



Elementary School Students' Errors in Solving Problems Related to Pressure Subjects

Murat BOZAN*, Hüseyin KÜÇÜKÖZER**

ABSTRACT. The purpose of this study is to assess the elementary school (7th class) students' errors concerning the pressure and determine the relationships among these errors. The data was obtained from a test covering all subjects of the pressure unit. This eight-item test was prepared based on the literature. In the data analysis, frequencies and percentage distribution of the errors were determined and relationships among the types of errors were also investigated using hierarchical clustering. The result of the study revealed that the students have conceptual and procedural errors the most. Results also indicate that conceptual errors in different subjects of the pressure unit constitute error categories among themselves, but procedural errors distributed among this conceptual error categories. On the other hand, errors concerning the formulas don't constitute a relationship with the other error categories maintain a different one.

Key words: Science Education, Pressure, Problem Solving, Error Categories

SUMMARY

Purpose and significance: Errors are such important tools that help in developing and planning of the teaching. Same errors done by the pupils concerning solving problems related to the pressure subject substantiate revealing those errors and relationships among the types of the errors. This study aimed at assigning the students' errors and providing an investigation of the relationships among different types of errors.

Method: 184 students, who were enrolled in a pressure course at different schools in the city of Balıkesir, served as the subjects for this study. The data were gathered by a test and analyzed using SPSS 12.0 for Windows. The statistical techniques, which were used in the study, are the frequency and percentage. Hierarchical clustering has been used to investigate the relationships among different types of errors. Two separate analyses were conducted. Relationships among conceptual and procedural errors were investigated first, followed by an assessment of the relationships among errors in all categories.

Results: This study demonstrated that the most common errors overall were procedural and conceptual, followed by errors in text comprehension and arithmetic. Conceptual/procedural relationships consisted of five procedural errors and nine types of conceptual errors. Five main clusters of items identified through the analysis. Conceptual errors in different subjects of the pressure unit constituted error categories among themselves. Procedural errors distributed among these conceptual error categories. The data for relationships among all errors consisted of seven text comprehension errors, 5 procedural and 9 conceptual error types and 1 class representing errors in arithmetic. Seven clusters were identified. Useful information is obtained from this analysis about the factors which may influence students' problem solving. The clusters from the sets of errors for this sample of students indicate how text comprehensions and arithmetic difficulties associated with conceptual and procedural errors during problem solving.

Discussion and Conclusion: Students committing errors are often experiencing difficulty in strategy, formula, text comprehension and concepts of a solution appropriate to the problem being asked. Errors concerning the formulas don't constitute relationship with the other error categories. Students have difficulties in understanding the gas pressure. Errors related to solid and liquid pressure are in the same category, also. Buoyant force and floating are in the same error category with the force and density subjects that were covered before the pressure unit and influenced the students' responses. Instruction should be flexible and reveal the errors that constitute different error categories. In the designing of the teaching, teachers must take into consideration that both procedural and conceptual knowledge causing errors. Arithmetic and text comprehension errors could be reduced with the help of mathematics and Turkish teachers to the science teachers. Science textbooks must give place to information about problem solving and samples of solved problems.

* Murat BOZAN, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Eğitimi Doktora Öğrencisi.

** Yard. Doç. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER, Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi, OFMA Fizik Eğitimi. hkucukozer10@yahoo.com

İlköğretim Öğrencilerinin Basınç Konusu ile İlgili Problemlerin Çözümünde Yaptıkları Hatalar

Murat BOZAN*, Hüseyin KÜÇÜKÖZER**

ÖZ. Bu çalışmanın amacı; ilköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin basınç ünitesi ile ilgili olarak problem çözümlerinde yaptıkları hataları ortaya çıkarmak ve bu hatalar arasındaki ilişkileri belirlemektir. Veriler; basınç ünitesindeki konuların tümünü kapsayan bir test uygulanarak elde edilmiştir. Bu test, ilgili literatürden de yararlanarak hazırlanan 8 maddeden oluşmaktadır. Veri analizinde yapılan hataların frekansları ve yüzdelik dağılımları belirtilmiş olup, hataların birbirleriyle ilişkisi kümeleme analizi ile yapılmıştır. Araştırmanın sonuçları; öğrencilerin problem çözümlerinde en çok işlemsel ve kavramsal hatalar yaptıklarını göstermiştir. Ayrıca basınç ünitesi içinde farklı konulardaki kavramsal hataların kendi aralarında hata kümeleri oluşturdukları gözlemlenirken, işlemsel hataların ise bu kavramsal hata kümelerine dağılımı söz konusu olmuştur. Yalnızca formüllerden kaynaklanan hatalar başka hata kümeleri ile birliktelik kurmamış ve ayrı bir hata kümesi olarak karşımıza çıkmıştır.

Anahtar Sözcükler: Fen Eğitimi, Basınç, Problem Çözme, Hata Kategorileri

GİRİŞ

Öğrencilerin fen bilgisi alanında çeşitli kavramlar üzerine sahip oldukları ön bilgiler hakkında birçok çalışma mevcuttur (Pfundt & Duit, 2005). Birçok araştırmacı öğrencilerin sahip oldukları bu fikirlerin kaynağı üzerine çalışmalar yapmış ve bu fikirlerin çoğunlukla kişilerin fiziksel olayları yanlış yorumlamaları sonucunda oluştuğunu belirtmişlerdir. Öğrenme çoğu araştırmacı için bu yanlış fikirlerin değişim süreci (kavramsal değişim) olarak görülmüştür. Kavramsal değişimin nasıl olduğuna ilişkin birçok teorik çalışma mevcuttur (Carey, 1985; Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982; Osborne & Wittrock, 1985). Birçok araştırmacı bu yanlış fikirlerin bilimsel fikirlere doğru gelişimini yaptıkları öğretimlerle sağladıklarını belirtmektedirler. Ayrıca bazı araştırmacılar bilginin bireysel yapılanmasının çevreden izole edilmiş olarak düşünülemeyeceğini sosyal/kültürel durumlarında bunda etkili olduğunu belirtmektedirler (Solomon, 1987; Edwards & Mercer, 1987).

