



Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının İlk Hızsız Serbest Düşme Hareketinin Matematiksel Modelini Anlamaları*

Nevzat YİĞİT**, Nedim ALEV***

Öz: Fizik derslerinde matematiksel modeller, çoğu kez öğrencilerce ezberlenecek salt formüller olarak görülmesi, modellerin ya da eşitliklerin fiziksel anlamlarının kavranılmamasına neden olmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Genel Fizik I ve II derslerinden başarılı olmuş Fen Bilgisi Öğretmenliği programı öğretmen adaylarının ilk hızsız serbest düşme hareketine ait matematiksel modele ilişkin anlamalarını belirlemektir. Farklı dört sınıf seviyesinden 40 öğrenci ile yürütülen çalışmada, modelin fiziksel anlamı, modelde geçen değişkenler ve modelin oluşturulmasındaki süreç sorgulanmıştır. Araştırma bulgularına göre öğretmen adaylarının yaklaşık üçte ikisi modelde geçen değişkenleri anlayabilmekte, beşte biri modelin fiziksel anlamını kavramış ve dörtte biri ise modelin oluşturulmasında göz ardı edilen gerçekleri bilebilmektedir. Sonuç olarak sınıf düzeyi açısından incelediğinde öğretmen adayları, programlarındaki ilgili dersi başarılı olarak geçmiş olmalarına rağmen basit temel bir matematiksel modeli kavrayamadıkları ortaya çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İlk hızsız serbest düşme, matematiksel model, matematiksel modelleri anlama

Science Student Teachers' Understanding of Mathematical Model of Free Fall Motion Without Initial Velocity

Abstract: That mathematical models in physics often seen as mere formulae to be memorized by students leads to incomprehension of physical meanings of models or equations. The aim of this study was to determine science student teachers' understanding, who have been successful in General Physics I-II courses, of mathematical model of free fall motion without initial velocity. In the study carried out with 40 student teachers physical meaning of model, variables included in the model and the process in constructing model was under examination. Results showed that approximately two third of participating student teachers identified the

* Bu çalışma, 14-16 Eylül 2017 3.Ulusal Fizik Eğitimi Kongresi, Ankara'da sunulmuştur.

** Prof. Dr., Trabzon Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, 0000-0001-7363-1637, nyigit@trabzon.edu.tr

*** Doç. Dr., Trabzon Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, 0000-0003-4155-490X, nedimalev@trabzon.edu.tr

variables in the model, one fifth of them clearly comprehended physical meaning of the model and one fourth of them realized the realities ignored in constructing the model. As a result student teachers graduated from their programme without a clear understanding of simple basic model in physics even though they successfully passed the related course in the programme.

Keywords: Free fall, mathematical model, understanding mathematical models

Giriş

Fizik dersinin öğrencilerce anlaşılama ve dolayısıyla sevilme nedenlerinden biri de dersin ezberlenmesi gereken formüller yığından oluştuğuna dayandırılan düşüncedir. Bilim insanları doğada gözlemedikleri olaylarda etkin olan değişkenleri belirlemek ve bu değişkenler arasındaki ilişkileri de betimlemek için çalışırlar. Fizikte formül, denklem veya model anlamlarında eş değer olarak kullanılmaktadır. Bir formül ya da matematiksel bir denklem en basit şekliyle bir bağımlı değişken ile bir bağımsız değişken arasındaki ilişkinin bir modelidir. Fizik derslerinde ezberlenmesi gerektiği düşünülen modeller aslında gözlemlerimizdeki değişkenler arası ilişkinin özetlenmesinden başka bir şey değildir. Ülkemizde fen ve fizik eğitiminde modellerin kullanımı ile ilgili çalışmalara bakıldığında genel olarak bu çalışmalarda modellerin fen eğitimindeki yeri ve önemi (Gülçiçek ve Güneş, 2004; Çökelez, 2015), derslerde kullanımı hakkında öğretici (Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004; Ergin, Özcan ve Sarı, 2012) ve öğrenci (Harman, 2012; Aslan ve Yadigaroglu, 2013) görüşleri gelmektedir. Bunların yanında model kullanımının öğrenci başarılarına etkisinin araştırıldığı araştırmalara da rastlanılmaktadır (Köklü, 2009; Başkan Takaoğlu, 2015). Kanlı, Gülçiçek, Göksu, vd. (2004)'e göre uluslararası çalışmalarda önemli yeri bulunan model ve modelleme çalışmalarının ulusal düzeyde yeterli olmadığı vurgulanmaktadır. Bu çalışmalar genellikle model kullanımı eksikliğini vurgularken, kullanımlarının fizik eğitimindeki önemine ve başarıya olumlu katkılarına dayanmaktadır.

Oysa ezberlenmesi gereken formüller olarak hayattaki olgu, olay veya kavramlar arası ilişkilerin basite indirgenmiş biçimlerini bilim insanları nasıl oluşturmuşlardır? Çoğu kez öğrenciler formüllerin/denklemelerin kendi yaşamlarında karşılıklarını göremediği için de değişkenler arası ilişkileri gerçekten kopuk olarak düşünebilmekte, dolayısıyla fizikteki modellemelerin matematiksel ifadesi olan denklemler dersin içeriğinin olumsuz anlamda önüne geçmektedir (Wieman ve Perkins, 2005). Başka bir ifade ile denklemler kesinlikle ezberlenmesi gereken matematiksel formüller, öğrenmenin hedefi haline gelebilmekte ve fiziksel içeriğin anlaşılmasının yerini de formüllerin ezberlenmesi almaktadır (Yıldız ve

