

ÖĞRENCİLERİN İŞ KAVRAMINDA POZİTİFLİK-NEGATİFLİK AYRIMI BECERİLERİNİN YAZI VE ÇİZİM METODUYLA ORTAYA ÇIKARILMASI

Mehmet UZUNKAVAK *

Özet

Kuvvet kavramına ait doğru bir anlayış, iş kavramı açısından belirleyici bir önem taşır. Bir cisim üzerinde yapılan negatif işin pozitif işten ayırt edilebilme becerisi hem kuvvetin bir vektörel nicelik olarak algılanmasına hem de vektörler arasındaki skaler çarpımın iyi anlaşılmasına bağlıdır. Dolayısıyla, bu konu üzerinde öğrencilerin inançlarını ortaya çıkaracak yöntemleri belirlemek gerekir. Bu çalışmanın amacı, öğrencilerin iş kavramı hakkındaki temel bilgilerini ifade ve çizim yöntemiyle ortaya çıkarıp kavram yanlışları düzeylerini karşılaştırmaktır. Bu çalışmaya, Elektronik-Bilgisayar ve Mekatronik Eğitimi Bölümü'ne devam eden toplam 200 öğrenci katılmıştır. Öğrencilerden, örnek verilen 7 olay arasından seçtikleri bir olayda yapılan pozitif ve negatif işler hakkında bildiklerini hem yazılı hem de çizimle ifade etmeleri istenmiştir. Bu uygulama öğrencilere final sınavında sorulan 4 sorunun devamında sorulmuş olup öğrencilerin sınav notuna etkisi olacağı vurgulanmıştır. Araştırmanın sonunda, çizim metodunun öğrencinin temel bilgisini ve kavram yanlışlarını ortaya çıkarmaya yardımcı olup yazılı ifadelerin sonucunu doğruladığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: İş ve Enerji, Kuvvet Kavramı, Çizim Metodu

REVEALING DISCRIMINATION SKILLS OF STUDENTS BETWEEN POSITIVE AND NEGATIVE WORK BY WRITING AND DRAWING METHOD

Abstract

A proper understanding about the force concept has a diagnostic significance on the work concept. Ability to distinguish negative work from positive work is related to a clear understanding of force as a vector quantity and the skaler product of vectors. Therefore, it is necessary to determine methods to reveal student beliefs on these subjects. Purpose of this study is to determine basic knowledge of students about the work concept using drawing method and compare misconception levels between written and drawn expressions. 200 students attending to Electronic-Computer and Mechatronics Education Departments in Technical Education Faculty of SDU are involved in this study. Students were asked to express by both writing and drawing what they knew about work done by the forces exerted on bodies in the event that they select from given 7 examples. This application has been an additional question to the first 4 questions in the final examination to make them consider in an earnest way. From the results, drawing method has been found to be a complementary way of revealing basic comprehension levels and misconceptions.

Keywords: Work and Energy, Force Concept, Drawing Method

* Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektrik Eğitimi Bölümü, Isparta. E-posta: mehmetu@tef.sdu.edu.tr

1. Giriş

Bilgiyi ezberlemek yerine kavramlar düzeyinde anlamlı öğrenmek etkili bir fen ve fizik eğitimi için önem taşımaktadır. Kavramların konuların temelini oluşturduğu dikkate alındığında, oluşacak kavram yanlışlarının öğrenci başarısını önemli ölçüde etkileyeceği açıktır (Kara vd.,2009). Yapılan birçok araştırma ile fen bilgisi eğitiminde, öğrenmenin problem çözme boyutundan kavramların öğrenilmesi boyutunun çok daha önemli olduğu belirlenmiştir. Fakat yapılan araştırmalar, öğrencilerin fen konuları ile ilgili olarak pek çok kavram yanlışlarına sahip olduklarını ve bu kavram yanlışlarının giderilmesi yönünde direnç gösterdiklerini ifade etmektedir (Hançer, 2007).

Literatür incelendiğinde, öğrencilerde yanlış kavramların oluşma biçimlerini ortaya koyan araştırmalar bulunmaktadır (Halloun ve Hestenes, 1985; Meyer, 1993; Krishman ve Howe, 1994; Eryılmaz ve Tatlı, 1999; Mustafa vd.,2003; Koray ve Tatar, 2003; Can ve Mansur, 2004; Ekiz ve Akbaş, 2005). Bunun yanında, yanlış kavramaların rolü ve etkileri, yanlış kavramların oluşumunun önlenmesi ve giderilmesinde kullanılan yöntemler ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır (Abimbola, 1988; Watts ve Pope, 1989; Pearsall vd.,1997; Pines ve West, 1986; Rowel vd.,1990; Cleminson, 1990; Büyükkasap ve Samancı, 1998; Ertekin ve Sulak, 2004; Wessel, 1999; Koray ve Bal, 2002).

