

ÖĞRENCİLERİN NEWTON KANUNLARI BİLGİLERİNİN YAZI VE ÇİZİM METODUYLA KARŞILAŞTIRILMASI

Mehmet UZUNKAVAK *

Özet

Newton mekaniğinin merkezindeki kavram kuvvettir. Dolayısıyla, bu konu üzerinde öğrencilerin inançlarını ortaya çıkaracak yöntemleri ve bu inançların Newton kavramının birçok boyutuyla nasıl karşılaştırılacağını belirlemek gerekir. Bu çalışmanın amacı, öğrencilerin Newton kanunları hakkındaki temel bilgilerini yazılı ifade ve çizim yöntemiyle ortaya çıkarıp kavram yanlışları düzeylerini karşılaştırmaktır. Bu çalışmaya, SDÜ Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü'ne devam eden toplam 138 öğrenci katılmıştır. Öğrencilerden Newton kanunları hakkında bildiklerini hem yazılı hem de çizimle ifade etmeleri istenmiştir. Öğrencilerin bu konudaki bilgilerini özgürce ifade edebilmelerini sağlamak için herhangi bir kalıp sınırlaması yapılmamış, her türlü çizim ve anlatımın uygulanabileceği belirtilmiştir. 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: Newton Kanunları, Kuvvet Kavramı, Çizim Metodu

COMPARISON OF STUDENTS' KNOWLEDGE ABOUT NEWTON'S LAWS BY WRITING AND DRAWING METHOD

Abstract

As the basic concept in Newtonian mechanics is force, it is necessary to determine methods to reveal student beliefs and compare these beliefs with many dimensions of the Newtonian concept. Purpose of this study is to determine basic knowledge of students about Newton's Laws of motion using drawing method and compare misconception levels between written and drawn expressions. 138 students attending to Construction Education Department 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 Newton's Laws of Motion. There were no pattern constraints to the way they use in their expressions in order to let them consider freely. 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 an effective way of revealing basic comprehension levels and misconceptions.

Keywords: Newton's Laws, Force Concept, Drawing Method

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

1. Giriş

Etkili bir fen ve fizik eğitimi bilgiyi ezberlemek yerine kavramlar düzeyinde anlamlı öğrenilmesiyle mümkün olabilir. 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).

Öğrencilerde yanlış kavramların oluşma biçimlerini ortaya çıkaran araştırmalar literatürde bulunabilir (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 kavramların 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, o 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 karşılaşılır. Bu konuda yaygın olan zorluğun altında bir takım engeller ve kavram yanlışları yatmaktadır (Arons, 1981).

(Hestenes ve Wells, 1992)’e göre, özellikle hareket ve kuvvetle ilgili genel yargı inançlarının, birçok yönden Newton kavramlarıyla uyumsuzluk içinde olduğu, bu inançlarda geleneksel fizik dersi anlatımının kısmi değişiklikler sağladığı ve bu sonucun öğretmenden ve ders anlatımı modelinden bağımsız olduğu ortaya konulmuştur. Öğrenciler birçok temel Newton kavramlarını öğrenmediklerinden, dersteki birçok konuyu algılamada başarısız olmaktadır.

Ayrı ayrı parçaları doğrudan ezberleyerek konuyu anlamaya zorlanmaktadırlar. Başarılı olan birkaçı ise, kendi imkânlarıyla dersin ve öğretmenin bir takım fırsatları vermesiyle o hale gelmişlerdir. Bu karamsar tablo, kendisini bu işe adanmış ve yeterli birçok fizik öğretmeni için genelleme kastı taşımamaktadır. Ancak, etkin ders anlatımının, kendini adama ve konuyu bilmeden daha çok gerekli olduğunu söylenmektedir. Öğrencinin nasıl düşündüğü ve anladığı hakkında teknik bilgiye de gerek duyulmaktadır. Buradaki amaç, öğretmenlere bu teknik bilginin bir kısmını ve öğrencilerinin genel yargı inanışlarını belirleyip ortaya koymaları için bir vasıta sağlamaktadır. Bunun ortaya bir fark koyması avantaj, fakat çabuk düzelmeler sağlamaması dezavantajdır.