Büyükkasap, 2006). Bu ezberleme anlayışı, öğrenmenin esas hedefi olan mevcut bilgileri sorgulayarak inceleme, içselleştirme ve kendi bilgisini üretmenin de önüne geçmektedir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013). Day (1993)'in ifadesiyle ardında yatan anlamları dikkate almadan birtakım denklemlerin öğrencilere verilmesi ile yapılan, fiziğin kötü öğretimidir. Öğretmen adaylarının denklemlerin gerçek hayattaki karşılıklarını ve modellemelerinin de basite indirgenmesindeki yolu anlamaları, onların da fizik dersine bakışlarını değiştirmesi açısından önemlidir. Fizikle ilgili öğrenilenlerin öğretici ve diğer faktörler nedeniyle gerçek yaşamla ilişkilendirilememesi, öğrenenlerde başarıyı olumsuz yönde etkileyen kavramsal zorluk inancının ortaya çıkmasına da neden olmaktadır (Aksakallı, Salar ve Turgut, 2016). Day (1993), fizik öğretmenlerinin öğrencilere öncelikle kavramsal olarak zihinlerinde öğrenmeyi yerleştirdikten sonra sembollerdeki ilişkileri göstermesi gerektiğini ifade etmektedir. Byron ve Clement (1980), fizik dersini alan öğrenciler çoğu durumda formülleri kullanarak problemleri çözmek için gerekli süreci kullanabildiklerini; ancak kavramsal anlamaları eksik olanlar söz konusu probleme ait sözel veya grafiksel irdeleme, açıklamalarda bulunmada oldukça eksik kaldıklarını ifade etmektedir. Bununla birlikte fizik derslerinde eşitlik-denklemlerin öğretimi veya ezberlenmesinden öteye geçmek kavramsal öğretimi destekleyecek öğretim yaklaşımlarının işe koşulmasıyla ancak mümkün olacaktır (Syed, 2015; Docktor, Strand, Mestre ve Ross 2015). Öğrenciler fizik bilgilerini özellikle günlük hayattan olaylara uygulamaları istendiğinde kavramsal anlamalarındaki eksikliklerden dolayı çoğu durumda başarısız olmaktadır. Dolayısıyla bu çalışma ile hem fizik öğretmenleri ve öğretmen eğitimcilerinin öğretimlerini geliştirmede bir farkındalık oluşturma hem de fizik öğretiminde yaygın olarak kullanılan formül-denklemler temelli öğretimden kavramsal öğretime dikkat çekilmiş olacaktır.

Bu çalışmanın amacı, fizikte bilinen en temel olgulardan biri olan ilk hızsız serbest düşme hareketine ait $\Delta y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ matematiksel modeline yönelik öğretmen adaylarının modelin fiziksel anlamı, modelin ihtiva ettiği değişkenler ve modelde idealleştirilen unsurlara göre anlamalarının belirlenmesidir.



Yöntem

Durum çalışmaları, belirli bir zamanda bir durumu (olay, süreç, kişi veya grup) derinlemesine araştırmak için kullanılır (Yin, 2003). Bu çalışmada, 2016-2017 öğretim yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi Fen ve Teknoloji Öğretmenliği Programında öğrenim gören ve Genel Fizik I dersini almış ve başarıyla geçmiş olan farklı seviyelerdeki öğrencilerin serbest düşme hareketinin matematiksel modelini anlamaları incelenmiştir.

Serbestçe düşen bir cisim, onun ilk hareketine bakılmaksızın yerçekiminin etkisi altında hareket eden herhangi bir cisimdir. Serbest düşen cisimler, yerçekiminden ileri gelen ivmeye eşit yerin merkezine doğru bir ivmeye sahiptirler (Serway, 1990, Çevr: Çolakoğlu, 1995). Ancak bu çalışmada sadece sükûnetten başlayarak düşen bir cismin hareketini tanımlayan $\Delta y = \frac{1}{2}.g.t^2$ matematiksel modeline ilişkin öğrencilerin anlamaları incelenmiştir. Çalışma grubundaki öğretmen adaylarının seçilmesinde amaçlı örnekleme tekniklerinden ölçüt örnekleme ve maksimum çeşitlilik örnekleme kullanılmıştır. Ölçüt örneklemede öğretmen adaylarından sadece Genel Fizik I dersini başarı ile geçmiş olmasının ölçüt olarak alınmış ve maksimum çeşitlilik örneklemede ise farklı sınıf seviyelerinden ve aynı seviyedeki farklı notlar alan öğretmen adaylarının çalışmaya dâhil edilmesi sağlanmıştır. Çalışma grubundaki öğretmen adaylarının Genel Fizik I başarı notları AA(7, %17,5), BA(12, %30), BB(9, %22,5), CB(8, %20) ve CC(4, %10) olmak üzere çalışma 40 kişilik bir grupla yürütülmüştür. Veriler 2016/2017 Eğitim-Öğretim Yılı Bahar yarıyılında her sınıftan gönüllü katılan 10 ar kişi ile ilk hızsız ya da sükûnetten serbest düşme hareketi modelinin açıklanmasına dayalı açık uçlu soruların yazılı olarak cevaplandırılması ile elde edilmiştir. Açık uçlu soruların cevaplandırılmasına geçilmeden önce her gruba ayrı ayrı olmak üzere, “*Fiziksel bir olay matematik diliyle genelleştirilir, formüle dökülür ve basite indirgenir. Fizikte, matematiksel denklemler gözlemlerimizdeki değişkenler arası ilişkileri ortaya koyan modellemelerdir. Bu modellemeler (denklemler/formüller), hayattaki gerçeklerin idealleştirilmiş ve en basite indirgenmiş halidir.*” şeklinde içeriğe yönelik açıklayıcı bilgiler verilmiştir. Her bir sınıftan seçilen gruplarla yapılan uygulamalar (tanıtım ve cevaplamalar) 15-30 dakikalık zaman dilimlerinde dört oturumda tamamlanmıştır.