Adam ve Bruce (1980), öğrencilerin daha fazla öğrenebilmeleri için önceden kazandıkları ve öğrendikleri bilgiler ile yeni bilgiler arasında bir ilişkinin olması gerektiğini ortaya çıkarmışlardır. Öğrencilerin anlamadıkları, yanlış anladıkları veya eksik anladıkları noktaların tespit edildiği araştırmalar, fizik eğitimi alanında yapılan araştırmalarda oldukça önemli yer tutmaktadır. Bu çalışmalarda öncelikle bir konu ele alınıp bu konuyla ilgili ön araştırmalar yapılmaktadır. Daha sonra eksiklikleri giderici yeni yöntemler geliştirilerek bir taslak program hazırlanır. Son olarak geliştirilen stratejiler sınıfta uygulanır. Uygulama sonuçlarına göre gerekli düzeltmeler yapılarak geliştirilen programa son şekli verilir (Osborne, vd.,1982; Ayas ve Özmen, 2002).

Bir kavramın ne anlama geldiğinin yanında, ne anlama gelmediğinin de vurgulanması şarttır. Fizik dersini, sadece “formüllerin içine sayısal değerlerin konularak hesaplanması” şeklinde anlama alışkanlığından, öğrencileri uzaklaştırmak gerekmektedir Newton’un “kuvvet” kavramının, hareketi anlama ve önceden bilme yeteneği kazandırması, ne basit itme ve çekme gibi psikomotor duyumları sayesinde, ne de kuvvet, kütle ve ivme arasında bağlantı kuran ikinci kanun sayesinde değildir. Bu özellik, üçüncü kanuna göre; etkileşim halindeki parçacıkların ayrıştırılması durumunda ve daha sonraki anlarda cisimlerden birine ikinci kanunun uygulanması bilincine dayanmaktadır. Öğrenciler, üçüncü kanunu doğru olarak uygulayınca kadar ve etkileşim halindeki cisimler için doğru, ayrık kuvvet diyagramları çizebilinceye kadar, kuvvet kavramını anlamaya başlamazlar. Öğretmenler, birçok öğrencinin, etkileşim halindeki cisimler için kuvvet diyagramlarını (“serbest-cisim diyagramları”) çizmesini istediğinde, sayıların ve ok yönlerinin genellikle rasgele çizili olduğu şekillerle karşılaşır. Bu konuda yaygın olan zorluğun altında bir takım engeller ve kavram yanlışları yatmaktadır (Arons, 1981).

Kuvvet kavramına ait doğru bir anlayış, iş kavramı açısından belirleyici bir önem taşır. Bir cisim üzerinde yapılan negatif işin pozitif işten ayırt edilebilme becerisi hem kuvvetin bir vektörel nicelik olarak algılanmasına hem de vektörler arasındaki skaler çarpımın iyi

anlaşılmasına bağlıdır. Dolayısıyla, bu konu üzerinde öğrencilerin inançlarını ortaya çıkaracak yöntemleri belirlemek gerekir.

Çizim yöntemi, yazma ve davranış ölçekleri gibi diğer düşünce değişimlerini ortaya koyan yöntemlere göre, tanımlanması daha az zaman aldığı ve birçok bilgi içerdiği için daha etki olup, kolayca özümsemiği için de daha verimlidir (Atasoy, 2004). Çizim metodu kullanılarak öğrencilerin bilgilerini, kavram yanılgılarını ve kavramsal değişimleri belirlemek mümkün olup son yıllarda sıkça kullanılmaktadır (White ve Gunstone, 1992; Rennie ve Jarvis, 1995; Şahin vd.,2008). Bu metotla, öğrencide gizli kalmış bilgi ve inanışlar kelimelere bağımlı kalmadan ortaya çıkarılmaktadır (Ayas, 2006). Yaşları 10,5 ile 18 arasında değişen toplam 143 öğrenci üzerinde Bartoszeck vd.,(2008) tarafından yapılan çalışmada, bir vücut şekli içerisine çeşitli iç organları çizmeleri istenmiş, doğru yere ve doğru şekilde çizilen organ sayısına sonuçlar sınıflandırılmış ve çeşitli açılardan değerlendirilmiş olup, öğrencilerin cinsiyetlerinin ve yaşlarının başarılarına etkisi incelenmiştir. Ayrıca, her bir iç organın öğrenciler tarafından hangi oranda doğru çizildiği incelenmiştir. Çizim yoluyla öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgıları daha net bir şekilde ortaya konabilmiştir. Öğrencilerin, çizim yaparak metalik bağlarla ilgili verilen bilgiyi kullanma becerileri, diğer ölçüm araçlarına göre daha açık ortaya çıkarılabilmektedir (Acar ve Tarhan, 2008). Fizik kavramlarını açıklamada kullanılan yardımcı sembolik gösterimler kelimeler, çizimler ve matematiksel sembollerdir. Araştırmalarda öğrencilerin basit geometrik optik gösterimlerini bile gerçek durumlarla ilişkilendirmede zorluk yaşadıkları vurgulanmıştır (Kara vd., 2009).

Bu çalışmada iş kavramı ile ilgili öğrencilerin negatif-pozitif iş arasındaki farkı ayırt etme becerilerini ortaya çıkarmak ve bu becerilerin yazılı olarak ve çizim yoluyla ifadeleri arasında karşılaştırma yapmak amaçlanmıştır.

