



Matematiksel Modelleme Kullanılan Fizik Derslerinin Öğretmen Adaylarının İlgisi, Günlük Hayat ve Diğer Derslerle İlişkilendirmelerine Etkisi

Zeynep BAŞKAN TAKAOĞLU*

Özet

Farklı disiplinlerin birbirleri ile ilişkilendirilerek öğrenilmesi bireylerin fen-teknoloji-toplum bağına kurmalarına olumlu katkılar sağlamaktadır. Bu noktadan hareketle çalışmanın amacı; Doğrusal ve Düzlemde hareket ünitelerinde matematiksel modelleme kullanılan Fizik derslerindeki ilişkilendirme ile öğretmen adaylarının ilgileri arasındaki ilişkiyi belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda uygulama öncesinde gönüllülük esas alınarak 8 ve uygulama sonrasında amaçlı belirlenen 10 Fen bilgisi öğretmen adayı ile yarı yapılandırılmış mülakatlar, ayrıca matematiksel modelleme uygulamaları süresince 17 ile 23 sayısı arasında değişen öğretmen adayı ile gözlemler yürütülmüştür. Çalışmada mülakatlardan elde edilen verilerin analizinde tümevarımsal tematik analiz, gözlemlerden elde edilen verilerin analizinde ise tümdengelimsel analiz kullanılarak veriler incelenmiştir. Araştırma sonucunda; disiplinler arası ilişkilendirme kullanılarak yürütülen derslerde öğretmen adaylarının ilgilerinin artmasına paralel olarak matematik, fizik ve günlük hayatla ilişkilendirme düzeylerinin de geliştiği ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda farklı disiplinler arası ilişkilendirme yöntemlerinin kullanılarak öğretmen adaylarının ilgilerinin gelişimlerinin araştırılabileceği önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Doğrusal hareket, düzlemde hareket, ilişkilendirme, matematiksel modelleme, ilgi

*Yrd. Doç. Dr. Gümüşhane Üniversitesi, Sağlık Yüksekokulu, İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, Email:

zeynepbaskan@hotmail.com

Gönderim: 11.02.2015

Kabul: 11.12.2015

Yayın: 31.12.2015



The Effect of Physics Courses Mathematical Modelling Used on Prospective Teachers' Interests and How They Associate Physics with Real Life and Other Courses

Abstract

Learning through relating different disciplines provide positive contribution to individuals for establishing connection between science- technology- society. From this point, the aim of this study is to determine the association between relating Physics course in which mathematical modeling was used in one and two dimensional motion units and prospective teachers' interest. By this aim, semi- structured interviews were conducted with 8 volunteer prospective science teachers before the intervention and with 10 prospective science teachers selected through purposive sampling after the intervention, and also observations were carried out during the mathematical modeling intervention with the changing number of prospective teachers, 17 to 23 in different lessons. Data obtained from semi structured interviews were analyzed using inductive thematic analysis and observations were analyzed by employing deductive thematic analysis. Findings revealed that in parallel to increase in the participating prospective teachers' interest in lessons in which interdisciplinary relating was used, their skills to relate physics, mathematics and real life have been developed. In this context, it is recommended that the development of prospective teachers' interest could be further investigated through using different interdisciplinary relating methods.

Keywords: One dimensional motion, two dimensional motion, relating, mathematical modelling, interest

Giriş

Disiplinler arası veya alanlar arası ilişkilendirmeye yönelik yürütülen çalışmalar, daha çok ilköğretim kademesindeki çocukların olayları ve varlıkları bütün olarak algılama eğilimleri nedeniyle ilk kademelerde tercih edilmekte (Merrill, 2002; Crowe ve Boston, 2004; Engstrom, Boulton ve Wurzelbacher, 2004; Wood, 2005; Potenza, 2007), ilerleyen kademelerde uzun süre alması, yüksek maliyet ve fazla çaba gerektirmesi gibi nedenlerle geriplanda tutulmaktadır (Ogunsola-Bandale, 1996). Oysa ilköğretimde başlayan bu durumun



eğitimin sonraki aşamalarında da desteklenerek yürütülmesi öğrencilerin hem başarılarına ve ilgilerine hem de karşılaştıkları sorunları farklı durumlarla ilişkilendirerek çözmelerine yardımcı olmaktadır.

Disiplinler arası çalışmalar incelendiğinde öğretmenlerin bu alana çok fazla çaba harcamadıkları belirlenmiştir. Öğretmenler sadece bir alana özgü konularla derslerini yürütmekte ve konuyu diğer alan(lar) ile ilişkilendirmemektedirler (Yıldırım, 1996). Ayrıca bir alandaki bilgiye yeterince hakimken bununla ilişkili farklı disiplinlerdeki bilgilere yeterince sahip olamamaktadırlar (Haynie ve Greenberg, 2001). Bununla birlikte yeterli bilgi ve beceriye sahip olmayan fizik öğretmenleri matematiğe karşı olumlu tutum beslememekte ve bu durumu öğrencilerine yansıtmaktadırlar (Ogunsola-Bandale, 1996). Bu gibi eksiklikler neticesinde de öğretmenler derslerinde entegrasyonu kullanmamakta ve yalnızca bir disipline özgü dersler işlemektedirler.

Durum, öğrenciler açısından da farklı değildir. Özellikle Üniversite Giriş Sınavlarında tek bir disipline özgü soruların yöneltilmesi ile öğrenciler disiplinler arası çalışmalara olumlu bakmamakta (Dervişoğlu ve Soran, 2003) ve tek disipline özgü soru çözmek istemektedirler (Ogunsola-Bandale, 1996). Buna karşın disiplinler arası yürütülen çalışmalar sayesinde öğrenciler günlük hayatlarında karşılaştıkları sorunları farklı disiplinleri de kullanarak daha rahatlıkla çözmektedir (Carrejo, 2004; Carrejo ve Marshall, 2007; Prins vd., 2009). Bunun aksine tek bir disiplininin hakimiyetinde yürütülen derslerle öğrenciler kendilerini gerçek dünyadan soyutlanmış konular içerisinde görmektedirler (Yıldırım, 1996). Öğrencilerin teoride birbirinden ayrı olarak sunulan dersleri, kendi düşünce sistemlerinde birleştirerek günlük hayatta karşılaştıkları sorunlara uygulamaları beklenmesine rağmen, son yıllarda yürütülen çalışmalarda öğrencilerin bu iki alanı ilişkilendirerek kullanmada sıkıntılar



yaşadıkları ortaya koyulmuştur (Yıldırım, 1996; Dervişoğlu ve Soran, 2003; Sağlam-Arslan ve Arslan, 2010).

Öğrencilerin fen bilimleri ve matematik derslerinde başarılarını etkileyen önemli bir etken bu derslere karşı olan tutumlarıdır. Olumlu tutumların belirlendiği derslerde, öğrenciler alana daha çok ilgi duymakta, daha kolay öğrenmekte ve bu doğrultuda başarıları artmaktadır (Güzel, 2004). Öğrencilerin derslere olan ilgi ve tutumunun gelişebilmesini sağlayabilecek yöntemlerden birisi disiplinler arası çalışmalardır. Bunun yanında ilişkilendirilerek öğretilen derslerin öğrencilerin tutumlarına olumlu katkılar sağladığı da bilinmektedir (Ogunsola-Bandele, 1996; Park vd., 2002; Dervişoğlu ve Soran, 2003; Aydın ve Balım, 2005; Lyublinskaya, 2006; Zawojewski ve Bowman, 2006). Disiplinler arası ilişkilendirme için de kullanılan matematiksel modelleme çalışmalarının fen bilimlerinde ve matematikte bireylerin dersle ilgili tutumlarının ve ilgilerinin gelişimine yardımcı olduğu bilinmektedir (Justi ve Gilbert, 2002; Lingefjärd, 2002; Kaiser, 2005; Kaiser ve Schwarz, 2006; Jiang ve Xie, 2007; Klymchuk vd., 2008; Lim, Tso ve Lin, 2009; Prins vd., 2009; Yarinovsky ve Kangro, 2009; Kaiser ve Schwarz, 2010).

Matematiksel modelleme çalışmaları öğrencilerin ders içerisinde yer alan farklı konu veya ünitelerle ilişki kurmalarına yardımcı olmaktadır (Zbiek ve Conner, 2006; Blum ve Borromeo-Ferri, 2009). Bu durum fizik derslerini ilişkilendirmede kullanılan matematiksel modelleme çalışmaları ile öğrencilerin günlük yaşamlarında karşılaştıkları durumları fizik, matematik ve diğer alanlar ile ilişkilendirebilmelerini sağlamaktadır. Bu ilişkilendirme öğrencilerin önceki yaşantısında karşılaştığı durumlar ve derslerle bağlantı kurarak gerçekleşmektedir (Ärlebäck, 2009). Bunun yanında fen bilimleri derslerinde kullanılan matematiksel modelleme çalışmaları ile bireyler fen bilimleri, matematik, günlük yaşam ve diğer disiplinler arasında bağlantı kurmakta ve bu sayede daha iyi öğrenmektedirler. Ayrıca



çalışmanın gerçek dünyadan hareketle başlaması ve farklı aşamalarında ilişkili disiplinleri kullanması matematiksel modelleme çalışmalarının birçok alan ile etkileşimini kolaylaştırmaktadır.

Bu nedenle çalışmada White (2000) tarafından önerilen ve yedi aşamadan oluşan matematiksel modelleme kullanılmıştır. Önerilen matematiksel modelleme çalışmasının ilk aşaması olan *Gerçek dünya problemi* aşamasında öğrencilere problem cümlesi verilmekte problemde istenilenlerin düşünülmesi beklenmektedir. Örneğin bu aşama için Avustralya'daki göllerin birçoğunun kuru göl olduğu, kısa bir süreliğine yağmurla dolduğu belirtilerek su dolu olan Güney Avustralya'daki Eyre gölünün ne kadarlık hızla boşalabileceği sorulur. Ardından bireysel olarak düşünceleri ve grup arkadaşlarıyla tartıştıktan sonra anahtar kelimeleri çıkarmaları ve problem durumunu yeniden ifade etmeleri beklenir. *Kabullenmelerin yapılması* aşamasında belirlenen değişkenler dikkate alınarak bu değişkenler basitleştirilmekte veya liste haline dönüştürülmektedir. Bu aşamada düşünülebilecek değişkenler arasında gölün yüzey alanı, derinliği ve şekli hakkında bilgi sahibi olunması gerektiği, buharlaşma ve sıcaklık miktarının bilinmesi, gölün yatağında sızıntı olup olmadığı, yağış miktarı, yer altı suları ile desteklenip desteklenmediği, bitki örtüsü ve sulama yapılıp yapılmadığı, çevrede yaşayan hayvanlar, tuzluluk oranı, akarsu miktarı sayılabilir. *Modelin formülleştirilmesi* aşamasında öğrenciler, modele uymayan bir yolda ilerlemeleri durumunda yönlendirilmektedirler. Maksimum derinliğin maksimum çapa oranı, gölün hacmi, günlük buharlaşma miktarı ve göl yatağından günlük sızıntı miktarına ait veriler verilebilir. Sonrasında gölün şekli bir koniye benzetilerek bu doğrultuda tartışmalar yürütülür. Yürütülen sınıf tartışmalarında gölün ve göl yatağının yüzey alanı, gölün çapı, buharlaşma ve sızıntılardan kaynaklanan azalma, derinliğe ait hesaplamalara ihtiyaç olup olmadığına karar verilir. *Matematiksel problemi çözme* aşaması verilen verideki süreci uygulamaya dayanmakta ve bilinen matematik bilgileriyle matematiksel model çözülmeye