Bu çalışmada kullanılan veri toplama aracında öğretmen adaylarına ilk olarak çalışmaya konu olan sükûnetten serbest bırakılan bir cismin matematiksel modeli verilmiş ve modelle ilgili Tablo 1’in ilk sütunundaki soruları yazılı olarak cevaplandırmaları istenmiştir. Buna göre

öğretmen adaylarından modelde önemli olan değişkenleri, modelin ele aldığı fiziksel gerçeği ve bu gerçekte ne veya nelerin ihmal edilmiş olabileceği gibi üç temel soru ile öğrenilmiştir. Soruların cevaplarını değerlendirmek için doğru, eksik ve yanlış şeklinde puanlama anahtarı oluşturulmuştur (Tablo 1).

Tablo 1.

Soruların dereceli puanlama anahtarı

	$\Delta y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$	Formül/denklem/model hangi değişkenler üzerine kuruludur?	Formül/denklem/model ile ne idealleştirilmiştir ya da hayattaki hangi gerçek gözardı edilerek formül/denklem/model basite indirgenmiştir?
Doğru	Sükûnetten serbest düşen bir cismin Δy , t^2 ile orantılı değişir. Sükûnetten serbest düşen bir cismin Δy , g^* ile orantılı değişir. (birincisi ya da her ikisini üstteki yazılırsa)	Δy , t (1.durum) Δy , t ve Δy , g (2.durum)	Sürtünme (ortam, hava sürtünmesi) Sürtünme ile g nin sabit alınması birlikte ise
Eksik	Sükûnetten serbest düşen cismin y eksenini boyunca aldığı yol veya benzeri eksik ifadelendirmeler	Δy , g Sadece t ye bağlı, g ye ve t ye	Tam anlamlandırılmayan eksik açıklamalar
Yanlış	Diğer açıklamalar	Diğer açıklamalar (sadece g)	Diğer açıklamalar

*: Sükunetten serbest düşen herhangi bir cismin hareketi esas alındığı için “-g” g olarak alınmıştır.

Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar Genel Fizik I dersini veren iki öğretim üyesinin puanlaması ile çözümlenmeye çalışılmıştır. Puanlayıcılar arasındaki uyum için kapa (κ) değerleri her bir soru için anlamlı bulunmuş ($p < .05$) ve sırasıyla uyum katsayıları 0.96, 1.00 ve 1.00 olarak hesaplanmıştır. Kappa testi gözlemciler arası uyumun şansa bağlı etkisini dikkate aldığı için iki puanlayıcı arasındaki yüzde olarak bulunan uyumdan daha güçlü bir

istatistiktir (Kılıç, 2015). Sorulara verilen cevaplar Tablo 1'deki açıklamalara uygun olarak 'doğru', 'eksik' ve 'yanlış' kategorilerinde toplanmış frekansların çıkartılmasıyla nicel betimlemeler yapılmıştır. Bununla birlikte, her sorunun üç kategorisi için öğretmen adaylarının açıklamalarından örnekler alınarak modele yönelik anlamalar betimsel nitel analiz yoluyla ortaya konulmuştur.

Bulgular

Öğretmen adaylarınca ilk hızsız serbest düşme matematiksel modeline ilişkin sorulara verilen cevapların farklı kategorilere göre frekansları toplamda Tablo 2'de, sınıflara göre ise Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 2.

Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar

	SORU 1		SORU 2		SORU 3	
	f	%	f	%	f	%
Doğru	8	20,0	26	65,0	10	25,0
Eksik	11	27,5	11	27,5	8	20,0
Yanlış	21	52,5	3	7,50	22	55,0
Toplam	40	100,0	40	100,0	40	100,0

Tablo 2'den de görüldüğü gibi öğrencilerin yaklaşık üçte ikisi modelde geçen değişkenleri doğru olarak ifade edebilirken modelin fiziksel anlamı sadece beşte biri tarafından doğru olarak açıklanabilmektedir. Bununla birlikte modelde göz ardı edilen hususlara yönelik olarak öğrencilerin dörtte biri ancak doğru yanıt verebilmişlerdir.

Tablo 3.

Öğrencilerin sorulara verdikleri yanıtların sınıf düzeylerine göre dağılımı

sınıf		SORU 1		SORU 2		SORU 3	
		f	%	f	%	f	%
Birinci Sınıf	Doğru	4	40,0	6	60,0	3	30,0
	Eksik	1	10,0	3	30,0	3	30,0

İkinci Sınıf	Yanlış	5	50,0	1	10,0	4	40,0
	Doğru	1	10,0	6	60,0	2	20,0
	Eksik	2	20,0	3	30,0	1	10,0
Üçüncü Sınıf	Yanlış	7	70,0	1	10,0	7	70,0
	Doğru	0	0,00	6	60,0	3	30,0
	Eksik	8	80,0	3	30,0	3	30,0
Dördüncü Sınıf	Yanlış	2	20,0	1	10,0	4	40,0
	Doğru	3	30,0	8	80,0	2	20,0
	Eksik	0	00,0	2	20,0	1	10,0
	Yanlış	7	70,0	0	00,0	7	70,0

Tablo 3'ten de görüldüğü gibi, sınıf seviyeleri dikkate alındığında modelin fiziksel anlamını birinci ve dördüncü sınıftaki öğrencilerin diğer ara sınıflara oranla daha doğru tanımladıkları ifade edilebilir. Diğer taraftan, modelin değişkenlerini belirlemeye ilişkin veriler incelendiğinde tüm sınıf seviyelerinde modelin fiziksel anlamına kıyasla daha başarılı oldukları görülmektedir. Modelde göz ardı edilen değişkenlerin bilinme düzeyleri ise tüm sınıf seviyelerinde düşük olduğu görülmektedir.

