

Science Education Laboratories in Turkey: Difficulties and Proposals

Türkiye'de Fen Bilgisi Laboratuvarları: Zorluklar ve Öneriler

Uğur Böyük^{a,*}, Mustafa Erol^b

^aErciyes University, Education Faculty, Dept. of Primary Education, 38039, Kayseri - Turkey

^bBozok University, Faculty of Arts and Science, Dept. of Physics, 66200, Yozgat - Turkey

*boyuk@erciyes.edu.tr, merol@erciyes.edu.tr

Abstract. *Students can confront with many difficulties when learning complex scientific concepts. The experimental activities conducted to help students overcome these difficulties enable them to learn scientific concepts, theories and laws. In Turkey, especially in rural areas, the lack of laboratory facilities and the lack of opportunities for teachers to get professional education in experimental studies are the major factors that cause fail in the provision of experimental activities at the elementary and secondary schools. Therefore, there is a need to establish central laboratories which allows teachers to get professional education. These laboratories allows both teachers and students get the information whenever they want and enable them to get lifelong learning.*

Keywords. Science education, vocational education, central laboratory, Turkey

Özet. *Fen eğitimindeki karmaşık kavramların, öğrenciler tarafından anlaşılmasının sağlanmasında birçok zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu zorlukların üstesinden gelebilmek için yapılan deneysel aktiviteler öğrencilere kavramları, teorileri ve yasaları öğrenmede oldukça yarar sağlar. Türkiye'de özellikle kırsal kesimde laboratuvar şartlarının iyi olmaması ve öğretmenlerdeki mesleki eğitim eksiklikleri ilköğretim ve ortaöğretimde deneysel uygulamaların yetersiz kalmasına neden olmaktadır. Bu kapsamda sürekli mesleki eğitim verebilecek merkezi laboratuvarlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu laboratuvarlar sayesinde gerek öğretmenler gerekse öğrenciler bilgiye istedikleri zaman ulaşabilecek ve hayatboyu öğrenme olgusu kazanacaklardır.*

Anahtar Kelimeler. Fen eğitimi, mesleki eğitim, merkez laboratuvar, Türkiye

1. Giriş

Fen bilimlerinin ve ona dayalı olarak üretilen teknolojilerin toplumların gelişmesine sağladığı katkılar sayılamayacak kadar çoktur. Bu nedenle fen öğretiminin önemi her geçen gün artmaktadır. Günümüzde gelişmiş ülkeler, gelecekte güçlü ve söz sahibi olmanın ancak fen alanında uzman insanlar yetiştirerek mümkün olabileceği düşüncesiyle fen öğretimine büyük önem vermektedirler [1]. Çocukların feni öğrenmesi dünyayı tanımalarına ve karşılaştıkları problemlere çeşitli çözüm yolları bulmalarına yardımcı olmaktadır. Özellikle küçük yaşta çocuklara fen eğitimi verilirken, onlara rehberlik edilmeli, keşfederek ve eğlenerek öğrenmeleri sağlanmalı, endişeleri ve korkuları en aza indirilmelidir. Ancak bu sayede çocuklar fenden zevk alabilirler [2-3].

Fen bilimlerini diğer bilimlerden ayıran önemli özellikler; öncelikle deneye, gözleme, keşfe önem vererek öğrencinin soru sorma, araştırma yapma becerisini geliştirme, hipotez kurabilme ve ortaya çıkan sonuçları yorumlayabilme olanağı sağlamasıdır [4-5]. Daunt'a göre [6] öğrencilerin öğrenmesinde en fazla kullanılan araçlar sözcüklerdir, fakat sözcükler öğrencilerin zihinlerinde somut olarak canlanamamaktadır. Bu nedenle öğretmen, ne kadar fazla duyu organına hitap ederse öğrenme de o oranda artacaktır. Araç-gereçlerin olabildiği kadar çok kullanımı, eğitimde soyut bilgi ve kavramların somuta dönüşmesini sağlayacaktır.

Bilim ve teknolojinin baş döndürücü bir hızla geliştiği günümüzde fen bilgisi eğitimi çok farklı teknik ve yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemler içerisinde önemli olanlardan bir tanesi de laboratuvar yöntemidir [7]. Laboratuvar yöntemi; fen bilimleri ile ilgili temel bilgileri içeren deneylerin bizzat öğrenciler tarafından yapılarak öğrenilmesini amaçlamaktadır. Aynı

zamanda, bu yöntemin öğrencilerde; akıl yürütme, eleştirel düşünme, ilmi bakış açısı kazandırma ve problem çözme yeteneklerini geliştirme başta olmak üzere pek çok olumlu etki yaptığı bilinmektedir. Bu yüzden laboratuvar uygulamaları, fen eğitiminin ayrılmaz bir parçası ve odak noktasıdır [8].

