



Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi

<http://kutuphane.uludag.edu.tr/Univder/uufader.htm>

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilgisayarlı Deney Kitleriyle Tasarladıkları Kimya Deneylerinin İncelenmesi

Suat TÜRKOGUZ*, Halit KIRIKTAŞ**, Sinan ESLEK***

*Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitimi A.D.,
suat.turkoguz@gmail.com, halit58yyu@hotmail.com, sinaneslek35@gmail.com*

ÖZET

Bu çalışmada; fen bilgisi öğretmen adaylarının **Bilgisayarlı Deney Kitleriyle** (BDK) ortaokul öğrencilerine yönelik hazırladıkları deneylerin e-rubrikle değerlendirilme güvenilirliğinin, deney kitleriyle geliştirilen etkinliklerin konu kazanımı, yapılabirlik, kavramsal ve bilimsel uygunluk gibi ölçütlere göre niteliklerinin ve deney kitleriyle geliştirilen deneylerin beğeni durumlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Araştırma nicel araştırma geleneği içerisinde yer alan tarama yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya 2012-13 yılında Buca Eğitim Fakültesinden 78 fen bilgisi öğretmen adayı katılmıştır. Öğretmen adayları fen ve teknoloji dersindeki konularından esinlenerek kimyada özel konular dersinin içeriğine uygun deneyler tasarlamışlardır. Öğretmen adaylarının deney kitleriyle deney tasarımında üst düzeyde beceri sergiledikleri görülmüştür. Öğretmen adayları, tasarladıkları deneylerin çevre eğitiminde kullanımı, bilimsel bilginin anlaşılabilirliği, deneyin sunumu gibi kıstaslar açısından değerlendirildiğinde düşük düzeyde oldukları; aynı şekilde fen kavramlarına uygunluğu, ilköğretim öğrencilerine uygunluğu, günlük yaşamla ilişkisi ve kimya konularına uygunluğu ölçütleri açısından değerlendirildiğinde orta düzeyde olduğu ve son olarak BDK ile yapılabirliği ve tekrar yapılabirliği ölçütleri açısından değerlendirildiğinde iyi düzeyde olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fen Eğitimi, Kimya, Deney Kitleri.

Investigating Chemistry Experiments Designed by Pre-service Science Teachers with Computer Supported Experiment Kits

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the appreciation of the experiments developed through Computer Based Test Kits (CBTK) for students at secondary schools by pre-service science teachers, according to certain criterias; such as, the reliability assessment by e-rubrics, the recovery issues of the activities, its feasibility and also the conceptual and scientific relevance according to the nature of criterias. Data were gathered by descriptive quantitative research. Participants were 78 pre-service science teachers at Buca Faculty of Education, 2012-2013's. Pre-service science teachers designed experiments in company "Special Issues in Chemistry Course" and "Primary Science Course". Consequently, Pre-service science teachers were highly successfully in designing experiments using CBTK. However, results showed that Pre-service science teachers had a low level for "usage of environmental education", "understanding scientific concepts", "presenting experiments"; likewise, they had a middle level for "relevance to scientific content", "eligibility to students", "associating to daily life" and "suitability to chemistry concepts" and finally, they had average level for "feasibility with CBTK" and "re-practicability".

Key Words: Science Education, Chemistry, Experiment Kits.

GİRİŞ

Bilgisayar teknolojilerinin gelişimi ve günlük yaşamda etkili kullanımı yaygın olmasına karşın sınıflarda ve laboratuvarlarda etkili kullanımı öğretmenin kullanacağı öğrenme kuramlarıyla sınırlı kalır (Bülbül, 2012). Bu nedenle gelişen bilgisayar teknolojilerinin sınıflarda ve laboratuvarlarda etkili kullanımı öğretmenlerin bu teknolojileri yakından tanımalarına ve teknolojiye uygun olarak geliştirilen öğrenme etkinliklerine bağlıdır. Bu ancak öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının teknolojiye uyumlu öğrenme etkinlikleriyle yapılabilir. Ülkemizde Milli Eğitim Bakanlığının ulusal projeleri kapsamında okullarda öğrenci merkezli öğrenme ortamlarında bilgisayar teknolojilerinin kullanımı yaygınlaştırılmaya çalışılmaktadır. Bu süreçte teknologlardan, eğitimcilerden yardım alınmaya çalışılmaktadır. Yüksek Öğretim Kurumlarının bünyesinde yer alan eğitim fakültelerinde öğrencinin merkeze alındığı bilgisayar teknolojileriyle donanımlı yeniliklere geçişler yavaş olmakta ve öğretmen adayları bu gelişmelerden geri kalabilmektedir. Milli Eğitim Bakanlığının ulusal projeleriyle birlikte öğrenci seçme sınavları değişime uğramakta,

yerine yavaş yavaş uygulamaya ve performansa dayalı öğrenci seçimleri yer almaktadır. Bu değişimle beraber üniversitelerde yapılması gereken öğrenme ortamlarının geliştirilmesine yönelik düşünceler ortaya çıkmaktadır.

Bilim tarihi incelendiğinde bilim çalışmaları bazen laboratuvar dışında bazen de laboratuvarda yapılan araştırmalarla gerçekleştirilmiştir. Günümüzde bilimin amacı doğrudan ya da dolaylı olarak gözleyebildiğimiz Dünya'yı çözümlmek ise laboratuvar dışındaki bilimsel çalışmalarında gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Fakat laboratuvar ortamında yer alan ölçüm cihazlarının laboratuvar dışında kullanımının zorluğundan dolayı laboratuvar dışından numuneler getirilerek ölçümler gerçekleştirilmektedir. Bu süreçten dolayı ölçüm hataları artmakta ve deneyin sonucuna etki eden değişkenler ölçümlere karışmaktadır. Bu olumsuz durumlar, BDK ile laboratuvar dışında da bilimsel çalışmalar gerçekleştirilerek ortadan kaldırılabılır (Rodrigues, Pearce ve Livett, 2001). Bu cihazların okul dışında okul programlarına bağlı kalınarak kullanımı, öğrencilerde çevre bilinci oluşturabilir ve öğrencilerin çevreye yönelik algılarını geliştirebilir. Data logger, sensör ve bilgisayar kombinasyonundan oluşan çoğu bilgisayarlı deney kitleri, çevre ile ilgili sorunlara yönelik deneylere uyarlanarak geliştirilmiştir (Aksela, 2011; Rodrigues, Pearce ve Livett, 2001). Günümüzde gelişen teknoloji ile data logger, sensör, tablet ve dizüstü bilgisayarlar ile laboratuvar dışında da ölçümler yapılabilmektedir.

