and Science Study [TIMSS]) ile Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (Programme for International Student Assessment [PISA]) tarafından yayınlanan raporlar, öğrencilerin fen ve matematik başarılarının istenilen düzeyin oldukça gerisinde kaldığını göstermektedir (OECD, 2016; TIMSS, 2016). Bu sınavlarda öğrencilerin matematik başarısının fen başarısını, fen başarısının da matematik başarısını etkilediği de belirlenmiştir (Kiray ve diğer., 2015). Ayrıca alanyazındaki birçok çalışma bulgusu da ilköğretimin ilk yıllarında matematik bilgi ve becerilerini edinemeyen ya da eksik matematik bilgileri ile donatılmış öğrencilerin ileriki yıllarda fen derslerinde büyük sorunlar yaşadıklarını göstermektedir (Basson, 2002; Çavaş, 2002; Özdemir, 2006). Bu bağlamda elde edilen bulgular, hem fen ve matematik birlikteliğine duyulan gereksinimi dile getirmekte hem de fen derslerinde matematik temelli sıkıntılar olduğuna işaret etmektedir. Özellikle basınç, kuvvet ve hareket konularının yer aldığı öğrenme alanlarında öğrencilerin matematik kaynaklı sıkıntılar yaşamaları bu söylemleri desteklemektedir (Bozan ve Küçükezer, 2007; Bütüner ve Uzun, 2010; Çavaş, 2002; Özdemir, 2006). Bu durumun birçok sebebi olmakla birlikte, öğrencilerin matematiksel becerileri etkili bir şekilde kullanamamasına bağlı olarak fen derslerinde hatalara sürüklenmeleri gerekçe olarak gösterilebilir. Çünkü fen derslerinde ortaya çıkan soruların temelinde matematiksel yeteneklerin önemli bir rolü vardır (Howe, Nunes ve Bryant, 2011).

Alanyazında, fen derslerinde karşılaşılan matematik temelli sıkıntılar ile hatalara yönelik çalışma bulgularının genellikle; formül kullanma (Bozan, Küçükezer ve Işıldak, 2008; Taşdemir ve Salman, 2016; Temel, Dündar ve Şenol, 2015), oran-orantı (Bütüner ve Uzun, 2010; Çeken ve Ayas, 2010), grafik okuma ve anlama, birim dönüştürme (Bütüner ve Uzun, 2010; Temel ve diğer., 2015), doğru-ters orantı (Cebesoy ve Yeniterzi, 2016) konuları ekseninde yoğunlaştığı görülmektedir. Örneğin, Bütüner ve Uzun (2011) tarafından fen derslerinde öğrencilerin matematik temelli sıkıntılarını belirlemek amacıyla betimsel bir çalışma yürütülmüştür. Araştırma sonucunda, öğrencilerin “kuvvet, hareket, sürat, basit makineler, kaldırma kuvveti, basınç, ısı-sıcaklık, iş-güç enerji, kalıtım, madde yapısı, yaylar ve kuvvet-bileşke çizimi” konularında oran-orantı, birim dönüşümleri, grafiksel işlemler ve formülde yerine koyma ile matematiksel işlemleri yapmaya yönelik bilgi ve beceri eksikliklerinin olduğu belirlenmiştir. Bozan ve Küçükezer (2007) tarafından 184 yedinci sınıf öğrencisine sekiz maddeden oluşan açık uçlu bir test yöneltilmiş ve basınç ünitesi ile ilgili problem çözümlerinde yaptıkları hatalar belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda problem çözümlerinde en çok işlemsel ve kavramsal hatalar rapor edilmiştir. Hataların büyük çoğunluğunun ise çözüm için gerekli olan formül ya da formülleri hatalı belirleme ile katı basıncı ile ilgili hatalar şeklinde olduğu belirtilmiştir. Ayrıca Taşdemir ve Salman (2016) tarafından öğrencilerin fen problemlerini çözerken kullandıkları matematiksel düşünme becerilerinin ve problem çözmeye yaklaşımlarının incelendiği nitel çalışmaya 26 yedinci sınıf öğrencisi katılmış, matematiksel süreçleri orta ve düşük düzeyde kullanan öğrencilerin fen problemlerinde matematiksel hesap hataları yaptıkları belirlenmiştir. Cebesoy ve Yeniterzi (2016) yedinci sınıf öğrencilerinin kuvvet ve hareket ünitesinde yaşadıkları matematik temelli sorunların belirlenmesi amacıyla 129 öğrenci ile doküman analizine dayalı bir çalışma yürütmüştür. Çalışma sonunda, öğrencilerin oran-orantı ve birim çevirme konularında matematiksel zorluklar yaşadıkları rapor edilmiştir. Her ne kadar birçok çalışma bulgusu fen derslerinde matematik kaynaklı sıkıntılar olduğuna işaret etse de bu sıkıntılarının

altında yatan sebeplerin neler olabileceği noktasında sınırlı sayıda araştırmaya rastlanılmaktadır. Bu bakımdan fen tabanlı konuların öğretilmesinde matematik kaynaklı hataların neler olabileceğinin yanı sıra bu hataların oluşmasına neden olabilecek kaynakların belirlenmesi de önem arz etmektedir.

Yaşamın temel kavram zenginliğini araştırma konusu edinen fen bilimleri çoğunlukla soyut kavramlar içerir. Bu durum ise öğrencilerin kavramlara farklı anlamlar yüklemesine veya hatalar yapmasına neden olabilmektedir. Sadler (1998) hataların kavram yanlışlarından ortaya çıktığını, Fisher ve Lipson (1986) ise kavram yanlışlarının hataların altında yatan sebep olabileceğini belirtmektedir. Dolayısıyla kavram yanlışları ile karşılaşılan sorun ve hataların birlikte değerlendirilmesi önemlidir. Kavram yanlışları kişisel deneyimler ya da yanlış inanışlar sonucunda oluşmuş, bilim tarafından gerçekliği kanıtlanmış kavramların öğretilmesini ve öğrenilmesini engelleyen bilgiler olarak tanımlanmaktadır (Baki, 1999; Çakır ve Yürük, 1999; Meşeci, Tekin ve Karamustafaoğlu, 2013). Fen bilimleri dersinde gerek kavramsal bilgi gerekse formüle dayalı işlemlerin yoğunluğu nedeniyle kavram yanlışları ile hataların sıkça gözlemlendiği öğrenme alanlarının başında basınç konusu gelmektedir. Basınç konusunda öğrencilerin ilgili sınıf düzeyine gelinceye kadar belirli yaşantılara sahip olduğu (Çeken, 2002) ve zihinlerinde bilimsel gerçeklerden farklı kavramlar geliştirdikleri belirtilmektedir (Besson, 2004b; Psillos, 1999). Örneğin, Önen (2005) tarafından 41 öğrenci ile yürütülen çalışma neticesinde “*ya basınç olmasaydı*” ünitesindeki kavram yanlışlarının; katı basıncı ile yüzey alanı, açık hava basıncı ile yükseklik ve sıvı basıncı ile derinlik arasında olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde, Şahin (2010) tarafından 62 öğrenci ile yürütülen başka bir çalışmada, kuvvet ve yüzey alanı arasındaki ilişkinin kurulamadığı, sıvı miktarı arttığında veya taban alanı azaldığında sıvı basıncının da arttığı yönünde kavram yanlışları rapor edilmiştir. Akdemir (2005) tarafından yedinci sınıf düzeyinde 388 öğrencinin katı ve sıvıların basıncı konusunda sahip oldukları kavram yanlışları araştırılmış, öğrencilerin sıvı basınç kuvvetinde yüzey ve yükseklik değişkeninin doğru orantılı olduğunu bildiği ancak işlemi yapamadıkları belirtilmiştir. Ayrıca öğrencilerin cisimlerin ağırlıklarını hesaplamada kullandıkları genel basınç formülünü uygularken matematiksel bilgi yetersizliklerinin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca alanyazındaki birçok araştırma bulgusu öğrencilerin sıvı basıncı ile miktarı (Besson, 2004a; Psillos, 1999; Şahin, 2010; Yerer ve Armağan, 2015), sıvı basıncı ile hacmi (Besson ve Viennot, 2004; Glough ve Driver, 1985; Yerer ve Armağan, 2015), sıvı basıncı ile katı basıncı (Şahin, Akbulut ve Çepni, 2012) ve gaz basıncı (Şahin, 2010; Şahin ve Çepni, 2012; Ünal, 2005) konularında kavram yanlışlarının olduğuna işaret etmektedir. Bunların yanı sıra yürütülen çalışmanın temel çıkış noktasını oluşturan öğrencilerin basınç konusundaki matematik temelli sıkıntılarının olduğu ve bu sıkıntıların sıklıkla hatalara sürüklendiği, düşük düzeyde matematiksel düşünme becerilerini kullanan öğrencilerin sonuca ulaşmasını engelleyen kavramsal hatalarının olduğu bilinmektedir (Bozan ve Küçüközer, 2007, Taşdemir, 2008). Bu bağlamda yürütülen çalışmada yedinci sınıf öğrencilerinin basınç konusunda sahip oldukları kavram yanlışları matematiksel hatalar açısından üç aşamalı ölçme aracı kullanılarak incelenmiştir.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Modeli

Araştırmada yedinci sınıf öğrencilerinin basınç konusunda sahip oldukları kavram yanlışları ile bu kavram yanlışlarına eşlik eden matematiksel hataların neler olduğu incelendiğinden tarama modeli benimsenmiştir. Tarama modelleri, çok sayıda elemendan oluşan bir evrende, evren hakkında genel bir yargıya varmak amacı ile evrenin tümü ya da ondan alınacak bir grup üzerinde yapılan düzenlemeler olarak tanımlanmaktadır (Karasar, 2009).