2. Yöntem

Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Bilgisayar Sistemleri Öğretmenliği Bölümü 1. Öğretimden 65, 2. Öğretimden 62, Bilgisayar Kontrol Öğretmenliği 1. Öğretimden 30 ve Mekatronik Öğretmenliği 1. Öğretimden 43 öğrenci olmak üzere 200 öğretmen adayı üzerinde yapılmıştır. Araştırmada fizik dersinde anlatılan iş-enerji bölümü esas alınmıştır. Veri toplanmasında kullanılan soru, yılsonu sınavında sorulan 5 sorudan biri olarak sorulmuştur. Bu sayede öğrencilerin soru üzerinde daha ciddi düşünmeleri sağlanmıştır.

Uygulanan sınav sorunda aşağıda veriler 7 olay içinden seçebilecekleri bir olayda, etkili olan kuvvetlerin yaptığı işleri yazılı ve çizimle ifade etmeleri istenmiş olup, iş tanımında yer alan kuvvet ve yer değiştirme vektörlerin vurgulanması yanında işin pozitif mi negatif mi olduğunun belirtilmesi istenmiştir.

Pozitif ve/veya Negatif İş Olduğu Olay Örnekleri:

- a) Bir evin balkonundan, atılan bir halının tutulması,
- b) Bir havuzun tabanına ipe bağlanarak tutulan balonun ip kesildikten sonra su yüzeyine yükselmesi,
- c) Bir taşın bir havuzun içindeki suya, su yüzeyinden bırakılması,

- d) Yatay sürtünmeli bir zemin üzerine bir hız verilerek fırlatılan bir takozun hareketi,
- e) Bir işçinin bir kamyonun kasasındaki bir çuval unu kamyon kasasıyla aynı yükseklikteki bir depoya indirip kaldırmadan taşıması,
- f) Bir paraşütlinün uçaktan atladıktan bir süre sonra paraşütünü açması,
- g) Bir ipin ucuna bağlana taşın, ip uzunluğu kadar yapı çaplı bir dairesel yörüngede yatay düzlemde döndürülmesi.

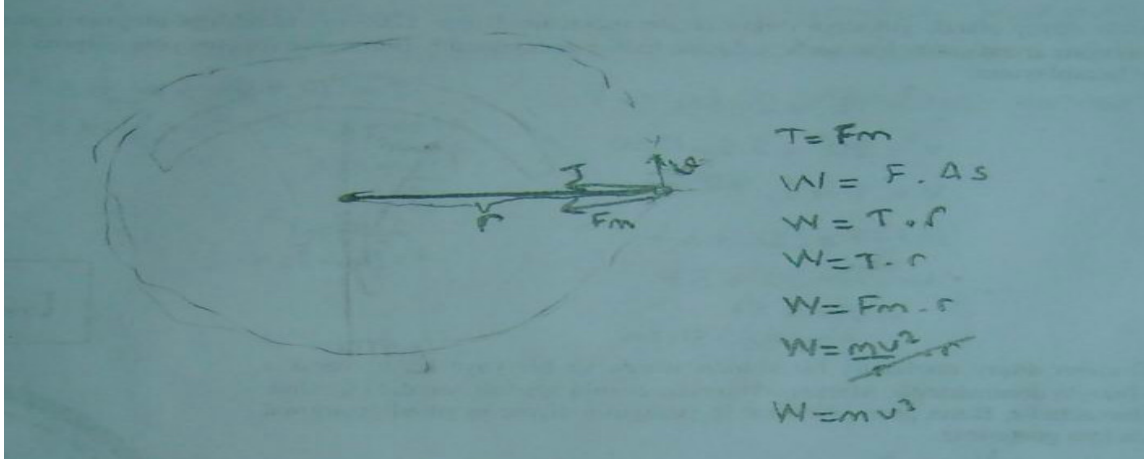
Bu örnekler öğrenciler iş kavramını hatırlamada yardımcı olması amacıyla verilmiştir. Öğrenciden beklenen özellikle işin işaretinin doğru olarak belirtilmesidir. Final sınavı içinde yapılan bu uygulama için öğrencilere diğer sorular için verilen süreye ek olarak süre verilmiştir. Sonuçlar, Tablo 1'e göre değerlendirilmiştir.

Tablo 1. İş Kavramı ilgili teorik bilgiyi ve çizimi değerlendirmek üzere oluşturulan 5 aşamalı değerlendirme tablosu