çalışılmaktadır. Öğrencilere ilk birkaç güne ait hacim, çap, yüzey ve göl yatağı alanı, derinlik, ve kaybolan hacme ait bir çalışma kağıdı verilir. Öğrencilerden bu verileri formülleştirmeleri ve negatif değeri elde edene kadar günleri hesap etmeleri beklenir. Negatif değer elde edildiğinde gölün kuruduğu ortaya çıkacaktır. *Çözümü yorumlama* aşamasında elde edilen çözümle birlikte öğrenciler başlangıçtaki problemlerine geri dönmekte ve yaptıkları kabullenmeler doğrultusunda probleme verdikleri cevabın sağlamasını yapmaktadırlar. Bulunan ifade yardımıyla bir önceki veya bir sonraki günlük buharlaşma miktarının tespit edilmesi, 50 günlük buharlaşma miktarının bulunması istenebilir. *Modeli doğrulama* aşamasında modelin güçlü ve zayıf yönleri, eksiklikleri ve kullanılan matematikteki eksiklikler tartışılmakta model, kullanılan ve ihmal edilen değişkenler açısından değerlendirilerek modelin daha da geliştirilmesinin yolları aranmaktadır. Matematiksel model formülleştirilirken göl düz bir koni olarak kabul edilmiş ve veriler bu doğrultuda işlenmişti. Bunun yerine göl silindir gibi farklı geometrik şekillerde düşünülerek model üzerinde geliştirme çalışmaları ve matematik bilgilerinin kullanımından yararlanılabilir. *Rapor etme, açıklama ve tahmin* aşaması öğrencilerin son tahminlerini, cevaplarını ve aşamalar boyunca öğrenci gelişiminin bir belgesini oluşturmakta ve çalışma rapor haline dönüştürülmektedir.

Matematiksel modelleme kullanılarak yürütülen derslerin, öğretmen adaylarının başarıları, ilgileri ve farklı disiplinlerle ilişkilendirmelerine önemli katkılarının olacağı bilinmektedir. Bu nedenle “*Doğrusal ve Düzlemde hareket ünitelerinde matematiksel modelleme kullanılan Fizik derslerindeki ilişkilendirme ile adaylarının ilgileri arasında nasıl bir ilişki vardır?*” sorusu çalışmanın temel problem durumunu oluşturmaktadır. Bu problem durumu doğrultusunda cevap aranacak alt problemler ise;



1. Hazırlanan materyallerin öğretmen adaylarının fizik dersinde yer alan Doğrusal ve Düzlemde Hareket ünitelerini diğer alanlar ile ilişkilendirmesine etkisi olmuş mudur, olmuşsa nasıl bir etkisi olmuştur?
2. Matematiksel modellemenin öğretmen adaylarının Doğrusal ve Düzlemde Hareket ünitelerinde ilgilerine etkisi nedir?

Yöntem

Araştırmada öncelikle disiplinler arası çalışmalar incelenmiş ve bu doğrultuda matematiksel modelleme kullanımına karar verilmiştir. Kullanılacak konunun seçiminde ise farklı deneyime sahip fizik ve matematik öğretmenleri ile görüşmeler yürütülmüş ve doğrusal ve düzlemde hareket ünitelerinin kullanımı uygun bulunmuştur. Belirlenen konuda geliştirilen materyaller alan uzmanı beş fizik ve bir matematik eğitimcisine gösterilip gerekli dönütler alındıktan sonra materyaller pilot uygulama sürecine hazırlanmıştır. Pilot uygulamada 14 ile 22 sayısı arasında değişen öğretmen adayına uygulanan çalışma, alınan dönütlerle asıl uygulama sürecine hazır hale getirilmiştir. Asıl uygulama süreci başlamadan seçilen sekiz öğretmen adayı ile yarı yapılandırılmış mülakatlar yürütülmüştür. Asıl uygulama sürecinde ilk etkinlik 4 ders saati, 2, 3, 4, 5 ve 6. etkinlikler iki ders saati, 7 ve 8. etkinlikler ise birer ders saati sürede tamamlanmıştır. Bu süreçte sınıf içi gözlemler yapılmıştır. Etkinlikler tamamlandıktan sonra öğretmen adayları ile disiplinler arası ilişkilendirme ve derse ilgiye yönelik yarı yapılandırılmış mülakatlar sürdürülmüştür. Uygulama süreci gözlemleri ve mülakatlardan elde edilen veriler nitel veri analiz teknikleri kullanılarak incelenmiş ve sunulmuştur.

Örneklem. Çalışmanın örneklemini 2009- 2010 eğitim öğretim yılı güz yarısında, Fen Bilgisi Öğretmenliği 1. sınıfta öğrenim gören ve Genel Fizik I dersini alan bir şubede bulunan öğretmen adayları oluşturmaktadır. Çalışma sürecinde uygulamalar öncesi gönüllü belirlenen



8, uygulamalar sonrasında sınıf gözlemleri sonucunda belirlenen 10 öğretmen adayı ile mülakatlar yürütülmüş, 17 ile 26 sayısı arasında değişen öğretmen adayı ile yapılandırılmamış gözlemler oluşturulmuştur.

Mülakat. Süreç içerisinde hem uygulamalar başlamadan mevcut durumu belirlemek hem de uygulamalar tamamlandıktan sonra ilişkilendirme düzeyini ve ilgiyi değerlendirmek için yarı yapılandırılmış mülakatlar sürdürülmüştür. Mülakat soruları araştırmacı tarafından geliştirilmiş ve alan uzmanı üç fizik eğitimcisinin görüşleri alınmıştır. Ön mülakatlarda, öğretmen adaylarına günlük hayat ile fizik arasında bağlantı ve fiziğin öğrenilmesinde matematiğin gerekliliği ve ilişkisine yönelik sorular yöneltilmiştir. Ön mülakatlarda yöneltilen sorular EK 1’de verilmiştir. Öğretmen adaylarıyla ders saati dışında belirlenen bir zamanda bireysel olarak yürütülen ön mülakatlar yaklaşık 15-20 dakika arasında sürmüştür. Son mülakatlarda öğretmen adaylarına ders sürecindeki deneyimlerine, diğer disiplinlerle ve fizikle ilişkilendirme düzeylerine ve ilgilerine yönelik sorular yöneltilmiştir. Son mülakatlarda yöneltilen sorulara EK 2’de yer verilmiştir. Bu mülakatlar 20 dakika ile bir saat arasında değişen sürelerde tamamlanmıştır. Mülakatlarda veriler öğretmen adaylarının rızası alınarak ses kayıt cihazına kaydedilmiştir.

Mülakat analiz sürecinde öncelikle veriler yazıya dönüştürülmüştür. Sonrasında araştırma soruları doğrultusunda veri indirgemesi yapılmış ve alt problemlerle ilişkisiz olan mülakat verileri ham veriden çıkarılmıştır. Bu verilerden araştırma problemi ile ilişkili olanlar hakkında kodlar ortaya koyulmuştur. Analiz sürecinde elde edilen birinci seviye kodlar kendi aralarında belirli ortak özelliklerine göre gruplandırılmış ve bu gruplar mülakat verileri içerisinde temaları oluşturmuştur. Elde edilen verilerden iki boyutlu tablolar yapılmıştır. Mülakat verilerinin analizinde tabloların bir boyutu mülakat yapılan bireylerden, diğer boyutu ise analiz sürecinden elde edilen birinci ve ikinci seviye kodlardan oluşmuştur.



Doğrusal ve düzlemde hareket ünitelerinin ilişkili olduğu diğer ünite ve konuları ortaya koymak amacıyla ilişkileri gösteren bir ağ meydana getirilmiştir. Bu sayede öğretmen adayları ve ilişkilendirilen konu veya üniteler ortaya çıkmıştır. Oluşturulan ağ ve iki boyutlu tablolar yardımı ile son aşamada verinin yazıya dönüştürülmesine geçilmiştir.

Gözlem. Yürütülen gözlemlerdeki amaç; öğretmen adaylarının fiziğin diğer alanlar ve kendi içerisindeki ilişkilendirmesini ve öğretmen adaylarının derse ilgilerini belirlemektir. Gözlem verileri araştırmacı tarafından toplandığı, yürütüldüğü ve araştırmacının sürecin bir parçası olduğu için katılımcı gözlem kategorisine dahil edilmiştir. Ders süreci içerisinde yürütülen gözlemler ders bitiminde düz yazıya dönüştürülmüştür.

Gözlem verilerinin analizinde öncelikle çalışmada veriler içerisinde araştırma problemi ile ilişkili olmayan konular ve gözlem notları belirlenmiş ve bu noktalar veriden çıkarılmıştır. Elde edilen ilişkili veride her bir ders süreci içerisinde tekrar eden fikirler belirlenmiştir. Bunun için aynı fikirleri ifade eden durumlarda benzer ya da ilişkili ifadeler kullanılmıştır. Bu şekilde tüm veri incelenerek tekrar eden fikirlerin neler olduğu ortaya koyulmuştur. Gözlem verilerinin analizinin bir sonraki sürecinde tekrar eden fikirlerden yararlanılarak temalar oluşturulmuştur. Oluşturulan temaların bir üst kategorisi teorik yapıdır. Burada matematiksel modellemede kullanılan aşamalardan yararlanılmıştır. Çalışmada teorik yapıda kullanılan aşamalar White (2000), tarafından belirtilen matematiksel modelleme aşamalarıdır. Teorik yapıya bazı noktalarda araştırmacı tarafından gözlenen fakat matematiksel modelleme aşamalarında bulunmayan noktalar da eklenmiştir. Gözlem verilerinin son aşamasında ise analiz süreci tamamlanan veriler yazıya dönüştürülmüştür.

Öğretim materyali. Çalışmada sekiz farklı matematiksel modelleme etkinliği kullanılmıştır. Bu etkinlikler; ortalama sürat, sabit ivmeli hareket, serbest düşme, düşey atış hareketi, eğik atış hareketi, yatay atış hareketi, düzgün dairesel hareket ve bağıl hareket

konularındadır. Uygulamalar sürecinde ilk etkinlik dört, son iki etkinlik bir ve diğer etkinlikler iki ders saatinde tamamlanmıştır. Aşağıda serbest düşme hareketine ait etkinlik içeriği tanıtılmaktadır.

1. Gerçek dünya problemi: Bu bölümde öncelikle problem cümlesi öğretim elemanı tarafından yüksek sesle okunmuştur. Öğretim elemanı öğretmen adaylarının problem cümlesini bireysel olarak okumaları için süre ayırarak onların düşüncelerini istemiştir. Problemi tartışmaları için sınıf gruplara ayrılmış ve öğretmen adaylarının gerçek dünya problemini düşünmeleri beklenmiştir. Bu aşamada istenilenler; problem cümlesinin yeniden ifade edilmesi, problemin şeklinin çizilmesi ve anahtar kavramların listelenmesidir.