Laboratuvarda yapılan deneylerin özellikle toplanan verilerin grafiklere işleme ve matematiksel işlemlere dönüştürme süreci zaman almakta ve öğrencilerin yaptıkları deneyin odağından uzaklaştıkları görülmektedir. Ayrıca öğrenciler laboratuvar zamanında deneyin yapımını tamamlasa dahi deneyden elde edilen verilerin değerlendirilmesi, grafiklerle ve matematiksel işlemlerin deney ortamının dışına taşmasına neden olmaktadır (Ayvacı v.d., 2004; Bülbül, 2012; Newton, 1999; Osborne ve Hennessy; 2003; Tho ve Hussain, 2011; Yoke Kum ve Kok Aun, 2002). Bu bağlamda öğrenme yaklaşımlarının tam anlamıyla uygulanamaması söz konusudur. Bununla birlikte öğrencilerin deney sürecinde kullandıkları klasik materyallerin hassasiyetinin az olmasından dolayı verilerini toplarken hata oranları artmaktadır. BDK ile yapılan ölçümlerde kısa zamanda hızlı ölçüm yapılması deney sonucunun doğruluk oranını artırmakta ve hata oranını azaltmaktadır (Tho ve Hussain, 2011). Örneğin sıcaklığın reaksiyon hızına etkisini araştırıldığı bir deneyde, deneyin klasik yöntemle yapıldığında uzun süren ölçüm sonuçları ve bu ölçümlere bağlı olarak sıcaklık kaybının neden olduğu hatalar gösterilebilir. Bu dezavantajları gidermenin yollarından biri de deneylerde BDK ile verilerin toplanması ve yazılım aracılığı ile bu verilerin otomatik olarak grafiklere ve matematiksel

ifadelere dönüştürülmesidir. Böylelikle öğrenciler verileri değerlendirerek farklı durumlara uyarlama şansını yakalayabilecekler ve sunumlarını kısa sürede gerçekleştirebileceklerdir. Ayrıca öğrenciler bilgisayarlara kaydettikleri verileri, ihtiyaç duyduklarında yeniden kullanma ve değerlendirme olanağı bulabileceklerdir (Ayvacı vd., 2004; Bülbül, 2012; Newton, 1999; Sönmez vd, 2010; Osborne ve Hennessy; 2003; Tho ve Hussain, 2011; Yoke Kum ve Kok Aun, 2002). Ayrıca BDK ile yapılan bilim etkinliklerinde geleneksel deney düzenekleriyle ölçülmesi zor birimler ölçülebilir, deney değişkenlerinin gerçek zamanlı ilişkilendirilmesi yapılabilir ve ölçümler dolaylı olarak diğer birimlere otomatik dönüştürülerek farklı açılardan grafikleri çizilebilir (Aksela, 2011).

Geçmişten günümüze kadar BDK ile veri toplama ve işleme süreçleri çoğunlukla fizik deneylerinde gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin soyut içerikli fizik kavramlarını BDK ile daha iyi anladıkları, bu araçlar vasıtasıyla veri toplamaktan, grafikleri okumaktan ve grafikler üzerinden değişkenleri ilişkilendirmekten keyif aldıkları görülmüştür (Caner vd, 2012). Fizik derslerinde özellikle "Newton'un Hareket Yasaları"nın anlaşılması zordur. Data logger, sensör ve dizüstü bilgisayarıyla bu anlaşılma zorluğu giderilebilir. Thornton ve Sokoloff (1987) yaptıkları araştırmada fizikte sürat kavramına yönelik deneylerin BDK ile geliştirmişler ve öğrencilerin öğrenmelerindeki gelişimleri izlemişlerdir. Sonuç olarak BDK ile eğitim alan öğrencilerin grafikleri yanıtlamalarındaki hata oranının %10'dan aşağıda olduğu görülmüştür (Redish vd., 1997). Grafik çizme genç öğrenciler için zor bir beceridir. BDK veri saklama özelliği ve grafik çizme özelliği ile öğrencilere kavramları ilişkilendirmede yardımcı olabilir. Çünkü grafiğin üretimi ne kadar hızlı olursa öğrencilerin öğrenmesi de o kadar kolay olur (Hollenback ve Fisher, 2011).

BDK sınıfta, laboratuvarıda, okul dışında, tartışma odaklı probleme dayalı, argümantasyona dayalı ve araştırmaya dayalı öğrenme süreçlerinde rahatlıkla kullanılabilir. (Hollenback ve Fisher, 2011). Laboratuvar dışında ya da içinde olsun öğrencilere bilimsel çalışmalar yaptırılırken BDK'ların kullanılması durumunda mutlaka tartışma süreçlerinin olduğu öğrenme yaklaşımlarından faydalanılmalıdır. Tartışma süreçlerinin kullanıldığı öğrenme ortamlarında bu araçların öğrencilerin başarılarında daha etkili olduğu, araştırmalar sonucunda ortaya çıkmıştır (Rodrigues, Pearce ve Livett, 2001; Sönmez vd, 2010). BDK ile yapılan laboratuvar etkinlikleriyle öğrencilerin üst düzey bilimsel süreç becerileri gelişebilir, topladıkları verileri kolaylıkla canlandırabilir (Tortosa, 2012). BDK ile destekli laboratuvar ortamları, öğrencilere zaman kazandırarak daha yeni keşiflere yönlendirebilir. BDK ile destekli laboratuvar ortamları, öğrencileri olumsuz

etkileyebilir. Çünkü öğrenciler bu araçlarla hazır veri setlerine ve grafiklerine ulaşmaktadır. Bu nedenle öğrenci değişkenler arasındaki ilişkilendirmeleri yapamamaktadır (Yoke Kum ve Kok Aun, 2002). Bu bağlamda öğretmen bu araçları kullandığı durumlarda iyi bir rehber olabilmelidir. BDK'ları kullanan öğretmen, öğrencilerine doğru sorular yönelterek ve uygun ipuçları vererek tartışma ortamları oluşturursa öğrencilerin öğrenme sürecini hızlandırmada önemli bir katalizör olabilir (Aksela, 2011). Bu katalizörlüğün yanında öğrencilerin grafik yorumlama becerilerini göz ardı etmemelidir. Gerekirse data logger, sensör ve dizüstü bilgisayar aracılığı ile elde edilen verileri ve grafikleri kağıt üstünde çizdirerek, bu karşılaştırmaları öğrencilere yaptırabilir.