Newton mekaniğinin merkezindeki kavram “kuvvet”tir. Dolayısıyla, bu konu üzerinde öğrencilerin inançlarını ortaya çıkaracak yöntemler ve bu inançların Newton kavramının birçok boyutuyla nasıl karşılaştırılacağını 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 sayısınca 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 ilişkilendirilmede zorluk yaşadıkları vurgulanmıştır (Kara vd., 2009).

Bu çalışmada Newton mekaniğinin merkezindeki “kuvvet” kavramı ile ilgili öğrencilerin algı durumlarını ortaya çıkarmak ve bu algılayışların Newton kavramlarının birçok boyutuyla nasıl ilişkilendirileceğini belirlemek amaçlanmıştır.

2. Yöntem

Bu araştırmaya, Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü’ne devam eden, 37 Yapı Tasarımı Öğretmenliği, 46 Yapı Öğretmenliği 1. öğretim, 55 Yapı Öğretmenliği 2. öğretim olmak üzere toplam 138 öğrenci katılmıştır. Araştırmada 1. Sınıf Fizik dersinde işlenen Newton Kanunları konusu ele alınmıştır. Veri toplamada kullanılan soru, yılsonu sınavında sorulan 5 sorudan biri olarak sorulmuştur. Bu sayede öğrencilerin sorular üzerinde daha ciddi düşünecekleri varsayılmıştır.

Araştırmada öğrencilere, “Newton’un hareket kanunlarını hakkında bildiklerinizi yazıyla anlatınız” ve “Newton’un hareket kanunlarını hakkında bildiklerinizi çizerek anlatınız” şeklinde iki soru yöneltilmiştir. Öğrencilerin bu konudaki bilgilerini özgürce ifade

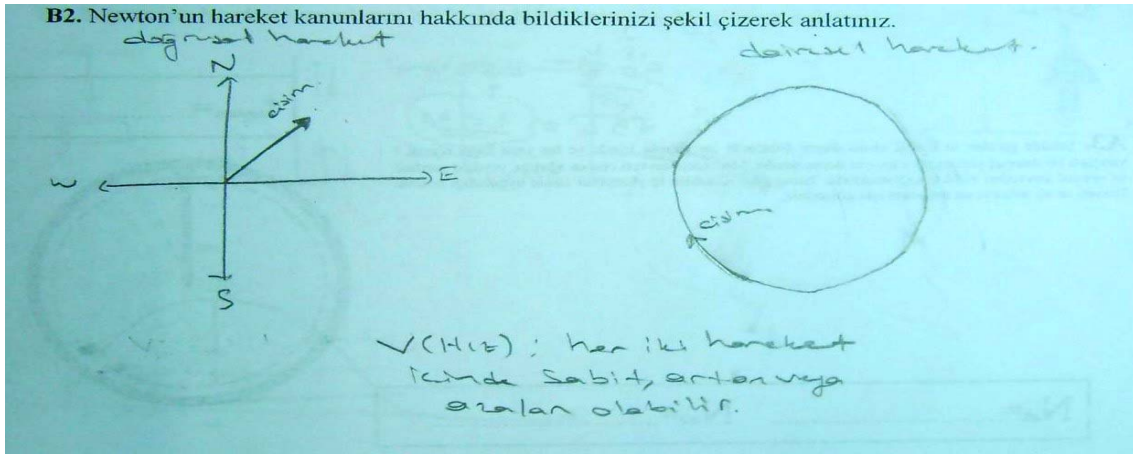
edebilmelerini sağlamak için herhangi bir sınırlandırma yapılmamış, her türlü çizim ve anlatımın uygulanabileceği belirtilmiştir. Bu sorular Newton mekaniğinin merkezindeki kavram olan “kuvvet” algılamaları ile ilgilidir. Dolayısıyla, bu konu üzerinde öğrencilerin inançlarını ortaya çıkarmaya ve bu inançların Newton kavramının birçok boyutuyla nasıl karşılaştırılacağını belirlemeye yardım edecektir. Final sınavı içinde yapılan bu uygulama için öğrencilere diğer sorular için verilen süreye ek olarak ayrıca süre verilmiştir. Sonuçlar, Tablo 1’e göre değerlendirilmiştir.