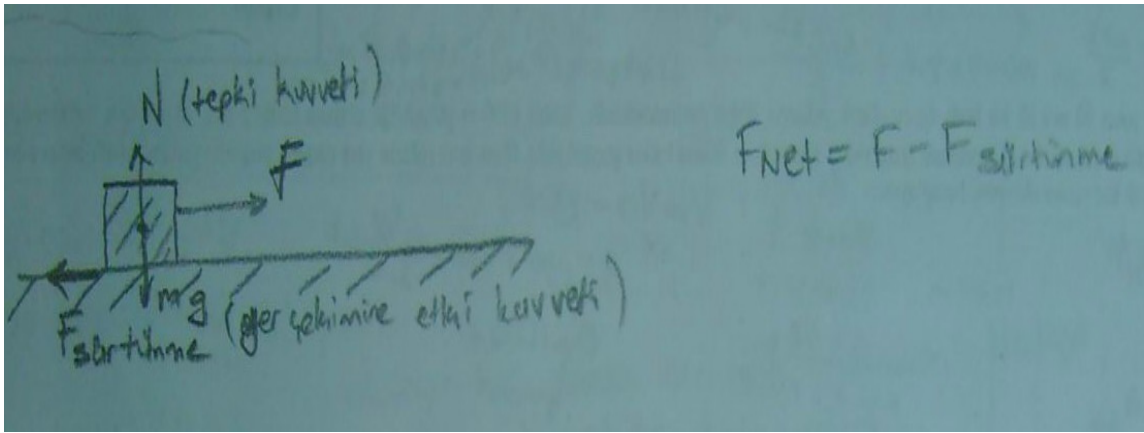
Seviye Düzeyi	Açıklama	İfade	Çizim
Seviye-1	Hiçbir ifade/çizim yok	y1	ç1
Seviye-2	Yanlış ya da soruyla ilgisiz ifade/çizim	y2	ç2
Seviye-3	Kısmen doğru ifade/çizim	y3	ç3
Seviye-4	Bazı eksiklikleri olan ifade/çizim	y4	ç4
Seviye-5	Tamamen doğru ve eksiksiz ifade/çizim	y5	ç5

3. Bulgular ve Tartışma

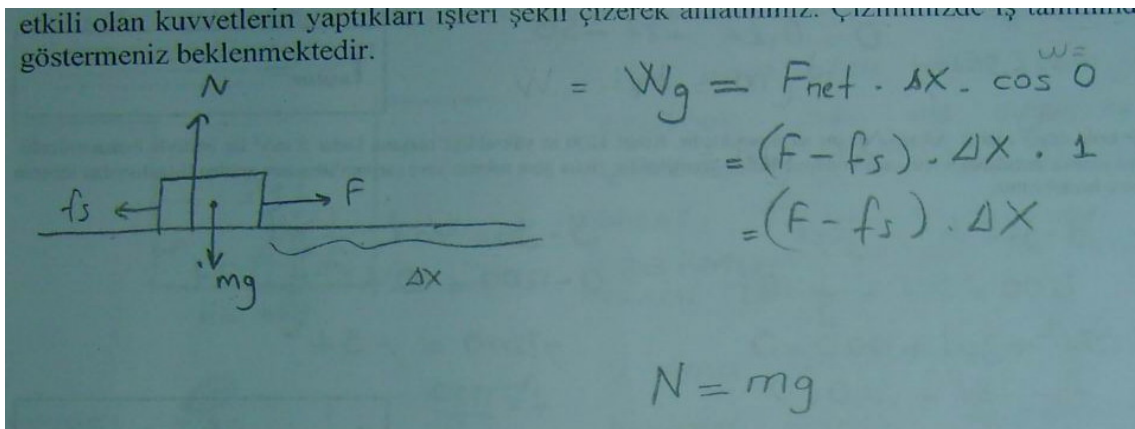
İş kavramı ile ilgili öğrencilerin ifade ve çizimleri analiz edilerek iş ve enerji ilgili bilgi düzeyleri ve kavram yanlışları ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Kavramların anlaşılma düzeyini ve yanlış anlamaları tespit etmede yaygın olarak kullanılan bu tür uygulamalar çoktan seçmelilere göre çok daha fazla bilgi sağlaması nedeniyle tercih edilmektedir (White ve Gunstone, 1992). İş kavramı ile bilgiyi ve çizimi değerlendirmek üzere 5 aşamalı değerlendirme tablosu oluşturulmuştur. Öğrencilerin negatif-pozitif iş ayrımı için verdiği teorik bilgi ve çizimleri seviye-1'den seviye-5 e kadar ölçeklendirilmiştir (Bartoszeck vd.,2008; Reiss ve Tunnicliffe, 2001). Bu seviyelere 1 ile 5 arasında puanlar verilmiştir. Ölçeklendirmede; Tablo 1'de görüldüğü gibi iş kavramına ait teorik bilgi verilmemiş ve çizilmemiş ise seviye-1, yanlış bilgi ve ilgisiz çizim ise seviye-2, verilen cevap içinde kısmen doğru bilgi ve çizim var ise seviye-3, doğru ama eksik bilgi ve çizim için seviye-4, tamamen doğru bilgi ve çizim için seviye-5 olarak gruplandırılmıştır. Seviyelere uygun olarak seçilmiş örnek çizimler Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'de görülmektedir.