Pittman (1999) tarafından belirtildiği üzere yapılandırmacı öğrenme kuramında öğrenme; öğrencilerin ön bilgi ve tecrübeleri üzerine anlam kazanan ve çevreden alınan veriyi kendi kişisel yorumları ile yeniden yapılandıran bir süreç olarak tanımlanmaktadır. Yeni bilginin kazanımı aynı zamanda, beyinde daha önceden uzun süreli bellekte tutulan bilgiye bireyin yeni kavramı ilişkilendirmesi becerisine de bağlıdır (Cooper, 1998). Eğer öğretim sırasında kavram yanlış öğrenilirse, bu kavram ile ilgili yanlış öğrenilen bilgiler kalıcı olarak bireyde kalabilir ya da gelecek öğrenmeleri olumsuz yönde etkileyebilir.

Hatalar kavram ve prensiplerin yanlış anlama formlarında ortaya çıkabildiği gibi görsel uzaysal görüntülerin yanlış yorumlanmasından da kaynaklanabilir. Bu durumda kavram yanlışları hatalara sebep olur. Kavram yanlışları öğrencilerin yaptığı hatalar vasıtasıyla ortaya çıkabilir (Sadler, 1998). Bu durumda, kavram yanlışları ile hataların birbirine bağlı olduğunu düşünebiliriz. Ancak kavram yanlışları hatalardan farklı olup, hataların altında yatan sebep olabilir (Fisher&Lipson, 1986). Hatalar önceleri; sakınılması gereken konu dışı ve düzensizliğin bir sonucu olarak düşünülmüştür. Bu geleneksel görüşün tersine çevrilmesi Piaget tarafından yapılan çalışmalarla sağlanmıştır. Geneva okulunda öğrenciler tarafından uyarlanan muhakeme

* Murat BOZAN, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Eğitimi Doktora Öğrencisi.

** Yard. Doç. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER, Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi, OFMA Fizik Eğitimi. hkucukozer10@yahoo.com

mekanizmalarının takip edilmesinde olanak sağlanması açısından hatalar pozitif bir anlayışla ele alınmıştır (Gagatsis & Kyriakides, 2000).

Öğretimde hatalar ile bu hataların tespit edilmesi büyük önem taşımaktadır. Teşhise dayalı öğretim (diagnostic teaching); öğretim ve değerlendirmeyi birleştiren bir öğretim metodudur. Burada ilk yapılacak işlem hataların ortaya çıkarılması ve daha sonra da oluşturulacak öğrenme deneyimleri ile bu hataları elimine etmektir. Anlamlı bir öğretimin planlanmasında öğretmenin, öğrencilerinin zayıf ve güçlü yönlerini ortaya çıkararak bunlar hakkında bilgi sahibi olması gerekir. Bu işlem sonunda yanlış öğrenme alışkanlıkları düzeltilebilir (Stefanich & Rokusek, 1992). Teşhise dayalı öğretimde üç temel aşama bulunmaktadır. Bunlar: **planlama**, **öğretim** ve **değerlendirme** (Valencia & Wixson, 1991). Bu aşamalarda öğretim, yapılandırıcılık temeline uygun olarak öğrenci ön bilgileri ve hataları üzerine şekillendirilmektedir.

Yapılan birçok araştırma basınç üzerine öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını ortaya koymaktadır. Kariotogloy, Psillos & Vallasiades (1990) yaptıkları çalışmalarda öğrencilerin basınç üzerine sahip oldukları modelleri üç grupta toplamışlardır. Bunlar; kalabalık paket modeli, basınç kuvveti modeli ve sıvı modelidir. Kalabalık paket modelinde basınç sistemin büyüklüğüne bağlıdır. Basınç kuvveti modelinde basınç kavramı kuvvet kavramı ile ilişkilendirilmektedir. Sıvı modelinde sıvının bir özelliği olarak algılanmaktadır. Basınç konusunda ortaya çıkan kavramsal zorluklar aslında fiziğin diğer konularında da bulunmaktadır. Burada ısı ve sıcaklık, kütle ve yoğunluk, gerilim ve akım kavramlarında olduğu gibi basınç ve kuvvet kavramları da birbiri yerine kullanılmaktadır. Aslında kapsamlı ve yoğun değişkenlerin bu şekilde karıştırılması bu iki kavramın yakın zamana kadar birlikte bilim insanları tarafından kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Örneğin Pascal tarafından yapılan basınç kavramına ilişkin açıklama, günümüzdeki kuvvet terimine yakın bir anlam taşımaktadır (Psillos & Kariotogloy, 1999). Basınç konusunda yapılan diğer bir çalışmada ise gaz basıncı üzerinde durulmuştur. Ortaya çıkan alternatif kavramlar; *havanın varlığı*, *havanın boşlukta yer alması*, *havanın oluşturduğu basınç*, *havanın doğası* ve *basınç yükseklik ilişkisi* başlıklarında toplanmıştır (Rollnick & Rutherford, 1990).