Öğretmen adaylarına yönlendirilen sorular ve öğretmen adaylarının bu sorulara verdikleri yanıtların analizleri aşağıda sunulmaktadır. Bu çalışmada öğretmen adaylarına yönlendirilen üç soruya verdikleri yanıtlar “Doğru”, “Eksik” ve “Yanlış” olmak üzere üç kategoride incelenmiştir.

Modelinin Fiziksel Anlamı

Öğretmen adaylarının modelin fiziksel anlamına yönelik “Doğru” kategorisinde değerlendirilen örnek açıklamaları aşağıdaki gibidir:

“y eksenindeki yer değiştirme, zamanın karesiyle doğru orantılı olarak değişir.” (A01)

“Yerden belli yükseklikteki cismin g yerçekimi etkisinde düşey eksenindeki hareketi sırasında t kadar zamanda gerçekleştiği yer değiştirmeyi (Δy) anlatmaktadır.” (A06)

“Yerçekiminin etkisiyle zamana bağlı olarak bir cismin yer değiştirme miktarıdır.” (A20)

“Serbest düşmenin formülüdür. İlk hız olmadan serbest bırakılan cismin yerçekiminin etkisiyle ne kadar sürede düşer veya belli bir zamanda ne kadar yol alacağını bulmamıza yarar.” (A31)

Görüldüğü gibi doğru olarak değerlendirilen bu açıklamalarda ‘serbest düşmeye bırakılan cismin yer değiştirmesi’ açısından fiziksel bir anlam yüklemekten betimleme çabası vardır. Dolayısıyla hareketin adını vermeden denklemin açıklanması ‘hareketin fiziksel anlamının’ doğru olarak bilindiği şeklinde yorumlanmıştır.

Öğretmen adaylarının modelin fiziksel anlamına ilişkin “Eksik” kategorisinde değerlendirilen açıklamalarına aşağıdaki örnek ifadeleri verilmiştir.

“Bu denklem fizikte y ekseninde yerçekimi ve zamanın karesi ile orantılı olarak yer değiştirmeyi anlatmaktadır.” (A09)

“Düşey olarak atılan bir cismin aldığı yol zamana ve yer çekimine bağlıdır.” (A11)

“Bu formül, fizikte y eksenindeki düşey hareketin zamana bağlı bir değişken olduğunu belirtiyor.” (A21)

“Düşey ekseninde bırakılan cisim, yer çekiminin etkisi ile t^2 zamanda Δy kadar yol almıştır.” (A22)

“x, y, z şeklindeki bir koordinat düzleminde bulunan yer çekiminin altındaki y koordinatındaki yer değiştirmeyi hesaplayan bir formül.” (A24)

“Bir cismin y eksenindeki yer değiştirmesini anlatmaktadır.” (A29)

“Değişkenliğin yer çekimi ivmesi ve zamanın karesinin çarpımının yarısı olduğunu anlatıyor.” (A35)

Örnek alıntılarda da görüleceği gibi “Eksik” kategorisinde değerlendirilen katılımcı yanıtları ya yer değiştirmeye ya da modelin içerdiği değişkenleri isimlendirerek olduğu gibi okumaya odaklanmaktadır. Bununla birlikte, A22 kodlu adayın açıklamasında ‘bırakılan cisim’, ‘A29

kodlu adayın ‘bir cismin’ ifadeleri ile cismin bırakılma biçimi tanımlanmadan getirilen açıklamalar terminoloji eksikliğini de göstermektedir.

Aşağıda öğretmen adaylarının “Yanlış” olarak değerlendirilen açıklamalarına örnekler verilmiştir.

“Bu denklem bir cismin y eksenindeki yer değişimi ile zamanın doğru orantılı olarak arttığını gösterir.” (A02)

“Düşeyde hareket eden bir cismin yüksekliğinin eldesini ifade etmektedir.” (A13)

“Bu model fizikte zamana göre y ekseninde değişimini anlatır. Gerçek hayatta hareket eden ve yukarı doğru hareket eden ve hızlanan cismin daha sonra yerçekimi etkisi ile yere düşme süresini anlatabilir.”(A27)

“Herhangi bir sebepten dolayı y değişkeninde olan değişimin formüle dökülmüş hali.” (A32)

“Yer değiştirme g ile t nin çarpımının yarısına eşittir.”(A34)

“Serbest düşmenin formülü olarak kullanılır. Yer çekimine göre hareket eden cismin hızını ve süratini bulabiliriz.” (A40)

Katılımcıların verdiği yanıtlar incelendiğinde verilen matematiksel modelin fiziksel anlamını açıklayamadıkları, modeli matematiksel olarak tanımlarken hatalar yaptıkları veya genel ifadelerle matematiksel modelin fiziksel anlamından uzak açıklamalar yaptıkları görülmektedir.

