

BİLGİSAYAR DESTEKLİ DİJİTAL DENEY ARAÇLARININ ÖĞRETMEN ADAYLARININ KAVRAMLARI ANLAMALARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: SÜRTÜNMELE EĞİK DÜZLEM DENEYİ ÖRNEĞİ

Miraç AYDIN¹, Hüseyin ARTUN², Murat OKUR³, Mustafa ÜREY⁴

Özet

Bu çalışmada hem ucuz hem de hassas ölçüm yapılmasına imkan sağlayan photogate ve elektronik kronometre kullanılarak sürtünmeli eğik düzlemden hareket deneyi gerçekleştirilmiş ve elde edilen veriler Excel de hazırlanan bir programa aktarılarak kısa sürede grafikler çizdirilmiştir. Bu uygulamanın eğik düzlem deneyinde öğretmen adaylarının akademik başarıları ve kavramları anlama düzeylerine etkisi ele alınmıştır. Ayrıca, öğretmen adaylarının bu uygulama ile ilgili görüşleri de sorgulanmıştır. Bu bağlamda, önceden belirlenmiş iki grubun deney ve kontrol grubu şeklinde rastgele atandığı bir dizaynı içeren yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Fen Bilgisi Öğretmenliği programında yer alan iki şubeden biri deney diğeri kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Sürtünmeli Eğik Düzlemden Hareket deneyi deney grubunda (N=40) photogate ve Excel de oluşturulan Deney Raporu Hazırlama Programı kullanılarak, kontrol grubunda (N=50) ise geleneksel olarak gerçekleştirilmiştir. Veri toplamak amacıyla açık uçlu sorular, deney raporları ve mülakatlardan faydalanılmıştır. Nitel verilerin analizinde NVivo 9.0 paket programı, nicel verilerin analizinde ise SPSS 13TM paket programından faydalanılmıştır. Çalışmada, Bilgi İletişim Teknolojilerinin (BİT) kullanıldığı laboratuvar uygulamalarında veri toplama, hesaplama ve grafik çizme işlemleri kısa sürede tamamlandığı için kavramlar üzerinde tartışma ve sonuca ulaşma imkânı elde edildiği, buna bağlı olarak da kavramların anlaşılma düzeylerinde geleneksel uygulamalara göre anlamlı farklılıkların meydana geldiği sonucuna ulaşılmıştır. Buradan hareketle öğretmen yetiştiren kurumlarda yürütölen laboratuvar uygulamaları yeniden gözden geçirilerek geleneksel uygulamalar dışında hedef kitlenin ilgi alanları doğrultusunda farklı bağlamların kullanıldığı alternatif uygulamalara yer verilmesi gerektiği önerisinde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Fen ve Teknoloji Öğretmen Adayı, Sürtünmeli Eğik Düzlem Deneyi, Photogate, Dijital Kronometre, Bilgisayar Destekli Deney Araçları, Bilgi İletişim Teknolojileri, Kavram Öğretimi

¹ Yrd. Doç. Dr., KTÜ Fatih Eğitim Fakóltesi İlköğretim Bölümü, Fen Bilgisi Öğretmenliği ABD, miracaydin81@gmail.com

² Dokt. Öğr., KTÜ Fatih Eğitim Fakóltesi, İlköğretim Bölümü, , huseyinartun@gmail.com

³ Arş. Gör., KTÜ Fatih Eğitim Fakóltesi İlköğretim Bölümü, okurmurat55@hotmail.com

⁴ Arş. Gör., KTÜ Fatih Eğitim Fakóltesi İlköğretim Bölümü, murey01@gmail.com

EFFECTS OF COMPUTER ENHANCED DIGITAL EXPERIMENT TOOLS ON PRE-SERVICE SCIENCE AND TECHNOLOGY TEACHERS' CONCEPTUAL UNDERSTANDING: INCLINED PLANE WITH FRICTION EXPERIMENT

Abstract

In this study, we conducted inclined plane with friction experiment using photo gate and electronic stop clock (ESC). Obtained data from experiment were entered on software programmed in Ms Office Excel and graphics were drawn automatically. The purpose of this study is to study effectiveness of this method to pre service primary teachers' academic achievement and understandings of some physics concepts. The pre service primary teachers' views were also examined. The research was conducted in the spring semester of 2010-2011 academic years. The subjects for the research comprised of a total of 90 Pre-Service Science and Technology Teachers. They were divided into two groups and one of them (N=40) was assigned as the experimental group, while the other was chosen as the control group (N=50). While photo gate and ESC enriched inclined plane experiment was used in experimental group, traditional method was used in control group. Data sources included open ended questions; experiment reports, and interviews. NVivo 9.0 computer programme was used in order to analyze qualitative data and SPSS 13 computer programme was used to analyze the quantitative data. We concluded that photo gate and EDS enriched inclined plane experiment influenced teacher candidates' academic achievement and understandings of some physics especially the parallel component of the force of gravity, friction force, velocity, and acceleration.

Key Words: *Science and Technology Candidate Teacher, Inclined Plane with Friction Experiment, Photo Gate, Electronic Stop Clock, Computer Enhanced Experiment Tools, ICT, Concept Teaching.*

1. GİRİŞ

Fen laboratuvarları, öğrencilerin soyut fen kavramlarını somutlaştırarak anlamalarında, somut materyallerle zengin deneyimler kazanmalarında, problem çözme becerilerinin gelişmesinde ve bilimsel çalışma yöntemini öğrenmelerinde önemli katkılar sağlamaktadır (Collette ve Chiappetta, 1994; Çepni vd., 1994; Ersoy vd., 2010; NSTA, 2012). Bu nedenle İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans programında yer alan Genel Fizik Laboratuvarı-I dersinde öğretmen adaylarının deneyler yaparak kavramları öğrenmeleri amaçlanmaktadır (YÖK, 2007). Ancak fen ve fizik laboratuvarlarında yapılan bazı deneylerde hassas ölçümler yapılamaması, veri toplama çalışmalarına verileri yorumlama ve sonuç çıkarmadan daha fazla zaman ayrılması fen ve fizik laboratuvarlarının yukarıda sıralanan amaçlarının gerçekleşmesi önünde önemli bir engel olarak görülmektedir (Akdeniz ve Karamustafaoğlu, 2003; Aydın, 2005). Özellikle geleneksel araçlarla yapılan deneylerde öğrencilerin sınırlı sayıda denemeler yapabildikleri, hesaplama ve grafik çizimini elle yaptıkları, hassas ölçümler gerçekleştiremedikleri bu nedenle laboratuvarda geçirilen zamanın çoğunu hesaplama yapma ve grafik çizmeye ayırdıkları bilinmektedir. Bunun sonucu olarak

veri ve grafikleri yorumlayarak grup içi tartışmalar yapma ve sonuca ulaşma işlemleri için yeterince zaman kalmadığı da belirtilmektedir (Rogers, 1990; Barton ve Rogers, 1991; Ng ve Yeung, 2002). Bundan dolayı, öğrencilerin bilimsel süreç ve teknik becerileri gelişse de deneye konu olan kavramları yeterince öğrenemedikleri, bu kavramlar üzerinde tartışmalar yürütemedikleri ve dönütler alamadıkları söylenebilir.