2.2. Çalışma Grubu

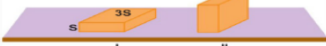



Araştırmanın çalışma grubunu, 2016-2017 eğitim-öğretim yılında İzmir şehir merkezindeki bir devlet ortaokulunun yedinci sınıfında öğrenim gören 111'i kız (%55.5) ve 89'u erkek (%44.5) olmak üzere rastgele seçilen toplam 200 öğrenci oluşturmaktadır. Uygulamada evreni temsil edecek bir örneklemin belirlenmesi kolay olmasa da özellikle sosyo-ekonomik düzey açısından benzer özelliklere sahip bireyler arasından seçkisiz seçim yapılmıştır. Bu örnekleme yönteminin en önemli özelliği ise evrendeki tüm birimlerin örneğe seçilmek için eşit ve aynı zamanda bağımsız bir şansa sahip olmalarıdır (Büyüköztürk ve diğer., 2009).

2.3. Veri Toplama Aracı

Alanyazında, kavram yanlışlarının belirlenmesinde mülakat ve çoktan seçmeli testlerin sıkça tercih edildiği görülmektedir. Ancak bu tercihlerin en önemli sınırlığı kavram yanlışlarının tespitinde bilimsel bilgi kullanarak doğru yanıtı seçen ile şans eseri doğru yanıtı seçen bireyleri ayıramamasıdır. Bundan dolayı son yıllarda özellikle hem yapısal içeriği hem de doğru cevap ile gerekçesini istemesi nedeniyle iki aşamalı testlerin ön plana çıktığı görülmektedir. Ancak bu testlerde her iki aşamaya da yanlış cevap verildiğinde, kavram yanlışlığı mı yoksa bilgi eksikliği mi noktasında sıkıntı yaşanmaktadır (Hasan, Bagayoko ve Kelley, 1999). Dolayısıyla iki aşamalı testlere bir aşamanın daha eklenmesiyle oluşturulan üç aşamalı testler bu yetersizliğin önüne geçebilmektedir (Caleon ve Subramaniam, 2010). Son yıllarda eğitim alanlarında yürütülen çalışmalarda kavram yanlışlarının tespit edilmesinde üç aşamalı testlerin sıklıkla kullanıldığı görülmektedir (Caleon ve Subramaniam, 2010; Peşman ve Eryılmaz, 2010). Basınç konusu ile ilgili kavram yanlışlarının teşhisinde de daha çok test, mülakat, anket, görüşme formu, açık uçlu sorular ile iki aşamalı test tekniklerinden yararlanılmaktadır. Ancak alanyazında üç aşamalı test tekniğinin kullanıldığı çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle araştırmada, öğrencilerin basınç konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla üç aşamalı "Basınç Kavramsal Ölçme Aracı (BKÖA)" kullanılmıştır. Kavramsal ölçme aracının ilk aşaması muhtemel kavram yanlışlarını içeren çeldiricilerle birlikte doğru yanıtın yer aldığı çoktan seçmeli dört seçenekten oluşmaktadır. İkinci aşama öğrencilerin ilk aşamada verdikleri cevaplara ilişkin gerekçelerini belirttiği kısımdır. Birinci aşamaya verilen cevabın muhtemel gerekçesi de ikinci aşamada kendi şikkında bırakılmıştır. Ayrıca bu aşamada öğrencilerin istedikleri gerekçeleri yazabilecekleri açık uçlu bir seçenekte yer almaktadır. Üçüncü aşama ise öğrencinin birinci ve ikinci aşamada vermiş olduğu yanıtın ne kadar emin olduğu ile ilgili kısımdır. Bu aşamada "Emin Değilim", "Kararsızım", "Eminim" ve

“Oldukça Eminim” olmak üzere dört seçenek yer almaktadır. Soruların hazırlanmasında fen bilimleri dersi öğretim programındaki basınç ve matematik dersi öğretim programında yer alan oran-orantı konuları kazanımları dikkate alınmıştır (MEB, 2013a; 2013b). Bunun yanı sıra ders kitabı, literatürde kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik hazırlanmış sorular, ders öğretmenlerin ve uzmanların önerileri, öğrencilerin görüşleri ile yazılı sınav kâğıtlarından yararlanılmıştır.

Tablo 1.**Örnek Soru ve Kazanım**

Aşama	Örnek Soru ve İşlem Adımları	Kazanım
1	<p>1.1) </p> <p>Yukarıda şekli verilen tahta blok I konumundan II konumuna getirilirse tahta bloğun zemine uyguladığı basınç nasıl değişir?</p> <p>A) Azalır B) Artar C) Değişmez D) Önce azalır sonra artar</p>	Fen Bilimleri Kazanımı: Katı basıncını etkileyen değişkenleri deneyerek keşfeder ve bu değişkenler arasındaki ilişkiyi analiz eder.
2	<p>1.2) Yukarıdaki cevabı seçtim, çünkü;</p> <p>A) Yüzey alanı azaldığı için basınç azalır. B) Yüzey alanı azaldığı için basınç artar. C) Ağırlık değişmediği için basınç değişmez. D) Konum değişikliği nedeniyle önce azalır sonra artar. E)</p>	Matematik Kazanımı: Doğru ve ters orantıyla ilgili problemleri çözer.
3	<p>1.3) İlk iki soruya verdiğiniz yanıtlardan ne kadar eminsiniz?</p> <p>Emin Değilim  Karasızım  Eminim  Oldukça Eminim </p>	

Diğer yandan ölçme aracına ait veri setinin %27’lik alt ve üst grubun ilk aşama madde güçlüğü .16-.61, ayırt ediciliği .20-.63, ilk iki aşama madde güçlüğü .14-.58, ayırt ediciliği .44-.76 ve üç aşama madde güçlüğü .09-.51, ayırt ediciliği .19-.83 aralıklarında olduğu hesaplanmıştır. Bir test maddesinin günlük indeksinin .20-.80 aralığında, ayırt edicilik indeksinin ise .30’dan büyük olması gerekir (Alicı ve diğer., 2011). Bundan dolayı ayırt edicilik indeksi .30 altında yer alan dört soru değerlendirmeye alınmamıştır. Sonuç olarak, 12 soruluk nihai ölçme aracının ortalama güçlüğü .28 ve ortalama ayırt ediciliği .50 olarak hesaplanmıştır. Bunun yanı sıra bir ölçme aracının güvenilir olarak kabul edilebilmesi için Cronbach Alfa katsayısının .70’den büyük olması gerekir (Büyüköztürk ve diğer., 2009). Ölçme aracının Cronbach Alpha güvenilirliği ilk, iki ve üç aşama için sırasıyla .61, .71 ve .76 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre, üç aşamalı BKÖA’nın ölçüm güvenilirliğine sahip olduğunu söyleyebiliriz. Ayrıca ölçme aracının yapı geçerliği yönünden iki aşama puanı (Puan-II) ile yalnız üçüncü aşamadaki kendine güven puanı toplamı (TKG) arasındaki ilişki Pearson momentler çarpımı korelasyon katsayısı ile araştırılmıştır. Çalışma grubu büyük olduğunda Pearson momentler çarpım korelasyonunun düşük ya da yüksek olduğuna bakılmaksızın istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki sergilemesi yeterlidir (Peşman ve Eryılmaz, 2010). Buna göre, Puan II ile TKG arasında pozitif ve anlamlı ($r=.24, p<0.001$) bir ilişki olduğu, iki aşama puanı yüksek olanların güven puanının da yüksek olduğu hesaplanmıştır. Her bir soruya verilen doğru yanıtlar ile testten alınan toplam puan arasındaki ilişki ise Point Biserial korelasyon katsayısı ile incelenmiştir. Elde edilen değerlerin -1 ile $+1$ arasında ve .20’den büyük değerler olması gerekir. Ne kadar yüksek değer elde edilirse test maddesi düşük puan alan öğrenciler ile yüksek puan alan öğrencilerin ayrımını o kadar iyi yapmaktadır (Wuttiprom ve diğer., 2009). Bu doğrultuda her bir soru için üç aşamadan alınan puan (Puan-III) ile testteki toplam puan arasındaki korelasyon incelendiğinde ölçme aracının tüm maddelerinin .20’den büyük ve kabul edilebilir değerler aldığı belirlenmiştir.

2.4. Verilerin Toplanması ve Analizi

Verilerin analizinde betimsel istatistiksel tekniklerin yanı sıra Sosyal Bilimler İçin İstatistik Programı (SPSS 22.0) kullanılmıştır. Uygulama öncesi Peşman ve Eryılmaz (2010) tarafından belirlenen puanlama anahtarı ile Arslan, Çiğdemoglu ve Moseley'in (2012) kavram yanlışlarını belirlemek için kullandığı değerlendirme kriterlerine göre kategoriler oluşturulmuştur.

Tablo 2.

