

BİLGİSAYAR DESTEKLİ FİZİK ETKİNLİKLERİNİN ÖĞRENCİ KAZANIMLARINA ETKİSİ: BASİT HARMONİK HAREKET ÖRNEĞİ

Orhan KARAMUSTAFAOĞLU

orseka@yahoo.com

Yrd.Doç. Dr., OMÜ, Amasya Eğitim Fakültesi, Bilgisayar ve Öğretim Tek. Eğ. Böl. AMASYA

Miraç AYDIN

miracaydin@hotmail.com

Arş. Gör., KTÜ, Fatih Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, TRABZON

Haluk ÖZMEN

hozmen@ktu.edu.tr

Yrd.Doç. Dr., KTÜ, Fatih Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, TRABZON

ÖZET

Bu çalışmada, ‘Basit Harmonik Hareket’ konusuna ilişkin fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal öğrenmeleri üzerindeki etkisini belirlemek ve bu konunun öğretiminde, Interactive-Physics Programı yardımıyla araştırmacılar tarafından geliştirilen bir yazılımın simülasyon uygulamaları gerçekleştirilerek yürütülen Bilgisayar Destekli Öğretim ile geleneksel öğretim yöntemlerinin öğretmen adaylarının başarısına olan etkisini karşılaştırmak amaçlanmıştır. Deneysel yöntemle yürütülen araştırmanın örneklemini, KTÜ Fen Bilgisi Öğretmenliği programında öğrenim gören 50 birinci sınıf öğrencisidir. Çalışmada veriler, örneklemden rastgele atama yoluyla seçilen 25 deney grubu öğrencisi ve 25 kontrol grubu öğrencisine sunulan çalışmaya yönelik geliştirilmiş testin ön ve son uygulamalarından elde edilmiştir. Örneklem üzerinde gerçekleştirilen öğretimler sonrası yapılan bağımsız t-testi sonuçlarına göre, deney grubuna uygulanan dinamik sistemli simülasyon programıyla gerçekleştirilen öğretimin, kontrol grubuna uygulanan geleneksel yöntemlerle yürütülen öğretime oranla daha başarılı olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak, kontrol grubunun daha büyük bir yüzdeyle test sorularına yanlış cevap verdikleri, ‘Sarkaç salınımının en alt noktasında ivmeli hareket yapar’ ve ‘Harmonik salınımlar sonsuza kadar devam eder’ şeklinde öğrencilerde bazı kavram yanılgıları tespit edilmiştir. Çalışma sonunda, BDÖ ile öğrenmenin daha etkili olduğuna araştırma sonuçlarına dayalı olarak vurgu yapılarak ilgililere gerekli öneriler sunulmuştur.

ABSTRACT

In this study it is aimed to compare the effect of Computer Aided Teaching realised from the simulations of a software developed by the researchers for the Interactive-Physics Programme and Traditional Teaching methods on the success of the science prospective teachers and, to determine the effect of their concept learning on Simple Harmonical Motion. The sample of the research carried through an experimental method is 50 first-year students attending to KTU Science Education Department. The data in the study were obtained from pre and post applications of the developed test applied to the 25 control and 25 experimental group of students chosen randomly. Related to the independent t-test results realized after the teachings on the sample, it is clearly observed that the teaching realized through simulation program with dynamic system applied on the experimental group is more successful than the teaching carried out with a traditional method applied on the control group. However, It is found out that the control group gave wrong answers with a great percentage and these wrong answers are the examples accepted as misconceptions such as “The pendulum makes an accelerated movement at the lowest level of the oscilation” and “Harmonic oscillations continue up to infinity”. At the end of the study some necessary recommendations are proposed to the authorities based on the results of the research which show that the learning is more effective with CAT (Computer Aided Teaching).

GİRİŞ

Tüm dünyada olduğu gibi, ülkemizde de geleneksel olarak tanımlanan ve genellikle öğretmenin aktifliğine dayanan ve öğrenciye kendi öğrenmelerini kendisinin gerçekleştirilmesi olanağını verme konusunda yetersiz kalan öğretim yöntemleri yerine, öğrenciyi merkeze alan yöntemlerin kullanılması gerektiği geniş ölçüde kabul görmektedir. Öğrencilerin bireysel yeteneklerini, zekasını ve yaratıcı düşünme becerilerini ortaya çıkarmak ancak bu tür yöntemlerle mümkün olabilmektedir (Alkan, 1995).

Bilgi ve iletişim teknolojisinin çok hızlı bir şekilde ilerlemesi bu teknolojik olanaklardan okul ve sınıf ortamında da yararlanılmasını kaçınılmaz bir duruma getirmektedir. Öğrenme ortamlarında teknoloji kullanımı öğrencilere daha zengin öğrenme durumları sunmakta, ilgi uyandırmakta, öğrenciyi merkeze almakta ve motivasyonlarının artmasını sağlamaktadır. Bu yönüyle teknoloji kullanımı öğrenme-öğretme sürecinde önemli rol oynamaktadır (İşman ve diğ., 2002). Teknolojideki gelişmelere paralel olarak özellikle bilgisayarlar; canlandırma, benzeşim

gibi görsel ve işitsel materyaller geliştirmek amacıyla eğitim ortamlarında kullanılmaya başlanmış ve bunun sonucu olarak *Bilgisayar Destekli Öğretim* kavramı ortaya çıkmıştır. Bilgisayarlardan sınıf ortamında ders içeriklerini doğrudan sunma, başka yöntemlerle öğretilenleri tekrar etme, problem çözme, çeşitli alıştırmalar yapma gibi etkinliklerde öğretim aracı olarak faydalanılmasına Bilgisayar Destekli Öğretim (BDÖ) adı verilmektedir (Özmen, 2004; Yalın, 2002). BDÖ, bilgisayarın öğrenme ortamında öğretmene yardımcı bir araç olarak kullanıldığı, öğretim sürecini ve öğrenci motivasyonunu güçlendiren, öğrencinin kendi öğrenme hızına göre öğrenmesine olanak sunan, kendi kendine öğrenme bir başka deyişle interaktif öğrenme ilkelerinin bilgisayar teknolojisi ile birleştirilmesinden oluşmuş bir öğretim yöntemidir (Şahin ve Yıldırım, 1999). Harwood ve McMahon (1997) anlaşılmasında güçlük çekilen kavramların öğretiminde ve anlamlı öğrenmenin gerçekleştirilmesinde, öğrencilerin görsel ve düşünsel yapılarını harekete geçirecek multimedya destekli öğretim etkinliklerinin geliştirilerek kullanılmasının öğrencilerin başarılarını olumlu yönde etkilediğini belirtmektedirler. İlgili alanda yürütülen ulusal ve uluslararası bir çok çalışmada da BDÖ'nün geleneksel öğretim yöntemleriyle gerçekleştirilen öğretime oranla daha başarılı olduğu vurgulanmaktadır (Ayvacı, Özsevgeç ve Aydın, 2004; Özmen ve Kolomuç, 2004; Yiğit ve Akdeniz, 2003; Chang, 2002; Jimoyiannis & Komis, 2001; Hacker & Sova, 1998; Yalçınalp, Geban & Özkan, 1995).