Fizik laboratuvarında sürtünmeli eğik düzlemde hareket deneyi yapılırken yukarıda belirtilen problemler sıklıkla görülmektedir. Bu deneyde geleneksel olarak bir hareketlinin sürtünmeli eğik düzlemde hareketi incelenerek konum-zaman, hız-zaman ve ivme-zaman grafikleri çizilmektedir. Bu amaç doğrultusunda arabaya bağlanan telem şeridi üzerindeki noktalar sayılarak arabanın hızı “tık sayısı/zaman birimi” biçiminde ifade edilmektedir. Ardından verilere dayalı olarak konum-zaman, hız-zaman ve ivme-zaman grafikleri grafik kâğıdı üzerinde elle çizilmektedir (Rachna Sagar, 2009). Ya da gerçekleştirilen deneylerde bu grafikler çizdirilmeden deneysel ve teorik ivme bulunarak deney tamamlanmaktadır. Ancak bu işlem uzun sürdüğü için sınırlı sayıda deneme yapılmakta ve grafikleri yorumlamaya, sonuç çıkarmaya ve kavramlar üzerinde tartışmalar yürütmeye yeterli zaman kalmamaktadır. Ayrıca bu ölçme işlemleri yeterince hassas yapılamamaktadır. Fizik laboratuvarlarında bu sorunun üstesinden gelmek, özellikle hız ve ivme hesaplamalarını hızlı bir şekilde gerçekleştirebilmek için elektronik tablolar, simülasyonlar ve sensörler gibi Bilgi İletişim Teknolojilerinin (BİT) kullanılması tavsiye edilmektedir (Sang, 2005). Veri toplama, hesaplama ve grafik çizme işlemlerini kısa sürede gerçekleşmesini sağlayan sensör ve bilgisayar sistemleri öğrencilerin veri toplama, hesaplama ve grafik çizme işlemlerine az, kavramlar üzerinde tartışmalar yürütme ve grafikleri yorumlama işlemlerine çok zaman ayırmalarına imkân vermektedir (Sokoloff ve Thornton, 1997, 2004; Sokoloff, Thornton ve Laws, 2004). Ancak bu araçlar genellikle pahalı oldukları için, laboratuvarlarda az sayıda bulunmakta veya hiç bulunmamaktadır (Ping ve Khine, 2006; Wee ve Bakar, 2006; Hew ve Brush, 2007). Bu nedenle, deneyler geleneksel araçlarla gerçekleştirilmektedir (Barton, 2004). Sürtünmeli eğik düzlemde hareket konusunda yapılan literatür taraması sonucunda geleneksel araçlar kullanılmadan ucuz ve hassas ölçüm yapan araçlar ile fizik deneylerinin yapılması hakkında her hangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Bu çalışmada da hem ucuz hem de hassas ölçüm yapılmasına imkân sağlayan photogate ve elektronik kronometre kullanılarak sürtünmeli eğik düzlemde hareket deneyi gerçekleştirilmiştir. Photogate, elektronik kronometre ile birlikte çalışan ve serbest düşme, çarpışma, basit sarkaç gibi fizik deneylerinde hareket eden cismin harekete başladığı ve bitirdiği zaman aralığını saniyenin 1/100’ü hassaslığında ölçen alettir (Kocijancic, 2000). Çalışma kapsamında elektronik kronometreden okunan değerler Ms Office Excel programında hazırlanan bir dosyaya aktarılarak kısa sürede grafikler çizdirilmiştir. Bu uygulamanın sürtünmeli eğik düzlemde hareket deneyinde Fen Bilgisi Öğretmenliği programında öğrenim gören öğrencilerin akademik başarıları ve fizik kavramlarını anlama düzeylerine etkisi ele alınmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının bu uygulama ile ilgili düşünceleri de sorgulanmıştır. Çalışma sürecinde aşağıdaki sorulara da cevap aranmıştır.

1. Sürtünmeli Eğik Düzlemde Hareket Deneyi için “Photogate” ve Excel ile zenginleştirilmiş deney ortamının geleneksel deney ortamına göre akademik başarı üzerine etkisi nedir?
2. Sürtünmeli Eğik Düzlemde Hareket Deneyi için “Photogate” ve Excel ile zenginleştirilmiş deney ortamının kavramsal anlama düzeylerindeki değişime etkisi nedir?
3. Öğretmen adaylarının “Photogate” ve Excel ile zenginleştirilmiş Sürtünmeli Eğik Düzlemde Hareket Deneyi hakkındaki düşünceleri nelerdir?

2. YÖNTEM

Araştırma Modeli

Bu çalışmada, önceden belirlenmiş iki grubun deney ve kontrol grubu şeklinde rastgele atandığı bir dizaynı içeren yarı deneysel yöntem (Robson, 1998; Karasar, 1999; Cohen, Manion ve Morrison, 2000) kullanılmıştır. Yarı deneysel yöntemin kullanıldığı araştırmaların en büyük avantajlarından biri iç geçerliliği tehdit edebilecek hata ya da etkilerin daha rahat kontrol edilebilmesidir. Çünkü bu değişkenlerin deney ve kontrol grubundaki etkileri aynı olmaktadır. Ayrıca yarı deneysel yöntemlerde ön testlerin kullanılması, grupların uygulama öncesi benzerlik derecelerinin bilinmesine ve son test sonuçlarının bu doğrultuda değerlendirilmesine yardımcı olmaktadır (Karasar, 1999).

Uygulamaların Gerçekleştirilmesi

Uygulamalar 2010-2011 eğitim-öğretim yılının güz yarıyılında, Genel Fizik Laboratuvarı I dersi kapsamında yürütülmüştür. Genel Fizik Laboratuvarı I dersinde eğik düzlem deneyi için haftada iki ders saati ayrılmış ve deney ayrılan bu zaman içinde tamamlanmıştır.

Sürtünmeli Eğik Düzlemde Hareket Deneyi İçin Deney Raporu Hazırlama Programı

Deney grubunda kullanılmak üzere Sürtünmeli Eğik Düzlemde Hareket Deneyi için Deney Raporu Hazırlama Programı Microsoft Office Excel 2003 yazılımı kullanılarak araştırmacılar tarafından hazırlanmıştır. Dinamik bir yapısı olan program, deney ortamından elde edilen, eğik düzlemin yatayla yaptığı açı, sürtünme katsayısı, arabanın yaptığı yer değiştirme ve hareket süresi gibi veriler girildikten sonra teorik ve deneysel ivme değerlerini otomatik olarak hesaplamaktadır. Arabanın hareket süresi photogate ve elektronik kronometre kullanılarak ölçülmüş ve programa elle girilmiştir. Veriler girildiği anda konum-zaman, hız-zaman ve ivme-zaman grafikleri program tarafından otomatik olarak çizilmiştir. Sürtünmeli Eğik Düzlemde Hareket Deneyi için Deney Raporu Hazırlama Programı'nın ekran görüntüsü Ek 1'de verilmiştir.

Pilot Çalışmaların Gerçekleştirilmesi

Program hazırlandıktan sonra ölçme araçları ve programın test edilmesi için pilot çalışma gerçekleştirilmiştir. Uygulamada, 15 Fen ve Teknoloji öğretmen adayına yazılım tanıtılmış ve sürtünmeli eğik düzlemde hareket deneyi yaptırılmıştır. Deneyden elde edilen veriler yazılıma aktararak tartışmalar yürütülmüştür. Yazılımda veri sayısı beşten altıya çıkarılmıştır. Ayrıca grafiklerdeki konum, zaman ve ivme eksenlerindeki değerlerin aralıkları azaltılarak noktalar birbirine yaklaştırılmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının Excel sayfasına veri girerken otomatik hesaplama ve grafik çizmeyi sağlayan formüllerin bozulduğu görülmüştür. Bu nedenle formüller düzeltilmiştir. Ölçme araçlarının pilot çalışma sürecinde gerçekleştirilenler ileride sunulan veri toplama araçları bölümünde ele alınmıştır.

Asıl Uygulamaların Gerçekleştirilmesi

Pilot uygulama tamamlandıktan sonra Fen Bilgisi Öğretmenliği programında yer alan iki şubeden biri deney diğeri kontrol grubu olarak rastgele belirlenmiştir.

Öğretmen adayları her iki grupta da kendilerine önceden verilen kılavuzları takip ederek deneylerini yapmışlardır. Deney grubundaki öğretmen adaylarından elde ettikleri verileri programa kaydetmiş böylece hesaplamalar ve grafik çizimleri program tarafından gerçekleştirilerek deney raporu oluşturulmuştur. Kontrol grubundaki öğretmen adayları ise verileri deney kılavuzlarına kaydedip hesaplamaları ve grafik çizimlerini elle yapmışlardır. Deney grubunda kullanılan kılavuz Ek 2’de, kontrol grubunda kullanılan kılavuz ise Ek 3’te verilmiştir.

Örneklem

Çalışmanın örneklemini KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans programının iki farklı şubesinde öğrenim gören 90 birinci sınıf öğretmen adayı oluşturmaktadır. Şubeler rastgele atama yoluyla deney ve kontrol grubu olarak tayin edilmiştir. Deney grubunda 40, kontrol grubunda ise 50 öğretmen adayı bulunmaktadır.

Veri Toplama Araçları ve Uygulanması

Çalışmanın verileri, açık uçlu sorular, deney raporları ve mülakat kullanılarak toplanmıştır.