Puanlama Kategorileri

İlk Aşama	İkinci Aşama	Üçüncü Aşama	Üç Aşamalı Kategori
Doğru	Doğru	“E” ya da “OE”	Bilimsel Bilgi
		“ED” ya da “K”	Şanslı Tahmin
	Yanlış*	“E” ya da “OE”	Pozitif Yanlış
		“ED” ya da “K”	Bilgi Eksikliği
Yanlış	Doğru*	“E” ya da “OE”	Negatif Yanlış
		“ED” ya da “K”	Bilgi Eksikliği
	Yanlış	“E” ya da “OE”	Kavram Yanılgısı
		“ED” ya da “K”	Bilgi Eksikliği

(E=Eminim, OE=Oldukça Eminim, ED=Emin Değilim, K=Kararsızım) [*İki aşamalı testlerde kullanılan terimler olup bu çalışmada üçüncü aşamanın dâhil edildiği kategoride değerlendirilmiştir.]

Oluşturulan kategoriler: İlk Aşama Puanı (Puan-I), İki Aşama Puanı (Puan-II), Üç Aşama Puanı (Puan-III), Toplam Kendine Güven (TKG), Bilgi Eksikliği (BE), İlk Aşama Kavram Yanılgısı (KY-I), İki Aşama Kavram Yanılgısı (KY-II), Üç Aşama Kavram Yanılgısı (KY-III), Pozitif Yanlış (PY) ile Negatif Yanlış (NY) şeklindedir. Diğer yandan kavram yanlışlarına eşlik eden matematiksel hatalara ilişkin verilerin kodlanması amacıyla, “Bilimsel Hata”, “İşlemsel Hata” ve “Bütünleşik Hata” olmak üzere üç temel hata kategorisi oluşturulmuştur. Bu kategorilere ilişkin açıklayıcı bilgiler ise şu şekildedir:

Bilimsel Hata: Öğrenenlerden kavrama ilişkin bilimsel gerçekler doğrultusunda çıkarımlar yapması beklenir. Örneğin kuvvetin [ağırlık] yüzey alanına oranı şeklinde tanımlanan katı basıncına etki eden faktörler ile ilgili çıkarımlar bu kapsamda değerlendirilebilir. Ancak bilimsel gerçeklerle uyuşmayacak şekilde kavramsal çıkarımlar ile bu çıkarımlara dayalı mantıksal dönüşümler sonucu ulaşılan sonuçlar bilimsel hata olarak değerlendirilmiştir. Örneğin katıların basıncının sadece yüzey alanına ya da ağırlığa bağlı olduğu, sıvıların basıncının yüzey alanına ya da kabın şeklinde bağlı olduğu yönündeki yorumlar bilimsel hata olarak kabul edilebilir.

İşlemsel Hata: Öğrenenlerden kavrama ilişkin problem durumunda bilimsel gerçeklere dayalı olarak belirli işlemsel stratejileri izlemesi beklenir. Örneğin basınç konusunda oran-orantı ile ilgili işlemler bu kapsamda değerlendirilebilir. Ancak belirgin bir strateji dışında sadece sayısal bilgiler ile işlem sonucu yapılan hatalar işlemsel hata olarak değerlendirilmiştir. Örneğin katı basıncında yüzey alanı ya da ağırlık ile ilgili verilen bilgilerde formülün yanlış kullanılması ve işlem basamaklarında yapılan hatalar bu kategoridedir.

Bütünleşik Hata: Öğrenenlerin kavrama ilişkin bilimsel olarak doğru kabul edilenler dışındaki farklı anlamlandırma ve yorumları sonucunda yapılan hatalar bu kapsamda değerlendirilmiştir. Bu hata kategorisinde bilimsel hata ve işlemsel hatalar birlikte rol almaktadır. Bütünleşik hata hem de işlemsel bilgi basamağındaki eksiklikler nedeniyle yaşanan zorlukların bir göstergesidir.

3. BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde, ölçme aracından elde edilen veriler doğrultusunda yedinci sınıf öğrencilerinin basınç konusundaki kavramsal anlama oranları, kavram yanlışları, kavram yanlışlarına eşlik eden hata kategorileri, pozitif ve negatif yanlış, bilgi eksikliği ile şanslı tahmin oranlarına ait bulgulara yer verilmiştir. Çalışmanın amacına uygun olarak öncelikle öğrencilerin basınç konusundaki kavramsal anlama düzeyleri üç aşama için ayrı ayrı hesaplanmıştır (Tablo 3). Öğrencilerin her bir test maddesinde ilk iki aşamaya verdikleri yanıtın ne kadar emin olduklarına göre toplam kendine güven (TKG) puanı yüzde oranı hesaplanarak belirlenmiştir.

Tablo 3.
Basınç Konusu İle İlgili Kavramsal Anlama Oranları

Soru	Doğru cevap oranı (%)			TKG (%)
	İlk aşama	İki aşama	Üç aşama	
1	59	56	51	81
2	22	21	14	72
3	55	48	38	71
4	36	30	24	74
5	58	48	31	59
6	31	29	25	77
7	45	39	32	75
8	21	18	11	59
9	46	41	24	56
10	35	31	21	51
11	28	25	16	58
12	19	16	12	71
Ortalama	38	33	25	67

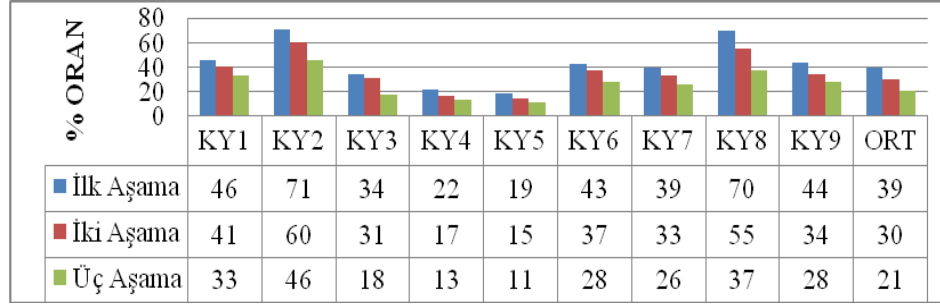
Tablo 3 incelendiğinde, aşama sayısı arttıkça doğru cevap oranının belirgin ölçüde azaldığı görülmektedir. İlk aşamada %38 olan doğru cevap ortalaması, iki aşamada %33 ve üç aşamada %25 olarak belirlenmiştir. Öğrencilerin bir aşamalı ve iki aşamalı olarak doğru cevap oranlarının birbirine yakın olması hem doğru cevabı hem de cevabına ilişkin doğru gerekçeyi bulduklarını göstermektedir. Ancak iki aşamalı ve üç aşamalı olarak yapılan değerlendirme, öğrencilerin %8’lik kısmı ilk iki aşamada doğru yanıt vermelerine rağmen verdikleri yanıtın emin olmadıklarını göstermektedir. Dolayısıyla ilk üç aşamada gözlenen bu farklılıkların nedeni bilgi eksikliği, şanslı tahmin veya kavram yanlışısından ileri gelmektedir. Nitekim öğrencilerin ortalama olarak %67’sinin verdikleri yanıtın emin olmalarına rağmen iki aşamada %33’ünün doğru yanıt vermiş olması kavram yanlışısına sahip olduklarını göstermektedir. Öğrencilerin basınç konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi için her bir soru çeldiriciler bağlamında ayrı ayrı değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Örneğin birinci soru için ilk aşamada doğru cevap “B” seçeneği iken yanlış olanlar A, C ve D seçeneklerdir. İlk aşamadaki doğru cevaba ilişkin doğru gerekçe kendi yanıt şıkkında bırakıldığında 1.1A ile 1.2A “Eminim” veya “Oldukça Eminim”, 1.1C ile 1.2C “Eminim” veya “Oldukça Eminim” ve 1.1D ile 1.2D “Eminim” veya “Oldukça Eminim” alternatiflerinin her biri kavram yanlışısını temsil etmektedir. Bu durumda her bir kavram yanlışısı alternatifi için belirlenecek oran ayrı olarak hesaplanmış ve üç aşamada %10 ve üzerinde bulunan değerler anlamlı kabul edildiğinde toplamda dokuz kavram yanlışısı belirlenmiştir (Tablo 4). Öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlış oranları %10 ve üzerinde olduğunda anlamlı kabul edilmektedir (Caleon ve Subramaniam, 2010). Diğer yandan kavram yanlışısına işaret eden birden

fazla soru maddesi bulunması nedeniyle, oransal hesaplamada aynı bireyin aynı kavram yanlışısını belirleyen farklı sorulara ait çeldiricilere aynı anda cevap vermesine ilişkin tekrarlı cevaplamalar hesaplama dışında tutularak net oranlar belirlenmiştir.