BDÖ uygulamalarında bilgisayar destekli yazılımlardan yararlanarak, özellikle soyut kavramlarla ilgili simülasyonların ve öğrencilerin interaktif olarak öğrenme sürecine katılımlarına olanak sağlayan animasyonların kullanılması, öğrencilerin anlamakta güçlük çektikleri kavramları zihinlerinde daha kolay yapılandırılmaları sağlanabilmektedir. Ancak, simülasyon uygulamalarında bazı parametrelerin değiştirilip sonuçlarının hemen görülmesinin animasyonlara göre daha avantajlı olduğu da bilinmektedir (Demirci, 2003). Bu bağlamda, doğru hazırlanmış simülasyonlar ve simülasyon tabanlı alıştırmalar genelde öğrencinin gerçek reaksiyonlarını kolayca açığa vurmasını sağlayarak öğrenmenin hızını artırır (URL-1, 2005). İşman ve diğ. (2002) “öğrencilere sunulan karmaşık bilgiler teknoloji yardımıyla sadeleştirilmekte, öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmeleri imkan sağlanmaktadır. Örneğin hayati tehlikesi olan deneyler simülasyonlar yardımıyla bilgisayar ortamında hazırlanarak öğrencilerin deney düzeneklerini görmeleri ve deneyi kendilerinin yapmaları ve sonuçları gözleyerek öğrenmeleri sağlanmaktadır” şeklindeki ifadeleri simülasyonla gerçekleştirilecek BDÖ'yü destekler niteliktedir. Bunlara ek olarak simülasyonların, öğrencilerin yapılması zor ya da mümkün olmayan deneyleri, sistemi aktif olarak kullanarak yapabilmelerini sağlamanın yanında parasal, zaman, güvenlik ve motivasyon gibi yönlerden de avantaj sağladığı bilinmektedir (Rodrigues, 1997; Tekdal, 2002). Simülasyon modelleri çalışma sistemlerine göre genel olarak statik ve dinamik olmak üzere iki grupta toplanmaktadır. Statik sistemlerin en belirgin özelliği, zamandan bağımsız olmalarıdır. Diğer taraftan değişkenlerin zamanın bir fonksiyonu olarak değiştiği dinamik sistemler, çoğunlukla birinci dereceden diferansiyel denklemlerle ifade edilip geçmişe ait değerler, sistemin gelecekteki davranışını belirlemede önemli rol oynar (Ramsden, 2002).

BDÖ'nün fen öğretimine uygulanması, özellikle fen derslerinin içeriği göz önünde bulundurulursa oldukça elverişlidir. Bunun nedeni, bilimsel kavram ve prensiplerin bu derslerde oldukça fazla olması, ders yazılımları hazırlanırken uygun öğretim teknikleri kullanıp bu kavramların öğrenciye görsel olarak aktarılabilmesi, BDÖ etkinliklerinin anlaşılması güç olan konu ve kavramlarının öğretilmesini kolaylaştırması, soyut kavramların somutlaştırılmasını sağlaması ve öğrencilerde bireysel öğrenmeye imkan sağlamasıdır (Geban ve Demircioğlu, 1996). Simülasyonların fen öğretiminde kullanılmasına yönelik bir çok çalışmalar yürütüldüğü literatürde belirtilmektedir (Rodrigues, 1997). İlgili araştırmalar bilgisayar destekli öğretim yönteminin fen derslerinde ilgiyi arttırmada diğer yöntemlere göre daha etkili olduğunu göstermiştir (Geban, Aşkar & Özkan, 1992; Hounshell & Hill, 1989). Bu konuya yönelik olarak Ailleo ve Wolfe (1980) BDÖ'nün, kimya başarısına %52, biyoloji başarısına %36 ve fizik başarısına %23 olmak üzere öğrenci başarısına ortalama %42 oranında olumlu etki ettiğini tespit etmişlerdir.

Bilindiği gibi, bilgisayarların öğretim ortamlarında öğretimi zenginleştirici ve öğretmene yardımcı olan bir araç olarak kullanılması genellikle hazır yazılımların kullanılması şeklinde olmaktadır (Demirci, 2003; Altın, 2001; Kabapınar, Özdeniz ve Salan, 2000). Ancak, bu yazılımların genellikle kitaplardaki bilgilerin sadece birkaç örnekle zenginleştirilmesi şeklinde hazırlanmaları, fen derslerinde öğrencilerin kavramsal düzeyde anlamalarını gerçekleştirilmede yetersiz kalmaları, bireysel yazılımların geliştirilmesi yönündeki çalışmalarını zorunlu kılmaktadır (Yiğit ve Akdeniz, 2003). Bu bağlamda, gerçekleştirilen bu çalışmada;

1. Basit Harmonik Hareket konusuna ilişkin araştırmacılar tarafından geliştirilen bir yazılımın, fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal öğrenmeleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi,

2. Basit Harmonik Hareket konusunun öğretiminde, simülasyon uygulamaları gerçekleştirilerek yürütölen BDÖ ile geleneksel öğretim yöntemlerinin öğrenci başarısına olan etkisini karşılaştırmak amaçlanmıştır.

YÖNTEM

Bu çalışmada tam deneysel yöntem kullanılmıştır. Bu yöntem, kişilerin deney ve kontrol gruplarına gönderilmesinde rastgele dağılımın kullanıldığı bir deney yaklaşımını içeren tasarımıdır (Cambell & Stanley, 1963). Bu yolla oluşturulan iki gruptan birisi deney diğer kontrol grubu olarak yine rastgele yolla atanır. (Karasar, 1999; Robson, 1998).

Örneklem; çalışmanın örneklemi, K.T.Ü. Fatih Eğitim Fakötesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Ana Bilim Dalı öğretim programının tek bir şubesinde öğrenim gören 50 birinci sınıf öğrencisidir. Öğrencilerden rastgele atama yoluyla seçilen 25 öğrenci deney, diğer 25 öğrenci ise kontrol grubunu oluşturmaktadır. Bu grupların deney ve kontrol grubu olarak atanması da yine rastgele yolla yapılmıştır.

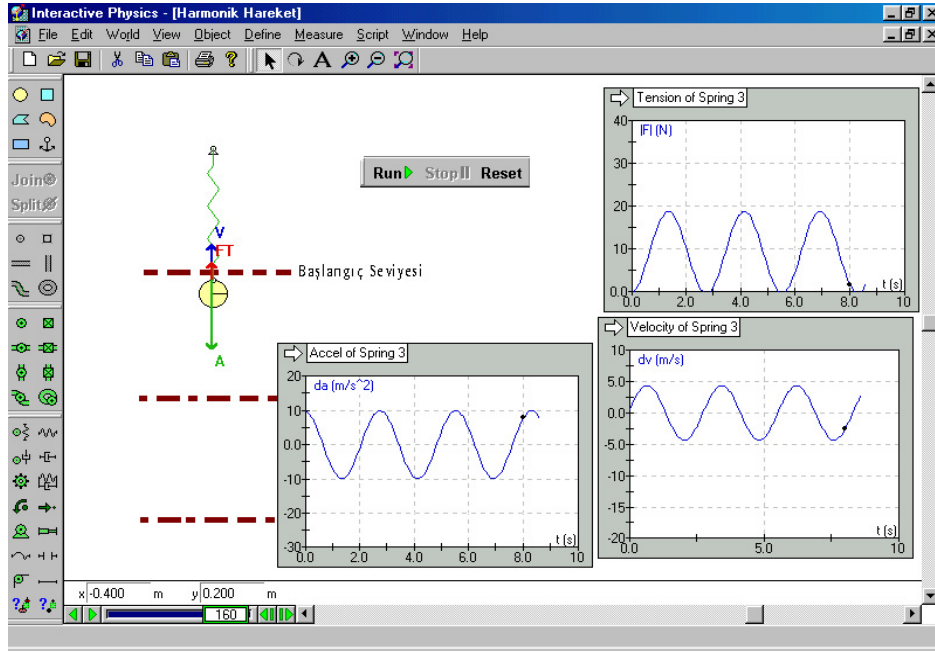
Veri Toplama Araçları; çalışmada elde edilen veriler, araştırmacılar tarafından geliştirilmiş dört açık uçlu soruyu kapsayan bir ölçme aracı kullanılarak toplanmıştır. Geliştirilen ölçme aracı Ek'te sunulmuştur. Ölçme aracının geçerliği alan eğitiminde uzman ve Temel Fizik-I dersini yürüten öğretim üyelerinin görüşleri alınarak sağlanmıştır. Ayrıca hazırlanan ölçme aracı ve yazılım, 10 fen bilgisi öğretmen adayına pilot çalışma olarak uygulanmıştır. Uygulama sonunda, ölme aracındaki soruların anlaşılmasında güçlük çekilen veya yanlış anlamalara sebep olabilecek ifadeler düzeltilmiştir. Bilgisayar yazılımında ise herhangi bir düzeltme yoluna gitme gereği duyulmamıştır.