Yaklaşık 500 yıllık geçmişi olan bir gelenekte Hindistan'da yaşayan Müslümanlar tehlikeli bir şekilde bebeklerini aşağıya bırakıyorlar. Babalar henüz birkaç aylık olan bebekleriyle Çiçek Kulesi adını verdikleri yüksek bir kuleye çıkıyorlar. Bu şekilde çocuklarının daha güçlü olacağına inanan babalar, bebeği boşluğa bırakıyor ve bebek gerilen beyaz çarşafın üzerine düşüyor.

Buna göre belirli yükseklikten serbest bırakılan bu bebeklerin düştüğü yüksekliği ve son hızlarını veren formülleri bulunuz.

Bu problemde ne ifade edildiğini açıklayınız. Problem durumunu açıkça belirtiniz. Bu problem durumu için şekil çizmeniz gerekse nasıl bir şekil çizeceğinizi gösteriniz.

Şekil 1. İlginç gelenek isimli etkinliğe ait gerçek dünya problemi aşaması

2. Kabullemelerin yapılması

Değişkenler hakkında gruplarla beyin fırtınası yapılmıştır. Model için önemli olan, ihmal edilebilir ve kontrol değişkenleri sınıfın ortak kararı ile ortaya koyulmuştur. Bu süreçte öğretim elemanın öğretmen adaylarını yönlendirerek yaptığı başka bir etkinlik ise öğretmen adaylarının model için gerekli bilgileri toplamalarıdır. Bu bilgiler için öğretmen adayları ders kitaplarına yönlendirilmiştir.

Yukarıda belirtilen problem durumunda hangi değişkenlerin bu problemi etkilediğini düşünüyorsunuz?
Belirlenen değişkenlerden hangilerini kendi çalışmanızda kullanmayı düşünüyorsunuz ve hangi değişkenlerin ihmal edilebileceğini düşünüyorsunuz?
Gerekli değişkenler:.....
İhmal edilebilir değişkenler:.....
Bu çalışma için hangi kabullenmeleri yapmanız gerektiğini belirtiniz.

Şekil 2. İlginç gelenek isimli etkinliğe ait kabullenmelerin yapılması aşamasında yöneltilebilecek sorular

3. Modelin Formülleştirilmesi

Öğretmen adayları modele uymayan bir yolda ilerlerse öğretim elemanı tarafından duruma müdahale edilmiştir. Çalışma içerisinde gerekli görülen noktalarda sınıf içersinde modelde kullanılacak konunun kullanımı ve modeli uygulamada yararlanılacak bilgiler hakkında sorular yöneltilerek bu konularda açıklayıcı bilgilere yer verilmiştir. Aşağıda hazırlanan materyal için sorulan sorular gösterilmektedir.

Serbest Düşme Hareketi

1. Serbest düşen bir cisme hangi kuvvetler etki eder? Açıklayınız.
2. Serbest düşen bir cismin hızı ve ivmesi diferansiyel denklemlerden yararlanılarak nasıl bulunur?
3. Basit bir integral nasıl alınır ve integral almada hangi kurallar gereklidir?

Şekil 3. İlginç gelenek isimli etkinlikte modelin formülleştirilmesi aşamasında yöneltilebilecek sorular

4. Matematiksel problemi çözme

Öğretmen adayları verilen verideki süreci uygulamalarına dayanan bu aşamada, bilinen matematik bilgileriyle matematiksel model çözülmeye çalışılmıştır. Bunun için öğretmen adaylarının grup halinde çalışmaları gerektiği belirtilmiştir.

$$m \frac{dv}{dt} = -mg$$

$$m \frac{d^2y(t)}{dt^2} = -mg \Rightarrow y''(t) = -g$$

$$\int_0^t y''(t) dt = - \int_0^t g dt$$

Konum için;

$$\int_0^t y'(t) dt = \int_0^t (-gt) dt$$

$$y'(t) = -gt$$

$$y(t) = -\frac{1}{2} gt^2$$

$$\frac{1}{2} gt^2 = h \rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$v(t) = y'(t) = gt = \sqrt{2gh}$$

Şekil 4. İlginç gelenek isimli etkinliğe ait matematiksel problemin çözümü

5. Çözümü yorumlama:

Bu aşamada gerçek dünya problemi ve öğretmen adaylarının bulduğu matematiksel modelle ilişkili sorulara yer verilmiştir.

Serbest düşme yapan bir cismin hızının belirli bir anda 2,45 m/s olduğunda ivmesi, aldığı yol ve geçen sürenin ne kadar olduğunu bulunuz.

Şekil 5. İlginç gelenek isimli etkinlikte çözümü yorumlama aşamasında yöneltilen sorular

6. Modelin doğrulanması:

Burada model, kullanılan ve ihmal edilen değişkenler açısından öğretmen adayları tarafından değerlendirilmiştir. Bölüm içerisinde öğretmen adaylarının modeli daha geliştirmelerini sağlamak ve modeli yeni ve farklı durumlara uyarlamaları için sorular yer almaktadır. Bu sorulardan iki tanesi modeli geliştirmeye ve güçlü ve zayıf yönleri ortaya koymaya, bir tanesi ise modeli yeni durumları kullanarak daha da geliştirmeye dayalı olarak sorulmuştur.

Oluşturduğunuz formülü hangi durumlarda kullanabilirsiniz? Kullanmadığınız diğer değişkenleri dikkate aldığınızda sonuçlarda nasıl değişiklikler olmasını beklersiniz?

Bebeklerin atıldıktan sonra belirli saniyelerdeki hız ve aldığı yol değerleri merak edilse bu kez hangi ifadeler kullanılabilir?

Galileo (1564/1626) İtalya'nın Pisa kulesinden bıraktığı farklı iki ağırlıktaki topun aynı anda yer düştüğünü gözlemledi, buna bağlı olarak belirli saniyelerde aldığı yolları buldu. Aşağıda Galileo tarafından hesap edilen zaman ve alınan yol değerleri olduğuna göre Ünlü Bilim İnsanı tarafından oluşturulan serbest düşme ifadesini nasıl bulabilirsiniz?

Geçen zaman (s)	0	1	2	3	4	5
Düşme mesafesi (m)	0	5	20	45	80	125

Şekil 6. İlginç gelenek isimli etkinlikte modelin doğrulanması aşamasında yöneltilen sorular

Nitelik. Nitel çalışmalarda niteliğin belirlenmesi için inanırılık, tutarlılık, doğrulanabilirlik ve aktarılabilirlik kavramları kullanılmaktadır (Miles ve Huberman, 1994). Çalışmada inanırılığın arttırılması için araştırmacı çalışma süreci boyunca uzun süreli olarak katılımcılarla bulunmuştur. Bunun yanında gözlem ve mülakat verileri kullanılarak üçgenme yapılmıştır. Tutarlılığın arttırılması için yöntem, araştırmacının rolü ve konumu ayrıntılarıyla açıklanmıştır. Gözlem ve mülakat verileri birlikte kullanılarak üçgenleme sağlanmıştır. Ayrıca mülakatlar yürütülürken katılımcılara eşdeğer davranılmıştır. Gözlemlerde ise veri toplama sürecinde derslerde benzer yaklaşımın kullanılmasına özen gösterilmiştir. Kullanılan materyallerin pilot çalışmasının yapılması ve katılımcılar, yöntem ve durumun açık bir şekilde ifade edilmesi tutarlılığı arttıran diğer etmenlerdir. Doğrulanabilirlik için veri toplama araçları, geliştirilmesi ve süreci ayrıntılarıyla açıklanmıştır. Ayrıca mümkün olduğunca ham veriden direkt alıntılara yer verilmiştir. Aktarılabilirlik için ise süreç açık ve ayrıntılı olarak ifade edilip okuyucuya sunulmuş ve doğal bir genellemenin sağlanması amaçlanmıştır.



Bulgular

Çalışmada bulguların sunumu iki aşamada gerçekleşmiştir. Bölümün ilk aşamasında fizik ve farklı disiplinlerin ilişkilendirilmesi ile ilgili verilere, bölümün ikinci aşamasında ise adayların fizik dersine olan ilgilerindeki gelişimlerine ait verilere yer verilmiştir.

Fiziğin İlişkilendirilmesi. Bu kısımda öğretmen adayları tarafından fizik dersi ile ilişkilendirilen alanlardan öncelikle günlük hayat, ardından matematik ve son olarak fizik dersi içerisinde yer alan diğer konu ve ünitelerin ilişkilendirilmesine yönelik veriler sunulmuştur.

Günlük hayat ile ilişkilendirme.

Ön mülakatlarda fizik dersinin günlük hayat ile ilişkilendirilmesi incelendiğinde; öğretmen adaylarının ilişkilendirme deneyimleri; 1) öğretmenleri tarafından verilen günlük hayatla ilişkilendirilmiş örnekler ve derslerde karşılaştıkları durumlar (Ö3, Ö2, Ö1, Ö8, Ö10, Ö6 ve Ö11), 2) bilimsel gezilerdeki deneyimler (Ö1), 3) yıllık ödevler (Ö10) ve 4) karşılaştıkları durumlara ilişkin çıkarsamalarda bulunmalar (Ö8 ve Ö10) olmak üzere dört tema altında değerlendirilmiştir. Derste karşılaşılan durumlar ve öğretmenler tarafından verilen örnekler incelendiğinde bunların, öğrencilerin günlük hayatta karşılaşılan durumları merak edip öğretmenlerine sordukları, öğretmenlerin derslerde konu anlatırken kullandıkları ilişkili örnekleri ve ders kitabı veya yardımcı materyallerde karşılaşılan durumları içerdiği görülmüştür. Bilimsel gezilere katılan öğretmen adayı gördüğü bilgilerin aklında daha kalıcı olduğunu düşünmektedir. Yıllık ödevler yardımı ile günlük hayatla kurulan ilişkide adaylar verilen bir konunun günlük hayattaki kullanımını araştırmışlardır. Günlük hayatlarında karşılaştıkları durumlardan çıkarımlar yapan öğretmen adayları çevrelerinde karşılaştıkları durumları incelemiş ve bunları fizik ile ilişkilendirmiş olduklarını ifade etmişlerdir.



“Erzincan’da da çok yağmur yağıyor. Ses çıktığı zaman başlıyorum saniyeleri saymaya. Babam diyor ne yapıyorsun. ‘Baba kaç kilometre uzakta olduğunu şimdi hesaplayacağım’ diyorum. Işık çıktığı anda saniye saymaya başlıyorum ve kaç km uzakta olduğunu buluyorum. Mesela ışık çıktı ondan sonra ses gelecek gök gürültüsü olacak.... Film izledim bu yaz alacakaranlık diye çok hoşuma gitti o film. Çok hızlı hareket ediyorlar. Orada bir beysbol sahnesi var. Beysbol sahnesi vurdu bir ses bir hız falan dedim acaba durdursam hesaplayabilir miyim hızını? Öyle heyecanlanmışım ki o sahnede hani hoşuma bide havada çarpıştılar. Acaba hızı ne diye düşündüm.” (Ö10, Ön mülakat)

Son mülakatlarda günlük hayat ile ilişkilendirme konusunda öğretmen adayları üç temel alan içerisinde bağlantı kurmuşlardır. Bunlar; 1) derste verilen örnekler (Ö3, Ö15, Ö9, Ö13, Ö14, Ö8, Ö12, Ö5, Ö16), 2) ders dışı kendileri tarafından yapılan çıkarımlar (Ö15, Ö9, Ö4, Ö14, Ö8, Ö12) ve 3) önceki yaşantılarda öğrenilen bilgilere dayalı olarak fizik ile günlük hayatı ilişkilendirme (Ö5, Ö13, Ö15) olarak belirlenmiştir. Aşağıda derste gördükleri örnekleri günlük yaşamlarına uyarlayan öğretmen adaylarına ait bazı cevaplara yer verilmiştir.