Tablo 4.*Basınç Konusunda Tespit Edilen Kavram Yanılgıları İle Eşlik Eden Hatalar*

	Kavram Yanılgısı (KY)	Seçenekler	Öğrenci Sayısı (%)	
KY1	Katıların basıncı sadece ağırlık ile ilişkilidir.	1.1c, 1.2c, "E" ya da "OE"	22	11
		4.1b, 4.2b, "E" ya da "OE"	26	13
		12.1a, 12.2a "E" ya da "OE"	31	16
Tekrar eden seçimler çıkarıldığında			65	33
KY2	Sıvıların basıncı taban alanı ile orantılıdır.	2.1a, 2.2a, "E" ya da "OE"	68	34
		8.1a, 8.2a, "E" ya da "OE"	24	12
		10.1b, 10.2b "E" ya da "OE"	26	13
Tekrar eden seçimler çıkarıldığında			91	46
KY3	Yükseklere çıktıkça havanın ağırlığı arttığından açık hava basıncı artar.	3.1a, 3.2a "E" ya da "OE"	35	18
KY4	Katılarda zemine temas eden yüzey alanı arttığı oranda basınç artar.	4.1a, 4.2a "E" ya da "OE"	26	13
KY5	Katılarda zemine temas eden yüzey sayısı basınca eşittir.	4.1c, 4.2c "E" ya da "OE"	21	11
KY6	Katıların basıncı ağırlık fazla, taban alanı küçük olduğunda en az olur.	6.1b, 6.2b, "E" ya da "OE"	29	15
		7.1a, 7.2a "E" ya da "OE"	32	16
Tekrar eden seçimler çıkarıldığında			56	28
KY7	Katıların basıncı hem ağırlık hem de taban alanı büyük olduğunda azalır.	6.1d, 6.2d, "E" ya da "OE"	37	19
		7.1d, 7.2d "E" ya da "OE"	24	12
Tekrar eden seçimler çıkarıldığında			51	26
KY8	Sıvıların basıncı sıvı miktarına bağlıdır.	8.1c, 8.2c, "E" ya da "OE"	46	23
		11.1d, 11.2d "E" ya da "OE"	45	23
Tekrar eden seçimler çıkarıldığında			74	37
KY9	Ağırlığı ne olursa olsun katıların basıncı zemine temas eden taban alanı ile ters orantılıdır.	12.1d, 12.2d "E" ya da "OE"	56	28

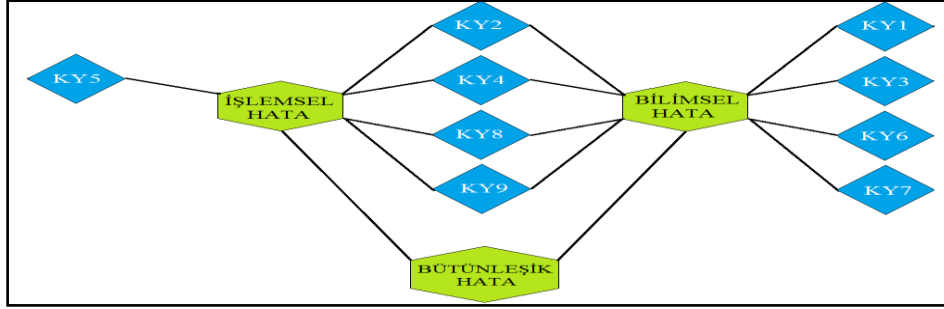
Tablo 4 incelendiğinde, öğrencilerin 65'i "katıların basıncı sadece ağırlık ile ilişkilidir", 91'i "sıvıların basıncı taban alanı ile orantılıdır", 35'i "yükseklere çıktıkça havanın ağırlığı arttığından açık hava basıncı artar", 26'sı "katılarda zemine temas eden yüzey alanı arttığı oranda basınç artar", 21'i "katılarda zemine temas eden yüzey sayısı basınca eşittir", 56'sı "katıların basıncı ağırlık fazla, taban alanı küçük olduğunda en az olur", 51'i "katıların basıncı hem ağırlık hem de taban alanı büyük olduğunda en az olur", 74'ü "sıvıların basıncı sıvı miktarına bağlıdır" ve 56'sı "ağırlığı ne olursa olsun katıların basıncı zemine temas eden taban alanı ile ters orantılıdır" şeklinde kavram yanılgılarına sahiptir. Belirlenen kavram yanılgılarının üç aşamalı olarak değerlendirilmesi sonucu elde edilen veriler ise aşağıda sunulmuştur.



Şekil 1. Belirlenen kavram yanlışlarının üç aşamalı olarak değerlendirilmesi

Şekil 1 incelendiğinde, aşama sayısına bağlı olarak kavram yanlış oranlarının belirgin ölçüde azaldığı görülmektedir. Öğrencilerin ortalama %39'u ilk aşamada kavram yanlışına sahipken bu oran iki aşamalı olduğunda %30 ve üç aşamalı olduğunda %21 olmaktadır. Belirlenen dokuz kavram yanlışına ilişkin veriler dikkate alındığında öğrenciler en fazla sıvı basıncı konusunda kavram yanlışına sahiptir. Buna göre, öğrencilerin yarısına yakını (%46) “sıvı basıncının taban alanı ile orantılı olduğu (KY2)” görüşünü savunmaktadır. Diğer yandan %37'lik grup ise “sıvıların basıncının sıvı miktarına bağlı olduğunu (KY8)” düşünmektedirler. Belirlenen kavram yanlışlarının çoğunluğu ise katıların basıncını [KY1-KY4-KY5-KY6-KY7-KY9] içermektedir. Öğrencilerin yaklaşık üçte biri (%33) “katıların basıncı sadece ağırlık ile ilişkilidir (KY1)” şeklinde kavram yanlışına sahipken %28'i “ağırlığı ne olursa olsun katıların basıncının taban alanı ile ters orantılı olduğu (KY9)” ve yine %28'i “katıların basıncının ağırlık fazla, taban alanı küçük olduğunda en az olduğu (KY6)” görüşündedir. Bunun yanı sıra %26'lık bir öğrenci kısmı KY6'dan farklı olarak “katıların basıncının hem ağırlık hem de yüzey alanı büyük olduğunda en az olduğu (KY7)” yönünde yanlışya sahiptir. Ayrıca %13'ü “temas eden yüzey alanının arttığı oranda basıncın arttığı (KY4)” görüşünü benimsemişken, %11 “basıncı sadece temas eden yüzey sayısı ile ilişkilendirme (KY5)” eğilimindedir.

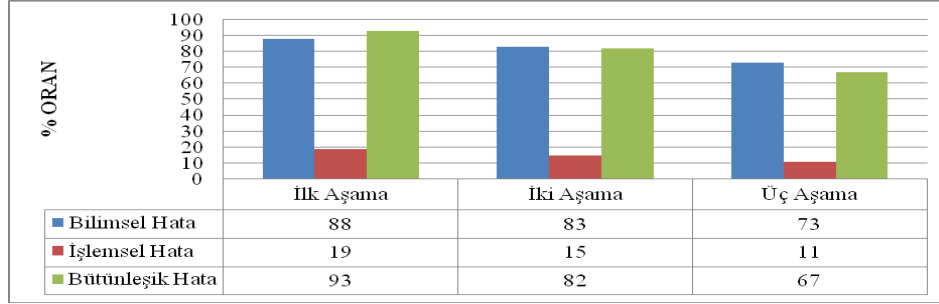
Öğrencilerin %18'i ise “yükseklere çıktıkça açık hava basıncının arttığı yönünde (KY3)” kavram yanlışına sahiptir. Öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışları matematiksel hatalar açısından irdelendiğinde; dördünde bilimsel hata [KY1-KY3-KY6-KY7], dördünde bütünlük hata [KY2-KY4-KY8-KY9] ve bir tanesinde ise işlemsel hata [KY5] belirlenmiştir. Buna göre öğrenciler arasında en çok bütünlük hata ve bilimsel hatanın yaygın olduğu, işlemsel hatanın ise düşük bir orana sahip olduğu belirlenmiştir. Bilindiği gibi basınç konusunun temelinde analiz, yorumlama ve belirgin bir strateji eşliğinde çözüm yapılması yer almaktadır. Dolayısıyla konu içinde işlemsel basamakların fazlalığı dikkat çekse de bu kategorideki hatalar daha çok bütünlük hata kategorisinde kendini göstermiştir. Örneğin sıvı basıncı hem derinlik hem de sıvının yoğunluğu ile doğru orantılı [$P_{sıvı}=h \cdot d_{sıvı}$] iken öğrenciler ise daha çok sıvı basıncını taban alanı ile ilişkilendirmiştir. Benzer şekilde, katı basıncı kuvvet (ağırlık) ile doğru orantılı yüzey alanı ile ters orantılı [$P_{katı}=F/S$ veya $P_{katı}=G/S$] iken öğrenciler daha çok yüzey sayısı ve yüzey artıka basıncında artacağı görüşündedir. Dolayısıyla çözüm stratejisi için yürütülen analiz ve yapılan yorumlama hatalı sonuçlara neden olmuştur. Belirlenen hata kategorilerine ait yapı ise aşağıdaki şekilde sunulmuştur.