Açık Uçlu Sorular ve Uygulanması

Açık uçlu sorulardan oluşan ölçme aracı, sürtünmeli eğik düzlemde hareket konusunun öğretiminde “Photogate” ve Excel ile zenginleştirilmiş deney ortamının geleneksel deney ortamına göre akademik başarıya olan etkisini karşılaştırmak amacıyla kullanılmıştır. Ayrıca kavramsal anlama düzeylerinin belirlenmesinde de bu

ölçme aracından faydalanılmıştır. Açık uçlu sorulardan oluşan ölçme aracı deney ve kontrol grubunda uygulamadan önce ön test olarak ve uygulamalar tamamlandıktan bir hafta sonra son test olarak uygulanmıştır. Ölçme aracında altı soru bulunmaktadır. Sorulardan dördü sürtünmeli eğik düzlemde hareket eden bir arabanın ağırlığı, ağırlığın yatay bileşeni, sürtünme kuvveti ve tepki kuvveti, ikisi ise hız ve ivme kavramları ile ilgilidir. Sorularda her bir fiziksel nicelik ile ilgili çizim, büyüklük ve bunlara dayalı açıklamalar sorgulanmıştır. Ölçme aracının geçerliğini sağlamak için Genel Fizik I ve Genel Fizik Laboratuvarı I derslerini yürüten öğretim üyelerinin görüşleri alınmıştır. Ayrıca uygulamanın pilot çalışması gerçekleştirilmiş ve açık uçlu sorular 15 Fen ve Teknoloji Öğretmen adayına uygulanmıştır. Uygulama sonunda, ölçme aracındaki sorularda anlaşılmayan veya yanlış anlamalara sebep olan ifadeler düzeltilmiştir.

Deney Raporları ve Uygulanması

Deney raporları, öğretmen adaylarının deney ortamından elde ettikleri verileri Sürtünmeli Eğik Düzlemde Hareket Deneyi için Deney Raporu Hazırlama Programı'na girdikten ve grafikleri otomatik olarak çizdikten sonra yazıcıdan çıktı alınarak oluşturulmuş yazılı dokümanlardır. Deney raporları üzerinde gerekli görülen yerlerde yorumlar yazılarak bu yorumlar ve grafikler çerçevesinde tartışmalar yürütülmüştür. Bu raporlarda öğretmen adaylarının yazdıkları yorumlar kavramların anlaşılma düzeylerini ortaya çıkarmak amacıyla açık uçlu sorulardan oluşan ölçme aracı ile birlikte kullanılmıştır.

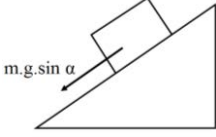
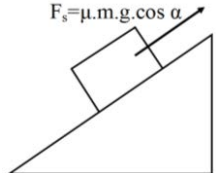
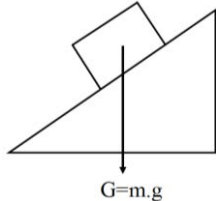
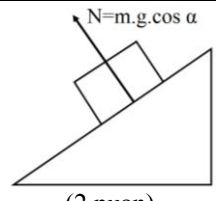
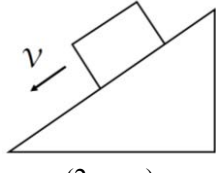
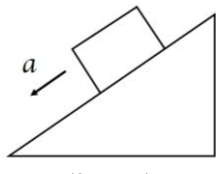
Mülakat ve Uygulanması

Mülakat, deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının “Photogate” ve Excel ile zenginleştirilmiş deney ortamı hakkındaki düşüncelerini ortaya çıkarmak amacıyla kullanılmıştır. Son test uygulandıktan sonra deney grubundan seçilen 10 öğretmen adayı ile yarı yapılandırılmış mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Bu öğretmen adayları Ö-1, Ö-2, Ö-3, Ö-4, Ö-5, Ö-6, Ö-7, Ö-8, Ö-9 ve Ö-10 şeklinde sembolize edilmiştir. Mülakatlar yirmişer dakika sürmüş ve “Photogate” ve Excel ile zenginleştirilmiş deney ortamının avantajları, dezavantajları ve görüşler şeklindeki konular etrafında yoğunlaşmıştır. Mülakat soruları fen eğitimi alanında araştırmalar yürüten 2 uzmana incelettirilmiştir. Ayrıca pilot çalışma aşamasında öğretmen adaylarına uygulanarak anlaşılmayan ifadeler düzeltilmiştir.

Verilerin Analizi

Açık uçlu sorulardan oluşan ölçme aracının analizi için her bir soruya verilen puanlar Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Ölçme aracındaki soruların doğru cevapları ve puanları

Kavramlar	Çizim	Büyükük			Açıklama
		Artar	Azalı	Değişmez	
Ağırlığın eğik düzleme paralel bileşeni	 <p>(2 puan)</p>			(2 puan)	Hareket boyunca arabanın ağırlığı ve eğik düzlemin yatayla yaptığı "α" açısı değişmediği için $m.g. \sin \alpha$ değişmez. (3 puan)
Sürtünme Kuvveti	 <p>(2 puan)</p>			(2 puan)	Hareket boyunca arabanın ağırlığı, eğik düzlemin yatayla yaptığı "α" açısı ve sürtünme katsayısı değişmediği için sürtünme kuvveti değişmez. (3 puan)
Ağırlık	 <p>(2 puan)</p>			(2 puan)	Hareket boyunca arabanın kütlesi ve yerçekimi ivmesi değişmediği için arabanın ağırlığı da değişmez. (3 puan)
Tepki Kuvveti	 <p>(2 puan)</p>			(2 puan)	Hareket boyunca arabanın ağırlığı ve eğik düzlemin yatayla yaptığı "α" açısı değişmediği için sürtünme kuvveti değişmez. (3 puan)
Hız	 <p>(2 puan)</p>	(2 puan)			Hareket boyunca cismin birim zamanda aldığı yol arttığı için hızı da düzgün doğrusal bir şekilde artar. (3 puan)
İvme	 <p>(2 puan)</p>	(2 puan)			Hareket boyunca cismin birim zamanda aldığı hız miktarı arttığı için ivmesi sabit kalır. (3 puan)

Ölçme aracında her bir sorudaki çizim ile ilgili olarak doğru çizime 2 puan, yanlış çizime 1 puan, çizim yapılmamış ise 0 puan verilmiştir. Her bir büyüklük için doğru işaretlemeye 2 puan, yanlış işaretlemeye 1 puan, işaretleme yapılmamış ise 0 puan verilmiştir. Soruların açıklama bölümüne öğretmen adayları tarafından yazılan ifadeler ise dört kategoride değerlendirilmiştir. Bu kategoriler öğretmen adaylarının kavramları anlama düzeyleri olarak kullanılmıştır. Tablo 2’de kategorilere verilen isimler, sembolleri, içerikleri ve puanları yer almaktadır.

Tablo 2. Kategoriler ile ilgili ayrıntılar

KATEGORİ ADI	KATEGORİ SEMBOLÜ	KATEGORİNİN İÇERİĞİ	KATEGORİ PUANI
Doğru Açıklama	DA	İlgili kavram hakkında bilimsel tanıma uygun açıklamalar yapma.	3
Kısmen Doğru Açıklama	KDA	İlgili kavram hakkında bilimsel tanıma yakın ve kabul edilebilir açıklamalar yapma.	2
Yanlış Açıklama	YA	İlgili kavram hakkında ilgisiz ve yanlış açıklamalar yapma.	1
Boş	B	Açıklama yapmama	0

Tablo 2 incelendiğinde, ölçme aracının açıklama bölümüne ait cevaplar 4 farklı kategoride ele alınmıştır. Her bir soru için ilgili kavram hakkında bilimsel tanıma uygun açıklamalar yaparak doğru cevap veren öğretmen adayları 3 puan, ilgili kavram hakkında bilimsel tanıma yakın ve kabul edilebilir açıklamalar yaparak kısmen doğru cevap veren öğretmen adayları 2 puan, ilgili kavram hakkında ilgisiz ve yanlış açıklamalar yaparak yanlış cevap veren öğretmen adayları 1 puan ve soruya açıklama yapmayarak boş bırakan öğretmen adayları ise 0 puan alabilmektedirler. Öğretmen adayları ilgili testten en yüksek 42 puan alabilirlerken, en düşük 0 puan alabilmektedirler.

Tablo 1 ve Tablo 2’de ifade edilen puanlandırma doğrultusunda elde edilen puanlar kullanılarak deney ve kontrol gruplarının ön ve son testleri bağımsız t-testi, bağımlı t-testi ve ANCOVA ile karşılaştırılmıştır. Nicel verilerin analizinde SPSS 13TM programından faydalanılmıştır.

Bu karşılaştırmalar ile sürtünmeli eğik düzlemde hareket konusunun öğretiminde, Excel ve Dijital Kronometre ile zenginleştirilmiş deney ortamının geleneksel deney ortamına göre öğretmen adaylarının başarısına olan etkisi ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Öğretmen adaylarının kavramsal anlama düzeylerindeki değişimi ortaya çıkarmak amacıyla kategoriler frekanslandırılmıştır. Her bir grubun ön ve son testinde tespit edilen frekans değerleri karşılaştırılarak kavramları anlama düzeylerindeki değişim ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Ayrıca kategorilerin oluşturulmasında deney

raporları incelenerek öğretmen adayları tarafından yazılan açıklamalardan faydalanılmıştır.