Modelin Değişkenleri

Öğretmen adaylarının modelin barındırdığı değişkenlere ilişkin “Doğru” kategorisinde değerlendirilen örnek açıklamaları aşağıdaki gibidir:

“y eksenindeki yer değiştirme ve zamana göre kuruludur.” (A21)

“g sabit alındığından t (zaman) ve Δy (yer değiştirme) üzerine kuruludur.” (A02)

“Yer çekimi, zaman ve yer değiştirme değişkenleri üzerine kurulmuş bir denklemdir.” (A17)

“Düşey ekseninde yer değiştirmede, sürenin etkili olması ve cismin yerçekimine bağlı hareketi üzerine kuruludur.” (A23)

“Alınan yoldaki değişim, yerçekimi ivmesi, zaman.” (A33)

Bu açıklamalar doğrultusunda düşey eksendeki yer değiştirmenin zamanla değiştiği belirtilirken yer çekiminin de sabit olduğu vurgulanmaktadır. Bununla birlikte yerçekiminin de değişken olarak ifade edildiği görülmektedir. Bağımlı ve bağımsız değişkenler açısından ele alındığında, A23 kodlu adayın ifadesinde olduğu gibi değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklayıcı ifadelere de rastlanırken, A17 kodlu öğrencinin ifadesinde olduğu gibi sadece değişkenleri adlandırmakla yetinilen ve “Doğru” kategorisinde değerlendirilen açıklamaların olduğu görülmektedir.

Diğer taraftan öğretmen adaylarının verdikleri yanıtların “Eksik” kategorisinde değerlendirilenlerine ilişkin örnek alıntılar aşağıda sunulmuştur.

“t değişkeni üzerinde kuruludur.” (A10)

“Bu formül zaman (t) değişkeni üzerinde kuruludur. Yer çekimi kuvveti (g) sabittir ve değişmez.” (A09)

“Yerçekimi ivmesi, zaman.” (A29)

“Zaman, ağırlık, yükseklik değişkenleri var.” (A36)

Öğretmen adaylarının modelin değişkenlerine ilişkin verdikleri yanıtlarda ağırlıklı olarak bağımsız değişkenleri ve özellikle de zamanı vurguladıkları ve yerçekimi ivmesini ise bazen değişken kabul ettikleri için ifade etmişlerdir. A09 kodlu öğrenci yer çekimi ivmesini –belki de dikkatsizlikten- yer çekimi kuvveti olarak ifade etmekte onun sabit olduğunu belirtmektedir. İfadelerden de açıkça görüleceği üzere bağımlı değişken belirtilmeksizin bağımsız değişken açıklanmıştır.

Öğretmen adaylarının modelin barındırdığı değişkenlere ilişkin “Yanlış” kategorisinde değerlendirilen örnek açıklamaları ise aşağıdaki gibidir:

“Zaman ve yer çekimi üzerine, yatayda yer değiştirmesi üzerine.” (A15)

“Burada denklem üzerinde yer çekimi sabit olarak alınabilir. Y eksenindeki değişim $\frac{1}{2} \cdot t^2$ üzerine kuruludur.” (A27)

Öğretmen adaylarından sadece üç kişinin matematiksel modelin barındırdığı değişkenleri yanlış belirlediği ve A15 kodlu adayın açıklamalarından da görüleceği üzere ‘soruya açıklama getirmiş olmak’ için yazılan; ancak neyin anlatılmaya çalışıldığı anlaşılmayan ifadelerinin var olduğu görülmektedir. Benzer şekilde A27 kodlu adayın modelin değişkenlerini açıklamada

doğrudan zamanı değil de katsayıyı da belirterek yaptığı açıklama yanlış olarak değerlendirilmiştir.

Modelin İdealleştirilmesi

Öğretmen adaylarının modelin oluşturulmasında bilim insanlarının gözardı edilmiş gerçeğin ya da gerçeklerin neler olabileceğine ilişkin “Doğru” kategorisinde değerlendirilen örnek açıklamaları aşağıdaki gibidir:

“... Denkleminde havadaki sürtünme kuvveti ihmal edilmiş olabilir.” (A04)

“Cismin düşey eksenindeki hareketi sonucunda hava ile sürtünmesi ihmal edilmiş olabilir.” (A06)

“Bu formül, hava direnci gözardı edilerek basite indirgenmiştir” (A10)

“Cisimlerin hava ile teması ile oluşan kuvvet göz ardı edilmiştir.” (A16)

“... düşey harekette kütlelerin bir önemi yoktur. ...Δy aynı olduğu sürece geçerlidir. Hava direnci göz ardı edilir.” (A21)

“Cismin hava ile temasından kaynaklanan sürtünme yok sayılmıştır.” (A29)

Yukarıda farklı sınıflardan öğrenciler modelin oluşturulmasında gerçek hayatta ihmal edilen gerçeğin hava ile cismin temasından kaynaklanan sürtünmenin olduğunu vurgulanmakta, bunun yanında bir öğrenci de ‘cismin kütlelerinin’ bir öneminin olmadığını özellikle belirtmektedir.

Öğretmen adaylarının “Eksik” kategorisinde değerlendirilen açıklamalarına aşağıdaki örnek alıntılar verilmiştir.

“havadaki sürtünme katsayısı ihmal edilmiştir.” (A01)

“...cismin nasıl bırakıldığını, eğer açık havada ise hava durumu gibi şeyler göz ardı edilmiştir.” (A02)

“Gerçek hayatta yer çekimi ivmesi göz ardı edilerek formül oluşturulmuştur. Çünkü yer çekimi ivmesi dünyanın her yanında aynıdır.” (A05)

“Yerçekiminin her yerde aynı olabileceği göz önünde bulundurulmuştur. Oysa ki dünya üzerinde yerçekimi aynı değildir.” (A17)

“Yerçekimi dünyanın her yerinde aynı olmayabilir” (A30)

“Düşen cismin bulunduğu ortam göz ardı edilmiştir. Çünkü dünyada düşen cismin aldığı yol ile Ay’da düşen cismin aldığı yol farklı olur. Çünkü yerçekimi farklıdır.” (A33)

Öğretmen adaylarının “Eksik” kategorisinde değerlendirilen yanıtlarında ya sadece yerçekiminin sabitliği ile ilgili açıklamaları ya da tek başına sürtünme kuvvetinin ihmal edildiğine odaklandıkları görülmektedir. A02 kodlu adayın açıklamasında ‘havadaki sürtünme katsayısı’ ile havanın cisimle olan sürtünmesi de ifade edilmek istenmiş olabileceği düşünülmektedir.

