

Improvement of Innovative Science Experiments Criteria with Science Teachers

Merve Cin^{1**}, Suat Türkoğuz¹

¹Dokuz Eylül University, Buca Faculty of Education, İzmir, Turkey

Keywords

Inquiry-based learning, Science experiments criteria, Innovative science experiments

Article History

Received
14.01.2018
Accepted
24.05.2018
Published
31.07.2018

Abstract

The aim of this study is to improve inquiry based science experiments' criteria by science teachers and put forth the relationship between them. In order to improve the criteria, 45 science teachers working in İzmir participated in the workshop held at Buca Education Faculty of Dokuz Eylül University. The sub criteria of the main criteria determined from the literature were formed together with them. The main criteria are: Curiosity, Safe, Simple, Economic, Enjoyable and Relevant. The science experiment with these criteria was defined as the "Innovative Science Experiment" (ISE). As sub criteria of "curiosity" are; science experiment allows students to listen with interest, directs them to research and activates their imagination. The "simple" criterion contains: materials in the science experiment include the simplest, understandable, easy-to-find, the levels of the experiment are easy to understand, prevent the creation of misconceptions. The "safe" criterion covers both the physical security of the materials and the learning environment as well as the psychological safety. "Economical" has been dealt with in terms of experiment budget, effective use of time and curriculum. "Enjoyable criteria" are about; student's interest, motivation and attitude. The "related" criterion is used in the meaning of the lesson's gains and its relevance to daily life. After the criteria were converted to the 3-point likert type scale, the structure, reliability and descriptive analyzes were made. Among the six criteria, "curiosity, enjoyable and related" and "simple, economic and safe" have higher correlations with each other. It is aimed to use the improved criteria to prepare inquiry based activities or to evaluate the planned experiments. Thus, a more effective learning - teaching environment can be created. These basic criteria can be supplemented with additional criteria such as "design", "technology" and "interdisciplinary" in accordance with the curriculum, the subject and the structure of the changing educational philosophies.

** Correspondence to Merve Cin,  Dokuz Eylül University, Buca Faculty of Education, İzmir, Turkey.  Email: merveoztascin@gmail.com

Yenilikçi Fen Deney Kriterlerinin Alan Öğretmenleriyle Geliştirilmesi *

Merve Cin^{1**}, Suat Türkoğuz¹

¹Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, İzmir, Türkiye

Anahtar Kelimeler

Sorgulamaya dayalı öğrenme, Fen deney kriterleri, Yenilikçi Fen Deneyleri

Makale Tarihi

Alındı
14.01.2018
Kabul Edildi
24.05.2018
Basıldı
31.07.2018

Özet

Bu çalışmanın amacı, sorgulamaya dayalı fen deneyleri kriterlerinin fen bilimleri öğretmenleriyle geliştirilmesi ve kriterler arasındaki ilişkinin ortaya konmasıdır. Ölçeğin oluşturulması için Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi'nde yürütülen çalışmaya İzmir'de görev yapan 45 fen bilimleri öğretmeni katılmıştır. Katılımcı öğretmenlerle çalışmada, literatürden belirlenen ana kriterlerin alt kriterleri oluşturulmuştur. Belirlenen ana kriterler: Merak, Güvenli, Basit (yalın), Ekonomik, Eğlenceli ve İlişkili şeklindedir. Bu kriterlere sahip fen deneyi "Yenilikçi Fen Deneyi" (YFD) olarak tanımlanmıştır. "Merak" kriteri; öğrencilerin fen deneyini ilgiyle dinlemesini, araştırmaya yönelmesini, deney yaparken hayal gücünü harekete geçirmesini kapsar. "Basit" kriterine göre YFD, malzemeleri kolay bulunur, öğrencinin anlayabileceği basitliktedir ve kavram yanlışlarının oluşmasını engeller. "Güvenli" kriteri, hem deney malzemelerinin, ortamın fiziksel güvenliğini hem de psikolojik güvenliğini kapsamaktadır. "Ekonomik" kriterinde deney bütçesi, etkili zaman kullanımı ve kazanımların belirlenen sürede öğretimi açısından değerlendirilmektedir. "Eğlenceli" kriterinde; öğrencinin ilgisi, motivasyonu, tutumu ön plandadır. "İlişkili" kriterinde deneyin günlük hayatla ilişkilendirilmesi önemsenmektedir. Kriterler, 3'lü likert tipi ölçeğe dönüştürüldükten sonra yapı, güvenilirlik ve betimsel analizleri yapılmıştır. Belirlenen 6 kriter arasında, "Merak, Eğlenceli ve İlişkili" kriterleri birbirleriyle, "Basit, Ekonomik ve Güvenli" kriterleri de birbirleriyle daha yüksek korelasyona sahip olduğu belirlenmiştir. Geliştirilen kriterlerle, sorgulamaya dayalı etkinlikler hazırlanması ya da planlanan deneylerin değerlendirilmesinde kullanılması ve böylece daha etkili öğrenme - öğretme ortamı oluşturulması hedeflenmiştir. Bu temel kriterlere; kazanımlara, konuya ve değişen eğitim felsefelerinin yapısına uygun olarak "tasarım", "teknoloji" ve "birden fazla disiplini barındırma" gibi ek kriterler de getirilebilir.

Giriş

Sorgulama, Türkiye'de 2013 Fen Bilimleri Öğretim Programı ile gündeme gelse de aslında yeni bir kavram değildir. Kökleri, Piaget'nin çalışmalarına, Dewey ve Vygotsky'nin görüşlerine dayanır. Sorgulamaya dayalı öğrenmede öğrenciler, merak ettikleri problemlerin peşinden giderek kanıtlar toplar ve kendi öğrenme süreçlerinde aktif rol alırlar, ancak bu aktif olma durumu her şeyi kendilerinin keşfetmesi, öğretmen veya diğer kaynaklardan bilgi almaması anlamına gelmez (Millar ve Osborne, 1998). Bu, öğrencilerin yeni bir deneyim kazanırken gözlemlerini ya da bulgularını akıl yürütme ile gerçekleştirdikleri anlamına gelir (Harlen, 2014). Topladıkları kanıtları tartışarak iletişim becerisi, eleştirel düşünme, bağımsız ve işbirlikli düşünme becerileri kazanırlar.

* Bu çalışma 11-14 Mayıs 2017 tarihleri arasında Denizli'de düzenlenen 4. Uluslararası Avrasya Eğitim Araştırmaları Kongresinde (Ejer 2017) sunulan sözlü bildirinin genişletilmiş halidir ve birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında yapılmış olduğu Doktora tezinden üretilmiştir.

** İletişim Merve Cin, [✉Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, İzmir, Turkey.](mailto:merveoztascin@gmail.com) ✉Email: merveoztascin@gmail.com

Sorgulama, eğitim programlarında “yaparak öğrenme” felsefesi ile dünyaya duyuran Leon Lederman’dan sonra diğer ülkelerde de uygulanmaya başlanmıştır (Oğuz-Ünver, 2015). Ülkemizde de, Milli Eğitim Bakanlığı’nın (MEB) 2013 ve 2017 Fen Bilimleri dersi öğretim programlarına göre benimsenen strateji ve yöntemler kısmında; araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme stratejisine vurgu yapılmaktadır.

Bilimsel sorgulama, bilim insanlarının doğal dünyayı incelediği çeşitli yollar ve onların çalışmalarından elde edilen kanıtlara dayanan açıklamalardır (NRC,1996). Böylece öğrenciler bir bilim insanının doğal dünyayı ele almasına dair bir anlayışla bilimin doğasının işleyişinin de farkına varabilirler (NRC,1996). Sorgulama süreci, gözlemlenen olay ve olgulara yönelik sorulan sorular ile başlar (NRC, 2000). Öğrenciler, bilim insanlarının kullandıkları bilimsel süreçleri aktif kullanır (Yenice, 2015). Öğretmenin rolü, öğrencilerinin bilimsel süreçlerinde onlara rehberlik etmek, onlar için uygun öğrenme ortamları hazırlamaktır. Öğrencinin rolü ise, bilgiyi salt alan değil, araştıran, sorgulayan, açıklayan, tartışan ve ürüne dönüştüren birey şeklindedir (MEB, 2017). Sorgulamaya dayalı bilim eğitiminde de öğrenciler, çevrelerindeki dünyayı anlayabilmeleri için gözlem ve çıkarım yapar, soru sorar, deliller toplar, delillere dayalı açıklamalar oluşturur. Bu şekilde öğrenciler salt otoriteye (kitap, öğretmen, internet.vb.) bağlı kalmadan bilimsel düşünme becerisi kazanır ve geliştirir (NRC, 2000).

Sorgulamaya dayalı öğrenmede anahtar noktalar şu şekildedir: Çocuklar,

- Kanıt toplayarak ve bu kanıtları kullanarak anlamalarını (understanding) geliştirirler.
- Bilim insanları tarafından kullanılan araştırma becerilerini kullanırlar.
- Nasıl ve ne öğrendiklerini rapor ederler ve yansıtırlar.
- Soru sormayı sürdürürler.
- Düşündükleri ve bulduklarına dayanarak tahminlerde bulunurlar.
- Doğrudan gözlem yaparak, ölçerek ve ikincil kaynaklardan yararlanarak veri toplama becerilerini kullanır ve geliştirirler.
- Başkalarıyla işbirliği içinde çalışır, onların fikirlerini düşünür ve iletişim kurarlar.
- Kanıtla ilgili farklı fikirlerin kullanışlığını ve geçerliliğini değerlendirir.
- Araştırmanın sonucu ve süreci ile ilgili kendi eleştirisini yansıtır (Harlen, 2014).

Sorgulamaya dayalı öğrenme sürecini başlatan deneyim ya da soruyu, önceki deneyimlere dayalı olarak verilen “olası bir açıklama (possible explanation)” (hipotez) izlemektedir. Açıklamayı test etmek için problem (soru) hakkındaki yeni veriler toplanır, analiz edilir, analiz sonuçları kanıt olarak kullanılır ve gerekçelendirilir. Öğrenciler karşı argümanları da çürütmeye çalışırlar (Osborne vd.; 2004). Bu süreç, tahmin, planlama ve araştırmanın yürütülmesi, verilerin yorumlanması şeklinde sıralanır. Yorumlanan veriler ile sonuca varılır (Harlen, 2006). Yani, öğrencilere soru sormaları için uygun ortamların hazırlanması, gözlem yapma, veri toplama, analiz etme, kanıt oluşturma, kanıtları kullanarak tahmin etme ve verileri yorumlama becerilerinin geliştirilmesi sorgulama becerilerini de geliştirecektir.