Öğretmen adaylarının Sürtünmeli Eğik Düzlem Deneyi için Excel ve Dijital Kronometre ile zenginleştirilmiş deney ortamı hakkındaki düşüncelerini ortaya çıkarmak amacıyla deney grubundaki öğretmen adaylarıyla yapılan mülakatlardan elde edilen veriler analiz edilmiştir. Verilerin analizinde içerik analizi kullanılmış ve ilgili ifadelerden kodlamalar yapılarak matris geliştirilmiştir. Verilerin sergilenmesinde NVivo 9.0 paket programından faydalanılmıştır.

3. BULGULAR

Excel ve Dijital Kronometre ile zenginleştirilmiş deney ortamının geleneksel deney ortamına göre akademik başarı üzerine etkisi

Deney ve kontrol grubunda yer alan öğretmen adaylarının ön test ve son test akademik başarı puanları bağımsız t testi ile karşılaştırılmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 3’de sunulmuştur.

Tablo 3. Ön test ve son test verilerinin kontrol ve deney grupları arasındaki anlamlılığına yönelik bağımsız t-testi sonuçları

Test	Grup	N	\bar{X}	ss	sd	t	p
ÖN TEST	Kontrol	50	26.96	5.13	88	-5.290	0.000*
	Deney	40	32.12	3.83			
SON TEST	Kontrol	50	28.42	3.90	88	-12.596	0.000*
	Deney	40	37.97	3.15			

* $p < 0.05$ düzeyinde anlamlı bir farklılık vardır.

Tablo 3’deki akademik başarı ön test puanları incelendiğinde, kontrol grubunun aritmetik ortalaması 26.96 ve standart sapması 5.13 olarak bulunurken, deney grubunun aritmetik ortalaması 32.12 ve standart sapması 3.83 olarak bulunmuştur. Ayrıca, kontrol ve deney gruplarının ön test puanları için yapılan bağımsız t testi sonucunda gruplar arasında akademik başarı açısından deney grubu lehinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur [$t_{(88)} = -5.290$, $p < 0.05$]. Tablo 3’de yer alan akademik başarı son test puanları incelendiğinde ise kontrol grubunun aritmetik ortalaması 28.42 ve standart sapması 3.90 olarak bulunurken, deney grubunun aritmetik ortalaması 37.97 ve standart sapması 3.15 olarak bulunmuştur. Kontrol ve deney gruplarının son test puanları bağımsız t testi ile karşılaştırıldığında ise deney grubu lehinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur [$t_{(88)} = -12.596$, $p < 0.05$].

Deney ve kontrol gruplarının kendi içerisindeki ön test ve son test verileri bağımlı t testi ile karşılaştırılmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 4’de sunulmuştur.

Tablo 4. Kontrol ve deney gruplarının ön test ve son testleri arasındaki anlamlılığa yönelik bağımlı t-testi sonuçları

Grup	Test	N	\bar{X}	ss	sd	t	p
KONTROL	Ön Test	50	26.96	5.13	49	-1.967	0.096
	Son Test		28.42	3.90			
DENEY	Ön Test	40	32.12	3.83	39	-9.549	0.000*
	Son Test		37.97	3.15			

*p<0.05 düzeyinde anlamlı bir farklılık vardır.

Tablo 4’deki kontrol grubuna ait ön test ve son test akademik başarı puanları incelendiğinde, kontrol grubunun ön test aritmetik ortalaması 26.96 ve standart sapması 5.13 olarak bulunurken, son test aritmetik ortalaması 28.42 ve standart sapması 3.90 olarak bulunmuştur. Diğer taraftan, kontrol grubuna ait ön test ve son test puanları için yapılan bağımlı t testi sonucunda ön test ve son test puanları arasında akademik başarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır [$t_{(49)} = -1.967, p>0.05$]. Tablo 4’deki, deney grubuna ait ön test ve son test akademik başarı puanları incelendiğinde ise deney grubunun ön test aritmetik ortalaması 32.12 ve standart sapması 3.83 olarak bulunurken, son test aritmetik ortalaması 37.97 ve standart sapması 3.15 olarak bulunmuştur. Deney grubuna ait ön test ve son test puanları bağımlı t testi ile incelendiğinde ise ön test ve son test puanları arasında akademik başarı açısından son test puanları lehinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur [$t_{(39)} = -9.549, p<0.05$].

Tablo 4 incelendiğinde her ne kadar deney grubunun ön ve son test verileri arasında son test lehinde anlamlı bir farklılık olduğu gözlemlense de Tablo 3 incelendiğinde kontrol ve deney gruplarının uygulama öncesinde birbirine denk olmadığı görülmektedir. Bu farklılığı ortadan kaldırmak ve deney ve kontrol gruplarında yapılan uygulamaların son test başarı puanları üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla ANCOVA testi yapılmıştır. ANCOVA testi için gerekli olan varyans homojenliği [$F=2.981, sd1=1, sd2=88, p=0.88>0.05$] ve regresyon eğimlerinin eşitliliği [$F_{(3-86)}=1,91, p=0.17>0.05$] varsayımı incelenmiş ve verilerin ANCOVA testi için uygun olduğu tespit edilmiştir. Grupların ön test puanlarına göre düzeltilmiş son test ortalama puanları Tablo 5’te sunulmaktadır.

Tablo 5. Ön test puanlarına göre düzeltilmiş son test puan ortalamaları

Grup	N	Ortalama	Düzeltilmiş ortalama
Kontrol	50	28.42	28.79
Deney	40	37.97	37.51

Tablo 5 incelendiğinde, düzeltilmiş son test puanlarına göre kontrol grubunun son test ortalama puanı 28.42 iken, düzeltilmiş son test ortalama puanı 28.79 olarak hesaplanmıştır. Deney grubunun son test ortalama puanı ise 37.97 iken, 37.51 olarak hesaplanmıştır.

Grupların ön test puanlarına göre düzeltilmiş son test puanlarının arasında fark olup olmadığını anlamak için ANCOVA testi yapılmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 6’da sunulmuştur.

Tablo 6. Ön test puanlarına göre düzeltilmiş son test puanlarına göre ANCOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Ön Test	48.910	1	48.910	3.954	0.049
Grup (Ana Etki)	1281.593	1	1281.593	103.600	0.000
Hata	1076.245	87	12.371		
Toplam	3154.000	89			

Tablo 6 incelendiğinde, ANCOVA sonuçlarına göre deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının ön test puanlarına göre düzeltilmiş son test ortalama puanları arasında deney grubu lehinde anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir [$F_{(1-87)}=103.6$, $p=0.000<0.05$]. ANCOVA sonuçlarını desteklemek üzere, zenginleştirilmiş deney uygulamalarının grup üzerindeki etkisini belirleyebilmek için kontrol ve deney grupları arasındaki ön test-son test farklılığı yani erişim puanları incelendiğinde de benzer sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Deney ve kontrol gruplarına ait erişim puan ortalamaları ve aralarındaki anlamlılığa yönelik bağımsız t-testi sonuçları Tablo 7’de sunulmaktadır.

Tablo 7. Kontrol ve deney gruplarının erişim puanları arasındaki anlamlılığa ilişkin bağımsız t-testi sonuçları

	Grup	N	\bar{X}	ss	sd	t	p
ERİŞİM	Kontrol	50	1.46	6.08	88	-4.191	0.000*
	Deney	40	5.85	3.90			

* $p<0.05$ düzeyinde anlamlı bir farklılık vardır.

Tablo 7’deki kontrol ve deney grupları erişim puanları incelendiğinde, kontrol grubunun aritmetik ortalaması 1.46 ve standart sapması 6.08 olarak bulunurken, deney grubunun aritmetik ortalaması 5.85 ve standart sapması 3.90 olarak bulunmuştur. Tablo 7’de görüldüğü gibi kontrol ve deney gruplarının erişim puanları için yapılan bağımsız t testi sonucunda gruplar arasında akademik başarı açısından deney grubu lehinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur [$t_{(88)} = -4.191$, $p<0.05$].

Yapılan çalışma kapsamında ele alınan her bir kavramın kontrol ve deney gruplarındaki erişim durumları bağımsız t-testi ile incelenmiş ve elde edilen veriler Tablo 8’de sunulmuştur.