“Hani biz fiskiye ile ilgili bir çalışma yapmıştık. Geçen parka gittim. Oturdum fiskiye izliyorum. Aklımda su çıkıyor en yükseğe, sonra tekrar iniyor. Ben orada canlandırıyorum, işte biz bunu yapmıştık diyorum. Demek ki çıkabileceği maksimum yükseklik var orda duruyor, hızı sıfır oluyor tekrar aşağı iniyor” (Ö8, Son mülakat)

“Geçenlerde alışveriş merkezine otobüsle giderken o ilk çalışmamızda ışıklar vardı. Trafik ışıklarına gözüm takıldı, onların yanma sıklıklarına baktım. Tabi ki de mutlaka gündelik hayatta ilgimi çekiyor. O an aklıma geliyor çünkü” (Ö3, Son mülakat)



Çalışmada bazı öğretmen adayları ise sadece derste verilen örnekle ilgili değil aynı zamanda kendilerinin fark ettikleri günlük yaşamdan olayları da fizik dersi ile ilişkilendirmiş olduklarını belirtmişlerdir.

“Sema dönüşü, en son gördüğümüz çalışmada, düzgün dairesel harekette aklıma geldi. Birbiriyle bağdaştırdım yani... Voleybolda manşet hareketi vardı. Eğik atış vardı orada” (Ö9, Son mülakat)

“Artık her olayda burada hangi fizik olayı var diye düşünüyoruz... Halamlara gitmiştim. Eski bir saat burada basit sarkaç var diyorum. Periyodunu hesapladık...” (Ö14, Son mülakat)

Çalışmada Ö5, Ö13 ve Ö15 öğretmen adayları önceki yaşantılarında karşılaştıkları durumları ifade ederek bu konuları günlük hayat ile ilişkilendirebildiklerini söylemişlerdir.

“Lisedeki derslerde virajlı yollar vardı. Yolculuk yaparken hangi değişkenlere nelerin etki ettiğini düşünüyorum şimdi, orada hangi değişkeni neden kullandığımızı anlıyorum” (Ö5, Son mülakat)

Matematik ile ilişkilendirme.

Öğretmen adaylarının bir kısmı ön mülakatlarda, fizik konularının tamamında “dört işlem” ve “sayıların” kullanıldığını belirtmişlerdir. Ö6, Ö11, Ö3, Ö7, Ö1 öğretmen adayları dört işlemin fizik konularının tamamında kullanıldığını söylemişlerdir. Tüm fizik derslerinde kullanılan bir diğer matematik ünitesi olarak sayılar ifade edilmiştir. Ö3 öğretmen adayı bu üniteden fizik derslerinde yararlandığını söylerken, Ö11 öğretmen adayı üslü, köklü ve rasyonel sayılarla fizik derslerinde karşılaştıklarını ve Ö6 öğretmen adayı fizik işlemlerinde sıklıkla sayıların kullanıldığını belirtmiştir.



“...Fiziğin konularını öğrendikten sonra matematiğin de dört işlemini çok iyi bir şekilde bildikten sonra gereksiz. Fizikte de işte harekette karşılaşıyoruz. Yani sonuçta dört işlem yani hemen hemen her yerde karşılaşıyoruz.” (Ö7, Ön mülakat)

“... Mesela sayılar, onları iyice bildikten sonra fiziğe başlamak gerekiyor. Yoksa çok zaman kaybedersin çözerken. Temel olmazsa olmuyor yani. Hemen yıkılır bina yani.” (Ö6, Ön mülakat)

Öğretmen adaylarının bazı fizik ünitelerinde kullandıklarını düşündükleri matematik bilgileri türev, sayılar, dört işlem, hız problemleri ve trigonometri olarak ifade edilmiştir. Çalışmada Ö3 öğretmen adayı basit türevin fizikte kullanıldığını, Ö2 öğretmen adayı hız sorularında türevden yararlanıldığını ve Ö1 öğretmen adayı türevin fiziğe yardımcı olduğunu belirtmiştir. Bunun yanında Ö7 ve Ö2 öğretmen adayları türevin fiziksel yorumunun kullanımı ile fizik ve matematik arasında bağlantı olduğunu söylemişlerdir. Ö8 öğretmen adayı yaylarda ve basit sarkaçta köklü sayıları kullandıklarını Ö2 öğretmen adayı dört işlemden elektrik ünitesinde yararlanıldığını düşünmektedir. Trigonometrinin fizik derslerindeki kullanımını belirten Ö3 öğretmen adayı açıların sinüs ve kosinüs değerlerinin fizikte yer aldığını, Ö6 öğretmen adayı momentum ve eğik düzlemde bu konuların kullanıldığını ve Ö10 öğretmen adayı trigonometriden fizik derslerinde yararlanıldığını söylemişlerdir. Ö8 ve Ö10 öğretmen adayları problemler ünitesinden hız problemleri ile fizikte yer alan hareket ünitesinin ortak olduğunu belirtmiştir.

“Momentumda oluyordu. Mesela kosinüs, sinüs. Eğik düzlemler var ya hani onlarda alfa açılarını alıyoruz karşı komşu oranları onlarda çok ihtiyaç. Tanjantın karşı bölü komşu mu hipotenüs mü olduğunu bilmezsen eğik düzlemin açısını bulamazsın. Özellikle bazı konularda baya bir yararlanıyorduk. Mesela dinamikte de çok kullanıyorduk trigonometriyi. Mesela eğik düzlem olduğu zaman orada genellikle çok kullanıyorduk.” (Ö6, Ön mülakat)



“Denemelerde hız sorusu çıkıyordu matematikte hız problemleri çıkıyordu. Ben onu fizikten yapmayı tercih ediyordum. Yada fizikte hız sorusu çıkıyorsa bazen de matematikten yapmayı tercih ediyordum. Demek ki aynı.” (Ö10, Ön mülakat)

Yukarıda belirtilen ilişkili alanlar dışında Ö10 öğretmen adayı analitik geometri dersinin yükseköğretimde fizik derslerinde kullanılacağını duymuş, ancak bu matematik ünitesinin hangi konularda nasıl kullanılacağına dair bir bilgisi olmadığını ifade etmiştir.

Gözlem verilerinde Fizik dersinin öncelikle öğretmen adayları tarafından Matematik ile ilişkilendirildiği gözlenmiştir. Öğretmen adaylarının matematik ile ilişkilendirmede ya modeli formüleştirirken matematikle bağlantı kurduğu veya temel matematik bilgilerini kullanma düzeyinde ilişkilendirme yaptıkları ortaya çıkmıştır. “Matematiksel modelin formüleştirilmesinde” öğretmen adaylarının uygulamaların ilk derslerinde matematiksel model oluşturma konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıkları ve bu nedenle bir matematiksel model oluşturmakta zorlandıkları gözlenmiştir. İlk etkinlikte öğretim elemanı tarafından sorulan yönlendirici soruların modeli ortaya koymalarına ve uygulamalarına yardımcı olduğu görülmüştür. İkinci etkinlikte öğretmen adaylarının modeli ortaya koyabilmeleri için bazı matematik bilgilerini hatırlatmak gerektiği görülmüştür. Modelin formüleştirilmesi ile ilgili olarak en son dördüncü etkinlikte matematiksel formülü ortaya koymada zorlandıkları, matematikle bağlantı kuramadıkları gözlenmiştir.

Temel matematiksel bilgilerinin kullanımında son etkinliklere doğru öğretmen adaylarının temel matematiksel bilgileri daha rahat kullanarak çözüme ulaştıkları görülmüştür. Öğretmen adaylarının üçüncü etkinlikte diferansiyel ifadelerini kolaylıkla ortaya koyarken integral bilgilerini kullanmakta zorlandıkları görülmüştür. Dördüncü etkinlikte ise matematiksel ifade ve formülleri rahatlıkla kullandıkları görülmüştür. Beşinci etkinlikte tüm ders boyunca matematikten rahatlıkla yararlanabildikleri belirlenmiştir. Altıncı



etkinlikte öğretim elemanı tarafından hiçbir hatırlatmada bulunmadan öğretmen adayları grup arkadaşları ile tartışarak matematiksel işlemler ile fizik arasında rahatlıkla bağ kurarak sonuca ulaşmışlardır. Son iki etkinlikte ise sayıları çok rahat kullanarak matematiksel işlemleri yürüttükleri ve matematikle ilgili teorik bilgileri öğretim elemanın yardımı olmadan kolayca kullanabildikleri belirlenmiştir.

Son mülakatlarda öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu fen bilimleri ile matematik arasında bağlantıdan bahsetmişlerdir. Ö8, Ö9, Ö14, Ö15 ve Ö16 öğretmen adayları fen bilimleri ile ilişkilendirilebilecek en uygun dersin matematik olduğunu söylemişlerdir. Öğretmen adayları fizik dersleri yardımı ile matematikte yer alan konularda başarılarının arttığını veya tekrar yapma imkanı bulduklarını belirtmişlerdir. Derslerin bu şekilde yürütülmesi ile başarılarında artış olduğunu düşünen öğretmen adayları, dersin matematiği daha iyi anlamalarına, daha rahat ilişkilendirme yapabilmelerine katkı sağladığını belirtmişlerdir.

Ö14 öğretmen adayı önceki bilgilerini hatırladığını, Ö8 öğretmen adayı işlem hızının arttığını ifade etmiştir. Ö9, Ö15 ve Ö3 öğretmen adayları önceki bilgilerini tekrar ettiklerini düşündüklerini belirtmişlerdir.

“Sürekli işlem yapıyoruz. İşlem kolaylığım artıyor. Hızım artıyor. Sonuçta aynı şeyleri sürekli tekrarlıyorum. Matematikte bence her şeyden önemlisi dört işlem. Dört işlemde hata yapmamak biz onu sürekli tekrarlıyoruz. Yerine koyuyoruz çekiyoruz alıyoruz” (Ö8, Son mülakat)

Başarıların arttığını ifade eden öğretmen adayları ilişkilendirme ve anlayıp daha iyi anlamlandırma konularında fiziğin matematiğe katkısını belirtmişlerdir. Çalışmada Ö4, Ö13, Ö15 ve Ö3 öğretmen adayları derslerde matematikle ilişkinin önemini vurgulamıştır.