Sorgulama çok yönlü bir etkinliktir, gözlem yapmayı, soru sormayı, kitap ve diğer bilgi kaynaklarını incelemeyi, deneysel kanıtlara dayalı olarak planlama yapmayı, verileri toplamayı, analiz etmeyi ve yorumlamayı, olası cevaplar, açıklamalar ve tahminlerde bulunmayı ve iletişim kurmayı içerir. Ayrıca varsayımları belirlemeyi, kritik ve mantıksal düşünmeyi ve alternatif açıklamaları hesaba katmayı gerektirir (NRC, 1996); ancak sorgulama sürecinde yapılan etkinlikler aynı olamaz; sınıf düzeyine, soru, yöntem ve çözüm aşamalarına göre değişiklik gösterir. Temelde her öğrenci sorgulama becerisine sahiptir ancak farklı sorgulama düzeyleri bulunmaktadır (Colburn, 2000). Bu sorgulama düzeyleri öğretmenin ve öğrencinin ne kadar aktif olduğuna göre değişir. Bu düzeyler; doğrulama, yapılandırılmış sorgulama,

rehberli sorgulama ve açık sorgulama şeklindedir (Yenice, 2015). Doğrulama (kanıtlama) tipi sorgulamada öğretmen daha aktifken, açık sorgulamaya doğru öğrenci, soru sorma, kanıt toplama ve kanıtlara dayalı açıklamalarda bulunma, açıklama ile bilimsel bilgiyi ilişkilendirme ve gerekçelendirme süreçlerini öğretmen rehberliğinde kendi oluşturur.

Sorgulamaya dayalı öğrenmenin literatürde birçok tanımı olmasına rağmen karşılaşılan ana problem “sorgulama yoluyla bilim öğretiminin ne anlama geldiğinin genel kabul edilişindeki (tanımlamadaki) eksiklik” olarak ifade edilmektedir (NRC, 2012). Sorgulamaya dayalı öğrenme merkezinde yer alan Yenilikçi Fen Deneylerinin (YFD) de tanımlanmasına ve kriterlerinin belirlenmesine bu yüzden önem verilmektedir. Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına göre sınıfta uygulanacak YFD de bazı temel özellikler taşıması gerekir. Çalışmada; literatürden belirlenen sorgulamaya dayalı fen deneyleri temel kriterlerinin geliştirilmesine alanda görev yapan fen bilimleri öğretmenleri ile birlikte çalışılmıştır.

Fen öğretmenleri ile belirlenmeye çalışılan kriterler gerek MEB öğretim programlarında (2013, 2017) gerekse alan yazında parça parça yer almaktadır. Bu çalışma ile hem sorgulamanın felsefesine hem de fen deneylerinin işleyişine uygun bu örtük kriterleri net bir şekilde ortaya koymak ve alt kriterlerden oluşan maddeleri ölçek halinde listelemek hedeflenmektedir. Bu ölçeğin amacı hem etkinlik hazırlama sırasında hem de sonrasında fen öğretmenlerine bir rehber olmasıdır.

Yenilikçi Fen Deneyleri Kriterleri

Fen derslerindeki kavramların anlamlandırılmasında fen deneyleri yardımcıdır. Deneyler; özgüveni geliştirir, merak ile öğrenmeye güdüler, problem çözmeye becerisi geliştirir, anlamlı öğrenmeye yardımcı olur, psikomotor ve zihinsel beceriler ile bunların koordinasyonunu geliştirir, analitik düşünme becerilerini geliştirir, günlük hayat ve fen ilişkisi kurmasına yardımcı olur (Ergin, Pekmez, ve Erdal, 2005). Fen eğitiminde öğrencilerin kavramları anlamalarında sadece deney ve gözlem yeterli gelmeyecektir, bunun yanında gözlediklerini ve deney sürecinde yaşadıklarını sorgulamaları da gerekir. Bu sebeple sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının benimsendiği YFD kriterlerinin de net bir şekilde ortaya konması gerekir. Hem bilimsel sorgulamanın özelliklerini taşıyan, hem de fen deneyinde bulunması gereken özellikleri barındıran bu deneyler için belirlenen temel kriterler: “Merak, Basit, Güvenli, Ekonomik, Eğlenceli, İlişki” şeklindedir ve bu altı kriteri taşıyan deneyler de “Yenilikçi Fen Deneyleri” olarak tanımlanmıştır. Yenilikçi Fen Deneylerinin temel kriterleri aşağıdaki gibidir:

Merak: Bilimsel sorgulama bir soru ile başlar, bu soruyu sormamızı sağlayan duygu da meraktır. Öğrenme ve merak duygusu arasındaki ilişki MEB (2017) öğretim programında da değinilmiştir. Sorgulamaya dayalı öğrenme süreci, öğrencide merak duygusu uyandırarak motive edebilir (Şen, Yılmaz ve Erdoğan, 2016). Öğretmen, bilimsel sorgulama için model olurken ve öğrencileri bu konuda cesaretlendirirken, yeni fikir ve verilerin açıklığında merak ve şüphecilik (skepticism) ortamını da oluşturmalıdır (NRC, 1996). Merak duygusu doğal olarak çocuklarda var olan bir duygudur. Öğretmenin görevi ise çocuklardaki bu “doğal merakı” kullanıp öğrenmeye olan motivasyonun sadece okul hayatında değil tüm hayatı boyunca sürmesini sağlamaktır (NRC, 2000).

Basit (Yalın): Sorgulamaya dayalı bilim; öğrencilerin sadece terimleri öğrenmesi ve onların bilişsel ve fiziksel gelişim seviyelerinden uzak etkinlikler yapılması yerine; bilimin işlediği şekilde öğrencilerin bilimi öğrenmesidir (NRC, 1996). Yani öğrencilerin bilişsel ve fiziksel gelişimsel seviyelerine uygunluk, anlaşılabilirliktir. Öğretmenler, atom-molekül-hücre gibi fen kavramlarını öğrencilerin keşfetmesi için kolaylaştırmada zorlanmaktadır (O’Brien, 2010). Ayrıca birçok kaynak yeterli deneysel kanıt sunmadan karmaşık teoriksel içerikten bahsetmektedir (Singer, Hilton ve Schweingruber, 2006). Bu anlamda basitlik (yalın) ana

kriteri malzemelerin anlaşılmasını, kolay bulunmasını, deney basamaklarının kolay anlaşılabilirliğini ve uygulanabilirliğini içermektedir.

Kavramsal derinlik ‘basit sorgulama’ etkinlikleriyle sağlanabilir (O’Brien, 2010). Buradaki “basitleştirme” sonuçların basitleştirilmesi anlamında kullanılmamaktadır. Öğrencilerin veri toplamak için kullandığı araçların basitliği (anlaşılabilirliği, ölçülebilirliği), geliştirilmesi kolay desen ve modellerin kullanılması, basit sorularla sorgulamaya başlamak ve seviyeye uygun basit deney düzenekleri tasarlamak anlamındadır. Büyüteç, cetvel, termometre gibi basit araçların doğru kullanılması özellikle temel bilimsel sorgulamanın da gelişmesini nicel ve nitel veriler toplayarak arttıracaktır. Bu basit araçlarla toplanan veriler bilimsel kanıtların temelini oluşturacaktır.

Güvenli: Sorgulamaya dayalı öğrenme için gerekli temel şartlardan biri de “Güvenli bir çalışma ortamı sağlamak”tır (NRC, 1996). Burada bahsedilen “Güvenli çalışma ortamı” hem fiziksel, hem de psikolojik güvenlik ortamıdır. Fiziksel güvenlik sağlanırken öğretmenler, deney malzemelerin depo edilmesinde, kullanımında (öğretmen ve öğrenciler kullanırken) dikkatli olmalı, önlemler almalı ve önceden belirlenen güvenlik kurallarına bağlı kalmalıdır (NRC, 1996). Çevre (laboratuvar, sınıf- sınıf dışı ortamlar), kullanılan materyaller (asitler, bazlar, yüksek gerilim güç kaynağı vb.) ve teknik (aseton, etil alkol gibi uçucularla çalışırken dikkatli olmak, asidin üzerine su dökmek, asitleri suya yavaş yavaş ilave etmek...) ile ilgili düzenlemeler fiziksel güvenlik kapsamındadır. Araştırma- sorgulama sürecinde yapılacak etkinliklerde, kolay ulaşılabilen, maliyeti düşük, kullanımı kolay ve güvenli araç-gereçlerin kullanılması önerilmektedir (MEB, 2013). Ortamın güvenli olmasından öğretmenler sorumlu olduğu kadar öğrencilerin de sorumluluğu vardır; bu yüzden etkinliğin başında güvenlik önlemlerinden bahsedilmeli, güvenlik kuralları hatırlatılmalıdır.

Psikolojik güvenlik ise öğretmen ve öğrenci arasındaki karşılıklı güven, saygı ve desteğin varlığıdır. Öğrencinin yanlış yapmaktan, öğretmeni ya da arkadaşları tarafından alay edilmekten korkmamasıdır (O’Brien, 2010).

Öğrencinin kendini psikolojik olarak güvende hissedebilmesi için öğretmenler:

- Tüm öğrencilerin farklı fikir, beceri ve deneyimlerine saygı gösterir ve diğer öğrencilerin de saygı göstermesini ister.
- Karar vermede öğrencilerin de söz sahibi olmalarını ve öğrenmelerinden sorumlu olmalarını sağlar.
- Öğrenciler arasındaki işbirliğini geliştirir.
- Bilimsel kapsamda formal ve informal tartışmalar planlar.
- Bilimsel sorgulama, bilime yönelik olumlu tutum ve becerilerin önemini vurgular ve öğrencilerin model almasını sağlar (NRC, 2000).

Öğrencinin duygu durumu ve psikolojik olarak kendini nasıl hissettiği, öğrenmesini de etkilemektedir. Çocuğun öğrenme ortamında kaygı duyması öğrenme yeteneğine müdahale edebilir. Çocukların özbilincini ve özgüvenini yükseltmek, rahatsız edici duygu ve dürtülerini kontrol altına almak, empatilerini artırmak için yapılan yardım, sadece daha iyi davranışlar sergilemelerinin yanında ölçülebilir akademik başarı açısından da yararlı olabilmektedir (Goleman, 2010). Bu yüzden YFD tasarlanırken ve uygulanırken hem fiziksel hem de psikolojik güvenliğe dikkat edilmelidir.

Ekonomik: Ekonomiklik ilkesi yalnızca deney malzemelerinin ucuz olması anlamında değil, ayrıca deney malzemelerini tekrar tekrar kullanmaya olanak sağlamasını, deneyin kısa sürede ve verimli sonuçlandırılmasını, daha çok öğrencinin aktif katılımını sağlamasını, deney malzemelerinin grup çalışmalarına uygun olmasını ve geri dönüşüm ürünlerinden tasarlanabilmesini içermektedir. Yani sadece “Bütçesel” ekonomiklik değil aynı zamanda;

“Zamansal” ekonomiklik, “Müfredatsal” ekonomiklik ve “Kullanımsal” ekonomiklik anlamındadır.