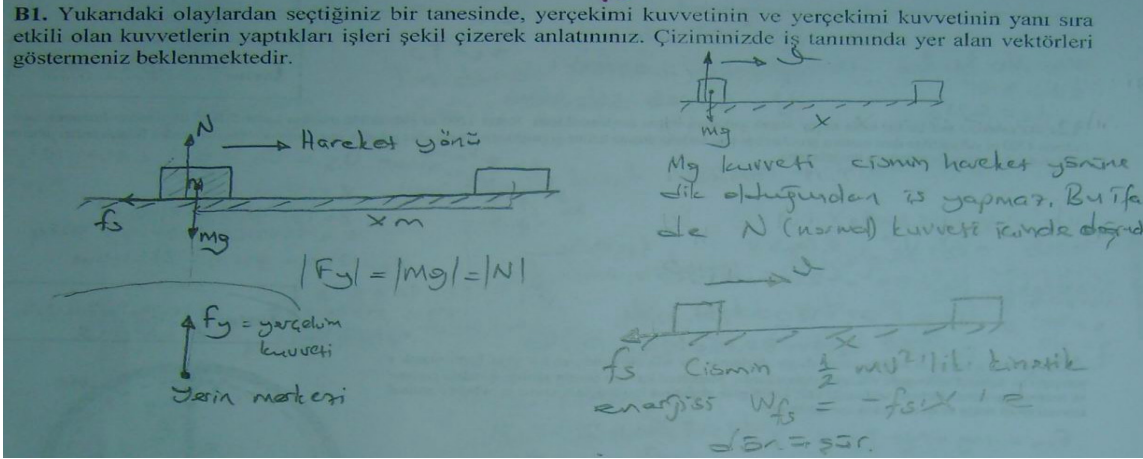
Şekil 1. Yanlış veya soruyla ilgisiz bir çizim örneği (ç2)



Şekil 2. Öğrencinin yetersiz bilgisini yansıtan çizim örneği (ç3).



Şekil 3. Öğrencinin bir kısmı eksik bilgisini gösteren çizim örneği (ç4)



Şekil 4. Öğrencinin doğruya yakın çizimi (ç5).

Öğrenci cevapları analiz edilerek Tablo 1.'de belirtilen seviyelere uygun şekilde yerleştirilmiştir. Seviye belirleme işleminden sonra, her bir kategori için öğrenci cevapları hesaplanmıştır (Tablo 2). Bu çalışma nitelik esasına dayalı olduğu için daha ileri istatistiksel yöntemler kullanılmamıştır.

Tablo 2. İş kavramı ile ilgili yazı ve çizimlerin seviye değerlendirme sonuçları

		Çizim					Toplam
		ç1	ç2	ç3	ç4	ç5	
Yazı	y1	1	4	2	1	0	8
	y2	0	24	8	3	0	35
	y3	0	11	37	25	3	76
	y4	0	1	9	31	5	46
	y5	0	1	8	13	13	35
	Toplam	1	41	64	73	21	200

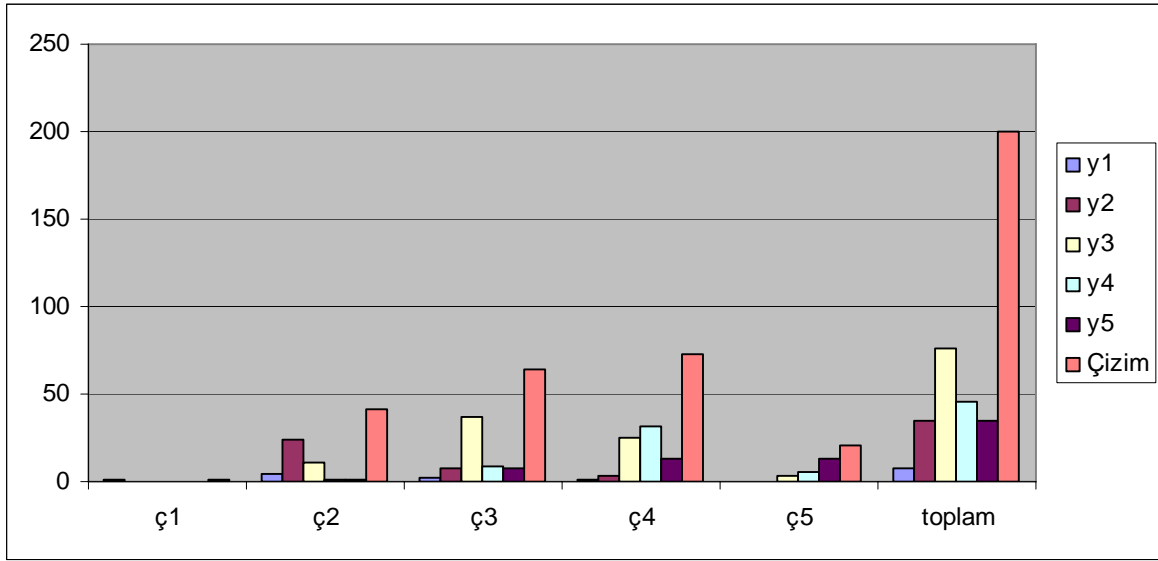
Tablo 2.'ye göre; çizimle ifade sorusunu boş bırakan 1 öğrenci aynı zamanda yazılı ifade bölümünü de boş bırakmıştır. Bu sonuçtan öğrencinin iş kavramını bilmiyorsa hem yazılı hem de çizimle ifade becerilerinin olmadığı ortaya çıkmaktadır.

Yazılı ifade sorusunu boş bırakan 8 öğrencinin 1'i aynı zamanda çizimle ifade bölümünü boş bırakmıştır. Çizimle ifade sorusunu ç2 seviyesinde cevaplayan 41 öğrenciden 24'ü aynı zamanda yazılı ifade bölümünü de y2 seviyesinde cevaplamıştır. Ancak bu öğrencilerin 11'i y3 ve 1'i de y4 ve 1'i de y5 seviyesinde başarı göstermişlerdir. Bu sonuç kısmen çizimle ifade başarıları yazılı ifade başarıları olarak başarılı olunabildiğini göstermektedir.