2. Türkiye’de fen bilgisi laboratuvar eğitimi ve karşılaşılan zorluklar

Türkiye’de Millî Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanan fen programlarında, laboratuvar kullanımına amaçlar bazında özel önem verilmektedir. Fakat hem ilköğretim hem de orta öğretimde görev yapan öğretmenlerin ders uygulamalarında laboratuvar kullanımına çok fazla dikkat etmedikleri ortaya çıkmıştır [9]. Özellikle fen bilgisi eğitiminde laboratuvarların, bir konu veya kavramın öğrenciye öğretilmesinde en etkili yöntemlerin başında geldiği düşünüldüğünde olayın ciddiyeti ortaya çıkmaktadır. Fen öğretiminde laboratuvar yönteminin kullanılmasının; (1) öğrencilerin fen eğitim-öğretim sürecine aktif katılmalarını, (2) içinde kendi düşünce ve çabalarının yer aldığı araştırmalara katılmalarını, (3) kişisel gözlemlerle merak ettikleri konular hakkında yeni fikirler elde etmelerini, (4) kavramlar arası ilişkiler kurabilmelerini, (5) bilimsel gerçeklere ulaşma yollarını öğrenmelerini, (6) öğrendikleri teorik bilgileri pratikte kullanabilmelerini, (7) somut öğrenme deneyimleri kazanmalarını ve (8) fen derslerine karşı olumlu tutumlar geliştirmelerini sağlayabildiği belirtilmektedir [9-10]. Dolayısıyla tüm okullarda fen laboratuvarlarının kurulması ve kullanılmasının büyük önem taşıdığı bir gerçektir.

Türkiye’de Fen öğretiminde laboratuvar kullanımının önemi anlaşılmasına karşın uygulamalar noktasında bir çok eksikliklerle karşılaşmaktadır. Bu eksiklikleri kapatabilmek amacıyla Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından müfredat değişikliklerine gidilmiştir. Türkiye’de ilköğretim alanında 1965 yılından sonra yapılan en köklü değişiklik 2004 yılındaki pilot uygulamalarla başlayan program değişiklikleridir [11]. Yeni müfredata göre ilköğretim ve ortaöğretimde ezberciliğin terk edilmesi ve Avrupa standartlarında bir eğitim hedeflenmiştir. Öğrencilerin kendilerini ifade edebilme kabiliyetlerinin gelişmesi ön plana çıkarılmış ve anlatımdaki başarılarının öğrencinin karnesine de yansıtılması

planlanmıştır. Öğrencilerin ilgisi ‘Deneyelim Görelim’, ‘Gözlem Yapalım’ gibi öğrenci merkezli aktivitelerle zenginleştirilmiştir. Fakat bu değişikliklerin tam anlamıyla hedeflerine ulaştığı ve problemleri tamamen çözdüğü söylenemez.

Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) tarafından ülkelerin eğitim kalitelerini değerlendirmek amacıyla üç yılda bir *Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA)* araştırması yapılmaktadır. Bu araştırma sonuçlarına göre Türkiye’deki öğrencilerin fen bilimleri alanlarındaki bilgi ve becerilerinin geliştirilemediği çok açıktır. 2003 yılında fen bilimleri alanında 40 ülke arasında 434 puanla 35’nci olabilen Türkiye, son olarak 2006 yılında 57 ülkede 15 yaş grubundaki yirmi milyon öğrenciyi temsil eden 400 bin öğrenci üzerinde yapılan araştırma sonucuna göre de 57 ülke arasında ancak 44’ncü sırada yer alabilmiştir [12].

2.1. Laboratuvarların Yetersizliği

Türkiye’de kalabalık genç nüfusa hitap edecek yeterli sayıda fen bilgisi laboratuvarı yoktur. Öğretmen ve okul yöneticileri laboratuvar sayılarının azlığından ve fiziki şartların yetersizliğinden şikayet etmektedirler. Buna karşın birçok okulda laboratuvarın olduğu fakat etkin bir şekilde kullanılmadığı görülmektedir [13]. Liselerde fizik laboratuvar dersleri konusunda, öğrencilere uygulanan çoktan seçmeli anket sorularından elde edilen bulgular 5 ana başlık altında yüzdelerine göre incelenerek Tablo 1’de verilmiştir [14].