- Zamansal ekonomiklik; deneyin öğretmen veya öğrenci tarafından yapılırken ders saati ve konuyu temel alarak öğrencinin dikkatinin bozulmayacağı şekilde tasarlanmasını kapsamaktadır.
- Müfredatsal ekonomiklik; Müfredattaki kazanımlara uygun olarak yapılan bir deney ile birden fazla kazanıma yönelme anlamındadır.
- Kullanımsal ekonomiklik ise; Günlük kullanılan malzemelerin, başka sınıflarda (hem başka sınıf seviyelerinde hem de aynı seviye ama başka şubelerde) ve diğer eğitim-öğretim dönemlerinde tekrar tekrar kullanabilmesi olarak tanımlanmıştır.

Evde kullanılan materyaller (plastik şişe, balon gibi), basit ev yapımı ve ticari olarak uygun oyuncaklar öğrencilerin bilime ilgilerini arttırabilir. Bütçesel ekonomik ve çevremizde olan kolay ulaşılabilir malzemelerle öğrenciler bilimin hemen her zaman etrafımızda olduğunun da farkına varacaklardır (O’Brien, 2010).

Eğlenceli: Öğrenmede, haz alma ve mutlu olmanın da rolü büyüktür. Öğrenme, öğrenen tarafından mental bir efor gerektirmektedir. Eğlenceli fen aktiviteleri öğrencilerin zihinsel enerjilerini odaklamalarına yardımcı olur ve bu yüzden etkili fen öğretmenleri öğrencinin sınıfa umut ve heyecanla geldiği bir ortam kurmalıdır (O’Brien, 2010). Öğrencilerin aktif katılımı için deneyler, onların ilgi, bilgi ve yetenekleriyle de uyumlu olmalıdır. Belli bir konuyu öğrenmek, o konuya ilgi duymak ya da sevmekle ilgilidir (Gömleksiz ve Kan, 2012). Bu yüzden deneyler “eğlenceli” kriterini de içermelidir. Motivasyonu arttıran, şaşırtan, ilgiyi taze tutan, derse katılımı arttıran, öğrencilerin deney yapmaya istek duydukları ve mutlu oldukları deneyler eğlenceli kriterini tanımlamaktadır.

Duygularımız bilişte anahtar faktördür (Goleman, 2011). Çocuğun duygusal sıkıntıda olması ve bu durumun sürüp gitmesi, öğrenme yetisini de felce uğratar. Çocukluk dönemi boyunca edinilen duygusal deneyimler (öfke ve şefkat gibi) ileri dönemdeki akademik başarıyı da etkilemektedir (Goleman, 2010).

Hopkins (2008) tarafından 7-11 yaş arasındaki çocuklarla yapılan çalışmada etkinliklerin çeşitliliği ve her etkinlik için harcanan süre öğrencilerin motive olup olamamalarını da etkilemektedir. Bu çalışmaya katılan öğrenciler özellikle “rutinin dışında” yaptıkları etkinliklerde daha çok motive olduklarını belirtmişlerdir. Çok fazla yazma, bir işi tekrarlama, her gün aynı işi yapma, kitaptan çalışma veya kopyalama içeren uzun derslerde öğrenme için motive olamamaktadırlar.

Yaşar ve Duban (2009) tarafından ilköğretim 5. sınıf öğrencileriyle yapılan çalışmada sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına yönelik öğrenciler; araştırma yapma, deney yapma, ödevler (proje ve performans) ve günlük tutma temalarından bahsetmişler, sorgulamaya dayalı laboratuvar derslerinin daha eğlenceli gerçekleştiği ve öğrencilerin bilime yönelik olumlu görüşlerinin oluştuğu belirlenmiştir. Duygu durumu öğrenmeyi etkileyebildiği için YFD, öğrencinin ilgisini çeken eğlenceli deneyler olmalıdır. Deneyin eğlenceli olması bazen ilginç bir materyal ile sağlanırken, bazen de basit materyallerle öğretmenin sorduğu ilginç bir soru ile de olabilir.

İlişkili: Fen Bilimleri dersi öğretim programında (2017), 2013 ve 2005 programından farklı olarak fen ve mühendislik uygulamalarına vurgu yapılmıştır. Bu kapsamda uygulamalı bilim kazanımı “Günlük hayattan bir problemi tanımlar” (MEB, 2017) şeklindedir. Bu kazanım doğrultusunda tanımlanan “problemin günlük hayatta kullanılan veya karşılaşılan araç, nesne veya sistemleri geliştirmeye yönelik olması ve problemlerin, eğitim-öğretim döneminin başından itibaren ders kapsamında yer alan konularla ilişkili olması” beklenmektedir. Yenilenen bu kazanımlar YFD için belirlenen “ilişkili” kriterini yansıtmaktadır.

Sorgulamaya dayalı fen deneyleri Fen Bilimleri Öğretim Programının kazanımlarıyla ilişkili ve aynı zamanda öğrencilerin yaşamlarıyla, günlük hayatla da ilgili olmalıdır (NRC, 1996; MEB, 2013). Öğrenciler böylece topladıkları verilere dayandırdıkları kanıtlar ile açıklamalar arasında ilişki kurmaya başlar. Öğrencilere bu ilişkiyi kurmalarında yardımcı olmak için şu sorular sorulabilir:

-konusuyla ilgili ne araştırmak istiyoruz?
-ile ilgili en doğru gözlemi nasıl yapabiliriz?
-ile ilgili sorumuzu cevaplayacak en doğru yol nedir/ hangisidir?
-ile ilgiliyaparsak sonrasında ne olmasını bekleriz? (NRC,1996)

Öğrenciler, en iyi, gerçek dünya deneyimleri ile ilişkilendirdiklerinde, diğer konularla desteklediklerinde öğrenmişlerdir (Ofsted, 2013). Bu ilişkililik durumu hem konuların müfredat ve günlük hayat örnekleri ile ilişkisini içermektedir, hem de konuların kendi içinde (fen konuları arasındaki ilişkisi) ve diğer disiplinlerle olan (fen konularının matematik, müzik, resim..vb. gibi interdisipliner ilişkisi) ilişkisini de içermektedir.

Bu çalışmada “Yenilikçi Fen Deneylerinin kriterleri”nin fen bilimleri öğretmenleriyle geliştirilmesi ve kriterler arasındaki ilişkinin ortaya konması hedeflenmiştir. Araştırmanın problemi; “Yenilikçi Fen Deneylerinin kriterlerinin yapısı, boyutları ve birbirleri arasındaki uyum düzeyleri nedir?” şeklinde ifade edilmiştir.

Yöntem

Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi desteği ile gerçekleşen “Sorgulamaya Dayalı Yenilikçi Fen Deneyleri Geliştirme Çalıştayı” 7-9 Eylül 2016 tarihleri arasında İzmir’de yürütülmüştür. Sorgulamaya dayalı öğrenmenin ve fen deneylerinin ortak kriterlerin ve alt kriterlerin belirlenmeye çalışıldığı bu çalıştayda, araştırmanın bazı aşamalarında nitel, bazı aşamalarında nicel verilerin toplanıp analiz edileceği bir yöntem olan karma araştırma modellerinden çok aşamalı karma desen kullanılmıştır. Bu desenin amacı, tek bir program hedefini geliştirmeye odaklanmış bir dizi araştırma sorusunu ele almaktır. Çok aşamalı karma desen, bir programda çalışma süresince, sıralı ve eş zamanlı aşamaları hem nicel hem de nitel verileri toplayarak birleştirir (Creswell, 2015).

Katılımcılar

Çalışmaya İzmir’in çeşitli ilçelerinde ve çeşitli okullarda (İzmir il milli eğitim müdürlüğüne bağlı özel ve devlet okulları) görev yapan 45 fen bilimleri öğretmeni, verilerin toplanmasına 36 (29 Kadın, 7 Erkek) fen bilimleri öğretmeni katılmıştır. Veri toplama sürecine katılan öğretmenlerin mesleklerindeki çalışma süreleri Tablo 1’deki gibidir.

Tablo 1. Veri Toplama Sürecine Katılan Öğretmenlerin Meslekteki Deneyimleri

Meslekteki çalışma süreleri	Öğretmen sayısı
1-5 yıl deneyime sahip	10 kişi
6-10 yıl deneyime sahip	5 kişi
11-15 yıl deneyime sahip	7 kişi
16-20 yıl deneyime sahip	8 kişi
21-25 yıl deneyime sahip	6 kişi

Uygulama

Çalıştayı ilk gününde öğretmenlere sorgulama temelli bilim eğitimi ile ilgili bilgi verilmiş, Sorgulama Temelli Fen Deney (STFD) örnekleri gösterilmiş ve tanıtımı yapılmıştır. Katılımcı öğretmenlerimiz 4-5 kişilik küçük gruplara (8 grup) ayrılmış, STFD kriterleri

tanıtılmış (O'Brien, 2010) ve bu ana kriterlerin alt kriterleri ortak akıl platformu oluşturularak öğretmenlerle beraber oluşturulmuştur. 7. Sınıf "Kuvvet ve Enerji" ünitesinin kazanımları hatırlatılarak, kitaplarda kullanılan deney örnekleri verilmiştir. Belirtilen ünitenin kazanımlarına uygun sorgulama temelli fen deneyleri planlamaları ve tasarımları istenmiştir. Çalıştayın ikinci gününde; öğretmenler tarafından (8 gruptaki) planlanan deneylerin uygulamalarının denenmesi sağlanmış ve bir gün önce belirlenen kriterlere göre değerlendirmeler yapılmıştır. Çalıştayın son gününde ise araştırmacılar tarafından hazırlanan 6 adet STFD uygulamaları gösterilmiş ve katılımcı öğretmenler tarafından değerlendirilmiştir. Çalıştaydaki öğretmenler tarafından planlanan (8 deney) ve araştırmacılar tarafından hazırlanan (6 deney) deneylerin kazanımları Tablo 2'deki gibidir.