Tablo 1. Newton Kanunlarıyla 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

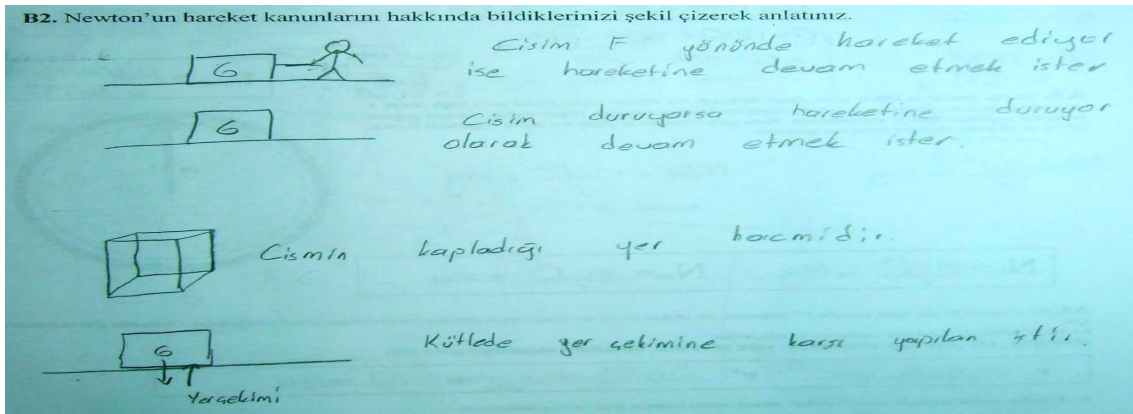
Newton kanunları ile ilgili öğrencilerin ifade ve çizimleri analiz edilerek “kuvvet” kavramı ile ilgili bilgi düzeyleri ve kavram yanlışları ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Kavramların anlaşılma düzeyini ve yanlış anlamaları tespit etmede yaygın olarak kullanılan bu tür uygulamalar çoktan seçmelilere göre çok daha fazla bilgi sağlaması nedeniyle tercih edilmektedir (White ve Gunstone, 1992). Newton kanunları ile bilgiyi ve çizimi değerlendirmek üzere 5 aşamalı değerlendirme tablosu oluşturulmuştur. Öğrencilerin Newton kanunları 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.



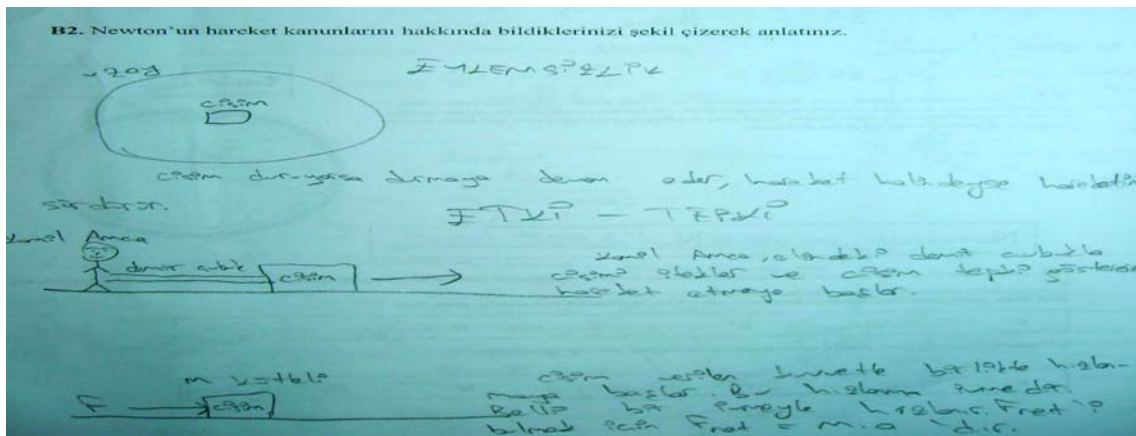
Şekil 1. Yanlış veya soruyla ilgisiz bir çizim örneği (ç2)

Ölçeklendirmede; Tablo 1’de görüldüğü gibi Newton kanunlarına 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.