Tablo 1. Laboratuvarların Etkin Kullanımını Belirleyen Faktörlerle İlgili Öğrenci Görüşleri (N=100) [14].

	Hayır (%)	Kısmen (%)	Evet (%)
Laboratuvarda bulunan araç-gereç sizce yeterli mi?	48	49	3
Laboratuvar kılavuzu deneyi anlayıp yapabilmeye yardımcı oluyor mu?	3	73	24
Laboratuvar ortamı sizi deneye motive ediyor mu?	33	56	11
Deney sonunda yazdığımız raporlar deneyi kavramanıza yardımcı oluyor mu?	14	50	36
Mezun olduğunuz lisede fizik derslerinde laboratuvar uygulaması yaptınız mı?	45	33	22

Tablo 1'de laboratuvarların araç-gereç açısından yetersiz kaldığı, öğrencilere yapılacak deneyler noktasında rehberlik eden laboratuvar kılavuzlarının iyi hazırlanmadığı ve birçok öğrencinin fen derslerinde laboratuvar uygulaması yapmadan mezun oldukları görülmektedir.

2.2. Öğretmenlerdeki Tedirginlik ve İsteksizlik

Mevcut laboratuvarlarda öğretmenler tarafından uygulamalar yapılmayışının bir başka nedeni de öğretmenlerin deney yapmaya karşı duydukları tedirginliktir. Öğretmenler deney için hazırlık yapma, deney düzeneğini kurma ve işleniş noktasında isteksiz davranmaktadırlar. Bu isteksizlik öğretmenin kendi eğitiminde bu davranışları kazanamamasından, konu ve deneylere hakim olmamasından ve laboratuvar malzemelerinin kırılıp, bozulmasından endişe edip sorumluluk almaktan çekinmesinden kaynaklanmaktadır.

2.3. Öğretmenlerin Mesleki Eğitim Eksikliği

Türkiye'de ilk ve orta öğretim kurumlarında çalışan öğretmenlerin laboratuvarların amaç ve uygulamaları hakkında yeterli mesleki eğitim almadıkları ve bu nedenle kendilerini yeterli görmedikleri, okullardaki araç-gereç yetersizliği gibi sorunlardan dolayı laboratuvar çalışmalarını etkin bir şekilde yürütemedikleri bilinmektedir [15-16]. Ayrıca, öğretmenlerin çoğunun laboratuvar araç-gereçlerini iyi tanımadıkları, ne amaçla ve nasıl kullanacaklarını bilmediklerini ortaya koyan çalışmalar da vardır [9,17].

Deney malzemeleri, laboratuvar düzeni, kimyasal maddeler ve deney malzemesinin saklanması, yangın söndürme, ilkyardım gibi konularda öğretmenlere verilen eğitim yetersiz kalmaktadır. Laboratuvarda gözlük, önlük ve eldiven kullanımı gibi temel güvenlik önlemleri konularında eğitimler verilmelidir (Şekil 1). Hizmet öncesi eğitim sürecinde; laboratuvar uygulaması için gerekli bilgi ve beceriyi kazanamayan öğretmenler, görevlerinde yetersiz bir laboratuvar ortamıyla karşılaştıklarında deney yapmakta zorluk çekmektedirler. Ayrıca, müfredattaki değişiklikler ve yenilikler öğretmenlerin laboratuvar çalışmaları yapmalarını güçleştirmektedir.



Şekil 1. Laboatuvarda basit güvenlik önlemleri: gözlük, önlük ve eldiven kullanımı

Bazı araştırma sonuçları ise fen bilgisi alan öğretmenlerinin laboratuvarlara pek fazla önem vermediklerini ve dolayısıyla derslerini laboratuvarlarda işlemek istemediklerini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte derslerinde laboratuvar çalışmalarına önem vermeyen öğretmenlerin birçoğunun ise mezun oldukları üniversitede laboratuvar alışkanlığı kazanmayan veya kazandırılmayan, okullarında laboratuvar imkânı olmayan kişiler olduğu belirlenmiştir [18-20].