Fen Bilimleri öğretiminde genellikle iki hedefin başarılması amaçlanır; bunlar; özel bir alanda organize bilgi yapısını ve o alanda problemleri çözme başarısını kazanmaktır (Heyworth, 1999). Problem çözümünde bulunması gereken bazı bilgi tipleri vardır. Bunlar, durumsal ve işlemsel bilgidir. Durumsal bilgi: konu ile ilgili olan kavram ve prensipleri, işlemsel bilgi ise kavram ve prensiplerin uygulanabilmesi için gerekli olan strateji ve yöntemleri içermektedir (Leonard, Gerace & Dufresne, 1999; Taconis, Ferguson-Hessler & Broekkamp, 2001). Literatürde, öğretimde kavramlar kadar bunların uygulanmasına da önem verilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. William ve ark. (1999); kavram temelli problem çözme sayesinde anlamdan ve en önemlisi bilimden uzaklaşan bir eğitim anlayışının yerleşmesinin önlenemediğini açıklamaktadırlar. Yazarlar, bilimi öğrenmenin merdivene tırmanmaya benzediğini ve tırmanmak için her iki bacağın da çalışması gerektiği belirtilmektedirler. Kavramsal analizin ve problem çözmenin de böyle beraber çalıştığı, problem çözmenin fen öğretiminde daha yüksek düşünme becerilerine sahip olunması için gerekli olduğu ve bunun sağlanabilmesi için sınıf ortamında kavramsal analiz gerektiren problemlerin seçilmesini ve öğrencilere problemin çözümünü açıklamaları için fırsatların sağlanması, öğrencilerin aynı problemi farklı yaklaşımlar kullanarak çözmelerine yardımcı olunması gerektiğini önermektedirler. Böyle bir yaklaşım çerçevesinde problem çözümlerinde ortaya çıkacak hatalar da en aza indirgenmiş olacaktır. Charles de berg (1995), yalnızca basınç problemlerinin çözümlerinde değil fizik ve kimya konularında problem çözümlerinde, sembollerin kullanılması ve belirli algoritmaların uygulanmasının kavramların anlaşılmasını arka plana ittiğini vurgulamaktadır. Bu durumda öğrencilerin hem kavramsal hem de işlemsel bilgi tiplerinde sık hatalar yapmaları kaçınılmaz bir hale gelmektedir.

Öğrencilerin basınç konusunda problem çözümlerinde gerek kavramsal gerekse işlemsel bilginin eksik olması nedeniyle zorluklar yaşadıkları birçok çalışmada ortaya konulmuştur. Öğrencilerin problem çözümlerinde yaşadıkları hataların daha iyi anlaşılması iyi bir öğretim tasarlanmasının yanı sıra onları değerlendirmede de araştırmacılara sağlıklı bir yöntem sunacaktır.

Türkiye’de fen bilimlerinde yapılan değerlendirmelere gereken önem verilmemektedir (Şimşek, 2000).

Bu çalışmanın amacı; fen bilgisi 7. sınıf basınç ünitesinde öğrencilerin karşılaştıkları tipik problemleri nasıl çözdükleri, zihinlerindeki basınç kavramı ile ilişkili yaptıkları hataları ve bu hatalar arasındaki ilişkileri kapsamlı olarak incelemektir.

YÖNTEM

Çalışma Balıkesir ili ve ilçelerinden rasgele seçilen beş ilköğretim okulundaki toplam 184 7. sınıf öğrencisi ile yapılmıştır. Basınç ünitesinin öğretimi sonunda konu ile ilgili tüm alt başlıkları kapsayan sekiz maddeden oluşan açık uçlu bir test veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Bu testte yer alan sorular açık uçlu olduğundan, fizik ile fen eğitimi alanındaki uzmanların görüşleri doğrultusunda içerik geçerliliği (content validity) sağlanmıştır. Test; katı basıncı, sıvı basıncı, kapalı kaplardaki gazların basıncı, açık hava basıncı ve pascal prensibini içermektedir. Her bir problemde öğrencilerin yaptıkları hatalar aşağıda açıklanan kodlama çerçevesinde incelenmiştir.

Hata Tiplerini Belirleme

Verileri kodlama işlemi, 184 öğrencinin sekiz probleme verdiği yanıtlar doğrultusunda geliştirilmiştir. Her bir öğrencinin problemler için verdikleri cevaplar içinde yer alan hatalar tek tek yazılmış ve ardından yapılan hatalar daha kapsamlı olacak şekilde belirli başlıklar altında toplanmıştır. Birbiriyle ilişkili hata grupları belirlendikten sonra, bunlar dört ana başlık altında toplanarak hata kategorileri oluşturulmuştur. Bu kategoriler; **metnin anlaşılmasından kaynaklanan, işlemsel, kavramsal ve aritmetik** hatalar şeklindedir. Tablo 1’de bu hata kategorilerinin ne anlama geldiği kısaca açıklanmaktadır.

Tablo 1 Hata kategorileri ve açıklamaları

Hata kategorileri	Açıklama
Metnin anlaşılmasından kaynaklanan	Genel anlamıyla problemdeki metnin anlaşılmasından kaynaklanan hatalardır. Problemde isteneni yanlış belirtme, problemdeki hedefi tam olarak ifade edememek, problemde verileni ya da verilenleri yanlış yazmak, problemde geçen olayın hikâyesini kendine göre kurgulamak gibi hataları kapsar.
İşlemsel	Problem çözümünde yapılan stratejik hataları kapsar. Problemdeki verilerin çözüm için uygulanmasında yapılan hatalardır. Çözüm için gerekli olan formül ya da formülleri yazmamak, çözüm için uygun olmayan strateji kullanmak, çözüm için yanlış bir formül kullanmak, basınç birimini N ile göstermek gibi uygulama aşamasında yapılan hatalardır.
Kavramsal	Basın konusunda geçen kavramları içeren hatalardır. Örneğin katı basıncı yalnızca cismin ağırlığı ile ilişkilendirmek, sıvı basıncı ile sıvı basıncı kuvvetini birbirinden ayırt edememek, açık hava basıncı cisimlerin hacimleri ile ilişkilendirmek, gaz molekülleri soğukta küçülür, sıvıların uyguladıkları kaldırma kuvveti, cisimlerin kütlelerine bağlıdır, cismin yüzme şartı, sıvının hacmine bağlıdır...
Aritmetik	Bu hata kategorisi basit dört işlem hatalarını kapsamaktadır.

Tümdengelim yöntemi ile benzer hatalar aynı hata tipinde toplanmıştır. Böylece daha anlamlı bir hata kategorisi ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Metnin anlaşılmasından kaynaklanan hatalar M, işlemsel hatalar İ, kavramsal hatalar K ve aritmetik hatalar ise A harfleri kullanılarak kodlama yapılmıştır. Her bir harfin yanına rakamlar yazılarak aynı hata grubundaki hatalar sıralanmıştır. Örneğin kuvvet ve yoğunluk ile ilgili hataların analizi K9 şeklinde belirtilmiş ve bu

hata kümesini oluşturan hatalar ise dört maddeden oluşmuştur. Bunlar da (K9.1, K9.2, K9.3, K9.4) şeklinde numaralanmıştır.