Şekil 2. Kavram yanlışları ile ilişkili hata kategorileri

Basınç konusunda tespit edilen hata kategorilerine ilişkin verilerin üç aşamalı olarak analizine Şekil 3'te yer verilmiştir. Buna göre, kavram yanlışlarına eşlik eden hatalar içinde en çok tekrarlanan hatanın ilk aşamada %93 oranla bütünleşik hata olduğu, bilimsel hata oranının %88, işlemsel hata oranının ise %19 olduğu belirlenmiştir. Ancak aşama sayısı arttıkça tüm hata kategorilerinin oranlarında kayda değer bir azalma olduğu gözlenmiştir. Buna göre üç aşamalı değerlendirme neticesinde kavram yanlışlarına eşlik eden en belirgin hata kategorisi %73 ile bilimsel hatadır. Öğrencilerin bilimsel hata kategorisinde kabul gören bilimsel gerçeklerin aksine matematiksel çıkarımlara ulaşmaya çalıştıkları gözlenmiştir. Katıların basıncının kuvvet ve yüzey alanı ile ilişkili olduğu bilimsel gerçeğin aksine öğrencilerin bir kısmı basıncı sadece ağırlık (KY1), bir kısmı yüzey alanının ağırlık ile oranı (KY6) şeklinde değerlendirirken, bir kısmı ise katı basıncı üzerinde ağırlık ve yüzey alanının aynı oranda etkili olduğunu (KY7) düşünmektedir. Bunun yanı sıra öğrencilerin gazların basıncının yükseklere çıktıkça arttığı (KY3) yönünde değerlendirmede bulunması da bilimsel hata olarak değerlendirilmiştir.

İşlemsel hata olarak belirlenen tek hata katılarda zemine temas eden yüzey sayısı basınca eşittir (KY5) şeklinde belirlenen hatadır. Buna göre belirlenen hata, kavram ve soru ile ilgisiz olarak belirgin bir strateji dışında sadece verilen sayısal bilgiler ile aritmetik işlem yapılması sonucu ulaşılan hatadır. Diğer bir hata kategorisi ise bütünleşik hatadır. Bütünleşik hataları katı ve sıvı basıncında yapılan hatalar şeklinde gruplandırmak mümkündür. Buna göre sıvıların basıncının derinlik ve yoğunluk ile ilişkili olduğu bilimsel gerçeğin aksine öğrenciler basıncı ya kabın taban alanı (KY2) ya da sıvı miktarı (KY8) ile ilişkilendirmiştir. Bu doğrultudaki yorumlamaları uyarınca yanlış işlem stratejisi izlemişler ve hatalı sonuca ulaşarak bütünleşik hata kategorisinde değerlendirilmişlerdir. Katıların basıncı konusunda gözlenen bütünleşik hatalar ise birbirine oldukça yakındır. Bu gruptaki katılımcılar, katıların basıncının sadece yüzey alanı ile ilişkilendirmişlerdir. Ancak bir kısım öğrenci bu ilişkiyi yüzey alanı arttıkça basınç artar (KY4) şeklinde değerlendirmiş olmasına rağmen diğer bir grup yüzey alanı ile basınç ters orantılıdır (KY9) şeklinde değerlendirmiştir.



Şekil 3. Belirlenen hata kategorilerinin üç aşamalı olarak değerlendirilmesi

Diğer yandan bir öğrencinin çoktan seçmeli testlere gerçekten konu hakkında bilgi sahibi olduğu için mi yoksa şans eseri mi doğru yanıt verdiği konusunda oluşan tereddütler iki veya üç aşamalı olarak dizayn edilen testler ile ayrıntılı ve net bir şekilde belirlenebilmektedir (Peşman ve Eryılmaz, 2010). Dolayısıyla testin kapsam geçerliğinin sağlanması aşamasında %10'dan az olacak şekilde minimize edilmesi gereken pozitif yanlış ile negatif yanlışın incelenmesi gerekir (Aslan, Çiğdemöğlu ve Moseley, 2012). Bunun için ölçme aracının üç aşaması birlikte değerlendirilerek negatif yanlış, pozitif yanlış, bilgi eksikliği ve şanslı tahmin oranları belirlenmiştir (Tablo 5).

Tablo 5.

Pozitif Yanlış, Negatif Yanlış, Bilgi Eksikliği ve Şanslı Tahmin Oranları

Kategoriler	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	Ort.
Pozitif yanlış	2	1	6	4	7	2	4	2	3	2	2	1	3
Negatif yanlış	4	4	2	3	2	4	3	2	4	2	3	7	3
Bilgi eksikliği	13	22	20	21	25	20	18	34	27	40	32	26	25
Şanslı tahmin	6	7	10	6	17	4	7	8	18	10	10	4	9

Tablo 5 incelendiğinde, pozitif yanlış oranı %1 ile %7, negatif yanlış ise %2 ile %7 aralığında yer almaktadır. Elde edilen veriler ölçme aracının geçerli ve öğrenciler için anlaşılır olduğunu göstermektedir. Diğer yandan öğrencilerin ortalama %25'i bilgi eksikliğine sahip iken en fazla bilgi eksikliğinin olduğu soru sınırların basıncının derinlikle ilişkisinin araştırıldığı 10. soru (%40), en az bilgi eksikliğinin yaşandığı soru ise 1. soru (%13) olmuştur. Öğrencilerin ortalama %9'u şanslı tahminde bulunmuştur.

4. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, yedinci sınıf öğrencilerinin basınç konusundaki kavram yanlışları matematiksel hatalar açısından incelenmiştir. Öğrencilerin basınç konusunda sahip olduğu kavram yanlışlarının belirlenmesi amacıyla üç aşamadan oluşan BKÖA geliştirilmiştir. BKÖA'dan elde edilen veriler öğrencilerin basınç konusundaki kavramsal anlama düzeyinin oldukça düşük olduğuna işaret etmektedir. Buna göre doğru cevap ortalaması ilk aşamada %38, iki aşamada %33 ve üç aşamada %25 olarak belirlenmiştir. Bu bulgulara göre, öğrencilerin ilk aşamada doğru yanıt ulaşma olasılığının orta düzeye yakın olduğu söylenebilir. Ancak öğrencinin hem doğru yanıt bulması hem de ilgili soru için doğru gerekçeye ulaşması ve yaptığı seçimlerden emin olması bilimsel bilgiye sahip olunması koşuluyla gerçekleşir. Bu bağlamda öğrencilerin yalnızca dörtte birlik bir kısmının bilimsel bilgiye sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca ilk iki aşama ile kendine güven aşamasından elde edilen veriler karşılaştırıldığında iki

aşamada öğrencilerin doğru cevap ortalaması %33 iken testin genelinde kendine güven ortalaması %67 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla öğrencilerin sorulara belirgin kavram yanlışları eşliğinde yanıtlar verdiğini söyleyebiliriz. Nitekim üç aşamalı test uygulamasına göre öğrencilerin genel anlamda ilk aşamada %39, iki aşamada %30 ve üç aşamada %21 ortalama kavram yanlışısına sahip olduğu belirlenmiştir. Bu kavram yanlışlarının %10 ve üzerindeki anlamlı kabul edildiği dikkate alındığında %11 ile %33 aralığında toplam dokuz kavram yanlışısı tespit edilmiştir.

Araştırmadan elde edilen bir diğer bulgu, en yüksek kavram yanlışısı oranının (%46) sıvı basıncı konusunda elde edilmiş olmasına rağmen katı basıncı konusunda geniş ve yaygın ölçekte kavram yanlışısının belirlenmesidir. Örneğin “katıların basıncı ağırlık fazla, taban alanı küçük olduğunda en az olur” şeklindeki kavram yanlışısı %28, “katıların basıncı hem ağırlık hem de taban alanı büyük olduğunda en az olur” şeklindeki kavram yanlışısı ise %26’lık bir orana sahiptir. Bu sonuçlar öğrencilerin katıların basıncına etki eden faktörler [$P_{\text{katı}}=F/S$ veya $P_{\text{katı}}=G/S$] yönünden kavram yanlışısına sahip olduklarını göstermektedir. Nitekim Şahin (2010) ile Şahin ve diğer., (2012) tarafından öğrencilerin katıların basıncının kuvvet ve yüzey alanına bağlı olduğu ile kuvvet ve yüzey alanı arasındaki ilişkiyi kavrayamadıklarından kavram yanlışısına düştükleri yönünde benzer bulgular elde edilmiştir. Elde edilen veriler öğrencilerin kavramsal yönden birim alana etki eden kuvvetin basınca eşit olduğu noktada yanlışya düştükleri ve dolayısıyla basit orantıyı yanlış kurduklarını göstermektedir. Bu noktada sorunun kaynağı her ne kadar yanlış oran-orantı kurma gibi görünse de konunun matematiksel açıdan değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu aşamada öğrencilerden katı basıncı ile ilgili $P_{\text{katı}}=F/S$ veya $P_{\text{katı}}=G/S$ ile ifade edilen bilimsel açıklama doğrultusunda kuvvetin yüzey alanına oranı şeklinde matematiksel bir akıl yürütme yapmaları beklenmektedir. Ancak öğrencilerin fen ve matematik alanlarında kavramsal bilgi açısından yeterli düzeyde olmamaları yanlış yorumlamalarına neden olmuştur. Bu durum aslında birbiri ile sıkı bir ilişki içinde olan bu iki disiplin arasında bağların yeterince kuvvetli kurulmadığını göstermektedir. Dolayısıyla her iki alandaki eksiklik ve hatalar birbirini doğrudan etkilemektedir. Kısacası fen anlamında kavram yanlışısı şeklinde kendini gösteren öğrenme engeline bilimsel hata şeklinde tanımlanmış olan matematiksel hata eşlik etmiştir. Nitekim birbirini tamamlayan kavram yanlışısı ve matematiksel hatalar düşük fen başarısına ve fen kavramlarındaki eksikliklerde bilimsel hatalara yol açan matematiksel kavram eksikliğine neden olmaktadır (Cebesoy ve Yeniterzi, 2016). Araştırmadan elde edilen bir diğer bulgu, %33’lük oranla “katıların basıncı sadece ağırlık ile ilişkilidir” şeklindeki kavram yanlışısıdır. Katı basıncına etki eden faktörlerin tam olarak anlaşılmasında oluşan bu kavram yanlışısı Akdemir (2005) tarafından katıların basıncına etki eden faktörlerin basınç üzerinde tek başına ayrı ayrı etkili olduğu yönünde belirlediği bulgularla örtüşmektedir. Ancak öğrencilerde belirlenen bu kavram yanlışısı tek başına sonuca ulaşmada yeterli değildir. Dolayısıyla bu durumda öğrencilerde katı basıncının sadece tek bir faktöre göre değiştiği yönündeki yanlış ile bu yanlışya hatalı matematiksel yorumlamanın eşlik ettiğini de söylemek mümkündür.