3. Öneriler

Türkiye'de ilköğretim ve ortaöğretim fen bilgisi laboratuvar uygulamalarında karşılaşılan eksiklik ve zorlukların giderilebilmesi için bazı çözüm önerileri aşağıda sıralanmıştır;

3.1. Laboratuvar Şartlarının İyileştirilmesi

Laboratuvar uygulamalarının teorik derslerle paralel bir şekilde yürütülmesi için laboratuvar şartlarının iyileştirilmesi gerekmektedir. Deney gruplarındaki öğrenci sayısı azaltılarak öğrencilerin deneyleri bizzat kendilerinin yapmaları sağlanmalıdır. Düzenli, temiz, ferah ve fen konuları ile ilgili bilgileri içeren afiş-poster gibi materyallerle öğrencileri motive edici bir laboratuvar ortamı oluşturulmalıdır. Malzeme eksikliği söz konusu olduğu durumlarda sanal laboratuvarlar ve simülasyonlarla dersler daha verimli hale getirilmelidir, öğretmenler bu konularda eğitilmelidir. Laboratuvarda bulunan araç-gereçlerin gerekli durumlarda tamir, bakım ve onarımı için periyodik olarak bir teknisyenden yardım alınmalıdır.

Son yıllarda Milli Eğitim Bakanlığı'nın okulların bilgisayar donanımına verdiği önem göze çarpmaktadır. Benzer şekilde fen laboratuvarlarında da bir kampanya dâhilinde iyileştirmeler yapılması oldukça önemli ve gereklidir.

3.2. Merkezi Laboratuvarlar Kurulması

Özellikle kırsal kesimde görev yapan öğretmenlerin deneysel aktiviteler yaparken karşılaştıkları araç-gereç ve bilgi eksikliğini çok hızlı ve kolay bir şekilde giderecek merkezi laboratuvarlar kurulmalıdır. Öğretmenin deney yaparken bir problemle karşılaşmaları durumunda hızlı bir şekilde destek alabileceği sürekli açık bir laboratuvar merkezinin olması önemlidir. Merkezi laboatuvar uygulamasının bir örneği Yunanistan'da "Doğal Bilimler Merkezi Laboratuvarı (EKFE)" ismiyle faaliyet göstermektedir [21]. Türkiye'de de bu tür merkezi laboratuvarların hemen hemen her ilde kurulması gerekmektedir. Bu sürekli eğitim merkezlerinde deneylerle ilgili gerek öğretmenlere gerekse öğrencilere ihtiyaç duydukları anda bilgi ve malzeme desteği sağlanmalıdır. Ayrıca bu merkezlerde kolaylıkla temin edilebilecek malzemeler kullanılarak yapılabilecek deneyler tasarlanarak, kırsal kesimde görev yapan öğretmenlere 'hands-on' deneyleri ve "minds-on" aktiviteleri hakkında hizmet içi eğitimler verilmelidir (Şekil 2). EKFE örneği incelendiğinde, orta büyüklükte bir merkezi laboatuvarın en az 50 okula hizmet verebileceği ve böylece kısıtlı imkânlarla sahip kırsal kesimdeki okullarda da deneyler yapılabilir duruma gelmesinin sağlanacağı görülmüştür.



Şekil 2. Hands-on deney örnekleri

3.3. Laboratuvar Derslerinin Önemli Hale Getirilmesi

Öğrenci başarısının değerlendirmesinde deneysel uygulamalar daha ağırlıklı olarak

dikkate alınmalıdır. Öğrencinin kolay anlayacağı, içeriği zengin laboratuvar kılavuzları hazırlanmalıdır. Ayrıca, fen derslerinde laboratuvar uygulamalarına daha fazla zaman ayrılmalı ve öğrencilerin deneysel aktivitelere bizzat katılımı sağlanmalıdır. Örneğin ilköğretimde; haftada 4 saat olan fen ve teknoloji dersinin en az 2 saati laboratuvar uygulamaları olarak değerlendirilmelidir.

3.4. Öğretmenin Motivasyonunun Artırılması ve Hayatboyu Öğrenme Olgusunun Kazandırılması