Hata tiplerinin nasıl ortaya çıkarıldığına örnek olması açısından problem 5'e bir öğrencinin verdiği yanıt ve bu yanıtta hata tipinin nasıl belirlendiği verilmektedir.

Problem 5: “Pelin, Uludağ’ da geçirdiği hafta sonu tatilinde küçük kardeşi Can için bir balon satın aldı. Ayvalık ta sahil kenarındaki evlerine dönüşte balonun hacminin biraz küçüldüğünü fark etti. Yolculuk sırasında balonun ağzı sıkı bir şekilde kapalıdır ve hiç açılmamıştır. Balonun bu şekilde hacminin küçülmesinin nedenini nasıl açıklarsınız?”

Öğrencinin Yanıtı: “Uludağ soğuk olduğu için balonun içindeki hava ister istemez dışarı çıkar. Ve balonun içindeki hava azalır. Bu nedenle balon büzülür. Çünkü artık hacim azalmış olur. Ama içindeki basınç artar” şeklinde olmuştur.

Değerlendirme: Probleme özellikle “balonun ağzı sıkı bir şekilde kapalıdır ve hiç açılmamıştır” şeklindeki yargıya rağmen öğrenci balonun ağzının açılacağını belirtmektedir. Burada öğrenci problemi kendi düşüncelerine göre farklı bir açıdan değerlendirmektedir. Olayın kurgusunu tamamen değiştirmektedir. Bu hata “M6: problemde geçen olayın hikâyesini kendine göre kurgulamak” şeklinde kodlanmıştır. Balon hacmini de balon içindeki gaz miktarı ile değerlendirmektedir. Balon üzerindeki dış basınç, sıcaklık gibi etkenleri göz ardı etmektedir. Balon hacmi ile ilgili olan bu hata “K4.5 balonun hacmi içindeki gazın miktarına bağlıdır.” şeklinde yer almıştır. Bu problemin başka bir öğrenci tarafından değerlendirilmesi ise şu şekildedir “ Pelin Uludağ’dayken basınç daha fazladır ama Ayvalık sahil kenarındaki evlerine döndüğünde basınç azaldığı için balonun hacmi de küçülmüştür.”. Bu öğrenci ise yüksek bölgelerde basıncın çok, alçak bölgelerde ise az olduğunu söylemektedir. Oysa basınç alçak bölgelerden yüksek bölgelere gidildikçe azalmaktadır. Bu hata “K3.1 yükseklik arttıkça açık hava basıncı artar” şeklinde kodlanmıştır.

Hataların analizi

Hataların birbirleriyle ve kendi aralarındaki ilişkileri belirlemek için hata tiplerinin frekansları kullanılmıştır. Hata frekansları toplu bir şekilde tablo 3’te verilmektedir.

Kümeleme analizi; bu dört hata kategorisinin kendi içinde ve birbirleriyle olan ilişkileri ortaya koymak için kullanılmıştır. Kümeleme analizine değinmeden önce küme kavramını açıklamakta yarar vardır. Araştırmadaki örneklem, çok farklı özelliklerden oluşabilir. Burada birbirine yakın olan verileri *benzer*, birbirine uzak olan verileri ise *farklı* olarak gruplandırılmıştır. Veriler benzerlik durumuna göre gruplara ayrıldığında, her grup bir küme olarak nitelendirilmiştir. Kümeleme analizinin amaçları; gerçek tiplerin belirlenmesi, model uydurmanın basitleştirilmesi, veri yapısının basitleştirilmesi, veri indirgemesi şeklinde belirtilebilir Kümeleme analizinde tam bağlantı yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde elde edilen benzerlik veya uzaklık matrisleri kullanılarak en yakın iki gözlem veya küme birleştirilmiştir (Tatlıdil, 1992).

Zayıf ve kuvvetli ilişkileri ortaya koyarak kavramsal, işlemsel, metnin anlaşılmasından ve aritmetik hataların birliktelikleri ve uzaklıkları hakkında bir yorum yapabiliriz. Değişken veya durumların hangilerinin birbiri ile ne derecede ilişkili olduğunu dendogram ile ortaya konuldu. Dendogram, analizde ortaya çıkan birleşmeleri ve ayrılmaları gösteren iki boyutlu ağaç şeklinde bir diyagramdır (Hierarchical Clustering, 2006).

BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde, öğrencilerin problemlere verdikleri yanıtlardan elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Yapılan hatalar ile bu hataların kendi aralarında ve birbirleriyle olan ilişkilerine ait yorumlara da yer verilmiştir. Öğrenci yanıtlarının değerlendirilmesi ile ortaya çıkan 107 hata tipine aşağıdaki tabloda bazı örnekler verilmiştir. Bu hataların benzer özellikte olanları gruplama yapılarak hata tipleri ortaya çıkarılmıştır.

Tablo 2 Hata analizinde ortaya çıkan özel hata kodları ve hata tiplerine örnek

Tip	Hata	Tanım
İ5	Yanıttaki kullanılan birimlerle ilgili hatalar	
	İ5.1	Ağırlık birimini kg ile ifade etmek
	İ5.2	Basınç birimini N ile göstermek
	İ5.3	Kuvveti kg şeklinde belirtmek.
	İ5.4	Basınç kuvvetini Pa şeklinde vermek
İ5.5	Kuvvet birimini F ile vermek.	
K1	Katı basıncı ile ilgili hatalar	
	K1.1	katı basıncını yalnızca cismin ağırlığı ile ilişkilendirmek
	K1.2	katı basıncı cismin yüzeyi ve yere uyguladığı ağırlıkla doğru orantılıdır
	K1.3	katı basıncı yalnız cismin yüzeyi ile ilişkilidir
	K1.4	katı basıncını sıvı basıncı arasındaki ayrımı fark edememe
	K1.5	katı basıncı ile katı basınç kuvvetini birbiri yerine kullanma
	K1.6	katı basıncında cismin yüzeyinin ve ağırlığının basınca olan etkisini tam olarak ortaya koyamama
	K1.7	katı basıncı cismin yoğunluğuna eşittir ve yüzeye bağlı değildir
	K1.8	katı basıncı ile katı basınç kuvveti ters orantılıdır
	K1.9	katı basıncı cismin yüksekliğine bağlıdır
	K1.10	katı basıncı yüzeye doğru orantılıdır
	K1.11	katı basınç kuvveti yalnızca cismin yüzeyi ile ilgilidir
	K1.12	katı basınç kuvveti cismin hacmine bağlıdır
K1.13	katı basınç kuvveti yalnızca cismin ağırlığına bağlıdır	