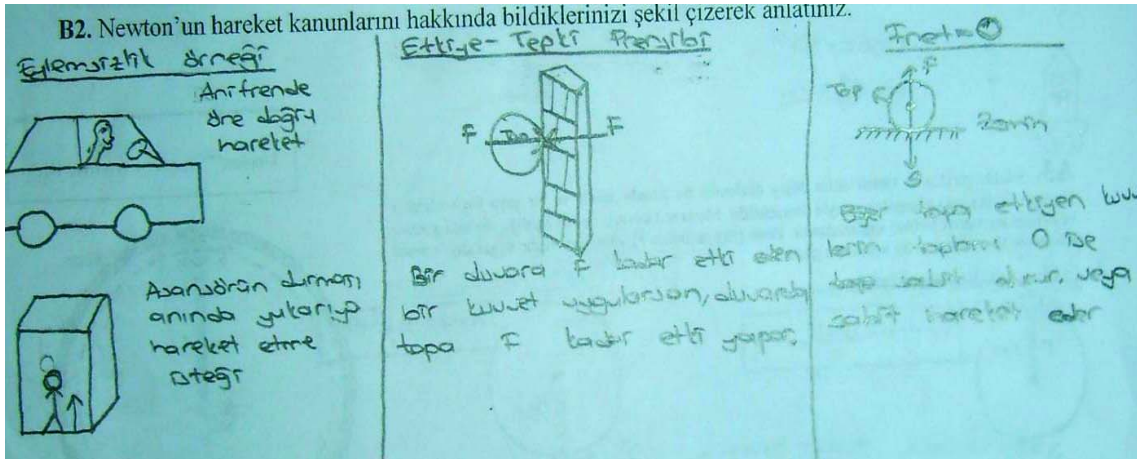
Öğrenciler çoğunlukla “etkileşim” terimini bir “çatışma terimi” olarak algılamaktadırlar. Bir etkileşimi “karşı karşıya olan kuvvetler arasında bir mücadele” olarak görmektedirler. Bu terimden “zaferin daha güçlü olana ait” olması anlamı çıkmaktadır. Bu sebeple, öğrenciler Newton’un üçüncü kanununu mantıksız bulmaktadırlar. Bir karşı karşıya gelme durumunda, “daha kuvvetli” olan daha büyük kuvvet uygular. “daha kuvvetli” bir genel yargı kavramı olduğu gibi, “daha büyük”, “daha büyük kütle” ya da “daha aktif” anlamına gelebilir. Yani, daha fazla kütle daha büyük kuvvet ve en aktif aracı en büyük kuvveti sağlar (Hestenes, 1992).



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. Newton Kanunları ile ilgili yazı ve çizimlerin seviye değerlendirme sonuçları

		Çizim					Toplam
		ç1	ç2	ç3	ç4	ç5	
Yazı	y1	11	3	2	0	0	16
	y2	5	33	7	2	0	47
	y3	1	7	21	9	0	38
	y4	1	4	22	5	2	34
	y5	0	0	0	2	1	3
	Toplam	18	47	52	18	3	138

Tablo 2.'ye göre; çizimle ifade sorusunu boş bırakan 18 öğrenciden 11'i aynı zamanda yazılı ifade bölümünü de boş bırakmıştır. Bunun yanında yazı ifadeye y2 seviyesinde 5, y3 ve y2 de