Yazılımın geliştirilmesi; Bu süreçte, simülasyonların sunduğu fırsatlardan yararlanılma yoluna gidilmiş ve bu bağlamda Interactive-Physics (URL-2, 2005) programı ile harmonik hareket yapan bir dinamik sistem ve bunlara etki eden kuvvet, hız ve ivme niceliklerini simöle eden bireysel bir yazılım oluşturulmuştur. Bilindiği gibi, geleneksel öğretimde öğrenciler harmonik hareket yapan cisme etki eden kuvvet, hız ve ivmedeki değişimi gözlemlene imkanı elde edememektedirler. Buna karşın geliştirilen yazılım ile, hem sistemdeki istenen noktadaki kuvvet, hız, ivme değerleri ile büyüklükleri görölmekte, hem de hareket sürecinde bu değerkenlerdeki nicel değerişimler incelenebilmektedir. Dolayısıyla, öğrencilerin bu değerişimleri görerek kavramsal anlamaları gerçekleştirmeleri amaçlanmıştır. Bir başka deyişe, bu yazılımı kullanan öğrencilerin kendi hızında öğrenmelerini ve zihinlerinde oluşan soyut kavramları somutlaştırabilmelerini sağlamak amaçlanmıştır.

İşlem Yolu; Araştırma kapsamında esas uygulamalardan önce, deney ve kontrol gruplarına *Basit Harmonik Hareket* konusuna yönelik hazırlanan ölçme aracı ön-test olarak uygulanmıştır. Daha sonra esas uygulamaların yürütölmeye, ilgili konunun kontrol grubuna geleneksel yöntemlerden (anlatım, soru-cevap) faydalanılarak, deney grubuna ise, geliştirilen bilgisayar yazılımıyla sunularak iki haftalık bir süreçte tamamlanmıştır. Deney grubu öğrencileriyle yürütölen uygulamalar, bilgisayar laboratuvarında her bir öğrenciye bir bilgisayarla çalışma imkanı sunacak şekilde oturma düzeni sağlanarak gerçekleştirilmiştir. Bu grupla yapılan uygulamalar aşağıda sırasıyla belirtilmiştir.

Birinci hafta; *Interactive Physics* programının mönöleri, kullanımı ve bu programın kullanımıyla yürütölecek olan uygulama için geliştirilen yazılım hakkında gerekli bilgiler sunulmuştur. Ayrıca öğrencilere, *Basit Harmonik Hareket* ile ilgili ivme, hız, kuvvet, periyot, frekans gibi temel kavramlar da sunulmuştur.

İkinci hafta; öğrencilerden, Resim-1'de görölen yazılımı kullanarak, sistemde bir yayın ucuna bağlanmış m kütleli cismin yaptđı basit harmonik hareketi simöle etmeleri istenmiştir.



Resim 1. Interactive Physics Programı ile Harmonik Hareket Simülasyonu

Bu süreçte;

⇒ *Play* (Oynat) tuşuna basıldığında, harmonik hareket başlamaktadır. Hareket boyunca yayın cisme uyguladığı geri çağırıcı kuvvet ile cismin ağırlığının vektörel toplamı olan cisme etki eden *net kuvvet*, *hız* ve *ivme* ekranda görülmektedir.

⇒ Resim 1’den anlaşıldığı gibi, kuvvet, hız ve ivmenin büyüklükleri farklı renk tonlarındaki vektörlerle gösterilmiş olup programda hareket süresince bu vektörlerin yönleri ve büyüklükleri sürekli değişmektedir.

⇒ Öğrenciler, *Play* (Oynat), *Stop* (Durdur) veya *Reset* (Yenile) düğmelerini kullanarak, hareketi istedikleri anda durdurabilmiş, kaldığı yerden devam ettirebilmiş veya ilk konumdan itibaren yeniden başlatabilmişlerdir.

⇒ Hareket süresince, hız, kuvvet ve ivmenin zamana göre değişimini gösteren grafikler de program tarafından otomatik olarak ekrana çizilmiştir. Bu durum Resim 1’de açıkça görülmektedir.

Araştırmada elde edilen verilerin analizi, uygulamada yürütülen işlem basamaklarına uygun olarak sırasıyla üç aşamada incelenmiştir. İlk aşamada deney ve kontrol gruplarının ön testten aldıkları puanlar bağımsız t-testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. İkinci analizde, deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin ölçme aracındaki sorulara verdikleri cevaplar kavramsal anlama düzeylerinin tespiti için 3 kategoride incelenmiş ve frekans dağılımları tablolar halinde sunulmuştur.

Cevapların incelendiği kategoriler ve bu kategorileri karşılama düzeylerinin açıklamaları aşağıda sırasıyla belirtilmiştir.

a. *Etkili-Doğru Açıklama (EDA)*: İlgili sorulara bilimsel ve tam doğru olarak verilen cevaplar ile açıklamalar bu kategoride değerlendirilmiştir.

b. *Kısmen Doğru Açıklama (KDA)*: İlgili sorulara verilen ve kabul edilebilir düzeyde doğruluk payı bulunan cevaplar ve açıklamalar bu kategoride değerlendirilmiştir.

c. *İlgisiz Açıklama (İA)*: İlgili sorulara verilen yanlış cevaplar, ilgisiz açıklamalar ve kavram yanılgıları görülen cevaplar bu kategoride değerlendirilmiştir.

Testin puanlandırılması 100 tam puan üzerinden yapılmıştır. Aşağıdaki tablodan, testteki soruların doğru cevapları ve bunların karşılığında verilen en yüksek puanlar görülmektedir. Cevaplarda yapılan açıklamalara, EDA için 8, KDA için 4 puan verilerek değerlendirilmiş İA'lara ise puan verilmemiştir. Testteki son soru, ağırlık olarak birinci sorunun a, b ve c seçeneklerinde verilen durumlardan her biriyle denk görüldüğünden, bu şıklar ile aynı ağırlıkta yani 9 puan üzerinden değerlendirilmesi yapılmıştır.

Tablo 1. Testteki sorulara tam doğru cevapların verilmesi durumunda alınacak puanlar

soru	Fiziksel Nicelik	Nokta	Var / Yok	Yön	Büyüklik (mak., orta, min)	Açıklama	
1	a	Geri Çağırıcı Kuvvet	C	yok (1)		Yay, denge konumundadır. Bu nedenle cisme herhangi bir geri çağırıcı kuvvet etki etmemektedir. (8)	
			D	var (1)	aşağı (1)	orta (1)	Denge noktası olan C noktasından uzaklaştıkça geri çağırıcı kuvvet artar. Çünkü geri çağırıcı kuvvet, cismi denge noktasına yaklaştırmaya çalışır. Cisim denge noktasında ne kadar çok uzaklaşırsa, değeri o kadar fazla olmalı ki dengeye getirebilsin. Tam orta noktada geri çağırıcı kuvvetin büyüklüğü orta değerdedir. (8)
			E	var (1)	aşağı (1)	mak. (1)	Denge noktası olan C noktasından uzaklaştıkça geri çağırıcı kuvvet artar. Tam uç noktada geri çağırıcı kuvvetin büyüklüğü en büyük değerine ulaşır. (8)
	b	Hız	C	yok (1)		Cisim henüz harekete başlamamış, yol almamıştır. Dolayısıyla hıza sahip değildir. (8)	
			D	var (1)	aşağı (1)	mak. (1)	Hız birim zamanda, alınan yoldur. Cismin ağırlık ve geri çağırıcı kuvvetlerin etkisinde C den D' ye gelinceye kadar birim zamanda aldığı yol, düzgün olmayan bir şekilde artar. Bu nedenle hız da artar. (8)
			E	yok (1)		Cismin birim zamanda aldığı yol, düzgün olmayan bir şekilde azalır ve tam bu noktada sıfır olur. (8)	
	c	İvme	C	var (1)	aşağı (1)	mak. (1)	Cismin bu noktada sahip olduğu ivme, yerçekimi ivmesidir. (8)
			D	yok (1)		İvme hızdaki değişmedir. Cisim C den D ye gelinceye kadar, hızı düzgün olman bir şekilde artar ancak hızdaki artış miktarı yani ivme giderek azalmaktadır. D noktası civarında hızdaki değişme sifıra yakındır ve tam D noktasında ivme sıfırdır. (8)	
			E	var (1)	yukarı (1)	mak. (1)	D noktasından sonra cisim ters yönde ve düzgün olmayan bir şekilde ivmelenmeye başlar. Tam E noktasında büyüklük olarak ivme yerçekimi ivmesi değerine ulaşır. (8)
2	T/2 sonunda cisim, B noktasında olacaktır (1)					Ortam sürtünmesiz olduğu için, cisim ne kadar aşağıya çekilirse o kadar yukarıya çıkar. Dolayısıyla cisim yarım periyotluk süre sonunda B noktasında olacaktır (8)	

*Parantez içinde görülen rakamlar uygulanan testteki her bir soru için alınacak en yüksek puanlardır.