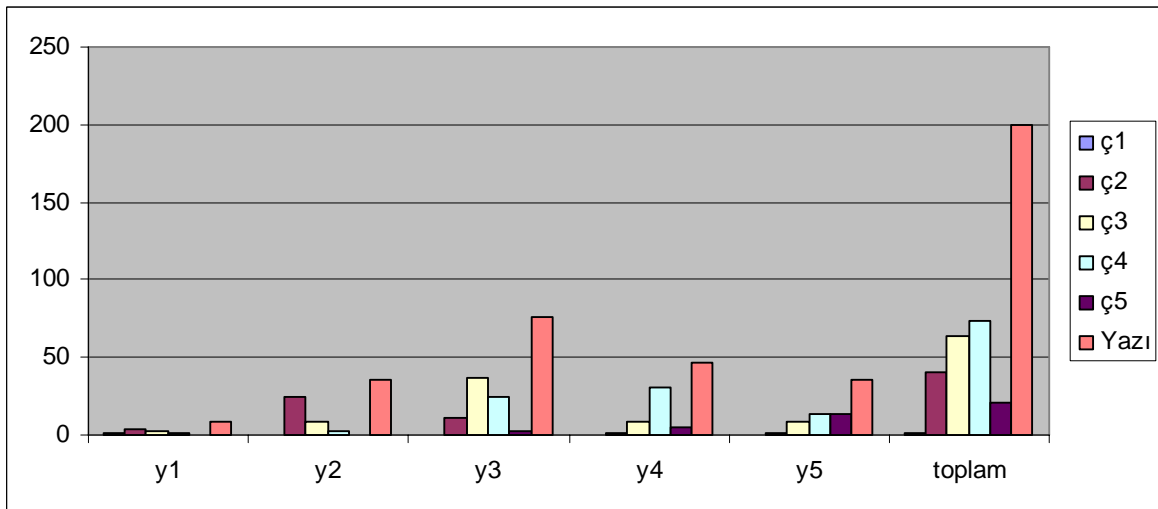
Çizimle ifade sorusunu ç3 seviyesinde cevaplayan 64 öğrenciden 37'si aynı zamanda yazılı ifade bölümünü de y3 seviyesinde cevaplamıştır. Ancak bu öğrencilerin 9'u yazılı ifade bölümünde y4 seviyesinde, 8'i de y5 seviyesinde başarı göstermişlerdir. Yazılı ifade sorusunu

y3 seviyesinde cevaplayan öğrenci sayısı toplam 76 olup y4 seviyesinde cevaplayan öğrenci sayısı ise toplam 46'dır. Buna karşılık, çizimle ifade bölümü ç4 seviyesinde 73 öğrenci cevaplamamıştır. Bu sonuçtan bir takım eksiklerle de olsa soruya doğruya yakın cevap verebilen öğrencilerin, bilgilerini çizerek ifade etmede daha istekli oldukları anlaşılmaktadır. y5 seviyesinde 35 ve ç5 seviyesinde 21 öğrenci belirlenmiştir. 200 öğrenciden hem yazılı hem de çizimle ifade seviyesi 5 olanlarının sayısı yalnızca 13'tür. Bu da pozitif-negatif iş ayrımı konusunda öğrencilerin zorlandıklarının başka bir göstergesidir.

Tablo 2.'ye uygun olarak, öğrencilerin her bir çizim seviyesi için yazılı ifade bölümünden hangi seviyede değerlendirildiğini belirten grafik Şekil 5 'te görülmektedir. Şekil 6 'da ise öncekini tersine her bir yazılı ifade seviyesi için çizim bölümündeki seviye dağılımları verilmektedir. Bu grafiklerden eş seviyelerin altında ve üstünde kalan farklı seviyeler gösterilmektedir.