Tablo 2. 7. Sınıf Kuvvet ve Enerji Ünitesine Yönelik Deneyler ve İlgili Kazanımlar

Deneyler	İlgili Kazanımlar
1	7.2.2.2. Sıvı basıncını etkileyen değişkenleri deneyerek keşfeder ve bu değişkenler arasındaki ilişkiyi analiz eder.
2	7.2.2.1. Katı basıncını etkileyen değişkenleri deneyerek keşfeder ve bu değişkenler arasındaki ilişkiyi analiz eder.
3	7.2.3.1. Fiziksel anlamda yapılan işin, uygulanan kuvvet ve alınan yolla doğru orantılı olduğunu kavrar ve birimini belirtir.
4	7.2.3.2. Enerjiyi iş kavramı ile ilişkilendirir, kinetik ve potansiyel enerji olarak sınıflandırır.
5	7.2.1.1. Kütleye etki eden yerçekimi kuvvetini ağırlık olarak adlandırarak, ağırlığı bir kuvvet olarak tanımlar ve büyüklüğünü dinamometre ile ölçer.
6	7.2.2.1. Katı basıncını etkileyen değişkenleri deneyerek keşfeder ve bu değişkenler arasındaki ilişkiyi analiz eder.
7	7.2.4.2. Sürtünme kuvvetinin kinetik enerji üzerindeki etkisini örneklerle açıklar.
8	7.2.4.2. Sürtünme kuvvetinin kinetik enerji üzerindeki etkisini örneklerle açıklar. a. Sürtünme kuvvetinin kinetik enerji üzerindeki etkisinin örneklendirilmesinde sürtünmeli yüzeyler, hava direnci ve su direnci dikkate alınır.
9	7.2.2.3. Katı, sıvı ve gazların basınç özelliklerinin günlük yaşam ve teknolojideki uygulamalarına örnekler verir.
10	7.2.2.2. Sıvı basıncını etkileyen değişkenleri deneyerek keşfeder ve bu değişkenler arasındaki ilişkiyi analiz eder. a. Gazların da sıvılara benzer şekilde basınç uyguladıkları vurgulanır.
11	7.2.2.2. Sıvı basıncını etkileyen değişkenleri deneyerek keşfeder ve bu değişkenler arasındaki ilişkiyi analiz eder. a. Gazların da sıvılara benzer şekilde basınç uyguladıkları vurgulanır.
12	7.2.2.2. Sıvı basıncını etkileyen değişkenleri deneyerek keşfeder ve bu değişkenler arasındaki ilişkiyi analiz eder.
13	7.2.4.1. Kinetik ve potansiyel enerji türlerinin birbirine dönüştüğünü örneklerle açıklar ve enerjinin korunduğu sonucunu çıkarır. 7.2.4.2. Sürtünme kuvvetinin kinetik enerji üzerindeki etkisini örneklerle açıklar.
14	7.2.2.3. Katı, sıvı ve gazların basınç özelliklerinin günlük yaşam ve teknolojideki uygulamalarına örnekler verir.

Veri Toplama

Öğretmenlerin sorgulama temelli deney kriterleri ile ilgili görüşlerini ortaya çıkarmak için belirlenen 6 ana kriter tanıtılmıştır: Merak, Basit, Güvenli, Ekonomik, Eğlenceli ve İlişkili. Belirlenen bu kriterlerin literatürdeki tanımı yapılmıştır. Gruplara ayrılan öğretmenlerden her bir kriter için 3 alt kriter yazmasını ve toplanan bu kriterlerin grup içinde oylanarak aralarından üçer kriter seçilmesi istenmiştir. 8 gruptan da gelen üçer kriter tekrar büyük grup ile oylanarak alt kriterlerin belirlenmesi sağlanmıştır. Böylece 6 ana kriteri yansıtacak alt kriterler fen bilimleri öğretmenleri ile belirlenmiştir (Bkz. Kriterler için EK 1). Ayrıca katılımcı öğretmenler tarafından planlanan 8 deney ve araştırmacılar tarafından sunulan 6 deney, tüm gruplar tarafından belirlenen alt kriterlere göre değerlendirilmiştir

Veri Analizi

Öğretmenlerin planladıkları 8 deney ve araştırmacılar tarafından sunulan 6 deneyle toplam 14 deney 3'lü likert tipi ölçek (Hiç Katılmıyorum (1), Orta Derecede Katılıyorum (2), Kesinlikle Katılıyorum (3)) ile değerlendirilmiştir. Ölçek puanlaması istatistik programı ile güvenilirlik hesabı ve betimsel analiz şeklinde yapılmıştır. Ölçek maddeleri için açımlayıcı faktör analizi ve doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır.

Açımlayıcı Faktör Analizi (AFA)

Bir ölçeğin yapısının tek veya çok faktörlü olup olmadığı ve yapısının uygunluğunu belirlemek amacıyla açımlayıcı faktör analizi (AFA) yapılması gerekir (Worthington ve Whittaker, 2006). Ayrıca elde edilen verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini, maddeler arasındaki korelasyon matrisinin faktör analizine uygunluğunu belirlemek için Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Barlett testi ile test edilmelidir (Gorsuch, 1997). KMO değerinin 0,60 ve yukarı düzeyde olması yeterli kabul edilmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2001). “Yenilikçi Fen Deneyleri Kriter Ölçeği” için verilerin Kaiser-Meyer Olkin değerinin 0,961 olduğu kaydedilmiştir. Maddelerin Bartlett Testi sonucunun ise [$\chi^2 = 23453,514$, $df = 1176$ $p < 0,05$] anlamlı olduğu saptanmıştır. Maddeler arasındaki korelasyon matrisinin faktör analizine uygun olduğu ve normal dağılım gösterdiği için faktör analizi yapılmasına karar verilmiştir.

Tablo 3. YFD Ait Açımlayıcı Faktör Yükleri

	GÜVENLİ	BASİT	EĞLENCELİ	İLİŞKİLİ	MERAK	EKONOMİK
G1	0,737	B1 0,748	Eğ1 0,640	İ1 -----	M1 0,769	E1 -----
G2	0,728	B2 0,865	Eğ2 0,725	İ2 0,753	M2 0,711	E2 0,628
G3	0,790	B3 0,745	Eğ3 0,584	İ3 0,736	M3 0,699	E3 0,566
G4	0,603	B4 0,835	Eğ4 0,655	İ4 0,761	M4 0,719	E4 0,492
G5	0,796	B5 0,784	Eğ5 0,727	İ5 0,805	M5 0,593	E5 0,746
G6	0,816	B6 0,598	Eğ6 0,669	İ6 0,673	M6 0,655	E6 0,727
G7	0,782	B7 0,733	Eğ7 0,747	İ7 0,760	M7 0,676	E7 0,722
G8	0,864	B8 0,682	Eğ8 0,702	İ8 0,641		E8 0,625
G9	0,819		Eğ9 0,710			E9 0,704
G10	0,766					
G11	-----					
Özdeğer: 23,105		4,783	3,598	1,805	1,558	1,285
Varyans: 15,701		13,466	12,555	11,832	10,490	9,698
Toplam varyans oranı						73,743

Faktör analizi uygulamasında verilerin yorumlanması için varimax eksen döndürme tekniği uygulanmıştır. 52 maddeden oluşan ölçme aracı 6 faktörlü bir yapı göstermiştir. Ayrıca çok sayıda ölçek maddesi yerine daha yüksek faktör yüküne sahip maddenin bulunması uygulamayı kolaylaştırır gerekçesi ile 0,50 ve üstünde faktör yükü olan ölçek maddelerinin

ölçekte yer almasına karar verilmiştir. Faktör yükü ne kadar yüksek olursa o maddelerin açıklayıcılık gücünü artırır (Tabachnick ve Fidell, 2001; Kalınkara ve Kapıkara, 2017). 6 faktörlü yapıda, 3 madde doğrulayıcı faktör analizinde uyum indeksine uymadığı için çıkarılmıştır (Tablo 3). 49 maddeden oluşan ölçme aracında birinci faktör için 23,105, ikinci faktör için 4,783, üçüncü faktör için 3,598, dördüncü faktör için 1,805, beşinci faktör için 1,558 ve altıncı faktör için 1,285 özdeğer elde edilmiştir. Maddelerin tüm ölçek içindeki varyansı % 15,701 birinci faktör, % 13,466 ikinci faktör, % 12,555 üçüncü faktör, % 11,832 dördüncü faktör, % 10,490 beşinci faktör ve % 9,698 altıncı faktör olmak üzere toplam % 73,743 açıklayıcılık düzeyine ulaşmıştır. Toplam 49 maddeden oluşan ölçekte, “Merak” alt faktörü 7, “Basit” alt faktörü 8, “Güvenli” alt faktörü 10, “Ekonomik” alt faktörü 8, “Eğlenceli” alt faktörü 9 ve “İlişkili” alt faktörü 7 maddeden oluşmaktadır. Ölçek “Yenilikçi Fen Deneyleri Kriterleri” olarak adlandırılmıştır (Ek 1).

Doğrulayıcı Faktör Analizine İlişkin Bulgular (DFA)

Yapı geçerliliğini sağlamak amacıyla AFA ile belirlenen faktör yapısı doğrulayıcı faktör analizine (DFA) tabi tutulmuştur. Model uyumu (model fit) için raporlanan değerler araştırmacının dikkat çekmek istediği değerlere göre değişebilmektedir. Bu çalışmada genel olarak dikkate alınan değerler; χ^2/sd , IFI (Artan Uygunluk İndeksi), CFI (Karşılaştırmalı Uygunluk İndeksi) ve RMSEA (Yaklaşık Hataların Ortalama Karekökü) uyum indeksi değerleridir. Bu değerlerin literatürde (Harrington 2009, Şimşek 2007, Çapık, 2014) genel kabul gören değerlendirme kriterleri ile uygulanan doğrulayıcı faktör analizi sonucunda elde edilen uyum değerleri Tablo 4’teki gibidir:

Tablo 4. Model Uyum Kriterleri Ve Doğrulayıcı Faktör Analizi Uyum Değerleri

Model Uyum Kriteri	İyi Uyum	Kabul Edilebilir	Çalışma Bulguları
		Uyum	
CMIN/SD	$\chi^2/sd \leq 3$	$\chi^2/sd \leq 5$	3027,449/1053=2,875
IFI	$0,95 \leq IFI$	$0,90 \leq IFI$	0,915
CFI	$0,97 \leq CFI$	$0,90 \leq CFI$	0,915
RMSEA	$RMSEA \leq 0,05$	$RMSEA \leq 0,08$	0,063

Tablo 4’te görüldüğü gibi çalışma bulgularından elde edilen uyum değerleri ile literatürde kabul edilen değerler karşılaştırıldığında, ($\chi^2/sd=2,875 < 3$; $IFI=0,915 > 0,90$; $CFI=0,915 > 0,90$, $RMSEA=0,063 < 0,08$) model verilere kabul edilebilir düzeyde uyum göstermektedir. Dolayısıyla, açımlayıcı faktör analizi ile ortaya konulan 6 faktörlü yapının geçerliği ve gözlenen değerlerle uyumu, doğrulayıcı faktör analizi ile de teyit edilmiştir.