En son aşamada da deney ve kontrol gruplarının, hem bağımlı t-testi ile grup içi ön-test/son-test puanları, hem de bağımsız t-testi ile gruplar arasındaki son-test başarıları karşılaştırılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmanın verileri, örneklemdaki deney ve kontrol gruplarına ait ön-test sonuçlarına ait bulgular, kavramsal anlama seviyelerine ilişkin bulgular ve uygulama sonrası son-test sonuçlarına ait bulgular olmak üzere sırasıyla 3 alt başlıkta sunulmuştur.

1. Deney ve kontrol gruplarının ön test sonuçlarına ait veriler

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Basit Harmonik Hareket konusuna yönelik uygulanan ön-testten aldıkları puanların aritmetik ortalamaları hesaplanmış ve başarıları arasındaki karşılaştırma bağımsız t-testi kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Deney ve kontrol gruplarının başarılarının karşılaştırılmasına ait ön test sonuçları

Grup	X _{ort}	N	S	t	sd	p
Deney	17,2000	25	11,4127	-,104	48	,917
Kontrol	17,4800	25	7,1012			

Tablo 2’de görüldüğü gibi, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön-test puanları arasında anlamlı düzeyde bir farklılık tespit edilmemiştir ($t_{(48)}=-,104$; $p>0,05$). Bu durumda, deney ve kontrol gruplarının esas çalışma öncesinde Basit Harmonik Hareket konusuna ilişkin başarı düzeyleri yönünden denk gruplar olduğu söylenebilir.

İlk aşamada elde edilen bu ön-test sonuçlarına göre; deney ve kontrol gruplarının ilgili konuya ait olan başarılarındaki bu eşitliğin, son-testten elde edilecek bulgularla karşılaştırmalı olarak yorumlanmasına kolaylık sağlayacağı düşünülmektedir.

2. Deney ve kontrol gruplarının kavramsal anlama düzeylerinin analizine ait veriler

Deney ve kontrol grubu öğrencilerine uygulanan son-testten elde edilen cevaplar irdelenmiş, frekans ve yüzde değerleri ile örnek açıklamalar aşağıda sunulmuştur.

i) Sistemde görülen C, D ve E noktalarında cisme etki eden geri çağırıcı kuvvet hakkında örneklemin verdiği cevaplarının analizi

Hareket boyunca C, D ve E noktalarında cisme etki eden geri çağırıcı kuvvetin yönü ve büyüklüğüne ilişkin alınan cevapların frekans ve yüzde değerleri Tablo 3’te gösterilmiştir.

Tablo 3. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin sistemdeki geri çağırıcı kuvvete ilişkin cevapları

Kategoriler	C Noktası				D Noktası				E Noktası			
	Kontrol Grubu (N=25)		Deney Grubu (N=25)		Kontrol Grubu (N=25)		Deney Grubu (N=25)		Kontrol Grubu (N=25)		Deney Grubu (N=25)	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Etkili Doğru Açıklama (EDA)	4	16	7	28	0	0	5	20	5	20	17	68
Kısmen Doğru Açıklama (KDA)	11	44	11	44	13	52	13	52	15	60	7	28
İlgisiz Açıklama (İA)	10	40	7	28	12	48	7	28	5	20	1	4

Tablo 3’te görüldüğü gibi, her üç nokta (C, D ve E) için de deney grubu öğrencilerinin ilgili sorulara etkili-doğru cevap verme yüzdeleri kontrol grubuna oranla daha yüksek, ilgisiz cevap verenlerin yüzdesi ise daha düşüktür. Öğrencilerin geri çağırıcı kuvvetle ilgili sorulara verdikleri ilgisiz, kısmen doğru ve tam doğru cevapların bazıları şu şekildedir:

İlgisiz açıklama ya da yanlış cevap;

- Cisim C noktasında başladığı yere geri döndüğü için, bu noktada cisme geri çağırıcı kuvvet etki etmez.
- E noktasında iken cismin yukarı çıkma isteği, D noktasında iken cismin yukarı çıkma isteğinden daha fazladır.
- D noktası denge noktası olduğu için bu noktada cisme etki eden geri çağırıcı kuvvet sıfırdır.
- Cisim E noktasına geldikten sonra k yay sabitinin etkisiyle, yukarıya doğru çıkmaya başlar.
- Her noktada geri çağırıcı kuvvet sabittir.
- E noktasında yay maksimum esnemiştir ve bu nedenle cisim aşağıya doğru daha fazla gidemez. Yani E noktasında geri çağırıcı kuvvet sıfırdır.

Kısmen Doğru Cevap;

- ♦ Cisme etki eden geri çağırıcı kuvvet cismin hareketine zıt yöndedir.
- ♦ Cisim C noktasından E noktasına doğru hareket ederken G yerçekimi kuvvetinin etkisi altında hareket eder fakat E noktasından C noktasına doğru hareket ederken F geri çağırıcı kuvvetin etkisi altında hareket eder.

Etkili-Doğru Cevap;

➤ Eğer geri çağırıcı kuvvet olmasaydı, cisim aşağıya doğru düşerdi. Fakat yaydan ötürü cisme geri çağırıcı kuvvet uygulanmakta ve cisim C-E noktaları arasında hareket etmektedir.

ii) *Sistemde görülen C, D ve E noktalarında cismin sahip olduğu hız hakkında örneklemin verdiği cevaplarının analizi*

Hareket boyunca C, D ve E noktalarında cismin sahip olduğu hıza ilişkin alınan cevapların frekans ve yüzde değerleri Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin sistemdeki cismin farklı noktalardaki hızlarına ilişkin cevapları

Kategoriler	C Noktası				D Noktası				E Noktası			
	Kontrol Grubu (N=25)		Deney Grubu (N=25)		Kontrol Grubu (N=25)		Deney Grubu (N=25)		Kontrol Grubu (N=25)		Deney Grubu (N=25)	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Etkili Doğru Açıklama (EDA)	2	8	8	32	0	0	6	24	1	4	9	36
Kısmen Doğru Açıklama (KDA)	16	64	12	48	18	72	15	60	18	72	13	52
İlgisiz Açıklama (İA)	7	28	5	20	7	28	4	16	6	24	3	12

Tablo 4'te görüldüğü gibi, sistemdeki her üç nokta için de deney grubu öğrencilerinin bu soruya kontrol grubu öğrencilerine oranla etkili ve doğru cevap verme yüzdeleri daha yüksektir. Elde edilen verilerden, öğrencilerin cismin C, D ve E noktalarında sahip olduğu hıza ilişkin ilgisiz, kısmen doğru ve tam doğru açıklamalarının bazıları şu şekildedir:

İlgisiz açıklama ya da yanlış cevap;

- Cisim tam orta noktada yani D noktasında iken F geri çağırıcı kuvvet en az bu nedenle hız yerçekimi kuvvetinin etkisinde en çok olur.
- Cismin hızıyla yayın uzama miktarı doğru orantılıdır. E noktasında yayın uzama miktarı en çok olduğu için cismin hızı da maksimumdur.
- Cisme etki eden kuvvetin sıfır olduğu yerde, cismin hızı da en azdır. (Kavram Yanılgısı)
- F geri çağırıcı kuvvetin arttığı yerde, hız da artar.
- Sözü geçen üç noktanın her birinde cismin kinetik enerjisi potansiyel enerjisine eşittir. Potansiyel enerjisi de durum enerjisi olduğuna göre ve yükseklikle değişim gösterdiğine göre, $V_C > V_D > V_E$ dir.
- Hareket boyunca cismin potansiyel enerjisi azaldıkça, kinetik enerjisi artacaktır. Dolayısıyla hızı da artacaktır.
- Cismin hızı düzgün olarak değişir.
- Cismin hızı D noktasından sonra azalmaya başlar. Çünkü, yay bu noktadan sonra belli bir genlik değerini geçmiştir olur.