Öğretmen adaylarının “Yanlış” kategorisinde değerlendirilen açıklamalarına ise aşağıdaki örnek alıntılar verilmiştir.

“Bu formülde hız etkeni göz ardı edilmiştir.” (A07)

“İlk atış hızı idealleştirilmiştir.” (A08)

“Yer değiştirme esnasında cismin sahip olduğu yükseklik(h) göz ardı edilmiştir.” (A09)

“Cismin hızı gözardı edilmiştir.” (A11)

“Eksen üzerindeki ilerleme idealleştirilmiştir.” (A12)

“Hava sürtünmesi ve cismin hızı göz ardı edilmiştir.” (A14)

“...kütle, hava basıncı ihmal edilmiş.” (A15)

“Cismin kütlesi ihmal edilmiştir.” (A18)

“Yerçekimi ihmal edilmiştir. Gerçek hayatta bu tam tersinedir. Yani yerçekimi her zaman etkilidir ve yer değişimi olmaz gibi.” (A27)

“Zaman evrenin her yerinde aynı oranda değişmez. Yol arasında karşılaşılabilecek direnç ya da kopukluk....” (A32)

“Sadece y eksenini üzerindeki hareket baz alınmıştır. x ve z eksenleri göz ardı edilmiştir.” (A37)

Katılımcı öğretmen adaylarının modelin idealleştirilmesinde bilim insanlarının ihmal ettikleri değişkenleri ifade ederken cismin hızı, yerçekimi, zaman, hava basıncı, hareket eksenini, kütle gibi değişkenlerin ihmal edildiğini belirttikleri görülmektedir. A07 kodlu adaya göre ‘hız’ göz

ardı edilmiştir; ancak A08 kodlu adaya göre de cismin ilk hızı göz ardı edilmiştir. Bu açıklamalar modelin serbest düşme hareketine ait olabileceğinin ve bu harekete ait özelliklerin anlaşılmasını göstermektedir. A09 kodlu adayın cevabından da Δy ile h arasındaki ilişki görülememiği anlaşılmaktadır. A37 kodlu öğrencinin açıklamaları ise hareketin boyut olarak anlaşılmadığını göstermektedir.

Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmanın amacı, ilk hızsız serbest düşme hareketine ait matematiksel model ile ilgili öğretmen adaylarının modelin fiziksel anlamı, modelin ihtiva ettiği değişkenler ve modelde idealleştirilen unsurlara göre anlamalarının belirlenmesidir.

Öğretmen adaylarının çoğunluğunun matematiksel modeldeki değişkenleri doğru betimlemesine rağmen modelin fiziksel anlamını ve ideal ortam için oluşturulan modelde gerçek dünyada ihmal edilmiş olan muhtemel değişkenlerin çok az sayıda öğretmen adayının doğru olarak ifadelendirmiş olduğu ortaya çıkmıştır. Ortaöğretim ve lise düzeyinde fizik öğretiminde önemli problemlerden biri matematiksel modellemelere/formüllere aşırı bağlı kalınarak yapılan öğretim ve fizik ders kitaplarının bolca matematik bilgisini içermesidir. Böyle bir anlayışla yapılan öğretim özellikle matematik bilgisi yetersiz olan öğrenciler için gerekli faydayı sağlamamaktadır (Kroupova, 2016). Bu çalışmada öğretmen adaylarının matematiksel modelin barındırdığı değişkenlerin modelin fiziksel anlamına oranla daha doğru olarak tanımlanabilmesi Örnek (2008)'in belirttiği gibi öğrenciler çoğunlukla problemlerini çözmek için pek çok formül arasından uygun olanı seçmeleri doğrultusunda şartlandırılmış olmaları ile açıklanabilir. Bu öğrencilerde fiziğin dünyayı anlamada, anlamlandırmada faydalanılabilecek ilkeleri ortaya koymasından ziyade bilim insanları tarafından üretilen formülleri bilmekten ibaret olduğu anlayışını doğurmaktadır (Finkelstein, 2004). Serbest düşme hareketinin anlamına odaklanma yerine eksik terminoloji ile açıklama ve doğrudan formülü açıklama çabası, öğretmen adaylarının modelin fiziksel anlamını tam olarak anlamamalarından ileri gelmektedir. Bu durum, Day (1993)'in de ifade ettiği gibi kavramsal yapısının tam olarak yerleşmeden yapılan öğretimlerin bir sonucu olarak düşünülebilir. Byron ve Clement (1980)'in de vurguladığı gibi kavramsal anlamaları eksik olanların açıklamaları da eksik kalabilmektedir.

Bununla birlikte öğretmen adaylarının sınıf seviyeleri dikkate alındığında modelin fiziksel anlamlandırılmasındaki doğruluğun öğretmen adaylarının Genel Fizik I dersini henüz

almış olduğu birinci sınıf ve öğretmenlik alan sınavına hazırladıkları dördüncü sınıftaki öğretmen adaylarının daha doğru tanımlamalar yaptıkları görülmektedir. Bu durum birinci sınıfta öğretilen bilginin zamanla unutulduğu ve dördüncü sınıftaki bazı sınav hazırlıkları ile tekrar hatırlatıldığı şeklinde yorumlanabilir.