Doğrulayıcı faktör analizinde önemli noktalardan biri de regresyon katsayılarının anlamlı olmasıdır. Tablo 5’te standardize edilmiş regresyon katsayıları görülmektedir. Her ikili ilişki için “p” değerleri 0,05’ten küçük olduğu için, faktör yüklenimlerinin istatistiki olarak önemli olduğu söylenebilir. Faktör yüklenimlerinin önemli çıkması, maddelerin faktörlere doğru yüklendiği anlamına gelmektedir. Ayrıca regresyon katsayılarının oldukça yüksek olduğu da görülmektedir.

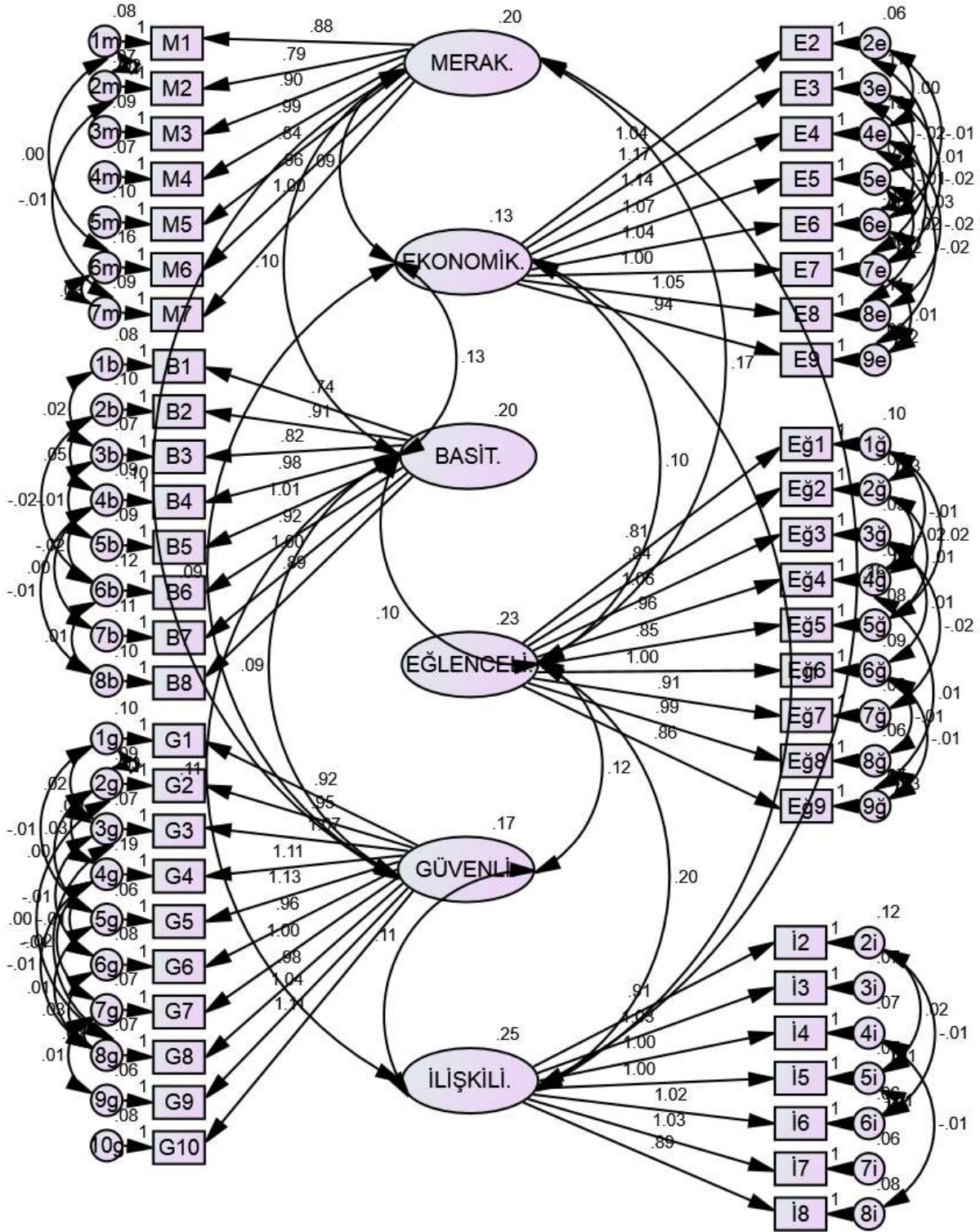
Tablo 5. Standardize Edilmiş Regresyon Katsayıları

Stand.Regresyon		Stand.Regresyon		Stand.Regresyon	
Maddeler	Ağırlıkları	Maddeler	Ağırlıkları	Maddeler	Ağırlıkları
B1	0,755	İ2	0,796	M1	0,804
B2	0,784	İ3	0,885	M2	0,793
B3	0,809	İ4	0,886	M3	0,793
B4	0,820	İ5	0,880	M4	0,865
B5	0,836	İ6	0,898	M5	0,770
B6	0,766	İ7	0,901	M6	0,729
B7	0,803	İ8	0,848	M7	0,831
B8	0,783	Eğ1	0,782	G1	0,768
E2	0,834	Eğ2	0,834	G2	0,792
E3	0,793	Eğ3	0,865	G3	0,851
E4	0,759	Eğ4	0,880	G4	0,723
E5	0,831	Eğ5	0,827	G5	0,879
E6	0,826	Eğ6	0,852	G6	0,814
E7	0,781	Eğ7	0,872	G7	0,839
E8	0,757	Eğ8	0,896	G8	0,838
E9	0,753	Eğ9	0,850	G9	0,860
				G10	0,855

Çalıştayda geliştirilen deney kriterlerinin sınaması, öğretmenler ve araştırmacılar tarafından hazırlanan deneyler üzerinden gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen deneyler sergilendikten sonra öğretmenler tarafından kriterlere üçlü derecelendirme sisteminde puanlanması istenmiştir. Bu puanlama sistemine göre kriter ölçeğinin güvenilirliği 14 deney için de ayrı ayrı hesaplanmıştır. Yenilikçi Fen Deneylerinin (14 deney) güvenilirlik katsayıları Tablo 6 'da verilmiştir.

Tablo 6. Deneylerin Güvenirlik Katsayısı

Deney	α	Deney	α
D1	0,944	D8	0,962
D2	0,966	D9	0,897
D3	0,968	D10	0,967
D4	0,973	D11	0,955
D5	0,978	D12	0,962
D6	0,983	D13	0,947
D7	0,962	D14	0,990



Şekil 1. YFD ölçek maddelerinin standardize edilmiş değerlere ilişkin yol analizi

Güvenirlilik oranlarının yüksekliği dereceli puanlama kriter ölçeğinin işler olduğunu göstermektedir. 6 kriterin her birinin diğer kriterler ile korelasyonuna da bakılmıştır. Tablo 7’de “Merak” kriterinin 14 deney verileri ile diğer kriterler arasındaki korelasyonu bulunmaktadır.

Tablo 7. Merak Kriterinin Diğer Kriterler İle Korelasyonu

Deneyler	Basit	Güvenli	Ekonomik	Eğlenceli	İlişkili
1	0,433	0,625	0,650	0,825	0,493
2	0,310	0,351	0,280	0,605	0,521
3	0,458	0,485	0,429	0,822	0,842
4	0,439	0,583	0,565	0,818	0,836
5	0,623	0,652	0,586	0,623	0,646
6	0,611	0,260	0,569	0,575	0,449
7	0,385	0,389	0,448	0,501	0,588
8	0,388	0,642	0,709	0,790	0,769
9	0,150	0,010	0,675	0,645	0,460
10	0,358	0,355	0,523	0,817	0,486
11	0,210	0,440	0,796	0,548	0,880
12	0,650	0,440	0,616	0,372	0,210
13	0,425	0,772	0,110	0,413	0,410
14	0,953	0,953	0,971	0,976	0,974
Genel	0,457	0,497	0,566	0,666	0,612

Geliştirilen kriter maddeleri “Merak, Basit, Güvenli, Ekonomik, Eğlenceli ve İlişkili” boyutlarında dağıtılmıştır. Basit, Güvenli, Ekonomik, Eğlenceli ve İlişkili boyutları Merak boyutuyla korelasyonuna bakıldığında bir ilişkinin olduğu görülmektedir. “Eğlenceli” ve “ilişkili” boyutları ile korelasyon daha da yüksektir. Bu korelasyona göre bir etkinliğin eğlenceli ve günlük yaşamla ilişkilendirmenin yüksek olması, öğrencinin merakını uyandırıyor denilebilir. Tablo 8’de “Basit” kriterinin 14 deney verileri ile diğer kriterler arasındaki korelasyonu bulunmaktadır.

Tablo 8. “Basitlik” Kriterinin Diğer Kriterler ile Korelasyonu

Deney	Merak	Güvenli	Ekonomik	Eğlenceli	İlişkili
1	0,433	0,621	0,640	0,379	0,302
2	0,306	0,804	0,646	0,153	0,355
3	0,458	0,484	0,638	0,607	0,622
4	0,439	0,548	0,720	0,372	0,521
5	0,623	0,475	0,714	0,570	0,602
6	0,611	0,443	0,731	0,453	0,418
7	0,385	0,104	0,673	0,429	0,384
8	0,388	0,711	0,818	0,305	0,251
9	0,145	0,005	0,590	0,464	0,455
10	0,358	0,915	0,709	0,396	0,212
11	0,205	0,344	0,260	0,446	0,158
12	0,650	0,736	0,894	0,179	0,127
13	0,425	0,629	0,517	0,486	0,508
14	0,953	0,980	0,966	0,926	0,922
Genel	0,456	0,557	0,680	0,440	0,417

Merak, Güvenli, Ekonomik, Eğlenceli ve İlişkili boyutları “basit” boyutuyla korelasyonuna bakıldığında bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Bu korelasyon en çok “Ekonomik” ve “Güvenli” boyutlarındadır. Tablo 9’da “Güvenli” kriterinin 14 deney verileri ile diğer kriterler arasındaki korelasyonu bulunmaktadır.

Tablo 9. “Güvenli” Kriterinin Diğer Kriterler ile Korelasyonu

Deney	Merak	Basit	Ekonomik	Eğlenceli	İlişkili
1	0,625	0,621	0,635	0,597	0,610
2	0,351	0,804	0,836	0,369	0,593
3	0,485	0,484	0,834	0,562	0,472
4	0,583	0,548	0,553	0,412	0,530
5	0,652	0,475	0,573	0,802	0,401
6	0,259	0,443	0,604	0,839	0,869
7	0,389	0,104	0,476	0,484	0,428
8	0,642	0,711	0,85	0,478	0,453
9	0,011	0,005	0,111	0,061	0,033
10	0,355	0,915	0,76	0,383	0,191
11	0,44	0,344	0,394	0,57	0,334
12	0,44	0,736	0,840	0,185	0,042
13	0,772	0,629	0,205	0,605	0,619
14	0,953	0,98	0,966	0,926	0,922
Genel	0,497	0,557	0,617	0,520	0,464

Merak, Basit, Ekonomik, Eğlenceli ve İlişkili boyutları “Güvenli” boyutuyla korelasyonuna bakıldığında bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Bu korelasyon en çok “Ekonomik” ve “Basit” boyutlarındadır. Tablo 10’da “Ekonomik” kriterinin 14 deney verileri ile diğer kriterler arasındaki korelasyonu bulunmaktadır.