Kısmen Doğru Cevap;

- ♦ Cisim C'den D'ye g yerçekimi ivmesinin etkisiyle zamanla hızı artar ve D noktasında maksimum değere ulaşır. Daha sonra ters yöndeki ivmenin etkisiyle D noktasında yavaşlamaya başlar.
- ♦ Cisim D noktasında maksimum hıza ulaşır. Daha sonra geri çağırıcı kuvvet, yerçekimini yenecek değere ulaşır ve bu nokta E noktasıdır. Bu noktada hız sıfırdır.

Etkili-Doğru Cevap;

- Cisim C ve E noktalarında yön değiştirdiği için bu noktalarda hızı sıfırdır.

iii) *Sistemde görülen C, D ve E noktalarında cismin ivmesi hakkında örneklemin verdiği cevaplarının analizi*

Hareket boyunca C, D ve E noktalarında cismin sahip olduğu ivmeye ilişkin alınan cevapların frekans ve yüzde değerleri Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin cismin farklı noktadaki ivmelerine ilişkin cevapları

Kategoriler	C Noktası				D Noktası				E Noktası			
	Kontrol Grubu (N=25)		Deney Grubu (N=25)		Kontrol Grubu (N=25)		Deney Grubu (N=25)		Kontrol Grubu (N=25)		Deney Grubu (N=25)	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Etkili Doğru Açıklama (EDA)	4	16	6	24	0	0	2	8	1	4	2	8
Kısmen Doğru Açıklama (KDA)	8	32	12	48	13	52	16	64	15	60	16	64
İlgisiz Açıklama (İA)	13	52	7	28	12	48	7	28	9	36	7	28

Tablo 5'ten de anlaşıldığı gibi, ivmeye ilgili açıklamalarda da, kuvvet ve hızla ilgili öğrenci cevaplarına benzer bir durumla, deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine oranla etkili ve doğru cevap verme yüzdeleri daha yüksektir. Aynı şekilde ilgisiz açıklama kategorisinde deney grubundaki öğrenci yüzdesinin azlığı dikkat çekmektedir. Elde edilen verilerden, öğrencilerin cismin C, D ve E noktalarında sahip olduğu ivmeye ilişkin ilgisiz, kısmen doğru ve tam doğru açıklamalarının bazıları şu şekildedir :

İlgisiz açıklama ya da yanlış cevap;

- Bu sisteme g yerçekimi ivmesi etki etmektedir. Yerçekimi ivmesi dünyanın her yerinde sabit kaldığı için sistemin ivmesinde de değişim olmayacaktır.
- Hız ile ivme doğru orantılıdır. Bu nedenle hızın en büyük değere ulaştığı D noktasında ivme de en büyük değerdedir.
- Cismin durup tekrar harekete başladığı C ve E noktalarında cismin ivmesi 0 dır.
- E noktasında cisme etki eden kuvvet en büyük değerde olduğu için, bu noktadaki ivme de en büyüktür.
- Cisme C, D ve E noktalarında etki eden geri çağırıcı kuvvetler arasında $F_E > F_D > F_C$ şeklinde bir ilişki olduğu için, $a_E > a_D > a_C$ dir.
- E noktasında cisim durduğu için ivmesi sıfırdır.

Kısmen Doğru Cevap;

- ♦ Hareket boyunca ivme geri çağırıcı kuvvete zıt yöndedir.

Etkili-Doğru Cevap;

- ✓ Hareket yokken sistem g yerçekimi ivmesi etkisi altındadır. İvmenin değeri D noktasında en az olur çünkü hızdaki değişim sifıra yakındır, E'de ise yeniden en büyük değerine ulaşır.

iv) Sistemde, yarım periyotluk bir süre sonunda cismin Bulunduğu nokta hakkında örneklemin verdikleri cevaplarının analizi

Ağırlığı etkisiyle harmonik hareket yapan sistemdeki cismin T/2'lik periyot sonunda bulunması muhtemel noktalara ilişkin örneklemin verdikleri cevaplar irdelenmiş ve ilgili cevapların frekans ve yüzde değerleri Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin sistemdeki cismin, yarım periyotluk süre sonunda bulunduğu noktaya ilişkin cevapları

Kategoriler	Kontrol Grubu (N=25)		Deney Grubu (N=25)	
	f	%	f	%
Etkili Doğru Açıklama (EDA)	9	36	14	56
Kısmen Doğru Açıklama (KDA)	7	28	8	32
İlgisiz Cevap (İA)	9	36	3	12

Deney grubunda ilgili soruya etkili ve doğru cevap veren öğrenci sayısının (%56), kontrol grubundaki öğrenci sayısına (%36) oranla %20 daha fazla olduğu Tablo 6'da görülmektedir. Elde edilen verilerden, öğrencilerin T/2'lik süre sonunda cismin çıkabileceği noktaya ilişkin ilgisiz, kısmen doğru ve tam doğru açıklamalarından bazıları şu şekildedir:

İlgisiz açıklama ya da yanlış cevap;

- Cismin ağırlığı olmasaydı, B' ye çıkardı. Ancak ağırlığı olduğu için bu noktaya kadar çıkamaz.
- D'ye kadar çekilen cisim C-D Arasında harmonik hareket yapar.

- Cisme etki eden geri çağırıcı kuvvet, cismin denge noktasından (C'den) biraz daha yukarıya çıkmasını sağlar.
- Yayın Cisme Etki ettiği geri çağırıcı kuvvet nedeniyle cisim B-C arasında durur.
- Harmonik salınım sonsuza kadar devam eder.
- Ağırlığından dolayı cisim B'ye çıkamaz.
- Kuvvetlerin eşitlendiği nokta C noktasıdır. Bu nedenle C noktasına kadar çıkar.

Kısmen Doğru Cevap;

- Ortam sürtünmesiz olduğu için, T periyotluk süre sonunda başladığı noktaya yani D noktasına geri döner. T/2'lik süre sonunda B noktasında olması gerekir.

Etkili-Doğru Cevap;

➤ Ortam sürtünmesiz olduğu için, cisim ne kadar aşağıya çekilmişse o kadar yukarıya çıkacaktır. C-D arasındaki uzaklığa X dersek, harekete başladıktan sonra X kadar yukarıya çıkacaktır. Yani B noktasında olması gerekir.

Bu kısımda elde edilen veriler genel olarak irdelendiğinde, deney ve kontrol gruplarının kavramsal anlama düzeylerinin tespiti için Basit Harmonik Hareket konusu üzerine geliştirilen ölçme aracı ile açıkça şu durum gözlemlenmiştir. Deney grubuna uygulanan dinamik sistemli simülasyon programıyla gerçekleştirilen öğretim, kontrol grubuna uygulanan geleneksel yöntemleriyle yürütülen öğretime oranla daha başarılı olmuştur. Bir başka deyişle, deney grubu öğrencilerinin ilgili konuya ait anlama düzeylerinin diğer gruba oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum, sistemde görülen; cisme etki eden geri çağırıcı kuvvet, cismin sahip olduğu hız, cismin ivmesi ve yarım periyotluk bir süre sonunda cismin bulunduğu nokta hakkında her iki grubun verdikleri doğru cevap oranları Tablo 2-5 arası görülmektedir. Gerçekleştirilen öğretimler sonrası deney grubunun lehine ortaya çıkan bu sonuç, ilgili alanda farklı konu ve kavramlara yönelik yürütülmüş araştırma sonuçlarıyla paralellik göstermektedir (Özmen ve Kolomuç, 2004; Jimoyiannis & Komis, 2001). Aynı şekilde bilgisayar simülasyonlarıyla gerçekleştirilen kavram öğretimlerinde, Hewson (1985) hız kavramı, Tao (1997) mekanik kavramları ve Pena ve Alessi (1999) serbest düşme konusunda oldukça başarılı olmuşlardır.