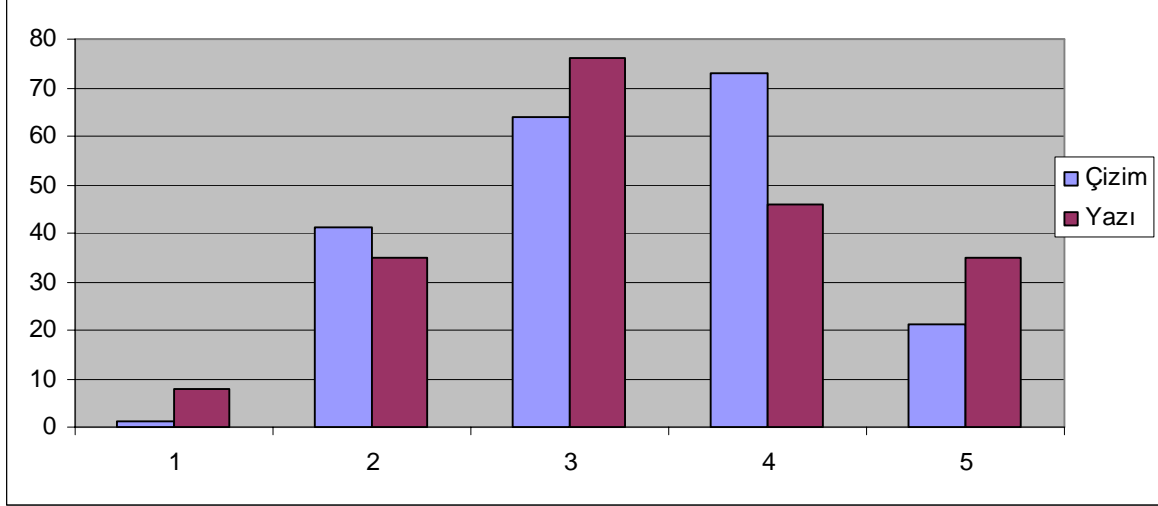


Şekil 5. Öğrencilerin çizim seviyelerinin yazı seviyelerine göre dağılımı



Şekil 6. Öğrencilerin yazı seviyelerinin çizim seviyelerine göre dağılımı

Şekil 7.'de yazılı ifade ve çizim seviyelerinin toplam sayıları gösterilmektedir. Gerek yazı, gerekse çizimle ifade bölümünde seviye-3'de değerlendirilen cevapların çoğunlukta olduğu belirlenmiştir. Cevaplardaki yanlışlıklara bakıldığında genel olarak öğrencilerin iş tanımında yer alan iki vektörü aynı anda net olarak ortaya koyamadıkları anlaşılmaktadır. Doğru vektörleri ortaya koyup doğru vektörel işlem yapma becerilerinin zayıf olduğu, çizimle yoluyla verdikleri ifadelerden görülebilmektedir.



Şekil 7. Öğrencilerin ifade (yazı) ve çizim seviyelerinin dağılımı

4. Sonuç

Geleneksel ders anlatımında, problem çözme becerisi fizik dersinin olmazsa olmazı olarak kabul edilmektedir. Bu durum küçümsenmemektedir. Fakat problem çözme becerisi beklemekten önce, belirli kavramların ve muhakeme becerilerinin geliştirilmesi gerekir. Bu ise, hareket ve kuvvetin grafik ve şekil yardımıyla gösterilmesi becerilerini içermektedir.

İş kavramının algılanması, ancak bir cisme etki eden bireysel kuvvetlerin ve cismin yaptığı yer değiştirmenin açıkça ayırt edilmesiyle beklenebilir. İş kavramının yer aldığı kullanılan herhangi bir problemde, adından bahsedilen kuvvet ve gerçekleşen yerdeğiştirme vektörlerinin açıkça gösterilmesi öğrencilerden istenerek, bu hususa verilen önemin altı ancak çizilebilir. Ele alınan bir olayda, cisme etki eden herhangi bir kuvvetin yapacağı işin, o cisme etki eden diğer kuvvetlere bağlı olmadığını vurgulamak gerekir.

Bu çalışmanın sonuçlarına bakıldığında, çizim metodunun öğrencilerin iş kavramında birtakım yanlışlarına sahip olduğundan emin olmak için önemli bir katkıda bulunduğu anlaşılmaktadır. İfade yoluyla yanlışın tam olarak nereden kaynaklandığı yeterince net görülememektedir. Böylece çizim metoduyla öğrencinin sahip olduğu bilginin niteliği kavram yanlışlığı araştırmacı tarafından daha net olarak tespit edilebilmektedir. Çalışmada elde edilen diğer bir sonuç öğrencilerin bilmediği bir kavram hakkında yazarak olduğu kadar çizerek de doğru ya da yanlış bir cevap vermeye çalışmasıdır. Bu durum öğrencinin sınav esnasında yöneltilen soruları mümkün olduğunca boş bırakmamaya çalışıp kısmen de olsa o sorudan puan alma beklentisi içinde olduğunu göstermektedir.

Kaynaklar

Abimbola, I. O., (1988). The Problem of Terminology in The Study of Students Conceptions in Science, *Science Education*, 72, 175–184.

Acar, B. ve Tarhan, L., (2008). Effects of Cooperative Learning on Students' Understanding of Metallic Bonding. *Research in Science Education*, 38, 401–420

Adam, M., and Bruce, B. (1980). Background Knowledge and Reading Comprehension. Urbana II: Center for the Study of Reading, University of Illinois at Urbana-Champaign.

Arons, A., (1981). Thinking, Reasoning and Understanding in Introductory Physics Courses, *March*, 66-172.

Atasoy, B., (2004). Fen ve Teknoloji Öğretimi, Asil Yayın Dağıtım, Ankara.

Ayas, A., (2006). Kavram Öğrenimi, Fen ve Teknoloji Öğretimi (Edt: S. Çepni). Pegema Yayıncılık, Ankara.

Ayas, A. ve Özmen, H., (2002). Lise Kimya Öğrencilerinin Maddenin Tanecikli Yapısı Kavramını Anlama Seviyelerine İlişkin Bir Çalışma, *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 19(2), 45-60.