BDK; akım, potansiyel fark, sıcaklık, kuvvet, basınç, ışık şiddeti, çözünmüş oksijen miktarı, renk değişim, ses frekansı gibi birimleri bünyesinde yer alan sensörleriyle ölçen ve bu ölçüm sonuçlarını grafiksel eşitliklerle gösteren dijital bir cihazdır. Bu sensörler data loggere, data loggerden de bağlantı kablosuyla bilgisayara bağlanmaktadır. Bilgisayarda ise hem data logger ile hem de sensörlerle uyumlu yazılımlar bulunmaktadır. Data logger, sensör ve yazılım aracılığı ile deney ölçümleri laboratuvara, öğrencilere ve öğretmenlere öğrenme sürecinde kolaylıklar sağlamaktadır (Ayvacı vd., 2004; Bülbül, 2012; Hollenback ve Fisher, 2011; Newton, 1999; Osborne ve Hennessy; 2003).

İlgili alan yazınındaki araştırmalara bakıldığında deney setleriyle ilgili bazı makalelere rastlanılmıştır. Bu araştırmalarda bilim merkezlerindeki deney setlerinin öğrencilerin öğrenmeleri ve ilgileri üzerine olmuştur. Bu araştırmalardan Hakverdi Can (2013) yaptıkları çalışmada bilim merkezlerinde bulunan deney setlerini inceleme ve kullanma becerileri üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda öğrencilerin aktif olarak katılabilecekleri ve deney setleri üzerinde değişiklik yapabilecekleri deney setlerini daha çok tercih ettikleri ve pasif olma durumunu ise tercih etmediklerini gözlemlemişlerdir. Aynı zamanda, öğrencilerin seviyelerinin üstündeki deney setlerini anlayamadıkları için bu deney setleri ile fazla zaman ayırmadıkları belirlenmiştir.

Bozdoğan (2008) yaptığı çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarına bilim müzesinde yer alan deney setleriyle etkinlikler hazırlatmış ve bu etkinliklerin ilköğretim öğrencilerinin anlama seviyesine uygunluğunu, deney setleri üzerinde yer alan açıklamaları, deney setlerinin kullanım uygunlukları üzerine müze ziyaretçilerinin ilgilerini incelemiştir. İnceleme sonucunda deney setlerinin ve bu setlere yönelik hazırlanan etkinliklerin ilgi

çekici olduğu ve öğrencilerin akademik öğrenmelerinde etkili olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Abdüsselam (2014) yaptığı araştırmada fizik öğretmenleri ve bu dersi alan öğrencilerin artırılmış gerçeklik ortamının manyetizma konusunun öğretiminde kullanılmasına ilişkin görüşlerini incelemiştir. Elde edilen verilere göre; “mevcut öğrenme ortamında fizik dersi işlenirken kullanılan teknolojiler öğretmenlere göre yeterli midir?” sorusu ile ilgili, araştırma süresince fizik öğretmenleriyle yapılan mülakatlardan fiziği öğretmede fizik laboratuvarlarından yararlandıkları aşamada standart deney takımları ve Nova5000 gibi araç gereçlerden yararlandıkları tespit edilmiştir. Fizik alanında geliştirilecek bir teknolojinin öncelikli olarak basit, ucuz ve kullanım kolaylığına sahip olmasına dikkat ettiklerini, görsel olarak zengin ve öğrenciye durumları üç boyutlu gösterebilen ortamlar olmalarıyla fiziği öğretmede görselleştirmelerin ve somutlaştırmaların yararlı olduğunu düşünülmektedirler.

Ayvacı, Özsevgeç ve Aydın (2004) yaptıkları çalışmada data logger cihazlarının fizik konularından ohm kanununda kullanımına ilişkin bir araştırma gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda fen bilimleri derslerinin teknoloji desteğiyle yeniden yapılandırılmasını, deneylerin daha iyi anlaşılması için data logger gibi deney kitlerinin derslerde kullanılmasını, fen bilimleri derslerini yürüten öğretmenlerin bu deney kitlerini kullanımına yönelik hizmetiçi eğitim seminerlerine katılmalarını, data logger cihazlarına ilişkin deney etkinliklerinin geliştirilmesini önerilerini getirmişlerdir.

Bu araştırmada kullanılan BDK (Nova5000 Fen Deney Kitleri) Windows CE 5.0 işletim sistemiyle çalışmakta ve bir bilgisayarda var olan tüm özellikleri taşımaktadır. Diğer bilgisayarlardan farklı olarak bu cihazda sensörlerden elde edilen verilerin aktarılması için çoklu-lab yazılımı kullanılmaktadır. Bu cihazla veri kaydedicinin çoklu-lab yazılımı üzerinden çalıştırılması esnasında daha geniş analiz, grafik çizimi ve video aktiviteleri ile diğer birçok özellikleri yerine getirilebilmektedir. Milli Eğitim Bakanlığı tarafından bu cihazların çeşitli okullara kazandırılmasına rağmen bu cihazların eğitim yönünden etkililiğine yönelik araştırmalara çok rastlanılmamaktadır. Bu kapsamda fen bilgisi öğretmen adaylarının BDK ile ortaokul öğrencilerine yönelik hazırladıkları deneylerin e-rubrikle değerlendirilme güvenilirliğinin, deney kitleriyle geliştirilen etkinliklerin konu kazanımı, yapılabirlik, kavramsal ve bilimsel uygunluk gibi ölçütlere göre niteliklerinin ve deney kitleriyle geliştirilen deneylerin beğeni durumlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