“Türevden integralden yaptığımız o ispatlarla hani hem bağlantı olduğunu gördük hem de neyin nereden geldiğini biliyoruz. Daha iyi oldu yani. Ben pek integral bilmiyordum. Bu çalışma sayesinde öğrenmiş oldum. İlk anlamamıştım sonradan bir bakınca öğrenmiş oldum. İntegrali özellikle daha iyi öğrenmemi sağladı. Ben onlara hep bir kalıp gözüyle bakıyordum. Bağlantılı değil de sanki bir kalıpmış gibi. Ama bağlantılı olduğunu gördüm” (Ö13, Son mülakat)

“Zaten fizik ve matematik iç içe olduğu için birisi olmayanıca diğeri de olmuyor bence. O yüzden matematiksel işlem yapıp fizikle matematiği birleştirdiğimde hem fizikle bağlantısı olduğunu görüyorum hem de ürkmüyorum. Sonuçta bildiğim bir şeylerle bağlantılı olduğunu biliyorum ve ona göre hareket ediyorum. Fizik sayesinde hem fiziği hem de matematiği anlıyorum.” (Ö3, Son mülakat)

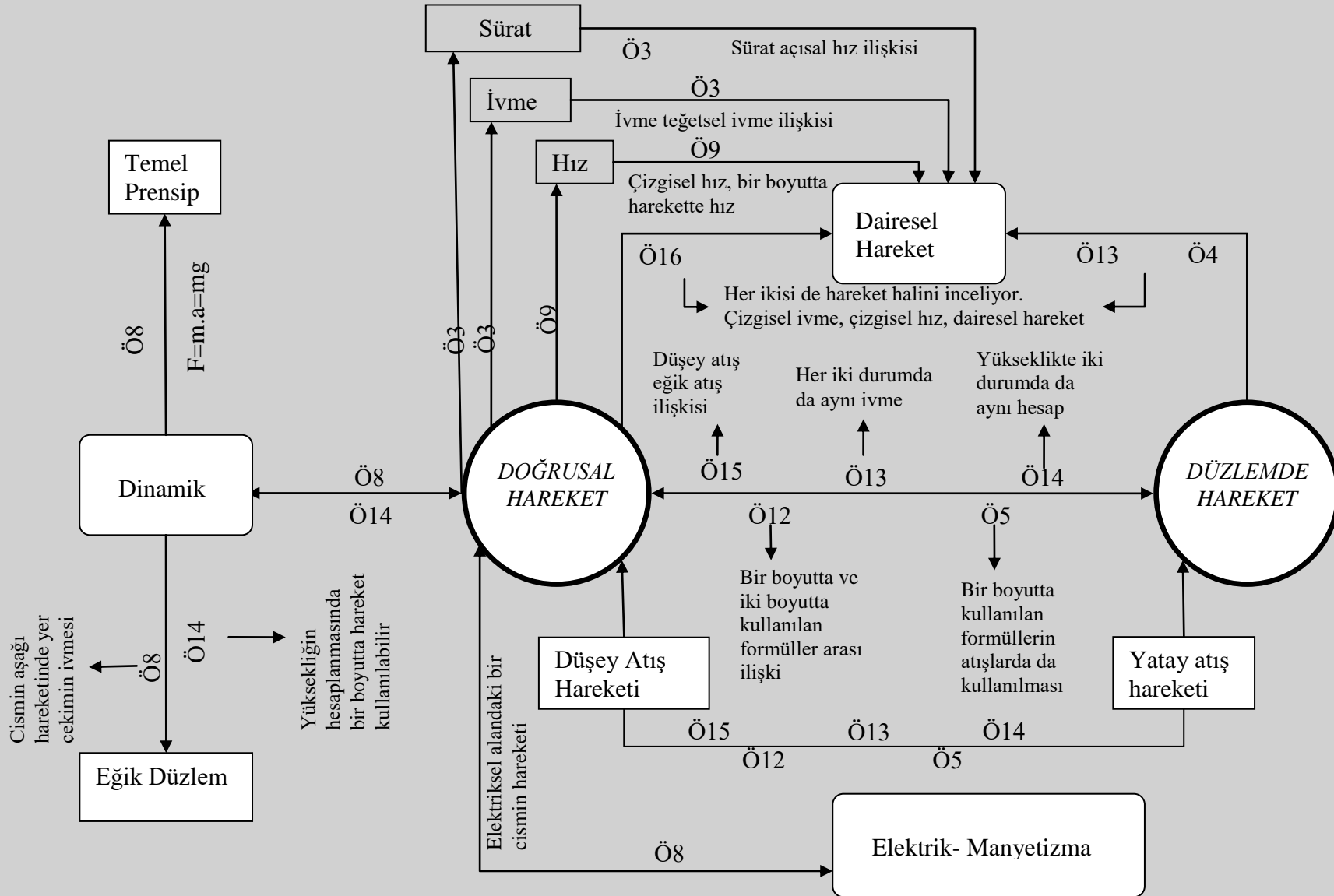
Ö15 öğretmen adayı çalışmalarla matematiği daha iyi anladığını ve tekrar matematik çalıştığını söylemiştir. Ö9, Ö13, Ö14 ve Ö8 öğretmen adayları matematiksel modelleme çalışmaları ile matematiği daha iyi anlamlandırdıklarını belirtmişlerdir.

“Türevi yada integrali tekrar çalışmak zorunda kaldık. Konuları hatırladık. Fizikte matematiği gördük. Bide fizikle bağdaştırınca fiziği de matematiği de daha iyi anlamaya başladık” (Ö15, Son mülakat)



Fizik konu veya üniteleri ile ilişkilendirme.

Çalışmanın bu bölümünde öğretmen adayları ile yürütülen mülakatlara dayalı olarak doğrusal ve düzlemde hareket ünitelerinin öğretmen adayları tarafından ilişkilendirilen diğer fizik ünitelerine yer verilmiştir.





Şekil 1. Öğretmen adayları tarafından fizik dersinin konu veya üniteler arası ilişkilendirilmesi



Şekil 1’de de görüldüğü gibi öğretmen adayları tarafından ilişkilendirilen üniteler incelendiğinde Ö5, Ö12, Ö13, Ö14 ve Ö15 öğretmen adaylarının doğrusal hareket ve düzlemde hareket ünitelerini birbirleri ile ilişkilendirdikleri belirlenmiştir. Aynı adaylar bir boyutta harekette yer alan düşey atış hareketi ile iki boyutta harekette yatay atış hareketinde yer alan formüller arasında bağ kurmuşlardır. Bunun yanında Ö9, Ö16 ve Ö3 öğretmen adayları bir boyutta hareket ile dairesel hareket arasında ilişki olduğunu ifade etmişlerdir. Ö9 hız ile, Ö3 ivme ve sürat ile ilişki kurarken Ö16 hareket konusu genelinde ikisi arasında bağlantı kurmuştur. Yine aynı konuyu Ö4 ve D 13 öğretmen adayları ise iki boyutta hareket ile ilişkilendirmişlerdir. Doğrusal hareket ünitesinin ilişkilendirildiği ünitelerden bir diğeri dinamiktir. Bu ünite Ö8 ve Ö14 eğik düzlem konusu ile ilişki kurarken, Ö8 ayrıca dinamiğin temel prensibi ile doğrusal hareket arasında ilişki kurmuştur. Son olarak Ö8 tarafından doğrusal hareket ünitesi ile Elektrik ve Manyetizma ünitelerinde elektriksel alandaki bir cismin hareketi ilişkilendirilmiştir.

Öğretmen Adaylarının İlgileri. Mülakat yürütülen öğretmen adaylarının tamamı etkinlikler sayesinde derse olan ilgilerinin arttığını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının bazıları (Ö5, Ö8, Ö9, Ö3, Ö15, Ö12, Ö13, Ö14) bu derse ilgilerinin gittikçe değiştiğini ve artık bu durumun başarılarını da etkilediğini söyleyerek kişisel bir ilgilerinin olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada Ö5 ve Ö8 öğretmen adayları derse ilgilerinin gittikçe arttığını, Ö9 ve Ö3 öğretmen adayları modeli çözerken bundan zevk aldıklarını, Ö15 öğretmen adayı etkinlikler sayesinde iki dersi de sevdiğini ve artık çözüm için uğraştığını ifade etmişlerdir. Ayrıca Ö12 ve Ö14 öğretmen adayları matematikle ilişkilendirme ile fiziği daha çok sevdiğini, ayrıca yine Ö12 öğretmen adayı fiziğe olan ilgisinin arttığını ve Ö13 öğretmen adayı etkinliklerin derse bağlanmasına yardımcı olduğunu ve daha azimli olduğunu belirtmişlerdir.



“İntegralle türevi zaten çok seviyorum. Fiziği çok fazla sevmem ama onlarla ilişkili olunca daha zevkli buldum yani matematiksel olduğu için. Tabii ki ilgim arttı ona da.” (Ö14, Son mülakat)

“Sevme açısından fizikten biraz uzaktım. Anlayarak yapmam ve bir şeyleri ortaya koymam fiziğe bağlanmama sebep oldu. Bir soruyu çözerken uğraşırım artık. Önceden bir şeyi yapamıyorum deyip bir kenara atıyordum, ama şimdi bir şeylere uğraşmam gerektiğini, uğraşırsam yapabileceğimi düşünüyorum” (Ö13, Son mülakat)

Gözlem verilerinde ilk etkinliklerde fizik dersinin anlaşılması zor bir ders olduğu ve farklı bir uygulama ile karşı karşıya kaldıkları için adayların ilk uygulamalarda derse ilgi göstermedikleri tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının kişisel ilgileri incelendiğinde dördüncü etkinlikte derse ilgilerinin arttığını ifade etmişlerdir. Adaylar derslerin bu şekliyle işlenmesinin ilgilerini arttığını belirtirken başarı konusunda kaygılar taşıdıklarını ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları bu durumu sınıf içerisinde yaptıkları konuşmalarda belirtmişlerdir. Adaylar ders içerisinde matematiksel modellemeye uygun soruları çözenin kendilerine ilginç geldiğini söylemişlerdir. Dördüncü etkinlikte soruları çözebildikçe derslerde daha ilgili davranmıştır. Etkinlikleri daha kısa sürede tamamlamalarıyla soruları çözebilmişlerdir. Öğretmen adaylarının öz güven kazandıkları ve buna bağlı olarak derisi daha ilgi ile dinledikleri belirlenmiştir. Öğretmen adayları bu derste soruları çözdüklerini, soruları çözenin kendilerine güven kazandırdığını, buna bağlı olarak ta dersten zevk aldıklarını yapılan sınıf içi konuşmalarda ifade etmişlerdir. Beşinci etkinlikte çok fazla çaba gösterdiklerini ders içerisinde sürekli aktif olduklarını ve bu durumun kendilerini yorduğunu dile getirmişlerdir. Ders içerisinde öğretim elemanına derste çok gayret gösterdiklerini ifade etmişlerdir. Ancak bunun onların daha ilgili olmalarını sağlamada katkısı olduğu



gözlenmiştir. Gözlem verilerinde tıpkı mülakat verilerinde olduğu gibi ilerleyen aşamalarda derse olan ilgilerinin arttığı görülmüştür.

Ö4, Ö16 ve Ö3 öğretmen adayları ise derse olan ilgilerinin materyalin uygulanmasından kaynaklanan kısa süreli, durumsal bir ilgi olduğu belirlenmiştir. Ö3 öğretmen adayı çalışmanın ilginç geldiğini, Ö4 öğretmen adayı etkinlikleri güzel bulduğunu, Ö16 öğretmen adayı derslerin bu şekilde yürütülmesini eski derslere göre daha güzel olduğunu belirtmiştir.