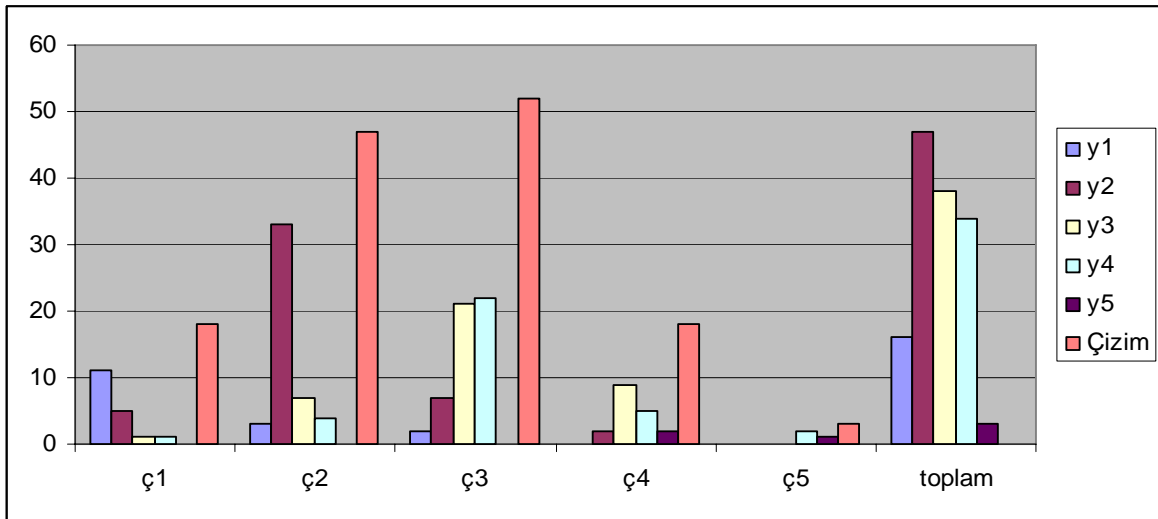
1'er öğrenci cevap vermiştir. Bu sonuçlardan öğrencilerin Newton kanunlarını bilmiyorsa çoğunlukla hem yazılı hem de çizimle ifade becerilerinin olmadığı ortaya çıkmaktadır.

Yazılı ifade sorusunu boş bırakan 16 öğrencinin 11'i aynı zamanda çizimle ifade bölümünü boş bırakmıştır. Geriye kalan 5 öğrenciden 3'ü y2 ve 2'si de y3 seviyesinde cevap vermiş olup bu durum önceki paragraftaki sonuçla uyum göstermektedir.

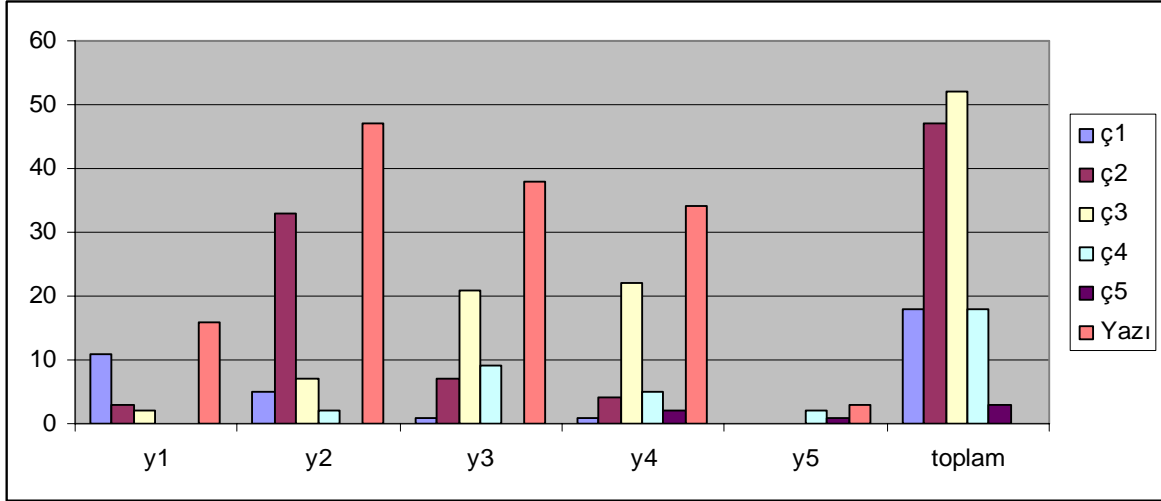
Çizimle ifade sorusunu ç2 seviyesinde cevaplayan 47 öğrenciden 33'ü aynı zamanda yazılı ifade bölümünü de y2 seviyesinde cevaplamıştır. Ancak bu öğrencilerin 7'si y3 ve 4'ü de y4 seviyesinde başarı göstermişlerdir. Bu sonuç kısmen, çizimle ifade başarısız olup yazılı ifade göreceli olarak başarılı olunabildiğini göstermektedir. Benzeri bir zıtlık yazılı ifade sorusunu y2 seviyesinde cevaplayan 7 tane ç3 ve 2 tane ç4 seviyesinde de görülmektedir.