Öğrencilere bilimin sevdirebilmesi için öğretmenlerin deneysel aktiviteler noktasında iyi motive edilmesi ve periyodik olarak mesleki eğitim verilmesi gerekir. Türkiye'de Fizik, Kimya ve Biyoloji öğretmenliği veya alanlarından mezun olup, ataması yapılan birçok Fen Bilgisi öğretmeni bulunmasına karşın, bu öğretmenlere mezun oldukları alan dışı konuların öğretimine yönelik yapılan hizmet içi eğitim çalışmalarının sayısı oldukça yetersizdir. Bu öğretmenler göreve başladıkları ilk yıllarda fen bilgisi derslerinde kendi alanı dışındaki konularda öğrencilere uygulama yaptırmada noktasında birçok problemle karşılaşmakta ve sonuçta da ilerleyen yıllarda deneysel uygulamalar noktasında isteksiz davranmaktadırlar. Bu bağlamda alan dışı konuların öğretimine yönelik hizmet içi seminerlerin artırılması, öğretmenlerin motivasyon ve öğrenme içgüdülerinin sürekli canlı tutulması gerekmektedir. Öğretmenlerin Portekiz örneğinde olduğu gibi lisans ve yüksek lisans eğitimleri sürecinde özellikle deney sistemi tasarlama noktasında bilgi ve becerilerini geliştirici çalışmalara ağırlık verilmelidir.

Fen bilgisi öğretmenlerinin bilgi ve deneyimleri paylaşacakları ve birbirlerinin derslerini dinleyecekleri ortamlar ve olanaklar hazırlanmalıdır. Öğretmenlerin Avrupa'daki deneysel uygulamalar hakkında bilgilenebilecekleri ortamlar sağlanmalıdır. Ortak projeler yapılmalı ve yeni gelişmeler takip edilmelidir. Öğretmenlerin, meslektaşlarıyla fikir alışverişinde bulunabilecekleri 'Hands on Science' benzeri bilim ağı (network) sempozyumlarına [22] aktif katılmaları teşvik edilmelidir. Öğretmenler, tasarladıkları pratik deney düzeneklerini bu sempozyumlarda sunmalı ve dünyadaki güzel uygulamaları da görmeleri sağlanmalıdır.

3.5. Bilim Merkezi Gezileri, Teknik Geziler ve Bilim Günleri Organizasyonları

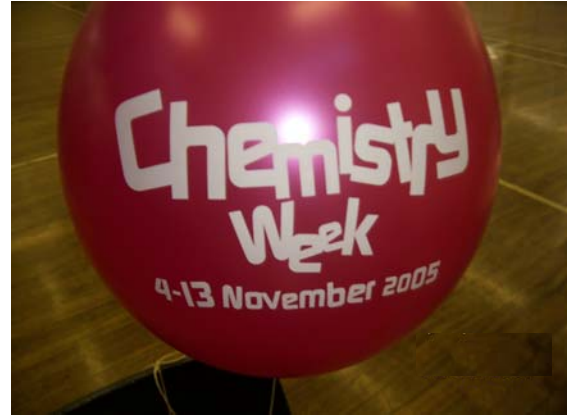
Bilim Merkezleri öğrencilerin eğlenerek bilim öğrenebilecekleri yerlerdir. Son yıllarda İngiltere’de fizik, kimya ve biyoloji gibi fen bilimlerine ilginin azalması nedeniyle, bilime olan ilgiyi arttırmak için çok sayıda bilim merkezi kurulmuştur [23]. Benzer şekilde Amerika’da San Francisco başta olmak üzere çok sayıda bilim merkezi ve bilim müzesi vardır [24]. Türkiye’de *Feza Gürsey Bilim Merkezi*, *Şişli Belediyesi Bilim Merkezi*, *ODTÜ Toplum ve Bilim Merkezi* gibi bilim merkezlerinin sayıları artırılmalı ve bu merkezlerden daha fazla öğrencinin yararlanması sağlanmalıdır. Kırsal kesime hizmet edecek ‘Gezici Bilim Merkezleri’ kurulmalıdır. Gezici bilim merkezine İngiltere’de Bristol Üniversitesi tarafından yürütülen *ChemLabS Mobile Teaching* projesi [25] ve Institute of Physics (IOP) tarafından yürütülen *Lab in a Lorry* projesi [26] güzel örneklerdir (Şekil 3).



Şekil 3. Lab in a lorry

Okul yöneticileri ve öğretmenler periyodik olarak bilim merkezi gezileri ve teknik geziler düzenlemeli ve ‘*Bilim Günleri*’ organize etmelidirler. Sosyal sorumluluk gereği, edinilen tecrübelerin komşu okullara yaygınlaştırılması da teşvik edilmelidir (Şekil 4).

Okulda organize edilecek ve uzman kişiler davet edilerek yapılacak gösterilerle bilime ilginin artırılacağı bir gerçektir. Bu ve benzeri uygulamalar bilim ve fenin daha iyi anlaşılmasını sağlayacak, öğrencilerin bilim ve deneylere karşı tutum ve davranışlarını olumlu yönde etkileyecektir.