3. Deney ve kontrol gruplarının son test sonuçlarına ait veriler

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin son-testten aldıkları puanların aritmetik ortalamaları hesaplanarak, her iki gruba ait ön-test/son-test başarıları arasındaki karşılaştırmalar bağımlı t-testi ile, her iki grubun son-test başarıları arasındaki karşılaştırma ise bağımsız t-testi ile yapılarak ilgili tablolarda aşağıda sırasıyla sunulmuştur.

i) Kontrol grubundaki öğrencilerin ön ve son testlerden aldıkları ortalama başarı puanları bağımlı t-testi ile karşılaştırılmış ve sonuçlar Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Kontrol grubuna uygulanan ön ve son testlerin karşılaştırmalarına ait t-testi sonuçları

Kontrol	X_{ort}	N	S	t	sd	p
Ön-test	17,48	25	7,1012	-7,082	24	,000
Son-test	27,72	25	9,6026			

Tablo 7'de görüldüğü gibi, kontrol grubunun ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı düzeyde bir farklılık meydana gelmiştir ($t_{(24)}=-7,082$; $p<0,01$). Ortaya çıkan farklılık son test puanları lehinedir. Bu gruba yönelik olarak bir öğretim gerçekleştirildiğinden başarı düzeyindeki artışın ve dolayısıyla ölçülen başarıda son-test lehine bir farklılığın oluşması beklenen bir durumdur.

ii) Deney grubundaki öğrencilerin ön-test ve son-testlerden aldıkları ortalama başarı puanları bağımlı t-testi ile karşılaştırılmış ve sonuçlar Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Deney grubuna uygulanan ön ve son testlerin karşılaştırmalarına ait t-testi sonuçları

Deney	X_{ort}	N	S	t	sd	p
Ön-test	17,20	25	11,4127	-6,408	24	,000
Son-test	41,12	25	17,2393			

Tablo 8’de görüldüğü gibi, deney grubunun ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı düzeyde bir farklılık meydana gelmiştir ($t_{(24)}=-6,408$; $p<0,01$). Bu fark son-test puanları lehinedir. Kontrol grubuna benzer şekilde, deney grubunda da bir öğretim gerçekleştirildiği için, başarı artışının meydana gelmesi ve son-test lehine anlamlı bir farkın oluşması beklenen bir sonuçtur.

iii) Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin son-testlerden aldıkları ortalama başarı puanları bağımsız t-testi yardımıyla karşılaştırılmış ve gruplar arasındaki karşılaştırmaya ait sonuçlar Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Deney ve kontrol gruplarına uygulanan son testlerin karşılaştırmalarına ait t-testi sonuçları

Grup	X_{ort}	N	S	t	sd	p
Deney	41,12	25	17,2393	3,395	48	,001
Kontrol	27,72	25	9,6026			

Tablo 9’da görüldüğü gibi, deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin son-test puanları arasında anlamlı düzeyde farklılık meydana gelmiştir ($t_{(48)}=3,395$; $p<0,01$). Grup içerisinde yapılan ön-test/son-test karşılaştırmalarında hem deney hem de kontrol grubu lehine başarı artışı tespit edilmiştir. Bu, her iki grupta da ilgili öğretimlerin gerçekleştirilmesinden dolayı beklenen bir sonuçtur. Ancak bu çalışma kapsamında asıl belirlenmeye çalışılanın deney grubuna yapılan müdahalenin etkisinin belirlenmesi olduğu düşünüldüğünde, gruplar arasında yapılan bağımsız t-testi karşılaştırma sonuçları daha fazla önem taşımaktadır. Bu sonuçlar, deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sonundaki başarıları arasında deney grubu lehine bir başarı artışını göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, deney grubunda uygulanan bilgisayar destekli öğretim, öğrencilerin başarılarını artırma açısından bakıldığında, kontrol grubunda uygulanan geleneksel öğretime göre daha iyi sonuçlar vermiştir.

Üçüncü ve bu son aşamada elde edilen veriler genel olarak incelendiğinde; kontrol grubunun ön ve son test puanları arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde bir farklılık meydana geldiği görülürken, bu gruba ait ön-test ortalama puanlarının son-testte yaklaşık %10 kadar arttığı tespit edilmiştir. Aynı şekilde, deney grubunun da ön ve son test puanları arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde bir farklılık olduğu görülürken, bu gruba ait ön-test ortalama puanların son-testte yaklaşık %25 arttığı belirlenmiştir. Tablo 7 ve 8’in ikinci sütunlarında gösterilen ortalama puanlardan anlaşılacağı gibi, her iki grubun başarıları artmasına rağmen özellikle deney grubu öğrencilerinin başarılarının artışının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, her iki grup için gerçekleştirilen öğretimlerin öğrenci başarısına olumlu yönde etki ettiğini, yüzde oran olarak ise deney grubu öğrencilerinin başarılarını kontrol grubu öğrencilerine oranla daha üst seviyeye taşıdığını göstermektedir. Tablo 9’da ise deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son testlerden aldıkları ortalama başarı puanlarının t-testi karşılaştırılması sonucu istatistiki olarak $p=.001$ düzeyinde anlamlı bir farklılık olduğu görülmüş, ilgili gruplar arası başarı farkının yaklaşık %15 oranında deney grubu lehine olduğu belirlenmiştir. Bu durumun, BDÖ kapsamında simülasyon yoluyla gerçekleştirilen Basit Harmonik Hareket konusu öğretimının, geleneksel yöntemlerle yürütülen öğretime göre, öğrenci başarısını artırmada ve kavram öğretiminde daha verimli bir yaklaşım olduğunu gösterdiği şeklinde yorumlanabilir. Bu çalışmada olduğu gibi fen kavramları üzerinde yürütülmüş bazı araştırmalar göstermiştir ki, geleneksel öğretim yöntemleriyle kavram öğretimi başarısı istenilir düzeyde sağlanamamıştır (Whitaker, 1983; Trowbridge & McDermoot, 1980,1981). Buna karşın, simülasyonlarla gerçekleştirilen öğretimlerin etkililiği dikkate alınarak buna yönelik çeşitli uygulamalar geliştirilmiştir (Andoloro, Bellamonte & Sperandeo-Mineo, 1997).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Teknolojideki hızlı gelişmelere paralel olarak bilgisayarların okullara birer öğretim aracı olarak girmeye başlamasıyla birlikte artan bilgisayarlı öğretim etkinliklerini değerlendirmeye yönelik çalışmalara bir katkı sağlaması düşüncesiyle yürütülen bu çalışmada, Interactive-Physics programı kullanılarak Basit Harmonik Hareket konusuyla ilgili geliştirilen bir yazılımın fen bilgisi öğretmen adaylarının öğrenmesi üzerindeki etkisi deneysel yöntem kapsamında belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada kullanılan deney ve kontrol gruplarının kavramsal anlama düzeylerinin analizine ait veriler irdelendiğinde, her iki grubun da ölçme aracındaki sorulara “yanlış cevap ya da ilgisiz açıklama” ile “kısmen doğru cevap” verme yüzdelerinin “etkili ve tam doğru cevap” verme yüzdelerinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Yanlış cevap ya da ilgisiz açıklama ile kısmen doğru cevaplar arasında görülen yanlış anlamaların büyük oranda kontrol grubu öğrencilerinde olmak üzere her iki grup öğrencilerinde de olduğu anlaşılmıştır. Örneğin; sistemdeki cisme etki eden geri çağırıcı kuvvet hakkında her iki grup öğrencilerinin de, *cisim C noktasında başladığı yere geri döndüğü için, bu noktada cisme geri çağırıcı kuvvet etki etmez ve her noktada geri çağırıcı kuvvet sabittir*, şeklindeki ilgisiz ve yanlış cevapları dikkat çekicidir. Burada, *salınım hareketinde geri çağırıcı kuvvet hareket boyunca sabittir*, şeklinde öğrencilere yerleşmiş kavram yanlışlığı, önceden gerçekleştirilmiş bazı çalışmalarda da rastlanılan bir sonuçtur (Demirci, 2003).