Diğer taraftan çalışmada, öğretmen adayları modelde göz ardı edilen değişkenlerin bilinme düzeyleri ise tüm sınıf seviyelerinde düşük olduğu görülmektedir. Bu durumu Örnek (2008), problemlerde var olan sürtünme gibi zaman zaman ihmal edilen değişkenler hakkında ya hiç düşünmezler ya da bu gibi değişkenleri ihmal etmeleri tamamen bilinçsizcedir, bir alışkanlıktır şeklinde açıklamaktadır.

Öğretmen adaylarının fizik formülleri ve ilkeleri bilgilerindeki eksiklik önceki deneyimlerinde fizik öğretmenlerinin fizik formüllerini ve ilkelerini ezberlemelerinin çoğunlukla istenilmesi hem problem çözümede başarısızlığa yol açarken fizik dersine karşı olumsuz bir tutum geliştirmeleriyle sonuçlanabilmektedir (Kapucu, 2014). İlk, orta ve lise eğitimleri dönemlerinde yaygın olarak kullanılan geleneksel öğretim yöntemlerinin ortaya çıkarttığı bu olumsuz durum karşısında öğretmen adaylarının üniversitede aldıkları bir iki dönemlik fizik dersleri ile fizik dersine karşı olumsuz tutumlarının değişimi kolay olmamaktadır (Marusic ve Slisko, 2014). Öğretmen adaylarının lisans eğitimleri boyunca fizik derslerindeki deneyimleri genellikle geleneksel öğretim olarak bilinen davranışçı yaklaşım çerçevesinde oluşmasına karşın fizik dersinin nasıl öğretilmesine ilişkin inançları öğrencilerin aktif katılımını ve bilgilerini kurma olanağı veren yapılandırmacı yaklaşım çerçevesinde olması yönünde gelişmektedir (MacLeod, 2013).

Öneriler

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar açıkça göstermektedir ki temel fizik dersleri dahil olmak üzere fen öğretmen adaylarının karşılaştıkları bütün matematiksel modellerin öğretiminde modellerin ezberlenmesi ve hangi durumlarda kullanılabileceğinden öteye kavramsal anlamalarına yardımcı olacak etkinliklerle öğretimin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının matematiksel modelleri anlamalarını derinlemesine ve bütüncül olarak betimleyebilmek için klinik görüşme ile yapılabilecek çalışmalar daha fazla ışık tutucu olacaktır. Başarılı öğrencilerle yürütülen bu çalışmanın aksine yapılacak çalışmalar başarısız öğrencileri de içerecek şekilde yapılması durumu betimleme bakımından daha fazla öğretici sonuçlar ortaya çıkaracaktır.



Makalenin Bilimdeki Konumu

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi/Fizik(Fen) Bilgisi Eğitimi

Makalenin Bilimdeki Özgünlüğü

Öğrenciler fizik bilgilerini özellikle günlük hayattan olaylara uygulamaları istendiğinde kavramsal anlamalarındaki eksikliklerden dolayı çoğu durumda başarısız olmaktadır. Dolayısıyla bu çalışma ile hem fizik öğretmenleri ve öğretmen eğitimcilerinin öğretimlerini geliştirmede bir farkındalık oluşturma hem de fizik öğretiminde yaygın olarak kullanılan formül-denklemler temelli öğretimden kavramsal öğretime dikkat çekilmiş olacaktır.

Kaynaklar

- Aksakallı, A., Salar, R. ve Turgut, Ü. (2016). Modern fizik dersi alan lisans öğrencilerinin bu ders ile ilgili açığa çıkan kişisel epistemolojik inançları ve bunların nedenlerinin incelenmesi, *Fizik Eğitimi ve Felsefesi / Education and Philosophy of Physics*, 1(1),1-17.
- Aslan, A. ve Yadigaroglu, M. (2013). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik lisansüstü öğrencilerinin model ve modelleme hakkındaki görüşleri, *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2 (3), 123-132.
- Byron, F.W. & Clement, J. (1980). *Identifying different levels of understanding attained by physics students*, Project Final Report, Department of Physics University of Massachusetts, Amherst, MA.
- Çökelez, A. (2015). Fen eğitiminde model ve modelleme, öğretmenler, öğretmen adayları ve öğrenciler: alanyazın taraması, *Turkish Studies*, 10(15) 255-272.
- Day, L. H. (1993). From mere formulas to the bigger picture: helping students in introductory physics see interconnectedness, *Paper Presented at the Annual Meeting of the Conference on College Composition and Communication*, San Diego CA, March 31-April 3.
- Docktor, J.L., Strand, N.E., Mestre, J.P. & Ross, B.H. (2015). Conceptual problem solving in high school physics, *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 11, 020106-1-13.



- Ergin, İ., Özcan, İ. ve Sarı, M. (2012). Farklı akademik unvanlara sahip fen öğretmenlerinin branşlara göre model ve modelleme hakkındaki görüşleri, *Journal of Educational and Instructional Studies in The World*, 2 (1) 142-159.
- Finkelstein, N. D. (2004). Teaching and learning physics: A model for coordinating physics instruction, outreach, and research. *Journal of Scholarship of Teaching and Learning*, 4(2), 1-17.
- Gülçiçek, Ç. ve Güneş, B. (2004). Fen öğretiminde kavramların somutlaştırılması: modelleme stratejisi, bilgisayar simülasyonları ve analogiler. *Eğitim ve Bilim*, 29 (134), 36-48.
- Güneş, B. Gülçiçek, Ç. ve Bağcı, N. (2004). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi, *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(1), 35-48.
- Harman, G. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının model ve modelleme ile ilgili bilgilerinin incelenmesi, *X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulmuş bildiri*, Niğde Üniversitesi, Niğde.
- Kapucu, S. (2014). Salient beliefs of pre-service primary school teachers underlying an attitude "liking or disliking physics", *Science Education International*, 25(4), 437-458.
- Kanlı, U., Gülçiçek, Ç., Göksu, V., Önder, N., Oktay, Ö., Eraslan, F., Eryılmaz, A. ve Güneş, B. (2014). Ulusal fen bilimleri ve matematik eğitimi kongrelerindeki fizik eğitimi çalışmalarının içerik analizi, *GEFAD*, 34(2): 127-153.
- Kılıç, S. (2015). İstatistiki ifadeyle..., *Journal of Mood Disorders*, 5(3), 142-144.
- Köklü, N. (2009). *Elektrik konularının öğretiminde pedagojik-analojik modellerin öğrenci başarısına etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Kroupova, B. (2016). Development of the teaching of physics in th Czech Lands, *11. International Conference on Mathematical Problems in Engineering, Aerospace and Sciences*, 05-08 Jul, La Rochelle, Fransa.
- MacLeod, K. (2013). Pre-Service teachers' perceptions of teaching stse-based high school physics: implications for post-secondary studies, *European Journal of Physics Education*, 5(1), 1-15.