Tablo 8. Akademik başarı testindeki her bir sorunun kontrol ve deney grupları arasındaki erişim puanlarının anlamlılığına yönelik bağımsız t-testi sonuçları

SORU NO	KAVRAM	GRUP	N	\bar{X}	ss	sd	t	p
1	Ağırlığın eğik düzleme paralel bileşeni (mgSin α)	Kontrol	50	0.220	2.06	88	-1.717	0.089
		Deney	40	0.850	1.40			
2	Sürtünme Kuvveti	Kontrol	50	-0.240	1.43	88	-3.356	0.001*
		Deney	40	0.825	1.56			
3	Ağırlık	Kontrol	50	-0.480	1.74	88	-2.713	0.008*
		Deney	40	0.325	1.04			
4	Tepki Kuvveti	Kontrol	50	0.980	2.01	88	2.371	0.020*
		Deney	40	0.050	1.61			
5	Hız	Kontrol	50	0.000	1.69	88	-3.700	0.000*
		Deney	40	1.325	1.68			
6	İvme	Kontrol	50	0.980	1.96	88	-4.047	0.000*
		Deney	40	2.525	1.56			

*p<0.05 düzeyinde anlamlı bir farklılık vardır.

Tablo 8 incelendiğinde, sürtünmeli eğik düzeydeki hareket eden arabanın ağırlığının yatay bileşeninin arandığı 1. soru ile ilgili olarak kontrol ve deney grupları arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı görülürken [$t_{(88)} = -1.717$, $p > 0.05$], sürtünme kuvveti [$t_{(88)} = -3.356$, $p < 0.05$], ağırlık [$t_{(88)} = -2.713$, $p < 0.05$], hız [$t_{(88)} = -3.700$, $p < 0.05$] ve ivme [$t_{(88)} = -4.047$, $p < 0.05$] kavramlarına yönelik 2., 3., 5. ve 6. sorularda kontrol ve deney grupları arasında deney grubu lehinde anlamlı bir farklılık bulunduğu görülmüştür. Sürtünmeli eğik düzeydeki hareketlinin oluşturduğu tepki kuvvetinin arandığı 4. soru ile ilgili olarak ise kontrol ve deney grupları arasında kontrol grubu lehinde anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir [$t_{(88)} = 2.371$, $p < 0.05$].

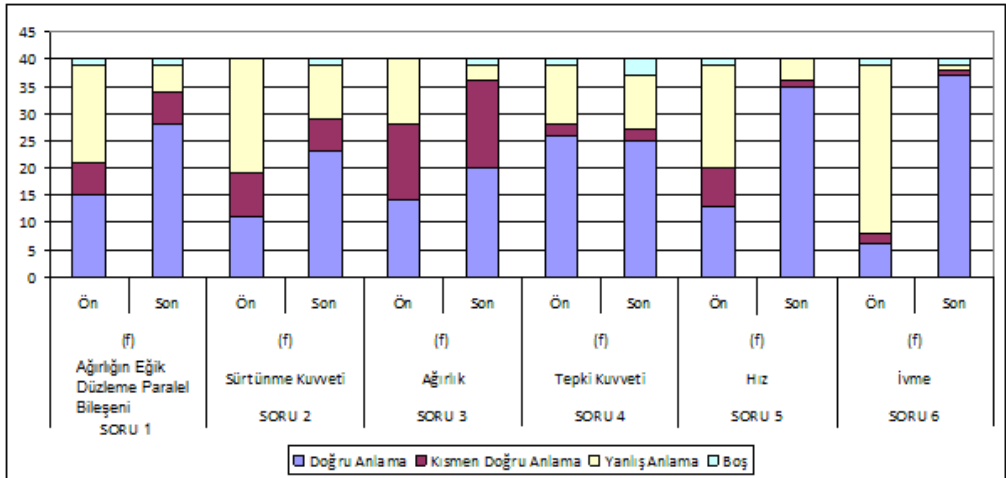
Excel ve Dijital Kronometre ile zenginleştirilmiş deney ortamının kavramsal anlama düzeylerindeki değişime etkisi

Deney grubundaki öğretmen adaylarının kavramsal anlama düzeylerindeki değişim Tablo 9’da sunulmuştur.

Tablo 9. Sürtünmeli eğik düzlemde hareket konusuna yönelik oluşturulan zenginleştirilmiş deney ortamında öğretmen adaylarının kavramsal anlama durumlarındaki değişim sonuçları

	SORU 1		SORU 2		SORU 3		SORU 4		SORU 5		SORU 6	
	Ağırlığın eğik düzleme paralel bileşeni (f)		Sürtünme Kuvveti (f)		Ağırlık (f)		Tepki Kuvveti (f)		Hız (f)		İvme (f)	
	Ön	Son	Ön	Son	Ön	Son	Ön	Son	Ön	Son	Ön	Son
Doğru Anlama (DA)	15	28	11	23	14	20	26	25	13	35	6	37
Kısmen Doğru Anlama (KDA)	6	6	8	6	14	16	2	2	7	1	2	1
Yanlış Anlama (YA)	18	5	21	10	12	3	11	10	19	4	31	1
Boş (B)	1	1	0	1	0	1	1	3	1	0	1	1

Tablo 9 incelendiğinde, her bir kavram için deney grubundaki öğretmen adaylarının uygulama öncesindeki yanlış anlama düzeyleri uygulama sonrasında azalarak kısmen doğru anlama ve doğru anlama düzeylerine yükseldiği görülmektedir. Tablo 9 doğrultusunda her bir sorudaki değişime yönelik grafik Şekil 2’de görülmektedir.



Şekil 2. Deney grubunda kavramların anlaşılma düzeylerindeki değişim

Şekil 2 incelendiğinde, deney grubunda ön ve son testlerde sorulara verilen cevaplar doğrultusunda ivme, hız, ağırlığın eğik düzleme paralel bileşeni, sürtünme kuvveti ve ağırlık kavramlarında doğru anlama sayısının arttığı, tepki kuvveti kavramında ise değişmediği görülmektedir. Bu kavramlardan kısmen doğru anlama sayısının ağırlığın eğik düzleme paralel bileşeni ve tepki kuvveti kavramlarında değişmediği, ağırlık kuvvetinde arttığı, sürtünme kuvveti, hız ve ivme kavramlarında ve buna karşılık kavramların tamamında yanlış anlama sayısının uygulama sonrasında azaldığı görülmektedir.

Öğretmen adaylarının Sürtünmeli Eğik Düzlem Deneyi için Excel ve Dijital Kronometre ile zenginleştirilmiş deney ortamı hakkındaki düşünceleri

Deney grubundaki öğretmen adaylarının yapılan uygulamalar hakkındaki görüşleri ve tekrar edilme sıklıkları kodlar eşliğinde Tablo 10’da sunulmuştur.

Tablo 10. Öğretmen adaylarının uygulama hakkındaki görüşleri

Kodlar	Ö-1	Ö-2	Ö-3	Ö-4	Ö-5	Ö-6	Ö-7	Ö-8	Ö-9	Ö-10	Toplam
Deneyi kısa sürede tamamlayabilme	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	8
DeneySEL hataları en aza indirme	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	5
Hassas ölçümler yapabilme	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	6
Grafikleri okumayı kolaylaştırma	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	4
Kavramların kalıcılığını sağlama	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	7

Tablo 10 incelendiğinde, öğretmen adaylarının Excel ve Dijital Kronometre ile zenginleştirilmiş deney ortamının kendilerine çeşitli avantajlar sağladığı hakkında görüş bildirdikleri görülmektedir. Buna göre öğretmen adayları Excel ve Dijital Kronometre ile zenginleştirilmiş deney ortamının kendilerine eğik düzlem deneyini kısa sürede tamamlayabilme, deneysel hataları en aza indirme, hassas ölçümler yapabilme, grafikleri okuma ve kavramların kalıcılığını sağlama gibi imkânlar sağladığını ifade etmişlerdir. Bu görüşlerden deneyi kısa sürede tamamlayabilme en çok dile getirilmiş, 10 öğretmen adayından 8’i tarafından tekrar edilmiştir. Bu hususta Ö-1 ile gösterilen öğretmen adayı, “*bu deney ile kısa sürede sonuçlara ulaştık, deneyi çok kısa sürede tamamladık*” şeklinde görüşünü ifade etmiştir. Bu görüşü kavramların kalıcılığını sağlama görüşü takip etmiştir ve 7 öğretmen adayı tarafından dile getirilmiştir. Bu hususta Ö-2 “*eğik düzlemin anlaşılmasına yardımcı oldu, grafiklere bakarak iyi anladık ve kalıcı oldu*” şeklinde görüş bildirmiştir. Buna ilave olarak hassas ölçümler yapabilmeye imkân sağlama 6 öğretmen, deneysel hataları en aza indirme 5 öğretmen adayı ve grafikleri okumayı kolaylaştırma görüşü 4 öğretmen

tarafından dile getirilmiştir. Bu görüşler doğrultusunda -10, -5 ve -8'in görüşleri aşağıda sırasıyla sunulmuştur:

“Deneyde lęme işleminde hata payı en aza indi. Doğru sonuçlar elde ettik”

“Grafik çizimleri bilgisayar tarafından yapıldığı için grafiklerdeki çizim hatalarını en aza indirdik.”