Araştırmadan elde edilen diğer bir bulgu, %28’lik bir öğrenci grubunun sahip olduğu “ağırlığı ne olursa olsun katıların basıncı zemine temas eden taban alanı ile ters orantılıdır” şeklindeki kavram yanlışısıdır. Katı basıncının kuvvet ile yüzey alanına bağlı olduğu yönündeki bilgilerini kullanarak işlem yapmaları beklenen öğrencilerin %28’inin kuvveti (ağırlık) göz ardı ederek sadece taban alanı üzerinden işlem yaptıklarını göstermektedir. Bu sonuç, öğrencilerin kuvvet ve yüzey alanı arasında ilişkiyi

kuramadıkları (Şahin, 2010; Şahin ve diğer., 2012), katı basıncına etki eden faktörleri tek başına kullandığı ile sadece yüzeyle ilişkilendirdiği (Akdemir, 2005; Önen, 2005), ağırlığı ne olursa olsun temas yüzey alanı küçük olan katıların basıncının fazla olacağı (Yerer, 2015; Yerer ve Armağan, 2015) yönünde alanyazında belirlenen çalışma bulguları ile paralellik göstermektedir. Bu noktada katılımcıların öncelikle kavramsal bilgi yönünden bilimsel doğrularla soruyu yorumlamaları gerekmektedir. Yapılan bu yorum ışığında gerek formül gerekse oran-orantı kurarak sonuca ulaşmaları beklenmektedir. Ancak elde edilen veriler öğrencilerin bilimsel bilgi yönünden yanlış yorumlamada bulduklarını, bu yorum uyarınca izledikleri stratejide hata yaptıklarını göstermektedir. Dolayısıyla bu grupta ye alan öğrencilerin hataları bütünlük hata kategorisinde değerlendirilmiştir. Bu bulgu ise öğrencilerin formül kullanma ile oran ve orantı konularında eksikliklerinin olduğu yönünde belirlenen çalışma bulguları ile örtüşmektedir (Bozan ve Küçükezer, 2007; Bütüner ve Uzun, 2010; Cebesoy ve Yeniterzi, 2016; Çavaş, 2002; Taşdemir ve Salman, 2016).

Elde edilen bir diğer bulgu, öğrencilerin %13'ü "katılarda zemine temas eden yüzey alanı arttığı oranda basınç artar" şeklinde kavram yanlışlığına sahiptir. Elde edilen bulgu, alanyazında benzer kavram yanlışlığı ile paralellik gösterse de (Akdemir, 2005; Şahin ve diğer., 2012; Yerer, 2015; Yerer ve Armağan, 2015), öğrencilerin katıların basıncını sadece yüzey alanı ile ilişkilendirmeleri sonucu oluşan bilimsel gerçekliğin dışındaki görüşleri matematiksel yorumlarını da etkilemiştir. Dolayısıyla öğrencilerin katı basıncı ile ilgili sahip olduğu kavram yanlışlığı matematiksel işlemlere temel oluşturarak hatalı sonuca neden olmuştur. Diğer yandan "katılarda zemine temas eden küp (yüzey) sayısı basınca eşittir" şeklindeki kavram yanlışlığı %11 gibi düşük bir orana sahiptir. Burada öğrencilerden ağırlıkları aynı olan cisimlerin basınçlarının yüzey alanı ile ters orantılı olması gerektiği yönünde bilimsel bir çıkarımda bulunmaları beklenmektedir. Ancak öğrencilerin %11'lik bir bölümü, işlem yapmaksızın basıncı temas eden küp sayısına eşit kabul ederek hatalı sonuca ulaşmışlardır. Alanyazında öğrencilerin doğru ve ters orantıyı karıştırdığı yönünde benzer çalışma bulgularına rastlanılmaktadır (Cebesoy ve Yeniterzi, 2016). Diğer yandan öğrencilerin neredeyse yarısı "sıvıların basıncı taban alanı ile orantılıdır" şeklinde kavram yanlışlığına sahiptir. Bu kavram yanlışlığı, öğrencilerin sıvı basıncı ile katı basıncını etkileyen faktörleri ayırt edemedikleri (Akdemir, 2005; Şahin ve diğer., 2012) ile sıvı basıncı üzerinde taban alanının etkisinin bulunduğu (Akdemir, 2005) yönünde alanyazında belirlenen kavram yanlışlığı ile benzerlik göstermektedir. Diğer bir sonuç, sıvı basıncının sıvı miktarı ile ilişkisi yönünde öğrencilerin "sıvı basıncı su miktarına (bölme kaplarda su dolu bölme sayısına) eşittir" şeklindeki kavram yanlışlığı içinde olmalarıdır. Buna göre öğrencilerin %37'si sıvı basıncını etkileyen faktörleri (derinlik, yoğunluk) göz ardı ederek basıncı sıvı miktarı ile ilişkilendirmiştir. Alanyazında Akdemir (2005), Besson (2004b), Psillos (1999) ve Şahin (2010) benzer sonuçlar elde etmiş olmalarına rağmen katılımcıların sıvı basıncı konusundaki kavram yanlışlığı matematiksel işlem adımlarını etkileyerek hataya sürüklemiştir. Bu durum öğrencilerin bilimsel bilgi aşamasındaki kavram yanlışlığı matematiksel işlem stratejilerini de etkileyerek bütünlük hataya neden olmuştur. Araştırmanın bir diğer bulgusu %18'lik oranla "yükseklere çıktıkça havanın ağırlığı arttığından açık hava basıncı artar" şeklindeki kavram yanlışlığıdır. Bu gruptaki katılımcıların yükseklere çıktıkça açık hava basıncının artacağı şeklinde benimsedikleri görüş, öğrencilerin matematiksel değerlendirme sürecine etki ederek bilimsel hatanın oluşmasına ortam hazırlamıştır.

Diğer yandan araştırmadan elde edilen veriler öğrencilerin düşük kavramsal anlama düzeyine ve birtakım kavram yanlışlarına sahip olduklarını göstermektedir. Bunun yanı sıra öğrencilerin kavramsal bilgi basamağında oluşan alternatif görüşleri matematiksel hataları da beraberinde getirmiştir. Dolayısıyla öğrencilerin basınç konusundaki kavramsal bilgi eksiklikleri ve yanlışlarının matematiksel hatalara zemin hazırladığı söylenebilir. Bu durum öğrencilerin hem matematiksel işlem hem de akıl yürütme becerisi yönünden eksiklikleri olduğuna işaret etmektedir. Nitekim matematiksel ifadeyi anlama, yorum yapma, akıl yürütme ve formül kullanmadan sezgisel çözüm yoluna gidildiğinin gözlenmesi kavram ve hesap hatalarına neden olmaktadır (Taşdemir ve Salman, 2016). Taşdemir (2008) tarafından ifade edildiği gibi fen problemlerinde matematiksel süreçleri izleyemeyen öğrencilerin bilgiyi düzenlemeye ve matematik kavramları arasındaki ilişkiyi bulmaya yönelik belirgin çabalarının olmadığı gözlenmektedir. Bu durumda öncelikle öğrencilerin basıncı etkileyen faktörlerin ($P_{\text{katı}}=F/S$ veya $P_{\text{katı}}=G/S$ [kuvvet veya ağırlık ile yüzey alanı], $P_{\text{sıvı}}=h \cdot d_{\text{sıvı}}$ [derinlik, yoğunluk]) neler olduğunu belirlemeleri gerekmektedir. Ayrıca kavramsal düzeyde bu faktörlerin değişimi halinde basınçta meydana gelen değişim arasındaki ilişkiyi kurmaları beklenir. Bu aşamada kavramsal düzeyde hem fen hem de matematiksel açıdan yorumlama yapmaları beklenen öğrencilerin çoğunluğu hataya sürüklenmektedir. Bunun yanı sıra araştırma sonucunda elde edilen veriler öğrencilerin basıncı etkileyen faktörler arasındaki ilişki, formül ve oran kurmayı içeren birçok yanlışta düştüklerini göstermektedir. Oysa öğretim programlarında matematiksel dilin farklı disiplinlerde kullanımı esas olup; fen bilimleri dersinin birçok öğrenme alanının matematikle iç içe olduğu bilinmektedir. Bu bağlamda basınç konusunda matematiksel dilin doğru şekilde kullanılmamasının sonucu matematiksel hataların görülme olasılığını artırmaktadır. Nitekim Türk öğrencilerin katıldığı TIMSS 1999, PISA 2003 ve PISA 2006 sınav sonuçlarının veri madenciliği yoluyla analiz eden Kiray ve diğer., (2015) öğrencilerin matematik başarısının fen başarısını, fen başarısının da matematik başarısını etkilediği yönünde ulaştıkları sonuçlar matematik ile fen bilimlerinin her aşamada iç içe olduğunu açıkça göstermektedir.