Hataların tümdengelim metodu ile aynı grupta toplanmaları ile oluşturulan hata tiplerinin sayıları şöyledir: 7 tip metnin anlaşılmasından kaynaklanan hata, 5 tip işlemsel hata, 9 tip kavramsal hata ve 1 tip aritmetik hata. Bu hatalar tablo 3'te frekansları ile birlikte verilmektedir.

Tablo 3'te her bir hata tipi belirtilmiş ve bütün değişkenlerin frekansları verilmiştir. 184 öğrenci toplamda 2194 hata yapmıştır. Bu hataların dağılımı; % 10,50 metnin anlaşılmasından kaynaklanan hatalar, % 51,35'i işlemsel hatalar, % 35,51'i kavramsal hatalar, % 0,86'sı aritmetik hatalar ve % 1,68'i sınıflandırılmayan hatalar şeklindedir.

Tüm Hata Kategorilerinin Birbirleriyle Olan İlişkileri

Bu bölümde tüm hata gruplarının karşılaştırılmasından elde edilen verilere (SPSS sonuçları) yer verilmektedir. Genel olarak, aşağıda Şekil 1'de SPSS' ten elde edilen tüm hata tiplerinin birbirleriyle olan ilişkisinden çıkan bulgulara yer verilmektedir. Burada, dört hata kategorisinin birlikte nasıl bir ilişkiler ağı ortaya koyduğu incelenecektir. Bu analizde, 7 metnin anlaşılmasından kaynaklanan hata, 5 işlemsel hata, 9 kavramsal hata ve 1 dört işlem hatası yer almaktadır. Şekilde belirtildiği gibi hata kümeleri 7 tanedir.

İlk hata kümesi iki hata tipinden oluşmaktadır. Bunlar, problem çözümü için gerekli olan formül ya da formülleri yazmamak ve çözümde uygulanan formüller ile ilgili hatalardır. Bu hata kümesi başka hata tipleri ile birliktelik göstermemektedir. Basınç problemlerinin çözümünde formül tabanlı hatalar, diğer hatalardan oldukça ayrı bir görünüm sergilemektedir. Yalnızca ikinci hata kümesi ile komşuluk kurmakta, diğer kümelerden uzakta yer almaktadır. Formül kullanımı problem çözümlerinde diğer etkenlerden oldukça ayrı bir görünüm sergilemekte ve formüllerin basınç problemlerinin çözümünde çok ta geçerli olmadıkları ortaya çıkmaktadır. Yani öğrencinin formülde hata yapmadığını düşündüğümüzde işlemsel veya kavramsal hatalar yapılmayarak problemi çözeceğini söylemek yanlış olabilir.