YÖNTEM

Çalışmada nicel araştırma türlerinden betimsel tarama yöntemi kullanılmıştır (Büyüköztürk vd., 2014; Karasar, 2005) Bu yöntem doğrultusunda çalışma grubundaki fen bilgisi öğretmen adaylarına fizik, kimya ve biyoloji ile ilgili ölçme kitlerinden oluşan BDK ile kimya deneylerine uyarlamaya yönelik uygulamalar ve örnekler gösterilmiştir. Çalışma sürecinde katılımcılara BDK ile deneyleri tasarlama konusunda bir kısıtlama getirilmeyerek düşündükleri kimya deneylerini tasarlamaları, laboratuvarında uygulamaları ve görüntüleyerek derste sunmaları istenmiştir. Öğretmen adayları gruplara ayrıldıktan sonra belirledikleri fen ve teknoloji dersindeki kimya konularından yola çıkarak kimyada özel konular dersinin içeriğinde yer alan "Biyolojik Süreçler ve Denge, Dünyamızın Entalpi Kaynakları, Fotoğraf Kimyası, Görsel Sanatlar ve Kimya İlişkisi, Hava Kirliliği, İlaç Kimyası, Korozyon Kimyası, Su Arıtma, Sağlığımız ve Besinler, Sera Gazları" konularından birini seçerek grup adına kimya deneyini tasarlamışlar ve uygulamışlardır.

Çalışma grubu

Araştırmaya gönüllülük ilkesine bağlı kalınarak katılan ve 2012 - 2013 eğitim-öğretim yılı güz döneminde Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitimi alanında öğrenim gören 78 üçüncü sınıf fen bilgisi öğretmen adayı seçkisiz olarak belirlenip 5 gruba ayrılarak araştırmamızın çalışma grubunu oluşturmuştur.

Ölçme araçları

Rubrik, planlı bir öğretim sürecinin sonunda öğrenci performansları ve davranışlarının farklı boyut ve seviyelere göre yapılan bir değerlendirmedir. Rubrik kelimesi uluslar arası literatürde "Rubric" kelimesiyle kullanılmaktadır. Ülkemizde "Puanlama Listesi", "Puanlama Yönergesi", "Dereceli Puanlama Anahtarı" gibi isimlerle kullanılmaktadır. Bu değerlendirme aracı yazılı bir belge üzerine işaretleme ile yapılabildiği gibi online internet üzerinden de yapılabilmektedir (Sezer, 2005). Bu araştırmada dereceli puanlama anahtarı online olarak internet üzerinden kullanıldığı için e-rubrik olarak adlandırılmıştır. Çalışmanın tamamında bu şekilde kullanılmıştır.

Rubrikler, Holistik (bütünsel) ve Analitik (Çözümlüyci) olmak üzere iki temel yaklaşımı kullanmaktadır. Bütünsel yaklaşımla hazırlanan rubrik, değerlendirmesi yapılan ürün ya da süreci oluşturulan rubrik boyut ve öğelerinde yer alan tanımlara yargıda bulunmadan genel olarak değerlendirme yapar. Çözümleyici yaklaşımla hazırlanan rubrik ise,

değerlendirmesi yapılan ürün ya da süreci oluşturulan rubrik boyut ve öğelerinde yer alan tanımları ayrı ayrı puanlayarak değerlendirir (Tuncel, 2011). Bu araştırmada e-rubrik değerlendirmesinde kullanılan her boyut ayrı puanlanmış ve her boyutun puan değerleri incelenmiştir.

Performans ölçütleri, değerlendirmeye tabi olan performans veya davranışın belirgin özelliklerini tanımlar. Performans ölçütleri gözlenebilir ve ölçülebilir olmalı, değerlendirme sürecinde hızı sağlayabilmek için az ve anlaşılır sözcükler içermeli ve çok fazla alt tema ya da boyuttan oluşmamalıdır. Ayrıca boyutlar arasında yer alan temalardaki anlamlar birbirleriyle karışmamalıdır. Performans düzeyleri de aşamalı ve puanlanabilir özellikler taşımalıdır (Kan, 2007). Güvenirliği yüksek bir rubrik geliştirmek için; ölçütler açık ve anlaşılır olmalıdır. Güvenilir bir puanlama için 3-5 arası bir performans düzeyi oluşturmak uygun görülmektedir (Parlak ve Doğan, 2014). e-Rubrik, etkinliklerde BDK'ların dersin amaçlarına göre ne oranda kullanıldığını tespit etmek amacıyla geliştirilmiştir. e-Rubrik'in boyutları; Kimya konusuna uygunluk, BDK ile yapılabirlik, İlköğretim öğrencilerinin anlama düzeyine uygunluk, Fen Bilimleri dersi kazanımlarına uygunluk, BDK ile tekrar yapılabirlik, Bilimsel bilginin içeriği ve anlaşılabilirliği, Tasarımların öğrencilere sunumu ve tanıtımı, Günlük yaşamla ilişkilendirme, Kaynakların kullanımı ve niteliği, Çevre eğitimi etkinliklerinde kullanımı on alt temalarından oluşmaktadır. e-Rubrik'in geçerliğini sağlamak için rubrik de yer alan temalar fen bilimleri dersleri kavramlarından bilimin doğası, bilimsel süreç beceriler, teknoloji ayağı ve fen-okuryazarlık kavramlarına göre oluşturulmuştur. Aynı zamanda e-Rubrik'deki her alt tema öğrencilerle birlikte sınıf ortamında tartışılarak karar verilmiştir. Öğrenciler bu rubrikle değerlendirileceğini çalışmanın başından itibaren farkında olmuştur. Puanlama düzeyleri iyi oluşturulmuş bir rubrik, puanlama sonucunda puanlanan/ puanlayan kim olursa olsun sonucun sürekliliğinin sağlanmasına katkı sağlar (Tuncel, 2011). Çalışmada sonuçların güvenilirliğini sağlamak amacıyla değerlendirme iki uzman ve 5 öğrenci grubu tarafından birbirlerinden bağımsız olarak yapılarak sağlanmıştır. Ayrıca e-Rubrik değerlendirme aracı on alt tema ve 3'lü puanlama ile güvenilir bir değerlendirme aracı olduğu söylenebilir. Katılımcıların geliştirdiği deneylerin uygulama görüntüleri ve deney raporları doğrultusunda "e- Rubrik Değerlendirme Ölçeği" gerekli uzman görüşleri alınarak geliştirilmiş ve kullanılmıştır.