“Eğer direkt dersi işlemiş olsaydık, tahtaya geçip formülleri vermiş olsaydınız bu ezber olmuş olacaktı ve çoğu şeyi unutacaktım. Bende aynı şekilde çalışacaktım, ezberleyerek. Ama bu daha iyi geldi bana” (Ö3, Son mülakat)

“Fizikte oldu. Artık ilişkilendirebiliyorum. Çünkü örnek gösteriyoruz. Sonuçta örnekler üzerinden gittik. Özellikle bebek atma olayı çok hoşuma gitmişti. Onlarda ilişkilendirme oldu tabii ki. Sorsanız şimdi örnek çıkarabilirim o yüzden. Yeni durumları fark edebilirim. Fıskiyelerde mesela onlarda da o konularda da örnek çıkarabilirim” (Ö12, Son mülakat)

Gözlem verilerinde öğretmen adaylarının durumsal ilgileri incelendiğinde ilerleyen ders sürecinde dersi sevmelerine rağmen başarı konusunda kaygılarının olduğunu belirtmişlerdir. Bu durumu sınıf içerisinde yaptıkları konuşmalarda kontrol grubunun normal ders işlediklerini ancak kendilerinin ders işlemediklerini söyleyerek belirtmişlerdir. Beşinci etkinlikte derse ilgili ve ilgisiz olan grupların tamamıyla birbirinden ayrıldığı görülmüştür. Ders içerisinde ilgili gruplar derse ilgi göstermiş ve soruları çözmede grup üyeleri ile birlikte sürekli çalışmışlardır. Ancak ders sürecinde ilgisiz olan grupların ise ders içi uygulamanın son bölümlerinde tümüyle dersten koptuğu belirlenmiştir.

Modelleme aşamaları süreci. Gerçek dünya problemi aşamasında gözlemlerden elde edilen verilerde öğretmen adayları üçüncü derste gerçek dünya problemine ait hareketin şeklinin çizilmesi konusunda oldukça isteksiz davranmışlardır. Kendilerinin ressam



olmadığını resim çizmenin resamlara ait bir özellik olduğunu belirterek bu aşamayı yapmak istememişlerdir. İlerleyen kısımlarında gerçek dünya problemini anlamadan diğer aşamalara geçmek istemişlerdir. Çalışmada 3, 5, 7 ve 8. etkinliklerde öğretmen adayları gerçek dünya problemini anlamadan direkt matematiksel problemi çözmeye odaklanmışlardır.

Kabullenmelerin yapılması aşamasında yürütülen gözlemlerde dördüncü etkinlikte öğretmen adaylarının kabullenmeleri yapmaları konusunda ilk etkinliğe göre daha başarılı oldukları görülmüştür. Altıncı etkinlikte değişkenleri sembolleştirmede zorlanmışlardır. Yedinci ve sekizinci etkinlikte değişkenleri belirleme konusunda çok fazla sıkıntı yaşamadıkları ve bunları rahatlıkla ifade edebildikleri, yedinci etkinlikte ayrıca gerekli ve ihmal edilebilir değişkenleri nedenleri ile birlikte kolaylıkla belirleyip gerekli açıklamaları rahatça yaptıkları tespit edilmiştir. Kabullenmelerin belirlenmesi konusunda sınıf tartışmalarının önemli bir yeri olduğu ortaya çıkmıştır. Adaylar ilk etkinliklerde kabullenme kelimesinin ne anlama geldiğini tam olarak kavrayamamış ve buna bağlı olarak ta kabullenmeleri net bir şekilde ifade edemedikleri gözlenmiştir. Birinci etkinlikte hangi kabullenmeleri kullanarak modeli çözecekleri konusunda kararsız kalmışlardır. Çalışmada özellikle 4, 6 ve 8. etkinliklerde öğretmen adaylarının bu bölümü yapma konusunda isteksiz olduğu gözlenmiştir.

Matematiksel modelin formülleştirilmesinde yürütülen gözlemlerde öğretmen adaylarının ilk derslerde zorlandığı ortaya çıkarken sonraki derslerde özellikle uygulamaların son derslerinde etkinlikleri rahatlıkla yaptıkları görülmüştür. Dördüncü etkinlikte ders kitabı ve diğer kaynakları kullanmakta yetersiz oldukları gözlenmiştir. Oysa yedinci uygulamada herhangi bir teorik açıklama yapılmadan matematiksel formülü bulmuşlardır. Öğretmen adayları matematiksel bir model ortaya koymaktan ziyade soru çözerek sonuca ulaşmaya çalışmak istemişlerdir. Etkinliklerin sonraki bölümlerinde ise öğretmen adaylarında matematiksel bir formül ortaya koymak yerine soru çözme istekleri olmuştur.



Gözlem verilerinde *matematiksel problemi çözmede* ilk derste matematiksel model oluşturmada öğretmen adaylarının zorlandığı belirlenmiştir. 6. etkinlikte öğretmen adaylarının grup içi ve sınıf tartışmaları yardımı ile matematiksel ifadeyi buldukları görülmüştür. 7 ve 8. etkinliklerde ise artık herhangi bir açıklamada bulunmadan ve sınıf tartışmalarına çok fazla gerek kalmadan öğretmen adaylarının matematiksel modeli rahatlıkla ortaya koydukları tespit edilmiştir.

Gözlem verilerinden *modelin doğrulanması* aşamasını öğretmen adaylarının model oluşturmaya oranla daha kolay cevapladıkları görülmüştür. Üçüncü etkinlikte tartışmaların yardımı ile öğretmen adaylarının modelin doğrulanmasını daha rahat ifade edebildikleri belirlenmiştir. Dördüncü etkinlikte bu aşamanın bir önceki etkinliğe göre daha uzun süre aldığı görülmüştür. Beşinci etkinlikte ise modelin yeni durumlara uyarlanmasında öğretmen adaylarının daha başarılı olduğu ve birbiriyle ilişkili soruları kısa sürede tamamladıkları tespit edilmiştir. Buna karşın özellikle son etkinliklerde matematiksel problemi çözme aşamasından sonraki aşamaların çok önemsenmediği tespit edilmiştir.

Rapor etme açıklama ve tahmin aşamasında aşamalar boyunca elde edilen veriye yönelik bilgi istendiği için herhangi bir durumla karşılaşılmamıştır.

Tartışma

Çalışmada öğretmen adayları fizik dersini genellikle matematik ve günlük hayatla ilişkilendirmişlerdir. Bu konu ile paralel olarak literatürde yürütülen uygulamalarda da bu alanların disiplinler arası ilişkilendirmede sıklıkla kullanıldığı görülmektedir (Haynie ve Greenberg, 2001; Merrill, 2002; West, Tooke ve Muller, 2003; Engstrom, Boulton, ve Wurzelbacher, 2004; Aydın ve Balım, 2005; Ashmann, Zawojewski ve Bowman, 2006; Lyublinskaya, 2006). Yürütülen ön mülakatlarda yalnızca iki öğretmen adayı çevrelerinde gördükleri durumları fen bilimleri ile ilişkilendirerek açıklamışlardır. Öğrencilerin günlük



hayatta karşılaştıkları durumları fizik dersine uyarlayamamalarının nedeni, üniversiteye hazırlanan öğrencilerin kavram öğretiminden çok soru çözme ile ilgilenmelerinden kaynaklandığı (Alıcı-İsen ve Kavcar, 2006) düşünülmektedir.

Matematiksel modellemenin günlük yaşama katkısını Zbiek ve Conner (2006), gerçek dünya ile bağlantı kurmaya yardımcı, günlük yaşamdaki olayları anlama fırsatı sunan ve bu durumları özelleştirebilen bireylerin yetişmesine yardımcı olması şeklinde ifade etmektedir. Bu bağlamda öğretmen adayları ilk etkinlikten itibaren günlük hayat problemi ile ilgili karşılaştıkları örnekleri çevrelerinde gördüklerinde bunları düşündüklerini ve fizik dersi ile ilişkilendirdiklerini ifade etmişlerdir. Derste öğrendikleri bilgiler ve günlük hayatla ilişkili durumlardan çıkarımlar yaparak yeni ve farklı olaylarla bunları ilişkilendiren öğretmen adayları, aynı konuda derslerde verilen örnekler dışındaki durumlarla çevrelerinde karşılaştıklarını ve bunları fizik ile ilişkilendirmekten zevk aldıklarını da belirtmişlerdir. Alanda yürütülen çalışmalarda kişisel ve durumsal olmak üzere iki çeşit ilgiden bahsetmektedir (Schraw, Flowerday ve Lehman, 2001; Alev, 2010). Bu durum ile ilişkili olarak Jiang ve Xie (2007)'da benzer şekilde kişisel ilginin gelişmesine bağlı olarak öğrencilerin matematiksel modellemeye uygun yürütülen dersleri sevdiklerini ve beğendiklerini belirtmişlerdir. Bu bağlamda kişisel ilginin olumlu tutum geliştirmede katkısı düşünüldüğünde, matematiksel modellemenin derse olan kişisel ilgiye etkisi bilinmektedir (Fasletti ve Rodríguez, 2005).

Öğretmen adayları ön mülakatlarda sayılar ve dört işlemin tüm fizik konularında kullanıldığını belirtirken, hareket ünitesini türevle, yaylar ve basit sarkacı sayılarla, elektrik ünitesini dört işlemle, momentum ve dinamik ünitelerini trigonometri ile hareket ünitesini hız problemleri ile ilişkilendirdiklerini ifade etmişlerdir. Bu durum fizik dersinin öğretilmesinde



matematiğin gerekliliğini ortaya koymakta ve fizik, matematik bağlantısını vurguladığını göstermektedir (Ogunsola-Bandele, 1996; Güzel 2004).

Son mülakatlarda öğretmen adayları fizik dersi ile ilişkili olan branşların en önemlisinin matematik olduğunu ifade etmişlerdir. Matematiğin kullanıldığı fizik dersi yardımı ile bazı öğretmen adayları fizik dersindeki başarılarının ve ilgilerinin arttığını, bu duruma matematikle ilişkilendirmenin katkı sağladığını, matematik bilgilerini tekrar ettiklerini, hatırladıklarını ve fizik derslerinde matematiği kullanmaları ile işlem hızlarının arttığını belirtmişlerdir. Bu veri ile ilişkili olarak matematiksel modellemenin matematiğe katkısı, öğrencilerin matematik bilgilerini kullanmaları ve bunlardan soru çözmeye yararlanmaları (Gross ve Knauer, 1982), matematiği öğrenmeyi sağlaması (Doruk, 2010), matematiği farklı bir yoldan anlamaya fırsat sunması (Blomhøj ve Kjeldsen, 2007), matematik dersinin anlama ve kavranmasına yardımcı olması (Hickman, 1986) şeklinde ifade edilmiştir. Öğretmen adaylarının yürütülen çalışma ile matematik sayesinde fizik derslerini sevmeleri disiplinler arası çalışmalarla fiziğe olan ilgide artışın meydana geldiğini göstermektedir. Benzer şekilde Lim, Tso ve Lin (2009) matematiksel modelleme çalışmaları ile öğrencilerin matematik dersinden hoşlandıklarını ve matematiksel modellemenin onlara ilginç geldiğini belirtmişlerdir.