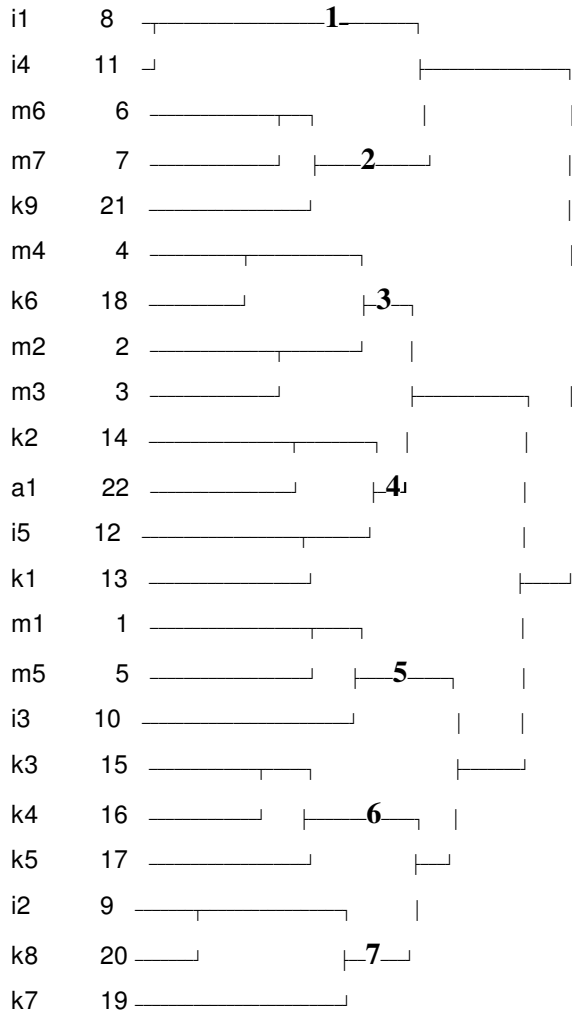
Tablo 3 Hata tipleri ve frekansları

Hata tipi	f	%
M1: problemde isteneni yanlış belirtme	9	0,41
M2: problemdeki hedefi tam olarak ifade edememek	64	2,91
M3: problemde verilenleri ilgisiz bir konu ile ilişkilendirmek	61	2,78
M4: problemde verileni ya da verilenleri yanlış yazmak	32	1,45
M5: problemin önceki şıkından etkilenmek	8	0,36
M6: problemde geçen olayın hikayesini kendine göre kurgulamak	22	1,00
M7: problemde verilen bilgiyi yanlış yorumlamak	35	1,59
Toplam:	231	10,50
İ1: çözüm için gerekli olan formül ya da formülleri yazmamak	461	21,01
İ2: yanıtta birim kullanmamak	230	10,48
İ3: çözümde kullanılan strateji ile ilgili hatalar	321	14,63
İ4: çözümde uygulanan formüller ile ilgili hatalar	102	4,64
İ5: yanıtta kullanılan birimlerle ilgili hatalar	13	0,59
Toplam:	1127	51,35
K1: katı basıncı ile ilgili hatalar	79	3,60
K2: sıvı basıncı ile ilgili hatalar	62	2,82
K3: açık hava basıncı ile ilgili hatalar	62	2,82
K4: balon içindeki hava basıncı ile ilgili hatalar	17	0,77
K5: kapalı kaplardaki gazlar ile ilgili hatalar	69	3,14
K6: pascal prensibi ile ilgili hatalar	80	3,64
K7: kaldırma kuvveti ile ilgili hatalar	194	8,84
K8: cisimlerin sıvı içerisindeki yüzme şartları ile ilgili hatalar	211	9,61
K9: kuvvet ve yoğunluk ile ilgili hatalar	6	0,27
Toplam:	780	35,51
A1: dört işlem hataları	19	0,86
Toplam: sınıflandırılmayan hata	37	1,68
Tüm toplam:	2194	99,90

İkinci hata kümesi üç hata tipinden oluşmaktadır. Bunlar, problemde geçen olayın hikayesini kendine göre kurgulamak, problemde verilen bilgiyi yanlış yorumlamak ile kuvvet ve yoğunluk kavramlarıyla ilgili hata kümesidir. Bu hata kümesinin ortaya çıkmasına neden olarak; öğrencilerin problemi tam olarak anlamaması, probleme farklı bir yorum getirmeleri ve basınç konusu ile ikinci derecede ilişkili kuvvet ve yoğunluk kavramlarıyla problemleri çözmeye çalışmaları gösterilebilir. Burada, problemin ne konuda olduğunu ortaya koyamayan öğrenci konu dışı kavramlarla ilgilenmektedir.. Doğru bir problem betimlemesi yapılmayınca öğrenci konu dışı kavramlarla ilgilenmekle beraber hemen formül kullanımına gitmektedir. Fakat formül kullanımında da hatalar devam etmektedir.

Üçüncü küme; Pascal prensibi ile ilgili kavramsal hataları, problemde hedefi tam olarak ifade edememek, verileni ilgisiz bir konu ile ilişkilendirmek, problemde verileni ya da verilenleri yanlış yazmak şeklinde metnin kavranmasından kaynaklanan hata tiplerinden oluşmaktadır. Bu hata kümesi için, tipik olarak problemde Pascal prensibinin anlaşılması ve çözüm ile ilgili olan verileri tam olarak ortaya koymanın öğrenciler açısından zor olduğu söylenebilir. Buradan, katı basıncı, sıvı basıncı ve Pascal prensibi konuları içinden öğrenciler tarafından en çok kavranmakta zorluk çekilen konunun Pascal prensibi olduğu anlaşılmaktadır.

Şekil 1 Tüm hata tiplerinin birbiri ile olan ilişkisi



Dördüncü hata kümesi; kavramsal, işlemsel ve dört işlem hatalarını kapsayan kapsamlı bir hata kümesidir. Bu küme; katı ve sıvı basıncı ile ilgili hatalar, dört işlem hataları ve yanlış birim kullanmakla ilgili hatalardan oluşmaktadır. Öğrenciler problemlerden basınç kavramlarını elde etmelerine rağmen bu sefer de birimleri doğru yazmakta zorluklar çekmekte ve dört işlem hataları yapmaktadırlar. Matematik bilgisindeki eksiklikler özellikle bu katı ve sıvı basıncı ile ilgili problemlerde ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada kullanılan problemlerden bazılarında katı ve sıvı basıncı kavramlarını içeren ve sayısal işlem gerektiren problemler yer almaktadır. Bu açıdan bakıldığında bu kümede dört işlem hatalarının çıkması doğal olarak bu tür problem tiplerinden kaynaklanmaktadır.

Beşinci hata kümesi içinde; çözümde kullanılan strateji ile ilgili hatalar problemde isteneni yanlış belirtme ve problemde önceki basamaklardan etkilenme yer almaktadır. Bu küme açıkça ortaya koymaktadır ki problemin önceki basamaklarında zorluklar yaşayan, verilenleri yanlış yazan öğrenciler problem için uygun bir çözüm yöntemi bulmada da zorluklar yaşamaktadır. Öğrenciler tarafından doğru verilerin ortaya tam olarak çıkarılamaması, işlemsel süreçte kavramlara bağlı olmadan çözüm basamaklarında bazı sıkıntılar yaşanmasına sebep olmaktadır. Doğru bir çözüm yöntemi ortaya koymak için problemin her aşamasında geriye dönük gözden geçirmeler yapılmalıdır. Öğrenciler çoğunlukla bunu yapmadıkları için bu hata kümesi içindeki hataları yapmaktadırlar.

Altıncı kümede; açık hava basıncı, balon içindeki hava basıncı ve kapalı kaplardaki gazlarla ilgili kavramsal hataların birlikteliği yer almaktadır. Bu hata kümesi de birinci küme gibi oldukça

yalın kalmıştır. Bu da bizlere bu üç kavramın kendi arasında farklı bir hata tipi ile ilişkili olamadan aralarında oldukça sıkı bir bağ olduğunu göstermektedir. Buradan bu konularla ilgili hataların ayrı bir çerçevede ele alınması gerektiği söylenebilir.