Tablo 10. “Ekonomik” Kriterinin Diğer Kriterler ile Korelasyonu

Deney	Merak	Basit	Güvenli	Eğlenceli	İlişkili
1	0,650	0,640	0,635	0,572	0,498
2	0,283	0,646	0,836	0,454	0,654
3	0,429	0,638	0,834	0,503	0,495
4	0,565	0,720	0,553	0,549	0,611
5	0,586	0,714	0,573	0,752	0,740
6	0,569	0,731	0,604	0,559	0,551
7	0,448	0,673	0,476	0,730	0,514
8	0,709	0,818	0,850	0,602	0,551
9	0,675	0,59	0,111	0,887	0,634
10	0,523	0,709	0,760	0,424	0,259
11	0,796	0,260	0,394	0,316	0,865
12	0,616	0,894	0,840	0,287	0,217
13	0,114	0,517	0,205	0,315	0,299
14	0,971	0,966	0,966	0,944	0,941
Genel	0,567	0,680	0,617	0,564	0,559

Merak, Basit, Güvenli, Eğlenceli ve İlişkili boyutları “Ekonomik” boyutuyla korelasyonuna bakıldığında bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Bu korelasyon en çok “Güvenli” ve “Basit” boyutlarındadır.

Tablo 11’de “Eğlenceli” kriterinin 14 deney verileri ile diğer kriterler arasındaki korelasyonu bulunmaktadır.

Tablo 11. “Eğlenceli” Kriterinin Diğer Kriterler ile Korelasyonu

Deney	Merak	Basit	Güvenli	Ekonomik	İlişkili
1	0,825	0,379	0,597	0,572	0,596
2	0,605	0,153	0,369	0,454	0,832
3	0,822	0,607	0,562	0,503	0,907
4	0,818	0,372	0,412	0,549	0,787
5	0,623	0,57	0,802	0,752	0,631
6	0,575	0,453	0,839	0,559	0,909
7	0,501	0,429	0,484	0,730	0,720
8	0,790	0,305	0,478	0,602	0,565
9	0,645	0,464	0,061	0,887	0,725
10	0,817	0,396	0,383	0,424	0,706
11	0,548	0,446	0,570	0,316	0,327
12	0,372	0,179	0,185	0,287	0,303
13	0,413	0,486	0,605	0,315	0,837
14	0,976	0,926	0,926	0,944	0,985
Genel	0,666	0,440	0,520	0,564	0,702

Merak, Basit, Güvenli, Ekonomik ve İlişkili boyutları “Eğlenceli” boyutuyla korelasyonuna bakıldığında bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Bu korelasyon en çok “İlişkili” ve “Merak” boyutlarındadır.

Tablo 12’de “İlişkili” kriterinin 14 deney verileri ile diğer kriterler arasındaki korelasyonu bulunmaktadır.

Tablo 12. “İlişkili” Kriterinin Diğer Kriterler ile Korelasyonu

Deney	Merak	Basit	Güvenli	Ekonomik	Eğlenceli
1	0,493	0,302	0,610	0,498	0,596
2	0,521	0,355	0,593	0,654	0,832
3	0,842	0,622	0,472	0,495	0,907
4	0,836	0,521	0,530	0,611	0,787
5	0,646	0,602	0,401	0,740	0,631
6	0,449	0,418	0,869	0,551	0,909
7	0,588	0,384	0,428	0,514	0,720
8	0,769	0,251	0,453	0,551	0,565
9	0,460	0,455	0,033	0,634	0,725
10	0,486	0,212	0,191	0,259	0,706

11	0,880	0,158	0,334	0,865	0,327
12	0,206	0,127	0,042	0,217	0,303
13	0,410	0,508	0,619	0,299	0,837
14	0,974	0,922	0,922	0,941	0,985
Genel	0,611	0,417	0,464	0,559	0,702

Merak, Basit, Güvenli, Ekonomik ve Eğlenceli boyutları “ilişkili” boyutuyla korelasyonuna bakıldığında bir korelasyonun olduğu görülmektedir. Bu korelasyon en çok “Eğlenceli” ve “Merak” boyutlarındadır.

Tablo 13’de 14 deneyin tüm kriterlere göre ortalaması ve standart sapması bulunmaktadır. Ölçekteki bir madde üzerinden alınabilecek en yüksek puan 3’tür.

Tablo 13. Deneylerin Kriterlere Göre Ortalaması

Deney	Basit		Eğlenceli		Ekonomik		Güvenli		İlişkili		Merak	
	\bar{x}	ss	\bar{x}	ss	\bar{x}	ss	\bar{x}	ss	\bar{x}	ss	\bar{x}	ss
1	2,78	0,29	2,73	0,30	2,83	0,23	2,71	0,28	2,68	0,37	2,65	0,37
2	2,56	0,42	2,10	0,48	2,57	0,43	2,55	0,42	2,32	0,47	2,01	0,38
3	2,72	0,33	2,70	0,40	2,70	0,35	2,81	0,29	2,61	0,42	2,64	0,35
4	2,72	0,35	2,44	0,56	2,66	0,43	2,15	0,65	2,38	0,58	2,47	0,51
5	2,11	0,63	2,42	0,50	2,27	0,56	2,64	0,43	2,28	0,63	2,46	0,47
6	2,81	0,39	2,51	0,64	2,74	0,45	2,70	0,59	2,52	0,62	2,58	0,41
7	2,51	0,54	2,68	0,43	2,62	0,50	2,87	0,22	2,63	0,49	2,86	0,22
8	2,92	0,21	2,91	0,22	2,93	0,15	2,91	0,19	2,78	0,41	2,87	0,28
9	2,94	0,14	2,97	0,09	2,96	0,10	2,92	0,22	2,94	0,16	2,98	0,07
10	2,78	0,36	2,98	0,12	2,85	0,30	2,80	0,43	2,95	0,15	2,94	0,16
11	2,90	0,21	2,94	0,18	2,87	0,23	2,96	0,14	2,93	0,21	2,92	0,24
12	2,75	0,38	2,88	0,24	2,79	0,36	2,88	0,26	2,83	0,35	2,79	0,38
13	2,70	0,37	2,91	0,22	2,68	0,38	2,90	0,25	2,94	0,16	2,94	0,18
14	2,96	0,17	2,96	0,19	2,93	0,26	2,94	0,25	2,96	0,14	2,96	0,19
Genel	2,72	0,34	2,72	0,33	2,74	0,34	2,77	0,33	2,70	0,37	2,72	0,30

Genel ortalamalara kriterler düzeyinde de bakıldığında ortalamaların birbirine yakın olduğu görülmektedir.

Tartışma, Yorum ve Sonuç

Bu çalışmada fen bilimleri öğretmenleri ile Yenilikçi Fen Deneyleri kriterlerinin geliştirilmesi ve kriterlerin birbirleriyle ilişkisinin ortaya konması hedeflenmiştir. Bu kapsamda İzmir’de görev yapan fen bilimleri öğretmenleri ile 3 günlük çalıştay düzenlenmiş, düzenlenen bu çalıştayda küçük grup tartışması ve tüm katılımcıların tartışması ile literatür destekli kriterler belirlenmiştir. Öğretmenler, tasarladıkları fen deneylerini geliştirilen kriterler (Ek-1) ile değerlendirmiş ve kriterler arasındaki ilişki ortaya konmuştur.

Öğretmenler, öğrencilerinin sorgulama yoluyla öğrenmesine yardımcı olmak için; araştırma fırsatları yaratırlar (merak), akıl yürütme gerektiren sorular sorarlar (merak) ve öğrenci yanıtlarına ilgi gösterirler (psikolojik güvenlik), ilgi çekici görevler (eğlenceli) verirler, öğrencinin soru sormasına ve yorumlamasına teşvik ederler (merak, güvenlik, ilişkili), gözlem yapmalarına ve gözlemleri sistematik kaydetmelerine yardımcı olurlar (basitlik, ilişkili),

hoşgörülü olup, karşılıklı saygı ve tarafsızlık yoluyla küçük ve büyük grup tartışmasını teşvik ederler (güvenlik, merak, zamansal ekonomiklik), öğrencilerin nasıl öğrenecekleri ve bunu yeni öğrenmelerde nasıl uygulayacaklarını planlarlar (ilişkili, ekonomik, basit) (Harlen, 2014).

Öğretmenler, sorgulama temelli fen programı planlamak için (NRC, 2000); bilimsel kapsamı öğrencilerin ilgi, bilgi, anlamaları, becerileri ve deneyimlerine uygun olacak şekilde müfredata uyarlar. Öğrenci özelliklerini dikkate alma “basitlik ve ilişkili” ilkesi ile ilgilidir. Ayrıca kapsamın müfredata göre belirlenmesi “müfredatsal ekonomikliği” de gerektirmektedir. Öğrenci deneyimleri ile kapsamı bağdaştırmak “ilişkili” kriterlerini desteklemektedir. NRC (2000)’e göre; farklı ve aynı disiplinlerdeki ve seviyedeki meslektaşlar ile birlikte çalışmak dersteki kapsamı günlük hayatla ve farklı disiplin ve sınıf seviyesini yani “ilişkilendirmeyi” de kolaylaştırır.

Şen, Yılmaz ve Erdoğan (2016) tarafından yapılan çalışmada; kimya öğretmen adayları ile sorgulamaya dayalı laboratuvar deneyleri dört kategoride toplanmış ve görüşler alınmıştır. Kategoriler: sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinliklerinin etkileri, sorgulamaya dayalı laboratuvar ve öğrenme süreci, geleneksel laboratuvarlar ile ilgili görüşler, sorgulamaya dayalı laboratuvarlar ile ilgili endişeler şeklinde başlıklara sahiptir. Sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinliklerinin motivasyona, derslere aktif katılıma, laboratuvarlara yönelik olumlu görüşlerin oluşmasına, kendilerine olan güvenlerine, öğrenme isteğine, öğrenci-öğrenci etkileşimine, öğretmen-öğrenci etkileşimine genellikle olumlu etkileri olduğunu belirtmişlerdir. Bu durum belirlenen psikolojik güvenlik ve eğlenceli kriterleri ile de paraleldir. Alınan görüşler arasında kimya öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı deneyler yapılırken müfredatın yetiştirilememesi endişesi taşıdıkları bulunmaktadır, bu yüzden etkinlikler “ekonomiklik (zamansal)” alt kriterleri ile uyumlu olmalıdır.