Gözlem bulgularında da öğretmen adaylarının matematiksel modelin formüle edilmesi aşamasında matematik bilgilerinden yararlandıkları görülmüştür. Adaylar uygulama sürecinin ilk derslerinde matematiksel bilgileri kullanmakta ve yorumlamakta zorlanırken ilerleyen etkinliklerde temel matematik bilgilerini kolaylıkla kullanabilmiş ve matematiksel formülü ortaya koyabilmişlerdir. Bu bulgu ile ilişkili olarak Lingefjärd (2002), matematiksel modelleme çalışmalarında öğrencilerin matematik bilgilerinin geliştiğini gözlemlediğini belirtmiştir. Adayların üçüncü etkinlikte matematiksel bilgilerde zorluklarla karşılaştıkları,



ancak özellikle 6, 7 ve 8. etkinliklerde öğretim elemanın hiçbir yönlendirmesi olmadan yalnızca grup içi tartışmalarla doğru sonuca ulaştıkları belirlenmiştir. Kullanılan matematik sayesinde öğretmen adaylarının başarıları ve ilgilerindeki gelişme dikkate alındığında Perry ve Todder (2009), öğrencilerin matematiksel modelleme ile matematiksel bir dil geliştirdiklerini ve motivasyon sağlamış bireylerin rehber ihtiyacı duymadan kolaylıkla matematiksel modelleri çözebileceklerini, Ang (2007), bu durumunun matematik öğrenmek için iyi bir fırsat sağladığını ve matematiğin farklı disiplinlerle ilişkilendirilmesinin buna katkı sağlayabileceğini ve Tanner ve Jones (2002), matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini geliştirdiğini ifade etmektedir. Çalışmalar sürecinde mülakat verileri ile ilişkili olarak sınıf içi gözlemlerde de öğretmen adaylarının soruları daha kısa sürede ve başarı ile tamamlamaları ile ders sürecindeki ilgilerinin de gittikçe arttığı belirlenmiştir. Yarinovsky ve Kangro (2009) derste başarı ile derse olan ilgi arasında belirlenen ilişkide; çevre dersinde yürütülen matematiksel modelleme çalışmasında öğrencilerin çevre kirliliğine, biyolojik ve kimyasal süreçlere ilgilerinin arttığı, buna bağlı olarak ta dersi daha iyi anladıkları ve bu durumun ders sürecindeki performanslarının artmasına da katkı sağladığını ifade etmiştir.

Konu veya üniteler arası ilişkilendirmenin önemi Ausubel'in öğrenme kuramında da belirtildiği gibi öğrenmenin anlamlı olmasında önemli bir yer tutmaktadır (Çepni, 2005). Adaylar tarafından fizik dersi ile ilişkilendirilen üniteler incelendiğinde bunların bir kısmı hareket ünitesinin kendi içerisinde yer alan konuların birbirleri ile ilişkilendirilmesidir. Bu ilişki incelendiğinde öncelikle doğrusal ve düzlemde hareket ünitelerinin birbiri ile ilişkilendirildiği belirlenmiştir. Adaylar aynı ünite içerisinde yer alan formüller arasında bağlantı kurmuşlardır. Bununla birlikte ilişki kurulan başka bir nokta ise doğrusal ve düzlemde hareket üniteleri ile düzgün dairesel harekettir. Bazı öğretmen adayları tarafından ise hareket ünitesi mekanik konuları içerisinde yer alan dinamik ünitesi ile ilişkilendirilirken



bir kısım öğretmen adayları tarafından elektrik ve manyetizma ünitesi ile ilişkilendirilmiştir. Benzer olarak Matematik dersi içerisinde yürütülen bir matematiksel modelleme çalışmasında ise öğrencilerin matematiğin uygulamalarına da ilgi gösterdikleri ifade edilmektedir (Kaiser, 2005).

Sonuçlar

Öğretmen adaylarının uygulamalar öncesinde fizik alanı ile günlük hayat arasında ilişkilendirebildikleri durumlar incelendiğinde genellikle ders kitabında yer alan veya öğretmenler tarafından verilen örneklerle günlük hayat ile fizik arasında ilişki kurdukları ve bu adayların öğrendikleri bilgileri farklı durumlara uyarlayamadıkları ve sadece verilen örnekle sınırlı açıklanmalarda buldukları tespit edilmiştir. Buna karşın yine uygulamalar öncesinde öğretmen adayları tarafından yürütülen proje çalışmaları ve bilimsel gezilerin disiplinler arası çalışmalar içerdiği bu etkinliklerle öğretmen adaylarının farklı branşları ilişkilendirdikleri belirlenmiştir. Bu nedenle öğrencileri araştırmaya yönlmeden verilen örneklerin öğrencilerin yorum yeteneğini geliştirmeden, ezbere yönelttiği, uygulamaya ve araştırmaya dayalı çalışmaların ise öğretmen adaylarında kalıcı öğrenmeye yardımcı olduğu ve günlük hayat-matematik ve fizik arasında daha kolay ilişkilendirmeye katkı sağladığı sonucuna varılmıştır.

Öğretmen adaylarının bazıları, derste karşılaştıkları durumları düşünerek bu konulardan hareketle zamanla günlük yaşamlarında karşılaştıkları durumlar ile fizik dersi arasında bağlantı kurduklarını, yeni ve farklı durumları fizik dersi ile ilişkilendirdiklerini, bu durumlardan çıkarımlar yaptıklarını ve bunun kendilerine zevkli geldiğini ifade etmişlerdir. Bunun sonucunda, öğretmen adaylarının doğrusal ve düzlemde hareket ünitelerini günlük hayatlarına uyarlayabildikleri ve bu üniteler ile ilgili çevrelerinde karşılaştıkları durumları tanıyıp anladıkları ve bu durumları çevrelerinde gördüklerinde anlamlandırdıkları ve bunun



sonucunda da sevdikleri durumları tanıma ve anlamalarına olumlu katkılar sağladığı sonucuna varılmıştır. Bu bağlamda kişisel ilgisi gelişmiş öğretmen adaylarının günlük hayatta karşılaşacakları durumları daha iyi anlamlandırabilecekleri, fizik ve matematik alanlarında düşünme becerilerinin gelişeceği ve farklı branşlar arasında bulunan kavramları ilişkilendirebilecekleri düşünülmektedir.

Uygulamalar sonucunda öğretmen adayları tarafından fizik dersinin ilişkili olduğu önemli branş matematik olarak ifade edilmiştir. Adaylar uygulamalar sürecinde matematiksel formül ve eşitliklerden sıklıkla yararlanmış, matematikle bağlantılı konuları derslerinde kullanmışlardır. Buradan öğretmen adaylarının fizik dersinde yararlanarak fen bilimleri/fizik, matematik bağıni matematiksel modelleme ile kurdukları ve matematiğin uygulamalarını görebildikleri sonucuna ulaşılmıştır. Buna bağlı olarak uygulamaların, adayların matematikselleştirme, temel matematik kavramları, işlem yetenekleri ve fizik matematik ilişkisini görmelerine katkı sağladığı düşünülebilir. Bunun sonucu olarak öğretmen adaylarının soru çözümünde kendilerine olan inançlarının arttığı, bunun sonucunda ise günlük yaşam fen bilimleri ve matematik arasında bir köprü kurarak kavramları ve olayları anlamalarına ve ilgi göstermelerine bu durumun yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

Uygulamalar sonucunda bazı öğretmen adaylarının fizik derslerinde matematik bilgilerinin kullanımı ile bu derslerde başarılarının arttığını ifade etmişlerdir. Bu nedenle fizik derslerinde kullanılan matematik bilgileri ile temel matematik bilgilerini unutmamalarına katkı sağladığı ve bu bilgilere yeni bilgiler eklenmesine yardımcı olduğu düşünülebilir. Bu sayede fizik dersinin matematik öğrenmeye yardımcı olduğu ve disiplinler arası ilişkilendirmenin öğretmen adaylarının başarısına olumlu katkı yaptığı ifade edilebilir. Fizik ve matematik dersine karşı genellikle oluşturulan olumsuz tutum düşünüldüğünde kişisel ilginin öğretmen adaylarının dersle ilgilenmelerine katkı sağladığı görülmektedir. Bu durum



matematiksel modelleme etkinlikleri ile öğretmen adaylarının dersle ilgilenmeye başlamaları ve fizik ve matematik konuları üzerine çalışmaya başladıklarının bir kanıtıdır.

Anlaşılması zor konuların hatırlanmasında bilinen konulardan yararlanma başarısının ilginin artmasına önemli katkılar sağlamaktadır. Fizik dersinin kendi içerisinde ilişkilendirilen konu ve kavramların öğretmen adaylarının başarıları ve ilgileri üzerine olumlu katkıları bulunmaktadır. Bu bağlamda farklı ünitelerle ilişkilendirilen fizik derslerinin öğretmen adaylarının anlaşılması karmaşık ve güç olarak ifade edilen ve sevilmeyen konuların öğretiminde önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Fizik derslerinde kullanılan matematiksel modelleme çalışmalarının öğretmen adaylarının disiplinler arası ilişkilendirmede fizik- matematik ve günlük hayat ilişkisini görme ve derste olan ilgide olumlu katkılar yaptığı ve adayların bu çalışma ile fizik dersine olumlu baktıkları belirlenmiştir. Bunun yanında yürütülen disiplinler arası çalışmalarla öğrencilerin fiziği yalnızca günlük yaşamda değil karşılaştıkları farklı dersler ve konularla da kolaylıkla ilişkilendirebileceği görülmektedir. Bu nedenle öğretmen adayları matematiksel modellemenin çözümü konusunda cesaretlendirilerek bu derslerde olumlu tutum geliştirmelerine katkı sağlanabilir. Bu bağlamda alanda yürütülecek diğer araştırmalarda disiplinler arası ilişkilendirmede kullanılacak problem çözme yöntemi, farklı alanlarla ilişkilendirilmiş proje çalışmaları gibi yöntemler tercih edilerek fizik ve diğer branşlar arasındaki ilişkilendirme düzeyleri incelenecek çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Makalenin Bilimdeki Konumu (Yeri)

Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi, Fizik Eğitimi Bilim Dalı

Makalenin Bilimdeki Özgünlüğü

Matematik ve fen bilimleri dersleri öğrenciler tarafından anlaşılması zor ve ilgilerin en düşük olduğu dersler olarak nitelendirilmektedir. Oysa bu derslerde uygun yöntemler



kullanılırsa öğrencilerin hem derslere olan ilgilerinde hem de başarılarında artış yaşanmaktadır. Matematiksel modelleme bu yöntemlerden birisi olarak literatürde önemli bir yere sahiptir. Ancak ülkemizde hem matematiksel modelleme hem de disiplinler arası ilişkilendirme üzerine yürütülen çalışmalara özellikle ilköğretim ve son zamanlarda lise düzeyinde odaklanılmış, üniversite düzeyinde yürütülen çalışmalar sınırlılık göstermiştir. Bu nedenle yürütülen çalışma ile Yükseköğretimde fizik/ fen bilimleri derslerinde kullanılan matematiksel modelleme çalışmalarının öğrencilerin kavramları anlamalarına, bu kavramları farklı disiplinlerle ilişkilendirmelerine ve derse ilgilerine yönelik katkıları ortaya koyulmuştur.