Çizimle ifade sorusunu ç3 seviyesinde cevaplayan 52 öğrenciden 21'i aynı zamanda yazılı ifade bölümünü de y3 seviyesinde cevaplamıştır. Ancak bu öğrencilerin 22'si yazılı ifade bölümünde y4 seviyesinde başarı göstermişlerdir. Yazılı ifade sorusunu y3 seviyesinde cevaplayan öğrenci sayısı toplam 38 olup y4 seviyesinde cevaplayan öğrenci sayısı ise toplam 34'tür. Oysa çizimle ifade bölümü ç4 seviyesinde 18 öğrenci cevaplamıştır. Bu sonuçtan, öğrencilerin bir takım eksikliklerle de olsa, yazılı ifade becerisinin çizimle ifadeden daha yüksek olduğu görülmektedir.

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 öncekinin tersine her bir yazılı ifade seviyesi için çizim bölümündeki seviye dağılımları verilmektedir. Bu grafiklerden eş seviyelerin altında ve üstünde kalan farklı seviyeler görülebilmektedir.



Şekil 5. Öğrencilerin çizim seviyelerinin yazı seviyelerine göre dağılımı

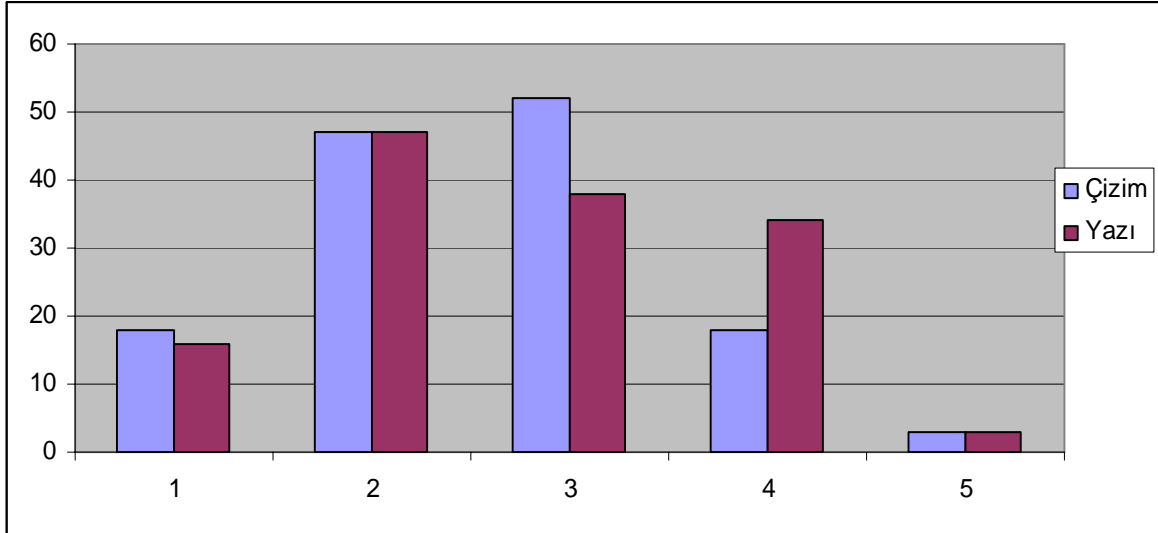


Şekil 6. Öğrencilerin yazı seviyelerinin çizim seviyelerine göre dağılımı

Çizimle ifade sorusunu ç4 seviyesinde cevaplayan 34 öğrenciden 5'i aynı zamanda yazılı ifade bölümünü de y4 seviyesinde cevaplamıştır. Fakat bu 34 öğrenciden 22'sinin çizimle ifade başarısı ç3 olup yazıya göre daha düşüktür.