Fen bilimleri öğretmenleri bilimsel sorgulamayı başlatacak “merak” kriterleri ile ilgili; öğrenciyi harekete geçirecek güçte olması, ilgiyle dinlemesini sağlaması, araştırmaya yönlendirmesi, heyecanlandırması, çözüm sürecine katılmasını sağlaması, ilk kez karşılaşacağı bir deney olması ya da ilk kez karşılaşacağı farklı bir yanının bulunması (farklı materyal, yöntem, aşamada farklılıklar) ve hayal gücünü harekete geçirmesi boyutlarıyla ele almışlardır. Bu boyutlar merak duygusunun öğrenciyi öğrenmeye yönlendirmesi (MEB, 2017), motive etmesi (Şen, Yılmaz ve Erdoğan, 2016), öğretmenin sorgulama için öğrencileri cesaretlendirip merak ortamının oluşturulması (NRC, 1996), öğrenmeye olan motivasyonun hayat boyu sürdürülmesini sağlaması (NRC, 2000) ile de örtüşmektedir.

“Basitlik” kriterleri ile ilgili; kullanılan malzemelerin öğrencinin anlayabileceği basitlikte (yalınlıkta) olması, malzemelerin kolay bulunması, deney basamaklarının anlaşılabilir olması, deneyin kurgulanması (planlanması), düzenlenmesi ve yapılmasının basit olması, deney yalınlığı sayesinde kavram yanılgılarının oluşmasını engellemesi, öğrenci tarafından da kolaylıkla uygulanabilir olması boyutları ön plana çıkmıştır. Yani “basitlik” hem deney malzemeleri, hem deney basamakları planlanması ve uygulanması hem de anlaşılabilirlik, öğrenci seviyesi ve hazırbulunuşluğuna uygunluk yönleriyle ele alınmıştır. Bu durum bilimin işlediği şekilde öğrencilerin bilimi öğrenmesini sağlamak amacıyla (NRC, 1996). Öğretmenlerin bazı fen kavramlarını kolaylaştırmada zorlanmalarının farkına varıp etkinlikleri için yalın ortamlar hazırlamaları gerektiğine vurgu yapılmıştır (O’Brien, 2010). Ayrıca kaynaklarda yeterli deneysel kanıt sunmadan karmaşık teorik içerikten bahsetme durumunun önüne geçilmeye çalışılmıştır (Singer, Hilton Schweingruber, 2006). Kavramsal derinlik basit sorgulamalarla öğrenciye kazandırılmaya çalışılmıştır (O’Brien, 2010) .

Kriterler arasında; deneyin doğru sonuca ulaştırması, malzemelerin tanıtılması, ön denemesinin yapılabilmesi, güvenlik tedbirleri ve dikkat edilmesi gereken önlemler tablosu barındırması, patlayıcı, delici, kimyasal, yanıcı maddeler içermemesi veya kontrollü kullanılması, öğrenci için tehdit içeren unsurlar olmaması, deneyin kontrollü denemelerinin olması ve tedbirlerin deney öncesinde ve deney sırasında bulunması “fiziksel güvenlik”le

ilgilidir (NRC, 1996). Güvenlik açısından öğrencilerde kaygı oluşturmaması ve öğrencinin derse katılımında rahat hissetmesini sağlaması ise “psikolojik güvenliği” karşılamaktadır (O’Brien, 2010). Etkinliklerde, kolay ulaşılabilen, maliyeti düşük, kullanımı kolay ve güvenli araç-gereçlerin kullanılması önerilmektedir (MEB, 2013). Öğrencinin kendini psikolojik olarak güvende hissedebilmesi için öğretmenler; öğrencinin farklı fikir, beceri ve deneyimlerine saygı gösterir ve diğer öğrencilerin de saygı göstermesini sağlar (NRC, 2000). Öğrencilerin psikolojik açıdan güvenli olması, özbilincini ve özgüvenini yükseltmek ölçülebilir akademik başarı açısından da faydalı olmaktadır (Goleman, 2010).

Yenilikçi fen deneyleri için belirlenen bir diğer kriter de “ekonomik” olmasıdır. Bu durum bütçesel, zamansal, müfredatsal ve kullanımsal ekonomiklik olarak ele alınmıştır. Deneyin geri dönüşüm ürünleri ile tasarlanması, malzemelerin ucuz ve kolay bulunabilir olması bütçesel ekonomikliği tanımlar. Kolay ulaşılabılır malzemelerle, öğrenciler bilimin hemen her zaman etrafımızda olduğunun da farkına varacaklardır (O’Brien, 2010). Öğrencinin deneyi tekrar yapabilmesine olanak sağlaması, malzemelerin ortak kullanıldığı grup çalışmalarına uygunluğu, deneye daha çok öğrencinin katılabilmesi ve malzemelerin tekrar tekrar kullanılabilmesi ise Kullanımsal ekonomiklik” boyutundadır. Deneyin kısa sürede ve verimli bir şekilde sonuçlandırılıp yorumlanabilir nitelikte olması, zamandan tasarruf sağlaması “zamansal ve müfredatsal ekonomiklik” kapsamındadır.

Öğrenmede duyguların rolü de büyüktür. MEB (2013) öğretim programında “Duyuş” öğrenme alanı tutum, motivasyon, değer ve sorumluluk alt dallarından oluşmaktadır. Bu yüzden Yenilikçi Fen Deneyleri “eğlenceli” kriterlerinden de oluşmaktadır. Eğlenceli kriterini yansıtacak alt kriterler; günlük hayatla ilişkili olması, grup çalışmasıyla eğlenceli öğrenmeyi desteklemesi, bilim insanı olmaya heveslendirmesi, öğrencilerin deneyi yapmaya istekli olması, öğrenciyi öğrenirken mutlu etmesi, şaşırtan bir deney olması, motivasyonu artırması, ilgiyi taze tutması ve derse katılımı artırması yönündedir. Etkili fen öğretmenleri öğrencinin sınıfa umut ve heyecanla geldiği bir ortam kurmalıdır (O’Brien, 2010). Belli bir konuyu öğrenmek, o konuya ilgi duymak ya da sevmekle ilgilidir (Gömleksiz ve Kan, 2012). Duygularımız bilişte anahtar faktördür (Goleman, 2011). Öğrenciler “rutinin dışında” (şaşırtan bir deney) yaptıkları etkinliklerde daha çok motive olduklarını belirtmişlerdir (Hopkins, 2008). Sorgulamaya dayalı öğrenme, öğrencilerin bilime yönelik olumlu görüşlerinin oluşmasını sağlamıştır (Yaşar ve Duban, 2009).

Yenilikçi Fen Deneyleri için belirlenen son boyut “ilişkili” olma durumudur. MEB (2017) öğretim programı önceki programlardan farklı olarak Fen ve Mühendislik uygulamaları ile kazanımlarda günlük hayat ilişkisini daha çok vurgulamıştır. İlişkili kriteri; deneyin, hayatımızdaki birçok problemin çözümü ile ilgili olması, güncel konularla ilişkili olması, bilim ile iç içe yaşadığımızı farketmesi maddelerinden oluşmaktadır. Sorgulamaya dayalı fen deneyleri Fen Bilimleri Öğretim programının kazanımlarıyla ilişkili ve aynı zamanda öğrencilerin yaşamlarıyla, günlük hayatla da ilgili olmalıdır (NRC, 1996; MEB, 2013). Öğrenciler, en iyi gerçek dünya deneyimleri ile ilişkilendirdiklerinde, diğer konularla desteklediklerinde öğrenmişlerdir (Ofsted, 2013).

Belirlenen 6 kriter arasından, “Merak, Eğlenceli ve İlişkili” kriterleri birbirleri ile daha yüksek korelasyona sahipken, Basit, Ekonomik ve Güvenli kriterleri de birbirleri ile yüksek korelasyona sahiptir. Öğrencilerde “Merak” uyandırabilmek için “eğlenceli” ve “günlük hayatla ve kazanımlarla ilişkili” deneyler tasarlanmanın uygun olabileceği söylenebilir (NRC, 1996; O’Brien, 2010; Goleman, 2011; MEB, 2013;). “Basit” boyutuyla “Ekonomik” ve “Güvenli” boyutlarında korelasyon yüksek çıkmıştır. Öğrencilerin anlayabileceği ve uygulayabileceği yalınlıkta deneyler için, deney malzemelerinin, zaman ayarlamasının ve kazanımların uygulanmasının ekonomik olması ve fiziksel ve psikolojik güven ortamının oluşturulması önemlidir (NRC, 1996; O’Brien, 2010).

Öneriler

Bu çalışma, fen bilimleri öğretmenleri ile yapılan çalıştay sonucunda Yenilikçi Fen Deneyleri temel kriterleri ve bu temel kriterleri yansıtan alt kriterler geliştirilmesi amacıyla. Uygulama yapmadan önce öğretmenlerin, sorgulamaya uygun etkinlikler hazırlamaları (açık sorgulamadan doğrulamaya doğru) ya da planlanan deneylerin değerlendirilmesinde kullanılması ve böylece daha etkili öğrenme - öğretme ortamı hazırlanabilmesi hedefini taşımaktadır.

Yenilikçi Fen Deneyleri tasarlanırken ya da uygulanırken belirlenen kriterler doğrultusunda öğrenciyi meraklandıran ve onun soru sormasını, ilgiyle dinlemesini sağlayan, araştırmaya yönlendiren ve böylece çözüme katkıda bulunmasına yardımcı olan, heyecanlandıran, hayal gücünü harekete geçiren deneyler önerilmektedir. Bunu sağlamak için de “eğlenceli” ve “günlük hayatla ilişkili” deneyler tasarlanmanın uygun olabileceği görülmüştür. Ayrıca deneylerin öğrencinin anlayabileceği yalınlıkta olması da sorgulamasını kolaylaştıracaktır. Bunun için deneyde kullanılan materyal ve malzemelerin, deney basamaklarının, deneyin kurgulanması (planlanması), düzenlenmesi, anlaşılması ve uygulamasında yalınlığına dikkat edilmelidir. “Basitlik” boyutuyla “Ekonomik” ve “Güvenli” boyutlarındaki ilişki göz önünde bulundurulmalıdır.

Geliştirilen temel ve alt kriterler hem sorgulama süreci için, hem de fen deneylerinin işleyişine uygun kriterlerdir. Bu kriterlere; kazanımlara, konuya ve değişen eğitim felsefelerinin yapısına uygun olarak ek kriterler getirilebilir. MEB (2017) programında vurgulanan “Fen ve Mühendislik Uygulamaları” kazanımlarını karşılayacak şekilde “tasarım”, “teknoloji” ve “birden fazla disiplini barındırma” gibi ek kriterler de getirilebilir. Ek-1’de bulunan “Yenilikçi Fen Deneyleri kriterleri” ölçeği deney tasarlarken, geliştirirken ve deney sürecini değerlendirme amaçlı öğretmenler tarafından kullanılabilir.