Verilerin analizi

Öğrencilerin deney kitleleriyle hazırladıkları sunumları ve performansları video görüntülerine dönüştürülmüş ve ders sonrasında

videolar sosyal paylaşım ağlarında paylaşılarak online e-Rubrik değerlendirme ölçeğiyle gruplar ve uzmanlar tarafından değerlendirilmiştir. Fakat gruplar değerlendirme yaparken kendi yaptıkları ya da sorumlu oldukları sunum ve performansları yanlılık olmaması için değerlendirme dışında tutmuşlardır. Online olarak elde edilen veriler SPSS 21.0 programına uygun şekilde kodlandıktan sonra Fleis Kappa analizine tabi tutulmuştur. Çoğunlukla ikili değerlendiricilerin olduğu analizlerde Cohen Kappa tercih edilmektedir. Birden çok değerlendiricinin kategorik test sonuçları arasındaki uyum ölçülmesinde yaygın kullanılan iki yöntem Fleiss Kappa ve Krippendorff's Alpha katsayılarıdır. Değerlendiriciler arasındaki uyum hesaplanırken kullanılan Krippendorff's Alpha ve Fleiss Kappa istatistikleri üzerinde durulan özelliğin örnek büyüklüğünden etkilenmemekle birlikte Krippendorff Alpha katsayısı değerlendirici sayısı ve tanı testinin kategori sayısından etkilenmekte ve beklenenden daha yüksek tahminlerde bulunmaktadır (Kanık, Temel, Kaya; 2010). Fleis Kappa ikiden fazla değerlendiricilerin olması durumunda kullanılması ve tahminde hata oranının düşük olmasından dolayı tercih edilmiştir (Fleis, 1971). Gruplar ve uzmanlar arası uyum oranı Fleis Kappa katsayıları 0.879- 0.892 arasında yer almıştır ve buna bağlı olarak verilerin güvenilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

BULGULAR

Araştırma süresince Fen bilgisi öğretmen adaylarının BDK ile ortaokul öğrencilerine yönelik tasarladıkları deneylerin e-rubrikle değerlendirilme güvenilirliği, deney kitleriyle geliştirilen etkinliklerin konu kazanımı, yapılabirlik, kavramsal ve bilimsel uygunluk gibi ölçütlere göre nitelikleri ve deney kitleriyle geliştirilen deneylerin beğeni durumları irdelenmiştir. Söz konusu veriler ve yorumları aşağıdaki gibidir.

Tablo 1. Fen bilgisi öğretmen adaylarının BDK ile kimya deneylerinin e-Rubrikle incelenmesine ilişkin grup değerlendirme güvenilirlik katsayı değerleri

Fleis Kappa Katsayıları	
GRUP 1	0,879
GRUP 2	0,894
GRUP 3	0,854
GRUP 4	0,886
GRUP 5	0,892
UZMAN 1	0,884
UZMAN 2	0,871
ORTALAMA	0,880

Tablo 1'de öğretmen adaylarının kendi grubu hariç deneyleri değerlendirmeleri sonucuna göre grup içi güvenilirlik katsayıları görülmektedir. Grupların Fleis Kappa katsayıları 0.85'ten büyüktür ve ortalama güvenilirlik kat sayısı 0.88'dir. Bu değerlerden gerek grup içi gerekse gruplar arası değerlendirmelerin güvenilir olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 2. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının BDK ile Kimya Deneylerinin e-Rubrik Değerlendirme Ölçeğine İlişkin Ölçütlerin Betimsel Değerleri

e-RUBRİK DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Ortalama	Standart Sapma
Ölçüt1. Kimya konusuna uygunluk	3,46	1,158
Ölçüt2. BDK ile yapılabirlik	3,81	0,894
Ölçüt3. İlköğretim öğrencilerinin anlama düzeyine uygunluk	3,43	0,959
Ölçüt4. Fen Bilimleri dersi kazanımlarına uygunluk	3,36	0,952
Ölçüt5. BDK ile tekrar yapılabirlik	3,76	0,909
Ölçüt6. Bilimsel bilginin içeriği ve anlaşılrlığı	3,21	1,052
Ölçüt7. Tasarımların öğrencilere sunumu ve tanıtımı	3,23	1,035
Ölçüt8. Günlük yaşamla ilişkilendirme	3,46	1,015
Ölçüt9. Kaynakların kullanımı ve niteliği	3,23	0,968
Ölçüt10. Çevre eğitimi etkinliklerinde kullanımı	3,10	0,985

Çalışma kapsamında hazırlanan deneyler tabloda verilen değişkenlere göre irdelenmiş ve aldıkları puanların ortalama değerleri bulunmuştur. Alınan puanların ortalama değerleri “1-1.79= kötü, 1.80-2.59

geçer, 2,60-3,39 orta, 3.40- 4,19 iyi, 4.20-5.00 çok iyi” puan cetveline göre yorumlanmıştır. Bu bağlamda hazırlanan deneyler söz konusu ölçütlere göre orta düzeyde bulunmakta, buna bağlı olarak hazırlanan deneylerin bazılarının kullanılabilceği sonucuna varılmaktadır. Tablo 2'deki verilere göre fen bilgisi öğretmen adaylarının Bilgisayarlı deney kitlerini tasarladıkları deneylerde kullanabildikleri, cihaza uygun deneyler üretebildikleri ve az da olsa deneyleri günlük yaşamla ilişkilendirerek tasarlayabildikleri görülmüştür. Öğretmen adaylarının ürettikleri deneyleri ve bunların deneme sonuçlarını bilimsel bir içerikle hazırlamada, nitelikli kaynakları kullanmada ve etkili bir sunum yapmada orta düzeyde kaldıkları bu değerlendirmeler sonucunda ortaya çıkmıştır.