Bartoszeck, A. B. , Machado, D.Z. ve Amann-Gainotti, M., (2008). Representations of Internal Body Image: A Study of Preadolescents and Adolescent Students in Araucaria, Paraná, Brazil, *Ciências & Cognição*, 13(2), 139-159.

Büyükkasap, E. ve Samancı, O., (1998). İlköğretim Öğrencilerinin Işık Hakkındaki Yanlış Kavramları, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 4(5), 109-120.

Can, Ş. ve Mansur, H., (2004). Fen Bilgisi Öğretmenliği ve Sınıf Öğretmenliği Öğrencilerinin Kimyasal Bağlar Konusundaki Kavramsal Yanılgıları, *İ.Ü Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(8).

Cleminson, A., (1990). Establishing and Epistemological Base for Science Teaching in The Light of Contemporary Nations of The Nature of Science and of How Children Learn Science, *Journal of Research in Science Teaching*, 27(5), 429-445.

Ekiz, D. ve Akbaş, Y. (2005). İlköğretim 6.Sınıf Öğrencilerinin Astronomi ile İlgili Anlama Düzeyi ve Kavram Yanılgıları, *Milli Eğitim Üç Aylık Eğitim ve Sosyal Bilimler Dergisi*, 32(165), 61-78.

Ertekin, E. ve Sulak, H., (2004). Denklem Kurmadaki Hata ve Yanılgıların Teşhisi ve Alınması Gereken Tedbirler, *Selçuk Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 163-170.

Eryılmaz, A. ve Tatlı, A., (1999). ODTÜ Öğrencilerinin Mekanik Konusundaki Kavram Yanılgıları. III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu. 23-25 Eylül 1998, KTÜ, Trabzon, M.E.B. ÖYGM, 103-108.

Halloun, I. A. and Hestenes, D. (1985). Common Sense Concepts About Motion, American Journal of Physics, 53(11), 1056-1065.

Hançer, A. H., 2007, Fen Eğitiminde Yapılandırmacı Yaklaşımın Dayalı Bilgisayar Destekli Öğrenmenin Kavram Yanılgıları Üzerine Etkisi C.Ü. Sosyal Bilimler Dergisi, 31(1), 69-81

Kara, İ., Erduran Avcı D. ve Çekbaş Y., 2009, Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Isık Kavramı ile İlgili Bilgi Düzeylerinin Araştırılması, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 8(16), 46-57

Koray, Ö. ve Bal, Ş., (2002), Fen Öğretiminde Kavram Yanılgıları ve Kavramsal Değişim Stratejisi, G.Ü. Kastamonu Eğitim Fakültesi Dergisi, 10(1), 83-90.

Koray, Ö. ve Tatar, N., (2003). İlköğretim Öğrencilerinin Kütle ve Ağırlık ile İlgili Kavram Yanılgıları ve Bu Yanılgıların 6.,7. ve 8. Sınıf Düzeylerine Göre Dağılımı, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 13, 187-198.

Krishnan, S. R. and Howe, A. C. (1994). The Mole Concept: Developing An Instrument To Assess Conceptual Understanding, Journal of Chemical Education, 71(8), 653-655.

Meyer, D. K., (1993). Recognizing and Changing Students' Misconceptions, An Instructional Perspective, College Teaching, 41(3), 104-109.

Mustafa, K., Uygur, K., ve Rahmi, Y., (2003). Lise 3. Sınıf Öğrencilerinin Işık ve Optik ile İlgili Anlamakta Güçlük Çektikleri Kavramların Tespiti ve Sebepleri, Milli Eğitim Dergisi, 158.

Osborne, R., Cosgrove, M., ve Schollum, B., (1982). Chemistry and The Learning in Science Project. Chemistry in New Zealand, 10, 104-106.

Pearsall, R. N., Skipper, J. E. J. and Mintzes, J. (1997). Knowledge Restructuring in The Life Sciences: Alongitudinal Study of Conceptual Change in Biology, Science Education, 81, 193-215.

Pines, A. L. and West, L. H. T., (1986). Conceptual Understanding and Science Learning: An Interpretation of Research Within A Sources of Knowledge Framework, Science Education, 70(5), 583-604.

Reiss, M.J. ve Tunnicliffe, S.D., (2001). Research in Science Education-Past, Present, and Future. Hingham, Ma, Usa: Kluwer Academic Publishers, 101.

Rennie, L. J. ve Jarvis, T., (1995). Childrens Choice of Drawings To Communicate Their Ideas About Technology. *Research in Science Education*, 25(3), 239-252.

Rowel, A.J., Dawson, C.J. and Harry, L., (1990). Changing Misconceptions: A Challenge To Science Education, *International Journal of Science Education*, 12(2), 167-175.

Şahin, Ç., İpek, H ve Ayas, A., (2008). Student Understanding of Light Concept Primary Schools: A Cross-Age Study. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 9(1), Art:7

Watts, M. and Pope, M., (1989). Thinking About Thinking. *Learning About Learning: Constructivisim in Physics Education*, *Physics Education*, 24, 326-330.

Wessel, W., (1999). Knowledge Construction in High School Physics: A Student Teacher Interactio, *Saskatchewan School Trustees Association Research Center Report*.

White, R.T. ve Gunstone, R. F., (1992). *Probing Understanding*, The Falmer Press, London.