Sonuç olarak, basınç konusuyla alakalı teşhis edilen dokuz farklı kavram yanlışının çoğunluğu alanyazında yer alan kavram yanlışları ile örtüşmektedir. Ancak çalışmanın özgünlüğünü belirleyen nokta; kavram yanlışlarına eşlik eden matematiksel işlem süreçlerinin ele alınmasıdır. Bu açıdan değerlendirildiğinde basınç konusundaki kavram yanlışlarının matematiksel süreçlerde ortaya çıkan hataları da etkilediği gözlenmiştir. Bu nedenle fenin matematiksel süreçlerle etkileşiminin yoğun olduğu konularda gözlenecek kavram yanlışları ile hataların bir arada değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Dolayısıyla bu yöndeki farkındalığın oluşması için öğretim planlama aşamasında bu süreçlerin etkin organizasyonu ve kontrolünün sağlanmasının uygun olacağı düşünülmektedir. Bu aşamada i) matematik ve fen bilimleri öğrenme alanlarının eş güdümlü ilerlemesi, ii) disiplinler arası işbirliğinin artırılması, iii) öğretmenlerin fen ve matematik temelli konularda gözlenebilecek kavram yanlışları hakkında bilgilendirilmesi, iv) ders kitaplarının kavram yanlışına dolayısıyla kavram yanlışını kaynaklı matematiksel hatalara sürüklemeyecek düzeyde şekillendirilmesi yararlı olabilir. Bunların yanı sıra yürütülen araştırmanın gözlenen birkaç sınırlılığı da bulunmaktadır. Örneğin basınç konusu içinde yer alan katı, sıvı ve gaz basıncı alt başlıkları ile alakalı hazırlanan soru çeşitliliği sınırlı sayıda tutulmuştur.

KAYNAKÇA

- Akdemir, E. (2005). *İlköğretim ikinci kademe yedinci sınıf öğrencilerinin katı ve sıvıların basıncı konusunda sahip oldukları kavram yanlışları*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Alıcı, D., Başol, G., Çakan, M., Kan, A., Karaca, E., Özbek, Ö. Y. ve Yaşar, M. (2011) *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1995). *Project 2061: Science literacy for a changing future: A decade of reform*. 1 Mart 2017 tarihinde <http://www.project2061.org/-publication/> adresinden alınmıştır.
- Arslan, H. O., Çiğdemoğlu, C. and Moseley, C. (2012). A three-tier diagnostic test to assess pre-service teachers' misconceptions about global warming, greenhouse effect, ozone layer depletion, and acid rain. *International Journal of Science Education*, 34(11), 1667-1686.
- Baki, A. (1999). Cebirle ilgili işlem yanlışlarının değerlendirilmesi. *III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi, 23-25 Eylül 1998, 46-55.
- Basista, B. and Mathews, S. (2002). Integrated science and mathematics professional development programs. *School Science and Mathematics*, 102(7), 359-370.
- Basson, I. (2002). Physics and mathematics as interrelated fields of thought development using acceleration as an example. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 33(5), 679-690.
- Beane, J. A. (1997) *Curriculum integration: Designing the core of democratic education*. New York: Teachers College Press.
- Berlin, D. F. (1989). The integration of science and mathematics education: Exploring the literature. *School Science and Mathematics*, 89(1), 73-80.
- Besson, U. (2004a). Some features of causal reasoning: common sense and physics teaching. *Research in Science & Technological Education*, 22(1), 113-124.
- Besson, U. (2004b) Students' conceptions of fluids. *International Journal of Science Education*, 26(14), 1683-1714.
- Besson, U. and Viennot, L. (2004). Using models at the mesoscopic scale in teaching physics: two experimental interventions in solid friction and fluid statics. *International Journal of Science Education*, 26(9), 1083-1110.
- Blume, J., Garcia, K., Mullinax, K. and Vogel, K. (2001). *Integrating math and science with technology*. Master of Arts Action Research Project, Saint Xavier University and Skylight Professional Development Field-Based Program.
- Bozan, M. ve Küçüközer, H. (2007). İlköğretim öğrencilerinin basınç konusu ile ilgili problemlerin çözümünde yaptıkları hatalar. *İlköğretim Online*, 6(1), 24-34.
- Bozan, M., Küçüközer, H. ve Işıldak, R. S. (2008). İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin basınç ünitesi hakkında tutumları ve onların üst bilişsel problem çözme becerileri. *e-Journal of New World Sciences Academy Social Sciences*, 3(2), 161-174.
- Bütüner, S. Ö. ve Uzun, S. (2010). Fen öğretiminde karşılaşılan matematik temelli sıkıntılar: Fen ve teknoloji öğretmenlerinin tecrübelerinden yansımalar. *Kuramsal Eğitim Bilim*, 4(2), 262-272.
- Büyükoztürk, S., Çakmak, E. K., Akgün, O. E., Karadeniz, S. ve Demirel, F. (2009). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.

- Caleon, I. and Subramaniam, R. (2010). Development and application of a three-tier diagnostic test to assess secondary students' understanding of waves. *International Journal of Science Education*, 32(7), 939-961.
- Cebesoy, Ü. B. ve Yeniterzi, B. (2016). 7th grade students' mathematical difficulties in force and motion unit. *Turkish Journal of Education*, 5(1), 18-32.
- Community For Science Education in Europe (SCIENTIX) (2015). Scientix 2 results How Scientix adds value to STEM education. 14 Ocak 2017 tarihinde <http://www.scientix.eu/about> adresinden alınmıştır.
- Çakır, S. Ö. ve Yürük, N. (1999). Oksijenli ve oksijensiz solunum konusunda kavram yanlışları teşhis testinin geliştirilmesi ve uygulanması. *III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*, Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi, 23-25 Eylül 1998, 193-198.
- Çavaş, B. (2002) *İlköğretim 6. ve 7. sınıflarda okutulan matematiğe dayalı fen konularında yaşanan sorunlar, matematiğin bu sorunlar içerisindeki yeri ve bu sorunların giderilmesinde teknolojinin rolü ve çözüm önerileri*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Çeken, R. (2002). *Yedinci sınıf öğrencileri üzerinde basınç kavramının öğretilmesinde aktivitelerin etkisinin araştırılması*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çeken, R. ve Ayas, C. (2010). İlköğretim fen ve teknoloji ile sosyal bilgiler ders programlarında oran ve orantı. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(3), 669-679.
- Fisher K. M. and Lipson J. I. (1986). Twenty questions about student errors. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(9), 783-803.
- Furner, J. M. and Kumar, D. D. (2007). The mathematics and science integration argument: A stand for teacher education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(3), 185-189.
- Glough, E. E. and Driver, R. (1985). What do children understand about pressure in fluids?. *Research in Science & Technological Education*, 3(2), 133-144.
- Hasan, S., Bagayoko, D. and Kelley, E. L. (1999). Misconceptions and the certainty of response index (CRI). *Physics Education*, 34(5), 294-299.
- Hill, M. D. (2002). *The effects of integrated mathematics/science curriculum and instruction on mathematics achievement and student attitudes in grade six*. Unpublishing doctoral dissertation. Texas A & M University Corpus Christi, Texas.
- Howe, C., Nunes, T. and Bryant, P. (2011). Rational number and proportional reasoning: Using intensive quantities to promote achievement in mathematics and science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(2), 391-417.
- Karasar, N. (2009). Bilimsel araştırma yöntemi. *Ankara: Nobel Yayın*.
- Kaya, D., Akpınar, E. ve Gökkurt, Ö. (2006). İlköğretim fen derslerinde matematik tabanlı konuların öğrenilmesine fen-matematik entegrasyonunun etkisi. *Bilim, Eğitim ve Düşünce Dergisi*, 6(4), 1-5.
- Kiray, S. A. (2010). *İlköğretim ikinci kademedeki uygulanan fen ve matematik entegrasyonunun etkililiği*. Yayımlanmamış Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