Yedinci küme üç hata tipinden oluşmaktadır. Bu hatalar; çözümde birim kullanmamak, sıvıların kaldırma kuvveti ve cisimlerin sıvı içinde yüzme şartı şeklindedir. Bu hata kümesinde öğrenciler çoğunlukla, kaldırma kuvveti ile ilgili problem çözümlerinde birim kullanmamaktalar ve cisimlerin sıvı içinde yüzme şartı ile sıvıların kaldırma kuvveti arasındaki farkı ayırt edememişlerdir. Sıvı içerisindeki cismin konumu yoğunluklara göre belirlenirken, bazı öğrenciler bu olayı da açıklamakta kuvvet kavramını kullanma eğilimindedirler. Buradan, cisimlerin sıvı içinde yüzme şartı ile sıvıların kaldırma kuvveti üzerine hatalar birbirine sıkı şekilde bağlı olduğu söylenebilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, birçok farklı hata tipleri arasındaki ilişkiler ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Bunlar arasında metnin anlaşılmasında üzerine olan hata kategorisi farklı bir görünüm sergilemekte ve her iki – işlemsel ve kavramsal hatalar – hata kategorisiyle de yakından ilişkilidir. Problem çözümlerindeki işlemsel hatalar (çözüm hakkında bir plan geliştirme, bu planı verilen kavram ve verilere uygulayabilme becerisi); problem metnindeki verileri öğrencilerin doğru ve tam olarak anlamamalarından kaynaklanmaktadır. İşlemsel hatalar; kendi içlerinde değil, kavramsal hata grupları ile birliktelik göstermektedirler.

Bulgular kısmında yer alan tablo 3'e bakıldığında öğrenciler tarafından yapılan en fazla yüzdeye sahip hatalar; “çözüm için gerekli olan formül ya da formülleri yazmamak (% 21,01)”, “çözümde kullanılan strateji ile ilgili hatalar (% 14,63)”, “yanıtta birim kullanmamak (% 10,48)”, “cisimlerin sıvı içerisindeki yüzme şartları ile ilgili hatalar (% 9,61)”, “kaldırma kuvveti ile ilgili hatalar (% 8,84)”, “çözümde uygulanan formüller ile ilgili hatalar (% 4,64)”, “Pascal prensibi ile ilgili hatalar (% 3,64)” ve “katı basıncı ile ilgili hatalar (% 3,60)” şeklinde sıralanabilir. Buradan sonuç olarak; öğrencilerin formül kullanımı, birimler, kaldırma kuvveti ve sıvı basıncı ile ilgili daha çok hata yaptıkları söylenebilir.

Bu çalışma ile, basınç problemlerinin çözümlerindeki hata türleri çerçevesinde çözümde gerekli bilgi tipleri hakkında da bir fikir sahibi olmaktayız. Tablo 3'teki hatalara baktığımızda problem çözümlerinde; i) formüller, ii) çözüm için uygun bir strateji uygulama ve iii) kavram ile prensipler en temel faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır. Literatürde, problem çözümlerinde gerekli olan faktörler yukarıda bahsettiğimiz durumlarla uyum içindedir. De Jong ve Ferguson-Hessler (1986), problem çözümündeki bilgi tiplerini; bildirimsel bilgi (formüller, prensipler, kavramlar), işlemsel bilgi (özel bir problem tipini çözerken gerekli olan işlemler bilgisi), stratejik bilgi (problem çözme sürecinde takip edilmesi zorunlu basamaklar) ve problem durumları (problem tipini tanımlayıcı) olarak belirtmektedirler.

Öğrencilerin basınç konusunda problem çözmede yaşadıkları zorlukları teşhis etmek amacıyla tüm hata kategorilerini içeren bir analiz yapılmıştır. Bu analizde kavramsal hatalar ile metnin anlaşılmasından kaynaklanan hataların birliktelikleri göze çarpmaktadır. Dört işlem hataları, sıvı ve katı basıncı hataları ile birim hataları aynı hata kümesinde yer almaktadır. Çözümde kullanılan strateji ile ilgili hataların; problemde hedefi yanlış belirtmekle, çözümün ilk işlem basamaklarında yapılan hatalarla birlikteliği görülmektedir. Öğrencilerin basınç problemlerinde yaşadıkları zorlukların başında problemde ne istendiğini anlamamaları ile çözümde herhangi bir basamakta yaptıkları işlemleri kontrol etmemeleri gelmektedir. Basınç konusundaki kavramlar ile ilgili yapılan hatalar problemin anlaşılmasından kaynaklanan zorluklardan dolayı ortaya çıkmaktadır.

Çalışmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda yapılan öneriler aşağıda sunulmaktadır.

Öğretim sırasında konu ve kavramlarla ilgili formüllerin doğrudan verilmesinin kavramların anlaşılmasına olanak sağlayacağı düşünülmemelidir. Öğretimde formüllerle işlem yapılırken onların kavramsal bilgi tipi değil, işlemsel bilgi tipi içerisinde değerlendirilmesi gerekir. Böylece problem çözümlerinde formüller, işlemsel bilgi ile kavramsal bilgiyi birbirine bağlayan bir unsur

olarak görülebilir. Formüller kavram öğretiminin bir parçası olarak görüldüğünde, öğrenci tarafından doğru yazılan bir formül öğretmenleri konu ile ilgili kavramın doğru anlaşıldığı gibi bir fikre götürmesi söz konusu olabilir.

Öğretim tasarlanırken; kavram öğretiminin, problemlerin çözümü için yeterli olduğu düşünülmemeli ve işlemsel bilgi hakkında da öğrencilere bilgiler verilmelidir. Kavramsal bilgi ağına işlemsel bilgiyi dâhil ederken problemdeki metnin anlaşılması ve problemin anlamlı parçalara bölünmesi basınç problemlerinin çözümünü kolaylaştıracaktır. Yalnızca basınç ünitesinde değil her konuda problem çözmeye, kazanılması gereken bir beceridir.

Metnin anlaşılmasından kaynaklanan hatalarda öğrencilerin Türkçe'yi kullanma becerisi de işin içine girmektedir. Bu konuda basınç ünitesinin öğretiminde fen bilgisi öğretmenleri, öğrencilerin okuma ve okuduğunu anlama becerilerini de göz önünde bulundurup öğretimi bu şekilde tasarlamalıdır. Türkçe öğretmenleriyle bu konudaki güçlükleri yenmek için işbirliğine gidilmesi yararlı olacaktır. Metnin anlaşılmasından kaynaklanan hataların tüm hatalar içindeki oranının % 10 olmasına rağmen her hata kategorisinde kendini göstermesinin üzerinde durulmalıdır. Problemin anlaşılması üzerine Einstein tarafından belirtilen ifadede durum daha iyi anlaşılacaktır. Einstein defalarca tekrarladığı ifadesinde dünyayı kurtarmak için bir saati olsa bu sürenin elli beş dakikasını problemi anlamaya, geri kalan süreyi çözüme ayıracağını belirtmektedir (Wilson, 1997). Problemin tam ve doğru anlaşılmasında hata kategorilerinin açığa çıkmasını kolaylaştırmaktadır.