“Grafikler bilgisayar tarafından çizildi onlar üzerinde çok çalıştık ve grafikleri analiz ettik ve onları daha iyi anladık.”

4. TARTIşMA

Ülkemizdeki ğretmen yetiştiren kurumların laboratuvarları planlama ve etkinlik geręekleřtirme tarzlarına bakıldığında, ğretmen adaylarının bilimsel sreğ becerileri kazanma ve deney tasarlama noktasında sorunlar yaşadığı bilinmektedir (Akdeniz ve Karamustafaoğlu, 2003). Özellikle klasik anlamda bir dizi hipotezin öğrencilere verilerek sonuçları önceden bilinen verilere föyler yardımıyla ulaşma gayreti öğrencilerin ilgili kavramları anlamlandırmasını zorlaştırmaktadır. Öğrenciler, bu kapsamda düşünüldüğünde ilgili hedefe ulaşma noktasında tamamen föyleri takip etmekte ve deneysel süreci tartışma ve anlamlandırma sıkıntısına düşmektedirler (Trumper, 2003). Bu nedenle de mevcut laboratuvar uygulamalarının yeniden gözden geğirilmesi ve hedef kitlenin yetenek-beceri düzeyleri de dikkate alınarak, öğrencileri soruna odaklayabilen, basit, uygulanabilir bir modele ihtiyağ olduğu dşnlmektedir. Turgut vd. (2012)'nin yapmış olduğu ęalıřmada da ğretmen adaylarının laboratuvar ortamlarının afişlerle, resimlerle ya da teknolojik arağ-geręerle desteklenmesi gerektiği yönünde görüşlerine rastlamak mümkündür. Yapılan ęalıřma ile de ğretmen adaylarının deney sonuçlarına daha kısa yoldan ulaşıp, deneysel sreğ üzerinde tartışmalarına imkân sağlayabilecek bir model oluşturulmaya ęalıřılmıř ve teknoloji bağlamı kullanılarak, Excel ve Dijital Kronometre ile zenginleştirilmiş deney ortamı tasarlanmıştır.

Yapılan ęalıřmadan elde edilen veriler incelendiğinde, Excel ve Dijital Kronometre ile zenginleştirilmiş deney ortamının, sürtünmeli eğik düzeyde hareket konusuna yönelik akademik başarıyı artırma yönünde ęok daha etkili olduğu anlaşılmaktadır. Bu durumun Excel ve Dijital Kronometre ile zenginleştirilmiş deney ortamında veri toplama ve grafik çizme işlemlerine az, grafikleri yorumlama, tartışmalar yürütme ve sonuca ulaşma işlemlerine ise yeterince zaman ayırmalarından kaynaklandığı dşnlmektedir. ęnk kontrol grubunda yer alan ğretmen adayları veri toplama ve grafik çizme işlemlerini elle geręekleřtirmiř ve verilerin yorumlanmasına yeterince zaman ayıramamışlardır. Deney grubunda ise bunun aksine veri yorumlama, tartışma, grafik okuma ve sonuç ęıkarmaya ęok zaman ayrılmıştır. Bu nedenle deney grubundaki ğretmen adaylarının akademik başarılarında kontrol grubuna göre anlamlı bir farklılık meydana geldiği dşnlmektedir. Paralel sonuç kavramsal anlama düzeylerindeki değişimde de grlmektedir. Deney grubundaki uygulamanın ivme, hız, ağırlığın eğik düzleme paralel bileşeni ($mgsin\alpha$), sürtünme kuvveti ve ağırlık kavramlarında kavramsal anlamayı artırdığı, tepki kuvveti kavramında ise bir değişikliğe neden olmadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 7 ve Şekil 2 incelendiğinde en çok deđiŐimin ivme ve hız kavramlarında olduğu görölmektedir. Deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının grafikleri bilgisayar tarafından otomatik olarak çizildiği için geniŐ bir zaman dilimi içinde hız-zaman ve ivme-zaman grafiklerini yorumlayabildikleri anlaŐılmaktadır. Bu nedenle bu iki kavramın anlaşılma düzeyinde diğerlerine göre daha fazla değişim meydana gelmiŐtir. Deney grubunda yer alan ve Ö-2 ile sembolize edilen öğretmen adayı uygulamadan önce ivme kavramı için “*araba hızlanan hareket yaptığı için ivmesi de artmıŐtır*” Şeklinde açıklama yaparken, uygulamadan sonra “*Arabanın ivmesi a-t grafiğinde sabittir. Yani ivmenin zamanla ve yolla alakası yoktur. mgsin-a-Fs=ma’dır. Burada açı ve kütle deđiŐmemiŐ bu yüzden ivme de deđiŐmemiŐtir.*” Şeklinde bir açıklama yapmıŐtır. Benzer Şekilde Ö-10 ile sembolize edilen öğretmen adayı uygulamadan önce arabanın hızı ile ilgili olarak “*Arabanın hızı azalır çünkü hızına sürtünme kuvveti etki eder. Arabanın hareketi boyunca sürtünme kuvveti artar, hızı azalır.*” Şeklinde açıklama yaparken, uygulamadan sonra “*Grafikte arttığı görüldü. Çünkü zamanla alınan yol miktarı artıyor. Birim zamanda alınan yol arttı*” Şeklinde açıklama yapmıŐtır. En çok deđiŐimin ivme ve hız kavramlarında meydana gelmiŐ olması, öğretmen adaylarının arabanın hareketi sırasında hız ve ivmedeki değişimi gösteren grafikleri kısa sürede çizerek üzerinde yorum yapabilmek için yeterli zamanı bulmalarından kaynaklandığı düşünölmektedir. Excel ve Dijital Kronometre ile zenginleştirilmiş deney ortamı öğretmen adaylarına tartışma ve yorum yapmak için yeterince zaman kazandırdığı için kavramları öğrenme düzeyinde de bir artıŐ meydana gelmiŐtir. Bilgi İletifim Teknolojilerinin (BİT) kullanıldığı laboratuvar uygulamalarında veri toplama, hesaplama ve grafik çizme işlemleri kısa sürede tamamlandığı için kavramlar üzerinde tartışma ve sonuca ulaşma imkânı elde edildiği bunun sonucunda da kavramların anlaşılma düzeylerinde kayda değer artıŐların meydana geldiği sonucuna ulaşılmıştır.

Öğretmen adayları Excel ve Dijital Kronometre ile zenginleştirilmiş deney ortamının sağladığı avantajlar ile ilgili sırasıyla deneyi kısa sürede tamamlayabilme, kavramların kalıcılığını sağlama, hassas ölçümler yapabilme, deneysel hataları en aza indirme ve grafikleri okumayı kolaylaştırma Şeklinde görüş bildirmiŐlerdir. Özellikle verilerin photo-gateler ile hassas bir Şekilde alınması ve verilerin bilgisayara aktarılarak grafiklerin anında çizilmesi öğretmen adaylarının deneylerin kısa sürede tamamlanması ve hassas ölçüm yapabilmeyi sağlaması ve deneysel hataları en aza indirmesi yönünde görüş bildirmelerinde etkili olduğu düşünölmektedir. Buna ilave olarak veri toplama çalışmalarına verileri yorumlama ve sonuç çıkarmadan daha fazla zaman ayrılması da grafiklerin okunmasını kolaylaştırma ve kavramların kalıcılığını sağlama açısından katkı sağladığı söylenebilir. Ortaya çıkan bu durum literatürde fen ve fizik laboratuvarlarında karşılaşılan sorunlardan hassas ölçümler yapma, kısa sürede deneyleri tamamlayamama ve verileri yorumlamaya yeterince zaman ayıramama (Barton ve Rogers, 1991; Rogers, 1999; Kennedy, 2000; Young, 2002; Ng ve Yeung, 2002) gibi problemleri ortadan kaldırdığı anlaŐılmaktadır.