Tablo 3. Fen bilgisi öğretmen adaylarının BDK ile tasarladıkları kimya deneylerinin e-Rubrik değerlendirme ölçeğinde yer alan ölçütlere göre sıralama değerleri

BDK ile Tasarlanan Deneyler	Ölçüt 1	Ölçüt 2	Ölçüt 3	Ölçüt 4	Ölçüt 5	Ölçüt 6	Ölçüt 7	Ölçüt 8	Ölçüt 9	Ölçüt 10	Sıralama
CO ₂ gazının Ca(OH) ₂ e etkisi	1	1	-	4	2	1	2	-	1	2	1
Doğal indikatörler	2	2	4	2	1	3	1	-	2	-	2
Safsızlığa bağlı olarak kaynama noktasındaki değişim	3	-	1	3		2	-	-	4	-	3
Çay yapraklarının farklı t °C derişimlerinin kolorimetrik tayini	-	3	-	-	4	-	-	5	3	-	4
Asitli içeceklerin nabıza etkisi	-	-	5	-	-	-	-	3	-	4	5
Ağaç dallarının pH ölçümü	5	4	-	19	5	17	-	18	-	-	6
Dondurulmuş pil yapımı	-	15	-	-	-	-	4	-	-	-	7
Farklı yapıdaki bardakların sıcaklığı tutması	-	-	16	-	-	15	-	15	-	-	8
Güneş kremlerini neden kullanmalıyız?	-	-	-	-	-	16	-	1	5	1	9
Kumaşların ışık geçirgenliği		5	15	16	3	-	-	-	-	3	10
Nabız değişim ölçümü	19	-	3	-	-	4	3	2	16	19	11
pH faktörünün devre üzerindeki akıma etkisinin incelenmesi	-	-	2	1	-	-	5	4	15	5	12
Sıvıların akışkanlığı	4	17	18		15	5	-	-	-	-	13
Dayanıklılık deneyi	18	-	-	5	-	-	15	-	-	15	14
Isının iletimi ve oksijen miktarı değişimi	-	-	-	17	16	-	17	17	17	18	15
Ses frekansının telin kesitine bağlı olarak değişimi	17	16	-		17	-	16	-	-	-	16
Işık şiddetinin etkisiyle sudaki oksijen miktarının değişimi	16	18	17	15	19	18	18	16	19	17	17
Mentos ve kola etkileşimi sonucu basıncın ölçülmesi	15	19	19	18	18	19	19	19	18	16	18

Tablo 3'de yer alan Ölçüt1 ile Ölçüt10'a kadar olan değerler e-rubrik değerlendirme ölçeğindeki ölçüt maddelerini temsil etmektedir. Öğretmen adayları gruplar halinde toplam olarak 18 kimya deneyi tasarlamıştır. Tasarlanan bu deneyler öğretmen adayları tarafından e-rubrik değerlendirme ölçeği aracılığı ile kendi gruplarına puan vermeden değerlendirmişlerdir. Tasarlanan her bir deneyin aldığı puan rubrikteki her bir ölçüt için sıralanarak ölçütün içeriğine göre ilk 5'te ve son 5'te yer alan deneyler belirlenmiştir. İlk 5 deney 1,2,3,4,5 şeklinde, son 5 deney 14, 15,16,17,18 şeklinde gösterilmiştir. Tablo detaylı incelendiğinde öğretmen adaylarının kimya deneyleriyle diğer disiplinlerle karışan deneyleri ayırt edebildikleri görülmüştür. Sıralamanın ilk sırasında yer alan deneyler gerçekten kimya içerikli deneyler olmuştur. Son sıralarda yer alan deneyler ise daha çok fizik içerikli konulara yoğunlaşmaktadır. Öğretmen adaylarının tasarladığı 18 deneyden 8'i kimya 10'u fizik içerikli deney olduğu belirlenmiştir. Bu durumda 18 deneyden 5'nin yapılabilir olduğu bulunmuştur. Deney tasarlama Kimyada Özel Konular dersi içeriğinde olmasına rağmen ve içeriğin kimya olarak belirlenmesine rağmen öğretmen adaylarının fizik deneylerine yönelmesi ilginçtir. Böyle bir yönelimin olmasında çalışmanın yapıldığı dönem içindeki derslere bakmak yeterli olabilir. Çünkü Kimyada Özel Konular dersinin verildiği dönem içerisinde öğrenciler aynı zamanda Fizikte Özel Konular ve Fen Laboratuvar Uygulamaları derslerini de almaktadır. Öğrenciler bu ders içerik ve uygulamalarından etkilenecek çalışmaları gerçekleştirmiş olabilir. Diğer ilginç bir sonuç da ilk 5'e giren deneylerin Ölçüt 9'a göre kaynak kullanımından etkilendiği söylenebilir. Ayrıca öğretmen adaylarının bilgisayarlı deney kitlerini, çevre etkinliklerinde kullanmadıkları görülmüştür. Tablo 3'de öğretmen adaylarının tasarladıkları deneyleri az da olsa günlük yaşamla ilişkilendirebildikleri görülürken bunu sadece kimya deneyleri için sıraladığımızda ne yazık ki tasarlanan deneylerin günlük yaşamla çok ilişkili olmadığı söylenebilir.

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Fen bilimleri dersleri içerik, kapsam ve günlük yaşam için önem yönüyle göz önüne alındığında; bu derslerde öğrenene rehberlik edecek öğretmen veya öğretmen adayının söz konusu becerilere sahip olmanın yanında, bu becerileri öğrencilerine aktaracak bilgi, beceri donanımına sahip olması ve bu amaç doğrultusunda uygun yöntem ve materyal belirleyebilmesi veya geliştirebilmesi gerekmektedir. Bu bilgiler ışığında bu çalışmada; fen bilgisi öğretmen adaylarının ortaokul öğrencilerine fen ve

teknoloji dersinde yer alan kimya kavramlarını öğretebilmek için BDK ile tasarladıkları kimya deneyleri incelenmiş; 10 çeşit ölçüt altında oluşturulan üçlü e-rubrik değerlendirme aracıyla deneylerin BDK ile yapımına, ortaokul öğrencilerine, kimya konularına, fen bilimleri dersine, çevre konularına ve kaynak kullanımına uygunluğu ortaya konmuştur.