Öğretmenler öğretimde; metnin tam ve doğru anlaşılması, formüller, çözüm için uygun bir yöntem, kavram ve prensipleri göz ardı etmediklerinde ve aralarında uyumlu bir ilişkiler ağı kurarak etkinlikleri tasarladıklarında öğrencilerin problem çözümünde yaptıkları hataları en aza indirebilirler. İlköğretim fen bilgisi ders kitapları incelendiğinde kavramlarla ilgili problemlere kısmen de yer verilmesine rağmen problem çözümlerinde öğrencilerin kullanacakları bir yöntem sunulmamaktadır. Ayrıca ders kitaplarında örnek problem çözümleri bile bulunmamaktadır. Kitap yazarları problem çözümleri hakkında öğrencilere gerekli yöntemleri sunarak bunlara örnekler vermelidirler.

Bu çalışmada yer alan hata kategorileri ve bunların birbirleriyle olan ilişkileri öğretim düzenlenirken dikkate alındığında öğrenciler; basınç problemlerinin ve buna bağlı olarak diğer konularla ilgili problemlerin çözümlerinde kullanmak üzere etkili ve geçerli bir problem çözme şeması kazanmış olacaklardır. Basınç problemlerinin çözümünde öğrenciler zorluk yaşamaktadırlar. Hata tiplerinin birbirleriyle olan ilişkilerinin anlaşılması etkin bir öğretim tasarlanmasına büyük yardımı olacaktır.

KAYNAKÇA

- Carey, S. (1985). *Conceptual Change in Childhood* (Boston, MA, MIT Press).
- Charles de berg, K. (1995). Student understanding of the volume mass and pressure of air within a sealed syringe in different states of compression. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(8),871-884.
- Cooper, G. (1998). Research into Cognitive Load Theory and Instructional Design at UNSW. *School of Education Studies, The University of New South Wales, Australia*, URL: <http://www.uog.edu/coe/ed451/tHEORY/LoadTheory1.pdf>,
- De Jong, T. & Ferguson-Hessler, M.G.M. (1986). Cognitive structures of good and poor novice problem solvers in physics. *Journal of Educational Psychology*, 78(4),279-288.
- Edwards, D. & Mercer, N. (1987). *Common Knowledge: the development of understanding in the classroom*, London: Methuen.
- Fisher K.,M., & Lipson J. I. (1986). Twenty questions about student errors. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(9), 783-803.
- Gagatsis, A., & L., Kyriakides. (2000). Teachers' Attitudes Towards Their Pupils' Mathematical Errors. *Educational Research and Evaluation*, 6(1), 24-58

- Hestenes, D. (1987). Toward a modelling theory of physics instruction. *American Journal of Physics*, 55(5), 440-454.
- Heyworth, R. M. (1999). "Procedural and conceptual knowledge of expert and novice students for the solving of basic problem in chemistry. *International Journal of Science Education*, 21(2), 195-212.
- Hierarchical Clustering (2006). Documentation for Math Works Products, R. URL: www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/stats/f61427.html
- Kariotogloy, P., Psillos, D. & Vallasiades, O. (1990). Understanding pressure: didactical transpositions and pupils' conceptions. *Physics Education*, 25 (2), 92-96.
- Osborne, R.J. & Wittrock, M.C. (1985). The generative learning model and its implications for science education, *Studies in Science Education*, 12, pp. 59-87.
- Pfundt, H. & Duit, R. (2005). Bibliography: students' alternative frameworks and science education (Kiel, IPN).
- Pittman, K.M., (1999). Student-generated analogies: another way of knowing. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 1-22.
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W. & Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, pp. 211-227.
- Psillos, D & Kariotogloy, P. (1999). Teaching fluids: intended knowledge and students' actual conceptual evolution, *International Journal of Science Education*, 21(1), 17-38.
- Raghavan, K. & Glaser, R. (1995). Model-based analysis and reasoning in science. *Science Education*, 79(1), 37-61.
- Rollnick M., Rutherford M., (1990). African primary school teachers-what ideas do they hold on air and air pressure?. *International Journal of Science Education*, 12(1), 101-113.
- 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.
- Scott P.,H. (1993). Overtures and obstacles: teaching and learning about air pressure in a high school classroom. in D.J. Novak (ed), third misconceptions seminar proceedings.
- Solomon, J. (1987). Social influences on the construction of pupils' understanding of science, *Studies in Science Education*, 14, pp. 63-82.
- Stefanich, G. P., Rokusek, T. (1992). An Analysis of Computational Errors in the Use of Division Algorithms by Fourth-Grade Students. *School Science and Mathematics*, 92, 4; Academic Research Library.
- Şimşek, S., (2000). Fen Bilimlerinde Değerlendirmenin Önemi, *Milli Eğitim Dergisi* sayı 148, URL: yayim.meb.gov.tr/dergiler/148/7.htm.
- Taconis, R., Ferguson-Hessler, M. G. M. & Broekkamp, H. (2001). Teaching science problem solving: An overview of experimental work. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(4), 442-468.
- Tatlıdil, H. (1992). *Uygulamalı çok değişkenli istatistiksel analiz*, Ankara.
- Valencia, S. W., Wixson, K. K. (1991). Diagnostic Teaching *The Reading Teacher*; 44, 6; Academic Research Library, pg. 420.
- Leonard W. J., Gerace W. J. & Dufresne R. J. (1999). Concept- based problem solving, university of Massachusetts physics education research group technical report, scientific reasoning research institute and department of physics & astronomy, university of Massachusetts, URL: <http://umperg.physics.umass.edu/>.
- Wilson, P. (1997). Simplex creative problem solving. *Creativity and Innovation Management*, 6(3), 161-167.