- Kiray, S. A. ve Kaptan, F. (2012). The effectiveness of an integrated science and mathematics programme: Science-centered mathematics-assisted integration. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 4(2), 943-956.
- Kiray, S. A., Gök, B. ve Bozkır, A. S. (2015). Identifying the factors affecting science and mathematics achievement using data mining methods. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 1(1), 28-48.
- Kullman, D. E. (1966). Correlation of mathematics and science teaching. *School Science and Mathematics*, 66(7), 645-649.
- Kurt, K. and Pehlivan, M. (2013). Integrated programs for science and mathematics: Review of related literature. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(2), 116-121.
- Lederman, N. G. and Niess, M. L. (1998). 5 apples + 4 oranges=? *School Science and Mathematics*, 98(6), 281-284.
- Mathematics and Science in Life (MASCIL). (2016). *Inquiry learning and the world of work*. University of Education Freiburg. 4 Ocak 2017 tarihinde <http://www.-mascil-project.eu/> adresinden alınmıştır.
- Meşeci, B., Tekin, S. ve Karamustafaoğlu, S. (2013). Maddenin tanecikli yapısıyla ilgili kavram yanlışlarının tespiti. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(9), 20-40.
- Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) (2013a). *Ortaokul matematik dersi (5,6,7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) (2013b). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3,4,5,6,7,8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- National Assessment of Educational Progress (NAEP) (2009). *Science framework for the 2009*. Washington, DC: National Assessment Governing Board.
- National Association for Research in Science Teaching (NARST) (1993). Notes on NARST history. 14 Ocak 2017 tarihinde <https://minds.wisconsin.edu> adresinden alınmıştır.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2006). *Curriculum focal points for prekindergarten through grade 8 mathematics: A quest for coherence*. Reston, VA: Author. 9 Ocak 2017 tarihinde <http://www.nctm.org/> adresinden alınmıştır.
- National Science Teachers Association (NSTA). (2003). *Inquiring safely: A guide for middle school teachers*. Arlington, VA: NSTA.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2016). *PISA 2015 results in focus*. OECD, Paris. 2 Ocak 2017 tarihinde <http://www.oecd.-org/pisa/> adresinden erişilmiştir.
- Önen, F. (2005). *İlköğretimde basınç konusunda öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarının yapılandırmacı yaklaşım ile giderilmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özdemir, N. (2006). *İlköğretim II. kademedeki fen bilgisi öğretiminde yaşanan sorunlar ve çözüm önerileri*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

- Peşman, H. and Eryılmaz, A. (2010). Development of a three-tier test to assess misconceptions about simple electric circuits. *The Journal of Educational Research*, 103(3), 208-222.
- Psillos, D. (1999). Teaching fluids: intended knowledge and students' actual conceptual evolution. *International Journal of Science Education*, 21(1), 17-38.
- Sadler, (1998). Psychometric models of student conception in science: reconciling qualitative studies and distractor-driven assessment instruments. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 265-296.
- School Science and Mathematics Association (SSMA) (2017). SSMA history 1901-2010. 12 Ocak 2017 tarihinde <https://ssma.org/about/> adresinden alınmıştır.
- Şahin, Ç. (2010). *İlköğretim 8. sınıf "kuvvet ve hareket" ünitesinde zenginleştirilmiş 5e öğretim modeline göre rehber materyaller tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Trabzon.
- Şahin, Ç., Akbulut, H. İ. ve Çepni, S. (2012). Teaching of solid pressure with animation, analogy and worksheet to primary 8th students. *Journal of Instructional Technologies & Teacher Education*, 1(1), 22-51.
- Şahin, Ç. ve Çepni, S. (2012). 5E öğretim modeline dayalı öğretimin öğrencilerin gaz basıncı ile ilgili kavramsal anlamalarına etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 6(1), 220-264.
- Taşdemir, A. (2008). *Matematiksel düşünme becerilerinin ilköğretim öğrencilerinin fen ve teknoloji dersindeki akademik başarıları, problem çözme becerileri ve tutumları üzerine etkisi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Taşdemir, A. ve Salman, S. (2016). İlköğretim fen bilimleri dersi problemlerinde öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerinin incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi* 17(3), 785-809.
- Temel, H., DüNDAR, S. ve ŞENOL, A. (2015). Öğretmenlerin fen ve teknoloji dersinde matematikten kaynaklanan güçlükleri giderme yolları ve fen-matematik entegrasyonunun önemi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(1), 153-176.
- Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) (2016). *Highlights from TIMSS and TIMSS advanced 2015*. 5 Ocak 2017 tarihinde <https://nces.ed.gov/timss/timss2015> adresinden alınmıştır.
- Ünal, G. (2005). *Fen öğretiminde derinlemesine öğrenme; "basınç" konusunda modelleme*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Wright, M. and Chorin, A. (1999). *Mathematics and science*. Arlington, VA: National Science Foundation.
- Wuttiptom, S., Sharma, M. D., Johnston, I. D., Chitaree, R. and Soankwan, C. (2009). Development and use of a conceptual survey in introductory quantum physics. *International Journal of Science Education*, 31(5), 631-654.
- Yerer, H. (2015). *8. sınıf kuvvet ve hareket ünitesindeki kavram yanlışlarının çalışma yapıları ve kavram testi ile belirlenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Yerer, H. and Armağan, F. Ö. (2015). Determining the misconceptions in the force and motion unit with the work sheets. *Journal of Human Sciences*, 12(2), 858-880.

EXTENDED ABSTRACT

1. Introduction

One of the fundamental philosophies of today's educational approach is to train productive individuals who comprehend the importance of science, mathematics and technology education in scientific, technological and social aspects in order to compete on a global scale and keep up with modern economies (NAEP, 2009; NCTM, 2006; OECD, 2016). Therefore, interdisciplinary coexistence, especially in science and mathematics, has become an inevitable element of education. Undoubtedly, the most favorite pair of interdisciplinary cooperation in science and mathematics. This close relationship, dating back hundreds of years and increasing day by day, has a long story. While science provides inspiration by offering new questions and ways of thinking as well as a rich content to be searched for in mathematics, mathematics helps science to be equipped with powerful tools to be used in deeper analysis of the data as part of the science texture (Basista and Mathews, 2002; Wright and Chorin, 1999). This close relationship and unity in the fields of mathematics and science increases students' interest in mathematics (Kullman, 1966), develops concepts, skills and process knowledge (Berlin, 1989; Kiray, Gök and Bozkır, 2015), sets ground for creative ideas (Beane, 1997; Kiray, 2010), advances problem-solving skills (Blume, Garcia, Mullinax and Vogel, 2001), increases motivation (Furner and Kumar, 2007) and academic performance (Hill, 2002; Kaya, Akpınar and Gökkurt, 2006; Kiray and Kaptan, 2012; Kurt and Pehlivan, 2013; Taşdemir and Salman, 2016). Science, which acquires the basic concept richness of life as a research topic, often includes abstract concepts. This situation can lead students to make different meanings or errors in concepts. Sadler (1998) states that errors emerge from misconceptions, Fisher and Lipson (1986) point out that misconceptions may be the underlying cause of errors. Therefore, it is important to evaluate encountered problems, errors and misconceptions together. In science class, there is a pressure concept at the beginning of learning areas where both misconceptions and errors are frequently observed due to the concentration of conceptual knowledge and formal-based operations. In terms of pressure subject, it is stated that students have certain experiences until they reach the related class level (Çeken, 2002) and they develop different concepts in their minds than scientific facts (Besson, 2004b; Psillos, 1999). On the other hand, it is known that students have math-based stresses on the pressure concept and that these stresses often lead to errors and that students using low-level mathematical thinking skills are unable to reach a conclusion (Bozan and Küçükezer, 2007, Taşdemir, 2008). In this context, the seventh-grade students' misconceptions about pressure have been examined regarding mathematical errors using a three-tier measurement tool.

2. Method

In the study, the screening model was adopted because the seventh-grade students were examined for the misconceptions they had about pressure and the mathematical errors accompanying these misconceptions. The research group of the study consists of a total of 200 randomly selected students 111, female (55.5%) and 89, male (44.5%) studying in the seventh grade of state secondary school in İzmir city centre in the 2016-2017 academic year. In the study, three-tier Pressure Conceptual Measurement Tool (PCMT) was used to determine students' misconceptions in pressure concept. The first tier of conceptual measurement tool consists of four multiple choice options which include a

correct answer with the contradictions that contain possible misconceptions. The second tier is the part in which the students state the reasons for the answers given in the first tier. The probable reason option for the answer to the first tier was left to itself option in the second tier. Also, there is an open-ended option for students to write the reasons they want at this stage. The third tier is about how confident the students is in responding to the first and second tier. In this tier, there are four options; "I'm not sure", "Undecided", "I'm sure", "I'm pretty sure".

3. Findings, Discussion and Results

The data obtained from PCMT indicate that the conceptual understanding level of students in pressure concept is rather low. According to this, the correct answer average for the first tier, two tier and three tier was determined 38%, 33% and 25% respectively. When the data obtained from the two-tier and confidence tier were compared, it was calculated that the students' correct answer average in two-tier was %33 while the self-confidence average was 67%. Therefore, it was determined that students gave answers to questions along with certain misconceptions. When 10% or more of these misconceptions are considered significant, nine different misconceptions have been identified in the range of 11% to 33%. These can be listed as follows; "The pressure of the solids is only related to the weight", "The pressure of the liquids is proportional to the floor area", "Open-air pressure increases as the weight of the air increases as we go up to the altitude", "The pressure increases as the surface area contacting the floor increases in the solids", "The number of ground-contacting surface in the solid is equal to the pressure", "Solid pressure will be minimal when the weight is high, floor area is low", "Solid pressure will be minimal when both the weight and floor area are large", "Liquid pressure depends on liquid amount", "Whatever its weight, solid pressure is inversely proportional with the surface area contacting the floor". When the misconceptions of these concepts are examined in terms of mathematical errors, it is determined that four of them are scientific, four of them are integral, and one is the operational error. It was determined that the most repeated error in the errors accompanying the misconceptions was the integrated error in 93% in the first tier, the scientific error rate was 88% and the operational error rate was 19%. However, as the number of tiers increased, it was observed that there was a significant decrease in the proportion of all error categories. According to this, the most obvious error category that accompanies misconceptions on the basis of the three-tier evaluation is the scientific error with 73%.