Öğretmen adaylarının BDK ile hazırladıkları deneyler incelendiğinde; fen bilimleri dersinin kazanımlarına yönelik 18 deneyin tasarlanabildiği söylenebilir. Ancak bu deneylerden ilk 5'i kimya deneyi için ve son 5'i fizik deneyi için uygun olduğu görülmüştür. Bu deneylerin Kimyada Özel Konular dersi kapsamında ders içeriğine uygun olarak tasarlanması istenmesine rağmen öğretmen adayları BDK ile sınırlı ve yapılabılır düzeyde kimya deneyi tasarlayabilmişlerdir. BDK ile çalışmalar incelendiğinde çalışmaların büyük çoğunluğu fizik kavramlarına yönelik olmuştur (Ayvacı, Özsevgeç ve Aydın, 2004; Caner ve Ogan-Bekiroğlu, 2012; Hollenbeck ve Fisher, 2011; Newton, 1999; Redish, Saul ve Steinberg, 1997; Rodrigues ve Pearce ve Livett; 2001; Sönmez, Dilber, Karaman, ve Şimşek, 2010; Tho ve Hussain, 2011; Thornton, 1987; Yoke Kum ve Kok Aun; 2002). BDK ile daha fazla ve farklı kimya deneylerinin tasarlanabileceği öğretmen adaylarının gerçekleştirdikleri çalışmalarla bu araştırmanın bulgularında gösterilmiştir. BDK ile daha fazla kimya deneyleri geliştirebilmek için kimya deney ölçümlerine uyumlu sensörler geliştirilmeli ya da mevcut sensörler üzerinden beyin fırtınası yapılarak fizik deneylerinin ölçümü için uygun olan sensörleri kimya deneylerinde kullanabilme yollarını aramalı ya da aynı şekilde mevcut sensörlerle yapılacak ölçümleri kimya deneyleri için dolaylı ölçüm yaparak kullanılmalıdır. Ülkemizde haberleşme sektörünün ilerlediği ve öğrencilerde mevcut akıllı telefon ve tablet bilgisayarlarının kullanımı yaygınlaştığından fen bilimleri dersinde akıllı telefonlara veya tabletlere uygun deney kitleri geliştirilmeli ve bu sensörlerin kimya, fizik, biyoloji ve çevre konularında kullanımına yönelik deney tasarımı araştırmaları yapılmalıdır.

BDK okul ya da sınıf dışında fen programları kapsamında yer alan çevre etkinliklerinde kullanılabilir düzeyde tasarlanmıştır. Bu kitler; tablet bilgisayar, sensörler ve ara dönüştürücülerden oluşmaktadır (Aksela, 2011; Rodrigues, Pearce ve Livett, 2001). BDK ile yapılacak çevre etkinlikleri öğrencilerde çevre bilincinin oluşmasında katkı sağlayabilir. Bu maksatla öğretmen adaylarına, BDK ile tasarlayacakları kimya deneylerinin çevre konularına uygun olması gerektiği vurgusu yapılmıştır. Bu vurguya rağmen öğretmen adaylarının tasarladıkları deneylerin çevre konularına uygunluğu düşük seviyelerde kalmıştır. Bilgisayarlı deney kitlerinin çevre konularına uygun olmasına rağmen öğretmen adaylarının çevreyle ilgili

deney etkinliklerini tasarlayamaması öğretmen adaylarının çevreye yönelik ilgilerinin eksik olmasından ya da çevrelerinde olup biten olguları öğrendikleri kavramlarla ilişkilendirememelerinden kaynaklanabilir. Öğretmen adaylarının tasarladıkları deneylerin günlük yaşamla ilişkisini değerlendirmesini isteyen rubrik ölçütlerinde öğretmen adaylarının tasarladıkları deneylerin günlük yaşamla ilişkisinin düşük olması, çevre deneylerini tasarlayamamalarının bir göstergesi olabilir. Bir önceki öneriye ilişkin olarak Fen bilimleri dersinde akıllı telefon veya tablet bilgisayarlara uygun sensörlerle birlikte okul dışı fen etkinliklerinde kullanımına yönelik etkinlikler tasarlanmalı ve geliştirilmelidir.

BDK ile deney tasarlayan öğrencilerin bilimsel bilgiyi anlama, işleme ve aktarma becerilerinin üst seviyelerde gelişmesi beklenir (Rodrigues, Pearce ve Livett, 2001; Sönmez v.d, 2010; Tortosa, 2012). Buna bağlı olarak öğrencilerin bilime yönelik algılarında olumlu gelişmeler ve motivasyonlarında bir artış gözlenebilir (Caner v.d, 2012). Yapılan bu çalışmada öğretmen adayları BDK ile tasarladıkları deneyleri sınıf ortamında sergilemişler ve bilimsel işlem basamaklarını arkadaşlarına sunmuşlardır. Arkadaşlarının rubrik aracılığıyla değerlendirme sonuçlarına göre BDK ile deney tasarlamaya yönelik ortalama puanın orta seviyelerde olduğu, hatta rubrik de yer alan diğer ölçütlere göre en az puan düzeylerinde olduğu görülmektedir. Ayrıca bilgisayarlı deney tasarımına yönelik öğretmen adaylarının yazılı kaynak kullanım oranlarının daha düşük olduğu anlaşılmaktadır. Fen bilgisi öğretmen adaylarının BDK ile deney tasarımıyla ilgili bilimsel yeterliliklerinin az olduğu söylenebilir. Bu kapsamda öğretmen adaylarına BDK ile deney tasarlama etkinliklerinin yanında bilimsel bilginin kullanımına yönelik ek bilgiler verilmesi söz konusudur. Öğretmenlerin fen bilimleri dersinde daha etkili, derslerin akıcı ve ilgi çekici olması açısından öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının akıllı telefon veya tablet bilgisayarlara uyumlu deney kitlerinin kullanılması, tabletlere uygun deney tasarlama ve değerlendirme becerilerinin geliştirilmesi gerekebilir. Bu nedenle eğitim fakültelerinin fen alanlarının olduğu programlarda seçmeli dersler kapsamında bu eksikliğe yönelik ders içeriği oluşturulmalıdır.

Bu sonuçlar ışığında ve ilgili literatür desteğiyle birlikte çalışmanın önerileri şunlardır;

1. e-Rubrik ölçme aracının "Bilgisayarlı deney kitlerinin çevre eğitimi etkinliklerinde kullanımı" ölçütüne göre öğrencilerin orta düzeyde performans sergilediği görülmüştür. Bu sonuca göre öğrencilerde çevre farkındalığına ilişkin bilgisayarlı deney kitlerinin kullanıldığı çevre eğitimi etkinlikleri geliştirilmelidir.

2. e-Rubrik ölçme aracının "BDK ile hazırlanan deney tasarımlarının bilimsel bilgi içeriği ve anlaşılabilirliği" ölçütüne göre öğrencilerin orta düzeyde performans göstermiştir. Bu sonuca göre öğrencilerde bilimin doğası, bilimsel süreç becerileri, analitik düşünme becerileri geliştirilerek BDK ile deney tasarımına geçilmelidir. Bunun için öğrencilerin bilimin doğası kavramlarını, bilimsel süreç becerilerini ve analitik düşünme becerilerini değerlendiren ölçme araçlarından faydalanarak öğrenci seviye düzeylerine göre deney tasarlatılmalıdır.