- Marusic, M. & Slisko, J. (2014). High-school students believe school physics helps in developing logical but not creative thinking: active learning can change this idea, *European J of Physics Education*, 5(4), 30-41.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013). Ortaöğretim fizik dersi öğretim programı. Ankara: TTKB.
- Örnek, F. (2008). Models in Science Education: Applications of Models in Learning and Teaching Science, *International Journal of Environmental & Science Education*, 3(2), 35-45.
- Syed, M.Q. (2015). Going beyond equations with disciplinary thinking in first-year physics, *Journal of College Teaching & Learning*, 2(2), 127-140.
- Wieman, C. & Perkins, K. (2005). Transforming physics education, *Physics Today*, 36-41.
- Yıldız, A. ve Büyükkasap, E. (2006). Fizik öğrencilerinin, kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanılgıları ve öğretim elemanlarının bu konudaki tahminleri, *H.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 268-277.
- Yin, R. K. (2003). *Case study research: design and methods*. Third Edition, Sage Publications, London.

Summary

Statement of Problem

Research has revealed that students do not like physics courses and have difficulties to understand physics topics. One of the main reasons for this is based on the idea that the physics courses often seen as mere formulae to be memorized by students leads to incomprehension of physical meanings of models or equations. Studies related to this topic was about the place and importance of models in science education (Gülçiçek ve Güneş, 2004; Çökelez, 2015), teachers' views about their usage in courses (Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004; Ergin, Özcan ve Sarı, 2012) and students' views about their usage in the courses (Harman, 2012; Aslan ve Yadigaroglu, 2013). In physics courses, equations are perceived as mathematical models memorized by students, becoming main objective of the learning rather than understanding physical meaning of the content (Yıldız ve Büyükkasap, 2006). Accordingly, seeking to understand how student teachers make meaning of some mathematical models in physics is



crucial to further studies. The aim of this study was to determine science student teachers' understanding, who have been successful in General Physics I course, of mathematical model of free fall motion without initial velocity.

Method

In this study, case study method was used, in which the case is bounded by a specific model, time and location, mathematical model of free fall motion without initial velocity, 2016-17 academic year, a Science and Technology Teacher Education programme in a faculty of education, respectively. In the study carried out with 40 student teachers (10 student teachers from each level) physical meaning of model, variables included in the model and the process in constructing model was under examination. Their grades vary from AA to CC, basically 7 AA, 12 BA, 9 BB, 8 CB and 4 CC. Data were gathered in 2016-17 academic year, using open ended questions about free fall motion without initial velocity. Student teachers answered the posed questions within around 15-30 minutes and data gathering process was completed in four sessions. The data gathered from the participating student teachers were analyzed through a grading key which classifies the participants' answers as Correct, Deficient and Wrong Answers. Two academicians coded the data using the grading key and interrater reliability for the questions was .96, 1.00 and 1.00. For the interrater reliability for each question Kappa Coefficient (κ) was meaningful ($p < .05$).

Findings

Results showed that approximately two third of participating student teachers identified the variables in the model, one fifth of them clearly comprehended physical meaning of the model and one fourth of them realized the realities neglected in constructing the model. The participants were successful in defining variables in the mathematical model in comparison with their understanding of physical meaning of the model. Only one third of the all participants correctly answered the questions about the neglected variables in the model, and similar result came from all levels. Findings also showed that student teachers from first and fourth grade levels correctly answered the question related to physical meaning of the model in comparison with the mid-grade levels.



Discussion and Conclusion

As a result, student teachers graduated from their programme without a clear understanding of simple basic model in physics even though they successfully passed the related course in the programme. Results revealed that even in teacher training programmes student teachers insist on their cognitive stance, that is, as literature indicates that students mostly chose the appropriate one from several equations to solve the problems as they have been taught (Örnek, 2008). This mainly bring about the understanding that physics is about knowing the formulas generated by scientists rather than a discipline manifesting basic principles to understand and make meaning of the world (Finkelstein, 2004). Results also revealed that student teachers were successful at first and fourth grade levels in comparison with mid-grade levels since either they have just passed the Course such as first grade level students or they have prepared for state exams such as fourth grade level students. It is clear that focusing on the memorization of mathematical models rather than their meanings which requires conceptual understanding in physics makes students' burden harder, leading to being unsuccessful in physics and developing negative attitude towards physics course (Kapucu, 2014).

Taking the results form this study into account, it is strongly recommended that teacher trainers need to teach their students the way which goes beyond memorizing the mathematical models and teaching them where and how to use them. Their teaching activities should include activities helping the students conceptually understand the topic. From the research perspective clinical interviews would be more helpful to shed light on student teachers' understanding of the mathematical models in-depth.