Sistemde görülen cismin sahip olduğu hız hakkında her iki grup öğrencilerinin de, *F geri çağırıcı kuvvetin arttığı yerde, hız da artar ve cisme etki eden kuvvetin sıfır olduğu yerde, cismin hızı da en azdır*, şeklinde belirttikleri cevaplar ilgisiz olarak göze çarpmaktadır. *Cisme etki eden kuvvet sıfırsa hız da sıfırdır* ifadesi öğrencilerde oluşmuş bir kavram yanılgısıdır. Aynı şekilde, sistemdeki cismin ivmesi hakkında her iki grup öğrencilerinin de, *cismin durup tekrar harekete başladığı C ve E noktalarında cismin ivmesi sıfırdır ve E noktasında cisme etki eden kuvvet en büyük değerde olduğu için, bu noktadaki ivme de en büyüktür*, şeklindeki ilgisiz ve yanlış cevapları dikkat çekicidir. Öğrencilerde rastlanan *sarkaç salınımının en alt noktasında ivmeli hareket yapar* şeklinde öğrencilere yerleşmiş kavram yanılgısı bazı çalışmalarda karşılaşılan bir durumdur (Demirci, 2003). Yine, sistemdeki cismin yarım periyotluk bir süre sonunda bulunacağı yer hakkında her iki grup öğrencilerinin de, *kuvvetlerin eşitlendiği nokta C noktasıdır, bu nedenle C noktasına kadar çıkar ve harmonik salınımlar sonsuza kadar devam eder* şeklinde belirttikleri cevaplar ilgisiz ve yanlıştır. Burada ifade edilen, *harmonik salınımlar sonsuza kadar devam eder* şeklindeki kavram yanılgısını ilgili literatür de desteklemektedir (Demirci, 2003). Yukarıda belirtilen bulgular doğrultusunda, Basit Harmonik Hareket konusunda kontrol grubu öğrencileri çoğunlukta olmak üzere öğrencilerin zihninde çeşitli kavram yanılgılarının oluştuğu sonucuna varılmıştır.

Deney ve kontrol gruplarının, hem grup içi ön-test/son test puanları, hem de gruplar arasındaki son-test başarıları istatistiki olarak karşılaştırılmıştır. Bağımlı t-testi sonuçlarına göre, hem deney hem de kontrol grubu öğrencilerinin, konuya yönelik öğretimler sonrası başarılarında $p=.001$ düzeyinde istatistiki olarak artış olduğu belirlenmiş, ancak bu iki grubun son-test karşılaştırmasında, deney grubuna uygulanan dinamik sistemli simülasyon programıyla gerçekleştirilen öğretimin, kontrol grubuna uygulanan geleneksel yöntemlerle yürütülen öğretime oranla daha başarılı olduğu sonucuna varılmıştır. BDÖ ile elde edilen başarının geleneksel yöntemlere oranla daha fazla olduğunu gösteren bu sonucu, simülasyon uygulamalarıyla gerçekleştirilen bilgisayar destekli fen öğretimi üzerine yürütülen bazı çalışmalar destekler niteliktedir (Andoloro ve diğ., 1997; Rodrigues, 1997). Bu bağlamda yukarıda sunulan sonuçlara dayalı öneriler şu şekilde sıralanabilir.

✓ Fen kavramlarına ilişkin belirlenmiş olan kavram yanılgıları dikkate alınarak, bu konu ve kavramlar üzerine çeşitli simülasyon uygulamaları geliştirilip BDÖ yürütülerek öğrenci başarıları ölçülebilir. BDÖ ile gerçekleştirilen bu öğretim sonunda kavram yanılgılarının ne ölçüde giderildiği belirlenebilir.

✓ Fen bilimleri eğitimi konu ve kavramlarının öğretimine katkı sağlayacak bir şekilde hazırlanacak olan simülasyonların kullanımına yönelik öğrencilere yardımcı olabilecek destekleyici ek program ve yazılımlar da tasarlanabilir.

✓ Basit Harmonik Hareket konusunda olduğu gibi bir çok fen konusunda BDÖ yaygınlaştırılmalıdır. Bu sayede bilgisayar yardımıyla hız, ivme, ısı, sıcaklık, ışık şiddeti ve bunun gibi anlaşılması zor olan fen kavramlarının öğretimi hızlandırılabilir, ilgili kavramlara yönelik gerekli grafik ve şekilleri gösterme işlemi kolaylaştırılabilir.

✓ BDÖ ile animasyon ve simülasyon kullanımıyla laboratuvar uygulamalarında maliyeti yüksek ve zaman alıcı deneyler daha kolay, ucuz ve tehlikesiz gerçekleştirilebilir.

✓ Öğrenmenin etkili olabilmesinde, öğrencilerin öğrenme etkinliklerine aktif olarak katılma istekleri önemli bir rol oynar. Bu bağlamda, BDÖ etkinliklerinin öğrencileri motive etmede ve laboratuvar etkinliklerine katılma arzularını artırmada etkili olduğu da bilinmektedir (Collette & Chiappetta, 1989). Dolayısıyla BDÖ sayesinde gerçekleştirilecek olan bir görsel öğretimin, fen konu ve kavramlarının bir çoğunda öğrenci başarısına olumlu katkı getireceği düşünülmektedir.

Ancak şu unutulmamalıdır ki; BDÖ’de iyi düzenlenmiş bir simülasyon kullanımı tek başına yeterli olmamakta, öğretimden iyi bir şekilde verim elde edebilmek için kullanılması düşünülen simülasyonların ilgili konu ve kavramlara ilişkin öğretici programlarla desteklenmesi gerekir. Ayrıca öğretimi yapılacak konunun planı, ayrıntılı olarak ortaya konmalı, hazırlanan simülasyonların kullanımıyla ilgili öğrencinin gerçekleştireceği işlemlerin ve sistem üzerinde değiştirebileceği konu ya da kavrama ilişkin parametrelerin açıkça tanımlanması gerçekleştirilmelidir. Bu sayede BDÖ kapsamında fen eğitimine yönelik simülasyonlarla yürütülecek etkinlikler sonrası öğrencilerde kalıcı öğrenmelerin istenilir nitelikte gerçekleşeceğine inanılmaktadır.