Son olarak y5 ve ç5 seviyesinde 3'er öğrenci cevaplamıştır. Bu sonuca göre, öğrenci Newton Kanunlarını çok iyi biliyorsa bu bilgisini hem yazılı hem de çizimle ifade etmede bir farklılık göstermemektedir. Yazılı ifadede y4 seviyesinde başarılı olan öğrencilerin çizim başarılarının düşük olması ve ç3 seviyesindeki öğrencilerin y3'den daha yüksek olması öğrencilerin Newton Kanunlarını kavramsallaştırmak yerine ezberleme yoluna gittiklerini de ortaya çıkarmıştır. y2 ve ç2 seviyelerinin toplam 94 olması ise öğrencilerin bir sınav psikolojisi içinde olduklarında soruyu yanlış veya ilgisiz de olsa boş bırakmamayı tercih ettiklerini göstermektedir.

Şekil 7 'de yazılı ifade ve çizim seviyelerinin toplam sayıları gösterilmektedir. Gerek yazı, gerekse çizimle ifade bölümünde seviye-3'de değerlendirilen cevaplarda diğer seviyelere göre daha çok kavram yanlışları gözlenmektedir. Bu kavram yanlışları (Kara, 2007) tarafından listelenen kavram yanlışlarına uygunluk göstermekle birlikte, dağılımları bu çalışmada ele alınmamaktadır.



Şekil 7. Öğrencileri ifadelerinde 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 (Hestenes ve Wells, 1992). Newton'un hareket kanunlarının algılanması, ancak bir cisme etki eden bireysel kuvvetlerin açıkça ayırt edilmesiyle beklenebilir. Newton kanunlarının kullanıldığı herhangi bir problemde, serbest cisim diyagramının açıkça gösterilmesi öğrencilerden istenerek, bu hususa verilen önemin altı ancak çizilebilir (Peters, 1982).

Kavram yanlışları ancak yerlerine konulabilecek daha iyi bir şeyler (yani Newton kavramları) bulunabilirse o zaman aşılabilir. Bu bağlamda, öğrencinin kavram yanlışları Newton kavramlarıyla çatışması halinde ortaya çıkarılır ve giderilir (Hestenes ve Wells, 1992).

Öğrencilerin kavram yanlışlarına sahip olduğundan emin olmak için çizim metodunun önemli bir katkıda bulunduğu bu çalışmanın sonuçlarına bakıldığında anlaşılmaktadır. Böylece çizim metoduyla öğrencinin sahip olduğu bilginin niteliği kavram yanlışları araştırmacısı 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 Yaklaşımaya Dayalı Bilgisayar Destekli Öğrenmenin Kavram Yanılgıları Üzerine Etkisi C.Ü. Sosyal Bilimler Dergisi, 31(1), 69-81.

Hestenes, D. and Wells, M., (1992). A Mechanics Baseline Test, *The Physics Teacher*, 30, pp. 159-1162.

Hestenes, D. and Wells, M., (1992). Force Concept Inventory, *The Physics Teacher*, 30, pp. 141-158.

Kara, İ., (2007). Revelation of General Knowledge and Misconceptions about Newton's Motion by Drawing Method. *World Applied Sciences Journal*, 2, 770-778.

Kara, İ., Erduran A. 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.

Krishman, 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.

Peters, P. C., (1982). Even Honors Students Have Conceptual Difficulties with Physics, *American Journal of Physics*, 50(6), 501-508.

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: Constructivism 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.