5. SONUÇLAR

1. Exel ve Digital kronometre ile zenginleştirilmiş deney ortamında yapılan uygulamalar, geleneksel uygulamalara göre akademik başarı açısından daha etkili sonuçlar vermektedir.

2. Öğretmen adayları, Exel ve Digital kronometre ile zenginleştirilmiş deney ortamında özellikle sürtünme kuvveti, ağırlık, hız ve ivme gibi kavramlar konusunda anlamlı bir gelişim gösterirken; hareketlinin yatay bileşeni konusunda anlamlı bir gelişim göstermemektedir. Yatay düzeydeki hareketlinin oluşturduğu tepki kuvveti konusunda ise geleneksel yaklaşımın kullanıldığı sınıftaki öğretmen adayları daha başarılı sonuçlar vermektedir.

3. Exel ve Digital kronometre ile zenginleştirilmiş deney ortamı, öğretmen adaylarının özellikle hız ve ivme kavramları üzerindeki kavramsal anlama düzeylerindeki gelişime katkı sağlamaktadır. Sürtünme kuvveti, ağırlığın eğik düzleme paralel bileşeni (mgsina) ve ağırlık kavramları üzerinde ise kısmen gelişim sağlanabilen bu deneysel ortam sayesinde kavramsal olarak yanlış anlama düzeylerinin süreç sonrasında daha çok doğru anlama düzeylerine taşındığı tespit edilmiştir.

4. Exel ve Digital kronometre ile zenginleştirilmiş deney ortamı, öğretmen adaylarına deneyi kısa sürede tamamlama, kavramların kalıcılığını sağlama, hassas ölçümler yapabilme, deneysel hataları en aza indirme ve grafikleri okumayı kolaylaştırma gibi fırsatlar sunmaktadır.

6. ÖNERİLER

1. Öğretmen yetiştiren kurumlarda yürütülen laboratuvar uygulamaları yeniden gözden geçirilerek geleneksel uygulamalar dışında hedef kitlenin ilgi alanları doğrultusunda farklı bağlamların kullanıldığı alternatif uygulamalara yer verilmelidir.

2. Fizik laboratuvarında uzun süren deneylerin daha kısa sürmesini sağlamak ve böylece kavramlar üzerinde tartışma yapma zamanı oluşturmak için deney ortamında bilgisayarlardan faydalanılmalıdır.

7. KAYNAKLAR

- Akdeniz, A. R. ve Karamustafaoğlu, O. (2003). Fizik öğretimi uygulamalarında karşılaşılan güçlükler, *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(2).
- Aydın, M. (2005). Bütünleştirici öğrenme kuramına uygun bilgisayar destekli dijital deney araçları ile fen laboratuvar deneyleri tasarlama ve uygulama, *Yüksek Lisans Tezi*, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Barton, R. ve Rogers, L. (1991). The computer as an aid to practical science studying motion with a computer, *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 104–113.
- Barton, R. (2004). *Teaching Secondary Science with ICT*, Open University Press, USA, Robson.

- Cohen, L., Manion, L. ve Morrison, K. (2000). *Research methods in education, routledge falmer*, 5th Revised edition.
- Collette, A. T. ve Chiappetta, E.L. (1994). *Science instruction in the middle and secondary schools*, Merr ill Publishing Company.
- Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D. ve Turgut, M.F. (1997). *Fizik Öğretimi YÖK/Dünya Bankası MEB Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi Yayınları*, Ankara.
- Ersoy, Y., Uzal, G. ve Erdem, A. (2012). *Fen/Fizik Öğretimi II*, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Hew, K, F. ve Brush, T. (2007). Integration technology into K-12 teaching and Learning: Current knowledge gaps and recommaditions for the future research, *Educational Technology Research Development*, 55, 223-252.
- Karasar, N. (1999). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kavak, Y., Aydın, A. ve Altun, A. (2007). *Öğretmen Yetiştirme ve Eğitim Fakülteleri (1982-2007)*, YÖK, Ankara.
- Kocijancic, S. (2000). *Computerized laboratory practice for future science and technology teachers*, 30th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, October 18-21, Kansas City, USA.
- Ng, P. ve Yeung, Y. (2002). *Implications of Data Logging on A.L. Physics Experiments: A Preliminary Study, Innovative Ideas in Science Teaching Theories and Exemplars*, The Hon Kong Institute of Education, Hon Kong.
- NSTA (2012). *Next Generation science Standards*, National Science Teachers Association, May 2012 Draf. YÖK.
- Ping, C.L. ve Khine, M.S. (2006). Managing teackers' barriers to ict integration in singapore schools. *Journal of Technology and Teacher Education*. 14 (1), 97-125.
- Rachna, S. (2009). *Together with Physics*, Lab Manual XI, Rachna Sagar Pvt. Ltd., New Delhi.
- Robson, C. (1998). *Real World Research*, John Wiley & Sons.
- Rogers, L. (1990). IT in science in the national curriculum, *Journal of Computer Assisted Learning*, 6, 246–254.
- Sang, D., Gibbs, K. ve Hutchings, R. (2000). *Physics Education*, 35 (5), 369.
- Sokoloff, D. R. ve Thornton, R. K. (1997). Using interactive lecture demonstrations to create an active learning environment. *The Physics Teacher*, 27 (6).
- Sokoloff, D. R. ve Thornton, R. K. (2004). *Interactive Lecture Demonstrations*, Wiley, USA.
- Sokoloff, D., Thornton, R. K. ve Laws, P. W. (2004). Real time physics active learning laboratories, *Module I Mechanics*, Wiley, USA.
- Trumper, R. (2003). The physics laboratory-a historical overview and future perspectives. *Science & Education*. 12, 645-670.
- Turgut, H., Turgut-Şengül, G., Ercan, S., Öztürk, N. ve Bozkurt, E. (2012). Rutinin dışına çıkmak: Öğretmen adaylarının açık uçlu laboratuar uygulamalarına dair algılamaları, *X.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Niğde.

Wee, M.C. ve Bakar, Z.A.(2006). Obstackes towards the use of ICT tools in teaching and learning of information systems in Malaysian Universities. *The International Arab Journal of Information Technology*, 3 (3).

Ek 1. Sürtüneli Eğik Düzlemde Hareket Deneyi İçin Excel ve Dijital Kronometre İle Zenginleştirilmiş Deney Raporu Hazırlama Programı'nın Ekran Görüntüsü

DENEY-F

Giriş Ekle Sayfa Düzeni Formüller Veri Gözden Geçir Görünüm Acrobat

Kes Kopyala Yapıştır Biçim Boyacı Pano Yazı Tipi Hizalama

L74

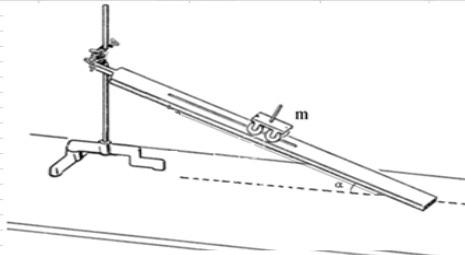
SÜRTÜNME Lİ EĞİK DÜZLEM DENEYİ İÇİN EXCEL VE DİJİTAL KRONOMETRE İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ DENEY RAPORU

Sınıf: Şube:
Grup Üyeleri:

1.BÖLÜM: TEORİK İVME İÇİN VERİLER VE HESAPLAMALAR

Sürtüneli eğik düzlemde arabaya etki eden sürtünme katsayısı:

$\mu = 0,037$



Açı (α)	$\sin \alpha$	$\cos \alpha$	g (m/s ²)
25,14	0,424892704	0,854077253	9,81

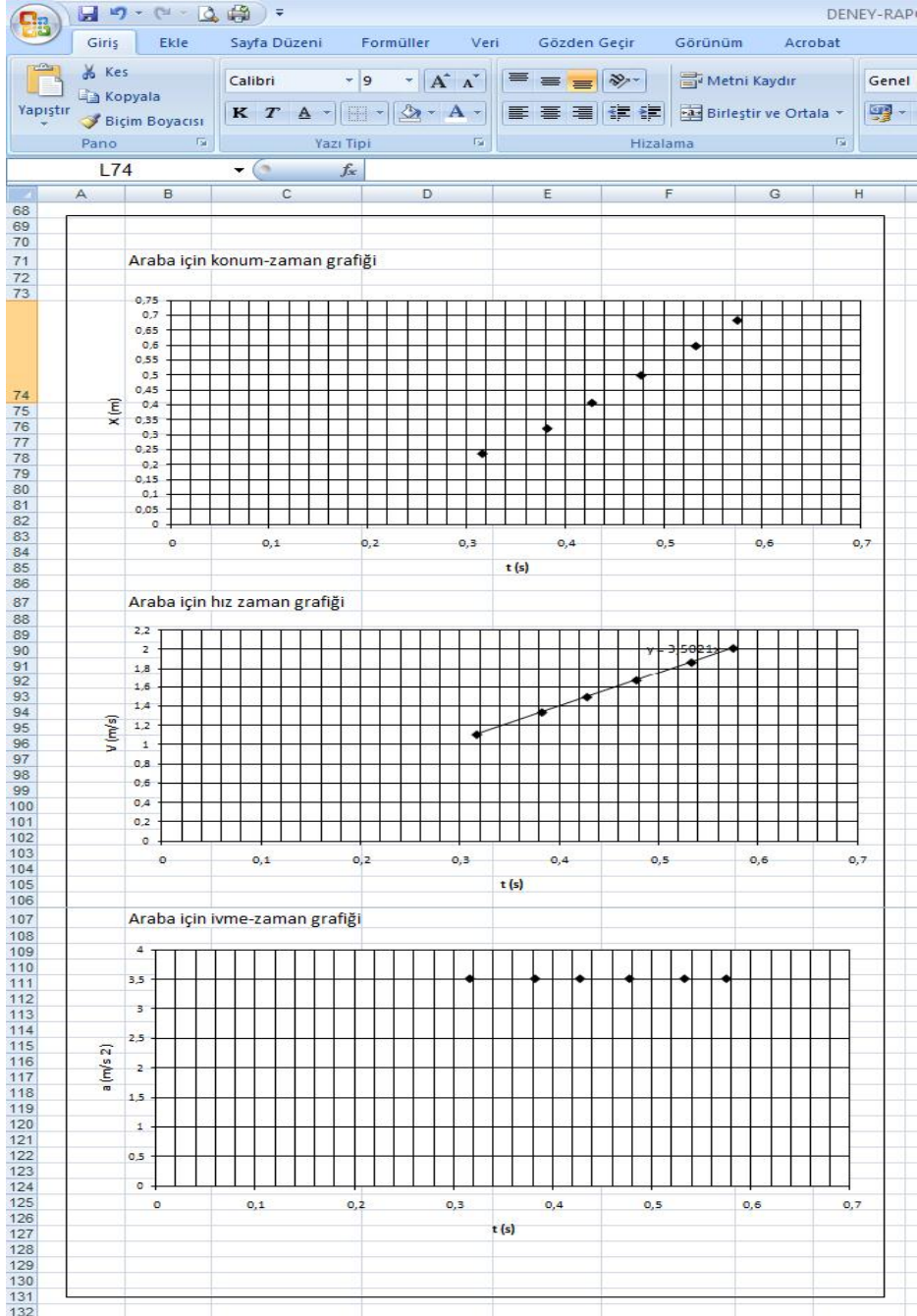
Teorik ivme: 3,858193004 m/s² $a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$

2.BÖLÜM: DENEYSEL İVME İÇİN VERİLER VE GRAFİKLER

Arabanın Eğik Düzlem Üzerinde	Arabanın Eğik Düzlem Üzerinde Aldığı Yol X (m)	Arabanın inme zamanı t (s)	Arabanın inme zamanının karesi t ² (s ²)	t saniye sonundaki hızı V (m/s)	Arabanın ivmesi a (m/s ²)
1	68,2	0,682	0,5747	0,33028009	2,012663358
2	59,6	0,596	0,5327	0,28376929	1,865574683
3	49,8	0,498	0,4773	0,22781529	1,671557718
4	40,6	0,406	0,4275	0,18275625	1,497152576
5	32	0,32	0,3822	0,14607684	1,338506935
6	23,6	0,236	0,3165	0,10017225	1,108418223

Deneysel ivme: 3,502111289 m/s²

Ek 2. Deneysel grupta kullanılan Excel ve Dijital Kronometre İle Zenginleştirilmiş Deneysel Raporu Hazırlama Programı İle Sürtünmeli Eğik Düzlem Deneysel Kılavuzu



Ek 3. Kontrol Grubunda Kullanılan Sürtünmeli Eğik Düzlem Deney Kılavuzu

EXCEL VE DİJİTAL KRONOMETRE İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ DENEY RAPORU HAZIRLAMA PROGRAMI İLE SÜRTÜNMELİ EĞİK DÜZLEM DENEY KILAVUZU

1- Şekil 1’de görölen deney düzeneğini kurunuz.



Şekil 1. Excel ve Dijital Kronometre ile zenginleştirilmiş deney ortamı

- 2- Eğik düzlemin üst tarafında bulunan arabayı sınır açısından daha büyük bir açıda (α) serbest bırakarak hareketi gözleyiniz. Ardından bu harekete ait açı, sürtünme katsayısı ve yerçekimi ivmesi (g) gibi değerleri programa yazarak,

$$a_T = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

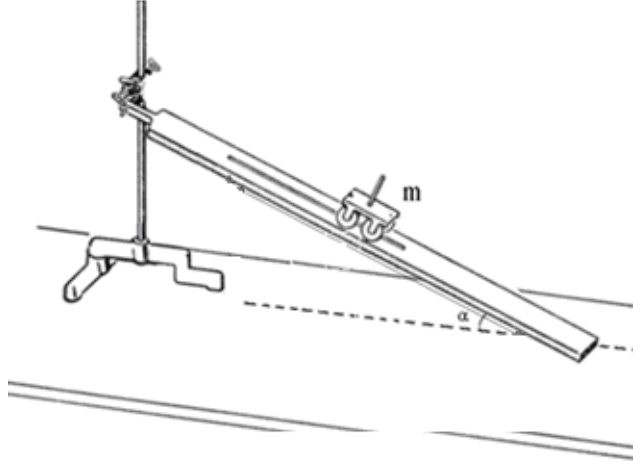
formülü doğrultusunda teorik ivmenin (a_T) yazılım tarafından hesaplanmasını sağlayınız.

Eğik düzlem üzerindeki arabayı aynı açıda ve farklı uzunluklardaki yollarda serbest bırakınız. Arabanın konumunu (X) metre ile, hareket için geçen süreleri (t) ise photo gate ve dijital kronometre ile programa kaydediniz. Bu şekilde altı deneme gerçekleştiriniz ve her bir deneme sonunda arabanın aldığı yol ve geçen zamanı yazılımdaki veri tablosuna kaydediniz. Yazılım bu verilere dayalı olarak arabanın hareketine ait olan konum-zaman ($X-t$), hız-zaman ($V-t$) ve deneysel ivme-zaman (a_D-t) grafiklerini çizecektir. İvme-zaman grafiğine bakarak deneysel ivmeyi bulunuz ve teorik ivme ile karşılaştırınız.

- 3- Program tarafından oluşturulan deney raporuna yazıcıdan çıktı alınız ve deneysel ivme, teorik ivme ve grafikler hakkında tartışmalar yürütünüz.

SÜRTÜNME Lİ EĞİK DÜZLEM DENEY KILAVUZU

1-Aşağıda görülen deney düzeneğini kurunuz.



2- Eğik düzlemin üst tarafında bulunan arabayı sınır açısından daha büyük bir açıda (α)serbest bırakarak hareketi gözleyiniz. Ardından bu harekete ait açıyı (α) ölçünüz, sürtünme katsayısını 0,0037 ve yerçekimi ivmesini (g) $9,81 \text{ m/s}^2$ olarak,

$$a_T = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

formülü doğrultusunda teorik ivmeyi (a_T) hesaplayınız.

3- Eğik düzlem üzerindeki arabayı aynı açıda ve farklı uzunluklardaki yollarda serbest bırakınız. Arabanın konumunu (X) metre ile, hareket için geçen süreleri kronometre ile ölçünüz. Bu şekilde altı deneme gerçekleştiriniz ve her bir deneme sonunda arabanın konumu ve geçen zamanı yazılımdaki veri tablosuna kaydediniz.

Deneme	Zaman (s)	Alınan yol (m)
1		
2		
3		
4		
5		
6		

4- Tablodaki verilere dayalı olarak arabanın hareketine ait olan konum-zaman ($X-t$), hız-zaman ($V-t$) ve deneysel ivme-zaman (a_D-t) grafiklerini çiziniz. İvme-zaman grafiğine bakarak deneysel ivmeyi bulunuz ve teorik ivme ile karşılaştırınız.

5- Deneysel ivme, teorik ivme ve grafikler hakkında tartışmalar yürütünüz.