3. BDK ile tasarlanan deneylerin e-Rubrik ölçme aracıyla grupların ortak ve uzmanların bağımsız değerlendirmesi ile yapılmıştır. Tasarlanan bu deneylerin değerlendirilmesinde farklı değerlendirme araçları kullanılabilir. Ayrıca Fen bilgisi öğretmenlerinin görüşleri alınarak tasarımların değerlendirilmesi ayrıntılandırılabilir.

4. Bu çalışmada öğrencilere konu başlıkları verilerek bilgisayarlı deney setleriyle deney tasarımları istenmiştir. Bunun yerine öğrencilere bir kimya deneyi gösterilerek onlardan bu deney sonuçlarını bilgisayarlı deney kitleri aracılığıyla doğrulayıcı alternatif ölçümler ve deneyler geliştirmeleri istenebilir.

5. Öğrencilerin BDK ile tasarladıkları deneylerin tümü günlük yaşamla ilişkili deneylerdir. Bu maksatla tasarlanan deneyler kimya derslerinde "Bağlam (Yaşam) Temelli Öğrenme Yaklaşımı"nın kullanıldığı kimya etkinliklerinde kullanılabilir.

KAYNAKÇA

- Abdüsselam, M.S. 2014. Fizik öğretiminde artırılmış gerçeklik ortamlarının kullanımlarına ilişkin öğretmen Ve öğrenci görüşleri: 11. sınıf manyetizma konusu örneği. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 4(1), 59-74.
- Aksela, M.K. 2011. Engaging students for meaningful chemistry learning through microcomputer-based laboratory (MBL) inquiry. *Educación Química Eduq.* 9: 30-37.
- Ayvacı, H.Ş., Özsevgeç, T. ve Aydın, M. 2004. Data logger cihazının ohm kanunu üzerindeki pilot uygulaması. *The Turkish Journal of Educational Technology*, 3(3), article 13.
- Bozdoğan, A.E. 2008. Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilim merkezlerini fen öğretimi açısından değerlendirmesi: Feza Gürsey bilim merkezi örneği. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1), 19-41.

- Bülbül, M.Ş. 2012. *Fatih projesi öncesi mikrobilgisayar temelli laboratuvar uygulamaları ve ders kitapları*. 26.01.2014 tarihinde <http://fizikli.com/cevrimici/CCUYGULAMA/5-2012.pdf> adresinden alınmıştır.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E. A., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., ve Demirel, F. 2014. *Bilimsel araştırma yöntemleri* (17. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Can, M.H. 2013. İlköğretim öğrencilerinin bilim merkezindeki deney setleri hakkındaki görüşleri ve öğrenme. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi Özel Sayı* (1), 219-229.
- Caner, F. ve Ogan-Bekiroğlu, F. 2012. Implementation of microcomputer based laboratory in physics class: students' perceptions. *INTED2012 Proceedings*, 3163-3166.
- Fleiss, J.L. 1971. Measuring nominal scale agreement among many raters. *Psychological Bulletin*, 76(5): 378-382
- Hollenbeck, J.E. and Fisher, M. 2011. How the shining star project improved mathematics and science learning with the inclusion of data-loggers and teacher professional development in greater clark schools. *Online Submission*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED520223).
- Kan, A. 2007. Performans değerlendirme sürecine katkıları açısından yeni program anlayışı içerisinde kullanılabilecek bir değerlendirme yaklaşımı: Rubrik puanlama yönergeleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 7(1), 129-152.
- Kanık, E.A., Temel, G.O., ve Kaya, İ.E. 2010. Fleiss Kappa ve Krippendorff Alpha uyum katsayılarının örneklem genişliği, değerlendirici sayısı ve kullanılan ölçeğin kategori sayısından etkilenme durumları üzerine bir benzetim çalışması. *Türkiye Klinikleri Journal of Biostatistics*, 2(2), 74-81.
- Karasar, N. 2005. *Bilimsel araştırma yöntemi* (15. baskı). Ankara: Nobel Yayınları.
- Newton, L. 1999. Data-logging in the science classroom: approaches to innovation. In *Second International Conference of the European Science Education Research Association (ESERA)*.
- Osborne, J. and Hennessy, S. 2003. *Literature review in science education and the role of ICT: Promise, problems and future directions*.

Bristol: Nesta FutureLab. <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00190441/>

- Parlak, B., ve Doğan, N. 2014. Dereceli puanlama anahtarı ve puanlama anahtarından elde edilen puanların uyum düzeyleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(2), 189-197.
- Redish, E.F., Saul, J.M. and Steinberg, R.N. 1997. On the effectiveness of active-engagement microcomputer-based laboratories. *American Journal of Physics*, 65, 45.
- Sezer, S. 2005. Öğrencinin akademik başarısının belirlenmesinde tamamlayıcı değerlendirme aracı olarak rubrik kullanımı üzerinde bir araştırma. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 61-69.
- Sönmez, E., Dilber, R., Karaman, İ., ve Şimşek, D. 2010. Fizik laboratuvarında kullanılan deney malzemeleri üzerine bir çalışma. *Atatürk Üniversitesi Kâzım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi/Journal Of Kâzım Karabekir Education Faculty*, 11.
- Rodrigues, S., Pearce, J. and Livett, M. 2001. Using video analysis or data loggers during practical work in first year physics, *Educational Studies*, 27 (1), 31-43, DOI: 10.1080/03055690020002116
- Tho, S., and Hussain, B. 2011. The Development of a microcomputer-based laboratory (MBL) system for gas pressure law experiment via open source software. *International Journal of Education and Development using ICT*, 7(1), 42-55.
- Thornton, R.K. 1987. Tools for scientific thinking-microcomputer-based laboratories for physics teaching. *Physics Education*, 22(4), 230.
- Tortosa, M. 2012. The use of microcomputer based laboratories in chemistry secondary education: Present state of the art and ideas for research-based practice. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(3), 161-171.
- Tuncel, G. 2011. Sosyal bilgiler dersinde rubriklerin etkili kullanımı. *Marmara Coğrafya Dergisi* 23, 213-233.
- Yoke Kum, W. and Kok Aun, T. 2002. Data-logging in practical science. *React*, 2, 141-146.