Kaynaklar

- Çapık, C. (2014). Geçerlik ve Güvenirlilik Çalışmalarında Doğrulayıcı Faktör Analizinin Kullanımı. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 17(3), 196-205.
- Colburn, A. (2000). An Inquiry Primer. *Science Scope*, 23(6), 42-44.
- Creswell, J. W. & Plano Clark V. L. (2015). *Karma Yöntem Araştırmaları: Tasarımı ve Yürütülmesi (2. Baskı) (Dede, Y. ve Demir, S. B. Çev.)*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Ergin, Ö., Pekmez, E. Ş. ve Erdal, S. Ö. (2005). *Kuramdan uygulamaya deney yoluyla fen öğretimi*. İzmir: Kanyılmaz Matbaası.
- Goleman, D. (2010). *Duygusal zeka: Neden IQ'dan daha önemlidir?*. Varlık Yayınları: 33.baskı.
- Goleman, D. (2011). *Leadership: The Power of Emotional Intelligence*. More Than Sound: 1st edition.
- Gömlüksiz, M. N. ve Kan, A. Ü. (2012). Eğitimde Duyuşsal Boyut ve Duyuşsal Öğrenme. *Turkish Studies*, 7(1), 1159-1177.
- Gorsuch, R.L. (1997). Exploratory factor analysis: Its role in item analysis. *Journal of Personality Assessment*, 68(3), 532-560.
- Harlen, W. (2006). *Teaching, learning and assessing science 5-12*. (Fourth Edition). London: Sage.
- Harlen, W. (2014). ‘Helping children’s development of inquiry skills’. *Inquiry in Primary Science Education (IPSE)*, 1, 5-19.
- Harrington, D. (2009). *Confirmatory Factor Analysis*. Oxford University Press. Newyork, USA.

- Hopkins, A. (2008) 'Classroom conditions to secure enjoyment and achievement: the pupils' voice. Listening to the voice of "Every child matters", *Education 3-13*, 36(4), 393-401.
- Kalınkara, V., Kapıkıran Ş. (2017). Yerinde Yaşlanma Ölçeğinin Geliştirilmesi ve Psikometrik Özellikleri, *Yaşlı Sorunları Araştırma Dergisi* 10(2), 54-66.
- Millar, R. & Osborne, J. F. (Eds.). (1998). *Beyond 2000: Science Education for the Future*. London: King's College London.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2017). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3,4,5,6,7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: T.C Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2013). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: T.C Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- National Resarch Council (NRC), (1996). National Science Education Standarts. National Academy Press. Washington, DC.
- National Research Council (NRC), (2000). Inquiry and the National Science Education Standards: a guide for teaching and learning. National Academy Press. Washington, DC.
- National Research Council (NRC), (2012). A framework for K-12 science eduction: Practices, crosscutting concepts and core ideas. National Academy Press. Washington, DC.
- O'Brien, T. (2010). *Brain-Powered Science: Teaching and Learning with Discrepant Events*. Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.
- Office for Standards in Education, Children's Services and Skills, Ofsted (2013). *Maintaining Curiosity: Science Education in schools*.
- Oğuz-Ünver, A. (2015). "Bilimin Doğası ve Bilimsel Sorgulama İlişkisi", *Bilimin Doğası Gelişimi ve Öğretimi* (ed. Nilgün Yenice), Ankara, Anı Yayıncılık, 217-256.
- Osborne, J., Erduran, S. & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.
- Şen, Ş., Yılmaz, A. ve Erdoğan, Ü. I. (2016). Sorgulamaya Dayalı Laboratuvarlara İlişkin Öğretmen Adaylarının Görüşleri. *İlköğretim Online*, 15(2), 443-468.
- Şimşek, Ö.F. (2007). *Yapısal Eşitlik Modellemesine Giriş Temel İlkeler ve LISREL Uygulamaları*, Cem Web Ofset, Ankara.
- Singer, S. R., Hilton, M. L., & Schweingruber, H. A. (Eds.). (2006). *America's laboratory report: Investigations in high school science*. Washington, DC: National Research Council.
- Tabachnick, B.G. & Fidell, L.S. (2001). *Using Multivariate Statistics*. Boston: Allyn and Bacon.
- Worthington, R.L. & Whittaker, T.A. (2006). Scale development research: A content analysis and recommendations for best practices. *The Counseling Psychologist*, 34(6), 806-838.
- Yaşar, Ş. ve Duban, N. (2009). Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına yönelik öğrenci görüşleri. *İlköğretim Online*, 8(2), 457-475.
- Yenice, N. (Ed.). (2015). *Bilimin Doğası, Gelişimi ve Öğretimi*. Anı Yayıncılık, Ankara.

Ek 1. Yenilikçi Fen Deneyleri

		Kesinlikle Katılıyorum	Orta Düzeyde Katılıyorum	Hiç Katılmıyorum
MERAK	1.Bu fen deneyi öğrenciyi harekete geçirecek güçte bir deneydir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	2.Bu fen deneyi öğrencinin ilgiyle dinlemesini sağlar.	(KK)	(ODK)	(HK)
	3.Bu fen deneyi öğrenciyi araştırmaya yönlendirir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	4.Bu fen deneyi öğrenciyi heyecanlandırır.	(KK)	(ODK)	(HK)
	5.Bu fen deneyi öğrenciyi çözüm sürecine katılmasını sağlar.	(KK)	(ODK)	(HK)
	6.Bu fen deneyi öğrencilerin ilk kez karşılaşacağı bir deneydir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	7.Bu fen deneyi öğrenciyi meraklandırarak hayal gücünü harekete geçirir.	(KK)	(ODK)	(HK)
GÜVENLİ	1. Bu fen deneyi doğru sonuca ulaştırdığı için güvenlidir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	2. Bu fen deneyinde malzemeler tanıtıldığı için güvenlidir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	3. Bu fen deneyinin ön denemesi yapılabildiğinden güvenlidir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	4.Bu fen deneyinde güvenlik tedbirleri ve dikkat edilmesi gereken önlemler tablosu olduğundan güvenlidir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	5. Bu fen deneyi güvenlik açısından öğrencilerde kaygı oluşturmamaktadır.	(KK)	(ODK)	(HK)
	6. Bu fen deneyi patlayıcı, delici, kimyasal, yanıcı içerikli maddeler içermediğinden güvenlidir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	7. Bu fen deneyi öğrencinin hazır bulunuşluk düzeyine uygun olduğu için güvenlidir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	8. Bu fen deneyinde öğrenci için tehdit içeren unsurlar olmadığı için güvenlidir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	9. Bu fen deneyi öğrencinin derse katılımında rahat hissetmesini sağladığı için güvenlidir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	10. Bu fen deneyinin kontrollü denemeleri olduğu için güvenlidir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	11*. Bu fen deneyinde deney öncesi ve deney sırasında tedbirler içerdiğinden güvenlidir.	(KK)	(ODK)	(HK)
BASİT	1. Bu fen deneyinde kullanılan malzemeler öğrencinin anlayabileceği basitliktedir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	2. Bu fen deneyi kolay bulunan malzemeler içerir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	3. Bu fen deneyinde deney basamakları öğrenciler tarafından kolay anlaşılabilir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	4. Bu fen deneyi malzemeleri kolay ulaşılabilir niteliktedir.			
	5. Bu fen deneyinin kurgulanması, düzenlenmesi ve yapılması basittir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	6. Bu fen deneyinin yalın olması kavram yanlışlarının oluşmasını engeller.	(KK)	(ODK)	(HK)
	7. Bu fen deneyi öğrencinin kendisi tarafından kolaylıkla uygulanabilir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	8. Bu fen deneyi öğrencinin anlayabileceği seviyededir.	(KK)	(ODK)	(HK)
EKONOMİK	1*. Bu fen deneyi geri dönüşüm ürünleri ile tasarlandığından ekonomiktir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	2. Bu fen deneyi öğrencinin deneyi tekrar yapabilmesine olanak sağlayacak maliyettir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	3. Bu fen deneyi deney malzemelerinin ortak kullanıldığı grup çalışmalarına uygundur.	(KK)	(ODK)	(HK)
	4. Bu fen deneyinde kullanılan malzemeler ucuz ve kolay bulunabilir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	5. Bu fen deneyi kısa sürede, verimli bir şekilde sonuçlanabilir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	6. Bu fen deneyi ders süresi içerisinde sonuçlandırılıp yorumlanabilir niteliktedir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	7. Bu fen deneyi zamandan tasarruf sağlar.	(KK)	(ODK)	(HK)

	8. Bu fen deneyine daha çok öğrenci katılabilir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	9. Bu fen deneyinde kullanılan malzemeler tekrar kullanılabilir.	(KK)	(ODK)	(HK)
EĞLENCİLİ	1. Bu fen deneyi günlük hayatla ilişkili olduğu için daha eğlenceli bir deneydir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	2. Bu fen deneyi grup çalışmasıyla eğlenceli öğrenmeyi destekler.	(KK)	(ODK)	(HK)
	3. Bu fen deneyi eğlenceli olduğundan çocukları bilim insanı olmaya heveslendirir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	4. Öğrenciler bu fen deneylerini yapmaya isteklidir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	5. Bu fen deneyi ile öğrenci öğrenirken mutlu olur.	(KK)	(ODK)	(HK)
	6. Bu fen deneyi ani değişim olan şaşırtan bir deneydir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	7. Bu fen deneyi motivasyonu artırır.	(KK)	(ODK)	(HK)
	8. Bu fen deneyi ilgiyi taze tutar.	(KK)	(ODK)	(HK)
	9. Bu fen deneyi derse katılımı artırır.	(KK)	(ODK)	(HK)
İLİŞKİLİ	1*. Bu fen deneyi dersin kazanımlarıyla ilgilidir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	2. Bu fen deneyi hayatımızdaki birçok problemin çözümüyle ilgilidir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	3. Güncel konularla ilişkili olan bu fen deneyi daha çok ilgi görür.	(KK)	(ODK)	(HK)
	4. Bu fen deneyi günlük hayatta karşımıza çıkan sorunlarla ilgili çözüm önerileri geliştirir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	5. Bu fen deneyi güncel konularla ilgilidir.	(KK)	(ODK)	(HK)
	6. Bu fen deneyi sayesinde bilim ile iç içe yaşadığımızı fark ettim.	(KK)	(ODK)	(HK)
	7. Bu fen deneyi sonucu ile günlük hayatta karşılaştığım sorunlara çözüm bulabilirim.	(KK)	(ODK)	(HK)
	8. Bu fen deneyi günlük yaşamla ilişkilendirilebilir.	(KK)	(ODK)	(HK)