KAYNAKLAR

- Aiello, N. C., Wolfe, L. M., (1980). *A meta-analysis of individualized instruction in science*. Boston: American Educational Research Association.
- Alkan, C., Deryakulu D., Şimşek N., (1995). *Öğretim teknolojilerine giriş "Disiplin süreç ürün"*. Ankara: Önder Matbaacılık.
- Altın, K. (2001). *Fizik dersinde bilgisayar kullanımı: Bir simülasyon yazılımıyla ders geliştirilmesi*, Yeni bin Yılın Başında Türkiye’de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, s. 242-247, İstanbul.
- Andoloro, G., Bellamonte, L. & Sperandeo-Mineo, R.M. (1997). A computer-based learning environment in the field of Newtonian mechanics. *International Journal of Science Education*, 19, 661-680.
- Ayvacı, H. Ş., Özsevgeç, T. & Aydın, M. (2004), Data Logger Cihazının Ohm Kanunu Üzerindeki Pilot Uygulaması, *TOJET*, Yıl:3, Sayı:3, Makale:13.
- Cambell, D.T. & Stanley, J.C. (1963). Experimental and quasi experimental design for research on teaching, In N.L. Gage (Ed.), *Handbook of Research on Teaching*, Chicago: Rand, McNally.
- Chang, C. Y. (2002). Does -computer-assisted instruction + problem solving = improved science outcomes? A pioneer study. *Journal of Educational Research*, 95(3), 143-150.
- Colletta, A.T. & Chiappetta, E.L. (1989). Science introduction in the middle and secondary schools. 2nd ed. Ohio- USA: Merrill Publishing Company.
- Demirci, N. (2003). *Bilgisayarla etkili öğretim stratejileri ve fizik öğretimi*, Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Geban, Ö. ve Demircioğlu, H. (1996). Fen bilgisi öğretiminde bilgisayar destekli öğretim ve geleneksel problem çözme etkinliklerinin ders başarısı bakımından karşılaştırılması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12, 183-185.
- Geban, Ö., Aşkar P., & Özkan, İ. (1992). Effects of computer simulations and problem solving approaches on high school students. *Journal of Educational Research*, 86(1), 5-10.
- Hacker, R. G. & Sova, B. (1998). Initial teacher education: a study of the efficacy of computer mediated courseware delivery in a partnership concept. *British Journal of Education Technology*, 29 (4), 333-341.
- Harwood, W. S. & McMahon, M. M. (1997). Effects of integrated video media on student achievement and attitudes in high school chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(6), 617-631.
- Hewson, P. (1985). Diagnosis and remediation of an alternative conception of velocity using a microcomputer program. *American Journal of Physics*, 53, 684-690.
- Hounshell, P.B. & Hill, S.R. (1989). The microcomputer and achievement and attitudes in high school biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 26 (6), 543-549.
- İşman, A., Baytekin, Ç., Balkan, F., Horzum, B. & Kızılcı, M. (2002). Fen bilgisi eğitimi ve yapısalci yaklaşım. *TOJET*, Cilt:1, Sayı:1, Makale:7.
- Jimoyiannis, A. & Komis, V. (2002). Computer simulations in physics teaching and learning: A case study on students’ understanding of trajectory motion. *Computers & Education*, 36, 183-204.
- Kabapınar, F., Özden, N. & Salan, Ü. (2000). *Ortaöğretim fizik ve kimya derslerinde yaygın olarak kullanılan bilgisayar yazılımlarının dizayn açısından incelenmesi*, IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, Bildiriler Kitabı, s. 721-727, Ankara.
- Karasar, N. (1999). *Bilimsel araştırma yöntemi*, Nobel Yayın Dağıtım, 9. Basım, Ankara.
- Özmen, H. (2004). Fen Öğretiminde Öğrenme Teorileri ve Teknoloji Destekli Yapılandırmacı (Constructivist) Öğrenme. *TOJET*, Yıl:3, Sayı:1, Makale:14.
- Özmen, H. & Kolomuç, A. (2004). Bilgisayarlı öğretimin çözümler konusundaki öğrenci başarısına etkisi. *Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 12(1), 57-68.
- Pena, C.M. & Alessi, S.M. (1999). Promoting a qualitative understanding of physics. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*. 18 (4), 439-457.
- Ramsden, E. (2002). An introduction to computer simulation and modeling. <http://www.sensorsmag.com/articles/0602/life/> (2002, June 26).
- Robson, C. (1998). *Real world research*. Blackwell Publishers Ltd., Oxford, UK.
- Rodrigues, S. (1997). Fitness for purpose: a glimpse at when, why and how to use information technology in science lessons. *Australian Science Teachers Journal*, 43 (2), 38-39.
- Şahin, T. Y., Yıldırım, S., (1999). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Tao, P.K. (1997). Confronting students’ alternative conceptions in mechanics with the force and motion microworld. *Computer in Physics*, 11 (2), 199-207.
- Tekdal, M. (2002). Etkileşimli fizik simülasyonlarının geliştirilmesi ve etkin kullanılması, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, ODTÜ, Ankara, http://www.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/b_kitabi/PDF/Fizik/Bildiri/t135d.pdf
- Trowbridge, D.E. & McDermott, L.C. (1980). Investigation of student understanding of the concept of velocity in one dimension. *American Journal of Physics*, 48, 1020-1028.
- Trowbridge, D.E. & McDermott, L.C. (1981). Investigation of student understanding of the concept of acceleration in one dimension. *American Journal of Physics*, 48, 1020-1028.

URL-1. (2005). http://www.enocta.com/tr/kaynaklar_makale_detay.asp?url=100

URL-2. (2005). <http://www.interactivephysics.com/description.html>

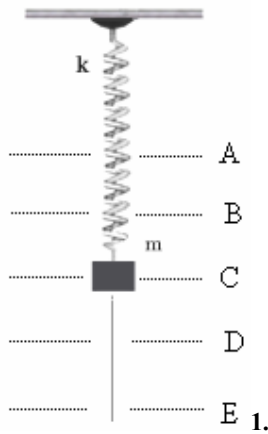
Yalçınalp, S., Geban, Ö., & Özkan, Ö. (1995). Effectiveness of using computer-assisted supplementary instruction for teaching the mole concept. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 1083-1095.

Yalın, H. İ. (2002). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*, Ankara: Nobel Yayıncılık.

Yenice, N. (2003). Bilgisayar destekli fen bilgisi öğretiminin öğrencilerin fen ve bilgisayar tutumlarına etkisi. *TOJET*, Yıl:2, Sayı:4.

Yiğit, N. & Akdeniz, A. R. (2003). Fizik öğretiminde bilgisayar destekli etkinliklerin öğrenci kazanımları üzerine etkisi: Elektrik devreleri örneği. *GÜ Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23 (3), 99-113.

EK. Basit Harmonik Hareket Testi



Yandaki şekildeki gibi, bir ucundan tavana tutturulmuş olan esnek yayın diğer ucuna m kütleli bir cisim bağlanıp serbest bırakıldığında, cisim dünyanın çekim ivmesi etkisinde C noktası ile E noktası arasında basit harmonik hareket yapmaktadır.

Ortam sürtünmesiz ve noktalar arası mesafeler birbirine eşit olarak kabul edildiğine göre;

a) Bu hareket süresince C, D ve E noktalarında cisme etki eden geri çağırıcı kuvvetin yönü ve büyüklüğünü **gerekçeleriyle birlikte** ifade ediniz.

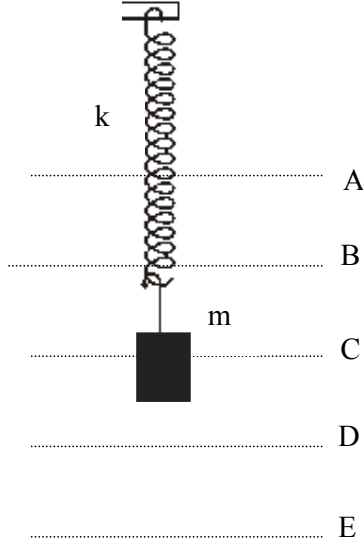
	<u>büyük­lük</u>	<u>yön</u>	<u>gerekçe</u>
C
D
E

b) Bu cismin C, D ve E noktalarındaki hızının yön ve büyüklüklerini **gerekçeleriyle birlikte** ifade ediniz.

	<u>büyük­lük</u>	<u>yön</u>	<u>gerekçe</u>
C
D
E

c) Bu cismin C, D ve E noktalarındaki ivmesinin yön ve büyüklüklerini **gerekçeleriyle birlikte** ifade ediniz.

	<u>büyük­lük</u>	<u>yön</u>	<u>gerekçe</u>
C
D
E



Yandaki şekilde görüldüğü gibi, bir ucundan tavana tutturulmuş olan esnek yayın diğer ucuna m kütleli bir cisim bağlandığında cisim dengede durmaktadır. Bu cisim D noktasına kadar çekilip serbest bırakılmaktadır ve dünyanın çekim ivmesi altında basit harmonik hareket yapmaktadır. Bu hareket süresince cisim yarım periyotluk süre ($T/2$) sonunda hangi nokta veya noktalar arasında olur? Cevabınızın **gerekçesini** belirtiniz.

(Ortam sürtünmesiz ve noktalar arası mesafeler birbirine eşit olarak kabul edilecektir)

2.

- A) A noktasında olur. Çünkü;.....
.....
B) B noktasında olur. Çünkü;.....
.....
C) C noktasında olur. Çünkü;.....
.....
D) A-B arasında olur. Çünkü;.....
.....
E) C-B arasında olur. Çünkü;.....
.....