Şekil 4. Bilim Günleri Örneği: Chemistry Week

4. Teşekkür

Bu çalışma Avrupa Komisyonu’nun Hayatboyu Öğrenme Programı Leonardo da Vinci mesleki eğitim programı tarafından desteklenmektedir. Kontrat No: LLP-LDV-TOI-2007-TR-038. Yazarlar, Avrupa Birliği Komisyonu’na ve Türkiye Ulusal Ajansı’na desteklerinden dolayı teşekkür eder.

5. Kaynaklar

- [1] Gürses A, ve diğ. Fen Eğitimi: Kültürel Bir Bakış. Kastamonu Eğitim Dergisi 2004; 12(1): 31-40.
- [2] Cho H, Kim J, Choi DH. Early Childhood Teachers’ Attitudes Towards Science Teaching: A Scale Validation Study. Educational Research Quarterly 2003; 27 (2): 33-42.
- [3] Wilson JD, and others. Science Fairs : Promoting Positive Attitudes Towards Science From Students Participation. Student Journal 2004; 38 (1).
- [4] Odubunni O, Balagun TA. The Effect of Laboratory and Lecture Teaching Methods on Cognitive Achivement in Integrated Science. Journal of Research in Science Teaching 1991; 28: 213-224.
- [5] Çilenti K. Fen Eğitimi Teknolojisi, Kadioğlu Matbası, Ankara, 1985.
- [6] Daunt B. Öğreticinin El Kitabı, Çev: H. Kalkandelen, Pegem Yayıncılık, Ankara; 1997.
- [7] Lawson AE. Science Teaching and the Development of Thinking, Wadsworth Pres; California: 1995.

- [8] Serin G. Fen Eğitiminde Laboratuvar, Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu. Maltepe Üniversitesi 2002: 403-406.
- [9] Ayas A, Akdeniz AR, Çepni S. Fen Bilimleri Eğitiminde Laboratuvarın Yeri ve Önemi-I : Tarihsel Bir Bakış. Çağdaş Eğitim 1994; 204: 21-25.
- [10] Collette AT, Chiappetta EL. Science Instruction in the Middle Secondary Schools, (2nd Edition). Merrill Publishing Company; 1989.
- [11] Arzu KAYMAK, Yeni İlköğretim Müfredatının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2008.
- [12] PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World, © OECD 2007
- [13] Erdemir M, Aydın A, Soylu H. İlköğretim Okulları 4. ve 5. Sınıflarda Fen Bilgisi Dersini Yürüten Öğretmenlerin Karşılaştıkları Sorunlar. Kastamonu Eğitim Dergisi 1999; 7(2): 31-40.
- [14] Akdeniz AR, Karamustafaoğlu O. Fizik Öğretimi Uygulamalarında Karşılaşılan Güçlükler. Türk Eğitim Bilimler Dergisi 2003; 1(2): 193-202.
- [15] Çepni S, Akdeniz AR, Ayas A. Fen Bilimlerinde Laboratuvarın Yeri ve Önemi-III. Çağdaş Eğitim 1995; 206: 24-28.
- [16] Sılay İ, Çallica H, Kavcar N. Türkiye'deki Liselerde Fizik Eğitimine İlişkin Bir Anketin Değerlendirilmesi. III . Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, KTÜ, Trabzon 1998: 126-128.
- [17] Akdeniz AR, Çepni S, Azar A. Fizik Öğretmen Adaylarının Laboratuvar Kullanım Becerilerini Geliştirmek için Bir Yaklaşım, III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, KTÜ, Trabzon 1998: 118-125.
- [18] Değirmençay ŞA. Fizik Öğretmenlerinin Laboratuvar Becerileri, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü; Trabzon: 1999.
- [19] Üstüner İŞ, Ersoy Y, Sancar M. Fen / Fizik Öğretmenlerinin Hizmet İçi Eğitim ve Sempozyumlardan Beklentileri, IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi; Ankara: 2000.
- [20] Şahin Y. Türkiye'deki Bazı Üniversitelerin Eğitim Fakültelerindeki Temel Fizik Laboratuvarlarının Kullanımı ve Uygulanan Yaklaşımların Değerlendirilmesi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü; Trabzon: 2001.
- [21] www.ekfe.gr
- [22] <http://www.hsci.info>
- [23] <http://www.sciencelearningcentres.org.uk>
- [24] <http://www.astc.org>
- [25] <http://www.chemlabs.bristol.ac.uk>
- [26] www.labinalorry.com