Kaynaklar

- Alev, N. (2010). Perceived Values of reading and writing in learning Physics in secondary classrooms. *Scientific Research and Essays*, 5 (11), 1333-1345.
- Alıcı-İsen, İ.ve Kavcar N. (2006). Ortaöğretim Fizik Dersi “Yeryüzünde Hareket” ünitesindeki kavram yanlışlarının belirlenmesi ve ünitenin öğretim programı geliştirilmesi üzerine bir çalışma. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 84-90.
- Ang, K.,C. (2007, Aralık). *Modelling with real data and technology*, at Asian Technology Conference in Mathematics, Taiwan.
- Ärlebäck, J. B. (2009). On the use of realistic fermi problems for introducing mathematical modeling in school, *The Montana Mathematics Enthusiast*, 6 (3), 331-364.
- Ashmann, S., Zawojewski, J. ve Bowman, K. (2006). Integrated Mathematics and Science teacher education courses: a modelling perspective, *Canadian Journal of Science, Mathematics, & Technology Education*, 6 (2), 189-200. **DOI:** 10.1080/14926150609556695



- Aydın, G. ve Balım, A. G. (2005). Yapılandırmacı yaklaşıma göre modellendirilmiş disiplinler arası uygulama: enerji konularının öğretimi, *Ankara Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38 (2), 145-166.
- Blomhøj, M. ve Kjeldsen, T. (2007). Learning the integral concept through mathematical modelling. Pitta-Pantazi, D., Philippou, G. (Ed): CERME 5 – Proceedings of the Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, 2070-2079.
- Blum, W. ve Borromeo-Ferri, R. (2009). Mathematical Modelling: can it be taught and learnt?, *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1 (1), 45-58.
- Carrejo, D. (2004). Mathematical Modelling and Kinematics: a study of emerging themes and their implications for learning mathematics through an inquiry-based approach, Doctoral Dissertation. University of Texas, Austin.
- Carrejo, D. J. ve Marshall, J. (2007). What is Mathematical Modelling? exploring prospective teachers' use of experiments to connect mathematics to the study of motion, *Mathematics Education Research Journal*, 19 (1), 45–76.
- Crowe, M. ve Boston, K. (2004). Using animal burrows to integrate Math and Biology. *Science Activities*, 40 (4), 34-38.
- Çepni, S. (2005). *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi*, Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Dervişoğlu, S. ve Soran H. (2003). Orta Öğretim Biyoloji eğitiminde disiplinler arası öğretim yaklaşımının değerlendirilmesi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 48-57.
- Doruk, B. K. (2010). Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.



- Engstrom, D.E., Boulton, J.L. ve Wurzelbacher, L. (2004). From old 2 new, *Teaching Pre K-8*, 34 (6), 56-57.
- Fasletti, M. C. ve Rodríguez, M. A. (2005). A proposal for improving students' mathematical attitude based on mathematical modelling, *Teaching Mathematics And Its Applications*, 24 (1), 14-28. DOI: 10.1093/teamat/hrh015
- Gross, H-E. ve Knauer, U. (1982). Mathematical modelling in university education an experiment at the University of Oldenburg, *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 13 (6), 779-787.
- Güzel, H. (2004). Genel Fizik ve Matematik derslerindeki başarı ile matematiğe karşı olan tutum arasındaki ilişki, *Türk Fen Eğitimi Dergisi, Tufed-Tused*, 1 (1), 49-58.
- Haynie, W.J. ve Greenberg, D. (2001). Genetic disorders: an integrated curriculum project, *The Technology Teacher*, 60 (6), 10-13.
- Hickman, F.R. (1986). Mathematical modelling in Physics, *Physics Education*, 21, 173-180.
- Jiang, Q. ve Xie, J., (2007, Temmuz). *Designing and teaching mathematical experiments course in china universities for non-mathematical specialties*, 13th Conference of the International Community of Teachers of Mathematical Modeling and Applications. Indiana University Bloomington, USA.
- Justi, R. ve Gilbert, J.K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers, *International Journal of Science Education*, 24 (4), 369-387. DOI: 10.1080/09500690110110142
- Kaiser, G. (2005). Mathematical modelling in school – examples and experiences. In: Henn, H.-W./ Kaiser, G. (Eds.), *Mathematikunterricht im Spannungsfeld von Evolution und Evaluation*. Festband für Werner Blum. Hildesheim: Franzbecker, 99-108.



- Kaiser, G. ve Schwarz, B. (2006). Mathematical modelling as bridge between school and university, *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38 (2), 196-208.
- Kaiser, G. ve Schwarz, B. (2010). Authentic modelling problems in mathematics education—examples and experiences, *Journal für Mathematik-Didaktik*, 31, 51–76. DOI: 10.1007/s13138-010-001-3
- Klymchuk, S., Zverkova T., Gruenwald N. ve Sauerbier G. (2008). Increasing engineering students' awareness to environment through innovative teaching of mathematical modelling, *Teaching Mathematics And Its Applications*, 27 (3), 123- 130. DOI: 10.1093/teamat/hrn007
- Lim, L., L., Tso T.- Y. ve Lin F., L. (2009). Assessing science students' attitudes to mathematics: a case study on a modelling project with mathematical software, *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40 (4), 441–453. DOI: 10.1080/00207390802566931
- Lingefjärd, T. (2002). Mathematical modeling for preservice teachers: a problem from anesthesiology, *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7, 117-143.
- Lyublinskaya, I. (2006). Making connections: Science experiments for Algebra using T1 technology, *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2 (3), 144- 157.
- Merrill, C. (2002). Integrated learning: zoetropes in the classroom, *Technology Teacher*, 61 (5), 7-12.
- Miles, M. B. ve Huberman, A. M., (1994). *Qualitative Data Analysis, Second Edition*, Sage Publications, London, UK.
- Ogunsola-Bandele, M. F. (1996, Eylül). *Mathematics in Physics - which way forward: the influence of mathematics on students' attitudes to the teaching of physics*, Paper



presented at the Annual Meeting of the National Science Teachers Association, Nigeria.

Park, D., O'Brien, G., Eraso, M. ve McClintock, E. (2002). A Scooter Inquiry: An Integrated Science, Mathematics and Technology Activity, *Science Activities*, 39 (3), 27-32.

Perry, Z. H. ve Todder, D. (2009). Change in senior medical students' attitudes towards the use of mathematical modeling as a means to improve research skills, *Teaching Mathematics and its Applications*, 28 (2), 88-100. DOI: 10.1093/teamat/hrp005

Potenza, S. A. (2007). Science is for the birds, *Teaching Pre K-8*, 37 (5), 50-51.

Prins, G., T., Bulte, A. M. W., Driel J. H. V. ve Pilot, A. (2009). Students' involvement in authentic modelling practices as contexts in chemistry education, *Research Science Education*, 39, 681-700. DOI 10.1007/s11165-008-9099-4

Saglam-Arslan, A. ve Arslan, S. (2010). Mathematical models in Physics: a study with prospective physics teacher, *Scientific Research and Essays*, 5 (7), 634-640.

Schraw, G., Flowerday, T. ve Lehman, S. (2001). Increasing situational interest in the classroom, *Educational Psychology Review*, 13 (3), 211-224.

Tanner, H. ve Jones S. (2002). Assessing children's mathematical thinking in practical modelling situations, *Teaching Mathematics and its Applications*, 21 (4), 145-159.

West, S., Tooke J. ve Muller C. (2003). Integrated Science and Mathematics: doable? desirable?, *Texas Science Teacher*, 32 (1), 17-20.

White, A. (2000). Mathematical modelling and the general mathematics syllabus, *Curriculum Support for Teaching in Mathematics*, 5 (3), 7-12.
http://www.curriculumsupport.education.nsw.gov.au/secondary/mathematics/assets/pdf/s6_teach_ideas/cs_articles_s6/cs_model_s6.pdf, [7.05.2009]



Wood, J. (2005). Discovery central, *Science and Children*, 42 (7), 36-37.

Yarinovsky, B. ve Kangro I. (2009). Mathematical modelling with use information-communication technologies in course studying ecological toxicology, *Problems of Education in the 21st Century*, 16 (16), 59-65.

Yıldırım, A. (1996). Disiplinlerarası öğretim kavramı ve programlar açısından doğurduğu sonuçlar, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12, 89-94.

Zawojewski, J., Lesh, R. ve English, L. (2003). A Models and modeling perspective on the role of small group learning activities, In R. Lesh , H. Doerr (Ed.), *Beyond constructivism: A models and Modeling Perspective on Problem Solving, Learning and Instruction in Mathematics and Science Education* (pp337-358). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Zbiek, R. M. ve Conner, A. (2006). Beyond motivation: exploring mathematical modeling as a context for deepening students' understandings of curricular mathematics, *Educational Studies in Mathematics*, 63 (1), 89-112.



Ek 1. Öğretmen Adaylarıyla Yürütülen Ön Mülakat Soruları

- 1.Fizik veya matematik konularıyla günlük hayatınızda karşılaştığınızda bunları anlamlandırabiliyor musunuz? *Hangi alanlarda karşılaştınız?*
- 2.Fizik derslerinizde matematiği kullandığınızı düşünüyor musunuz? *Hangi konularda ne tür matematik bilgisine ihtiyaç duyuyorsunuz?*
- 3.Daha önceki derslerinizde öğretmenleriniz matematik derslerinde günlük hayatınızda karşılaştığınız veya başka derslerde öğrendiğiniz bilgilerle bağlantı kurdu mu? *Neler yaptı? Matematik derslerinde fizikle hiç karşılaştınız mı? Nerelerde karşılaştınız?*
- 4.Daha önce gördüğünüz derslerde günlük hayatla ilişkilendirme yada matematikle ilişkilendirme ile ilgili çalışmalar yaptınız mı? Ne tür çalışmalar olduğunu hatırlıyor musunuz?

Ek 2. Öğretmen Adaylarıyla Yürütülen Son Mülakat Soruları

1. Kavramların veya konuların matematikte kullanılan temel bazı bilgilerle ilişkilendirilmesinin derslere olan ilginiz ve başarınıza herhangi bir katkısı oldu mu? Nasıl bir katkı sağladı?
 2. Bu çalışmanın matematiği ve fiziği anlamlı öğrenmenize katkısı olduğuna inanıyor musunuz? Bu kanınızda etkili olanlar nelerdi?
 3. Fizik dersi sayesinde matematik konularınızı daha iyi anlamlandırmanıza yardımcı olduğunu düşünüyor musunuz? Buna nasıl karar verdiniz?
 4. Bu tür çalışmaların fizik ve matematik derslerindeki başarınıza etkisi oldu mu? *Ne yönde bir etki yaptığını düşünüyorsunuz?*
 5. Çalışma ile artık, günlük hayatta karşılaştığınız durumları matematik ve fizikle ilişkilendirebiliyor musunuz? *Nasıl? (ilişkilendirdiğiniz durumlar olursa böyle bir durumu çözebileceğinize inanıyor musunuz? Bunu nasıl yapacaksınız?[Derste kullanılan aşamaları kullanacak mısınız? Nasıl?]).*
- a) Aynı zamanda bu çalışmayla aynı ders içerisinde öğrendiğiniz diğer konularla veya olaylarla ilişkilendirme yapabileceğinizi düşünüyor musunuz? *Nasıl?*