

İŞLEMSEL FİZİK VE KİMYA PROBLEMLERİNDE MATEMATİK KULLANIM ÖLÇEĞİ GELİŞTİRİLMESİ, GEÇERLİK VE GÜVENİRLİĞİ ÇALIŞMASI

Zeliha ÖZSOY-GÜNEŞ¹, Yasemin DERELİOĞLU², F. Gülay KIRBAŞLAR³

ÖZET

Çalışmada öğretmen adaylarının işlemsel fizik ve kimya problemlerinde matematik kullanımına yönelik likert tipi geçerli ve güvenilir bir ölçek geliştirilmesi amaçlanmıştır. Ölçeği geliştirme aşamasında mevcut ölçekler incelenmiş, uzman görüşlerine başvurulmuş ve taslak ölçek oluşturulmuştur. Taslak ölçek 434 öğrenciye uygulanarak geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır. Uygulama sonrasında ölçeğin madde analizi, geçerlik ve güvenirliliğine ilişkin, sırasıyla madde toplam ve madde kalan korelasyonları, madde ayırt ediciliği, faktör analizi ve iç tutarlılığı belirleme çalışmaları yürütülmüştür. Ölçeğin kapsam geçerliği uzman görüşleri alınarak sağlanmıştır. Yapı geçerliliği için faktör analizi yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, ölçeğin; 2 faktöre sahip olduğu belirlenmiştir. Bu faktörler için hesaplanan Cronbach alfa katsayıları sırasıyla; 0.720, 0.675 ve tüm ölçek için 0.713' tür. Ölçeğin Kaiser-Meyer-Olkin değeri 0.679, Bartlett's Testi değeri ise 936.859 bulunmuştur. Geliştirilen ölçeğin işlemsel fizik ve kimya problemlerinin çözümünde matematiğin kullanımına yönelik geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olarak literatüre katkı yapabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Fizik, Kimya, Matematik Bilgisi, Problem Çözme, Ölçek Geliştirme

ABSTRACT

The purpose of this study was to develop a likert-style scale, reliable and valid for the use of mathematics in operational physics and chemistry problems. Before developing the scale, the current scales had

¹ Yrd. Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi, Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı.

² Yrd. Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi, Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Okul Öncesi Eğitimi Anabilim Dalı.

³ Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi, Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı.

been carefully analyzed, the views of experts were taken, and the first draft of scale was prepared. The validity and reliability studies of the scale were carried out by applying the first draft on 434 students. The total item and remainder item correlations, item discrimination, factor analysis and internal consistency measures were respectively implemented on the scale for a deeper validity and reliability analysis. According to the results of the analysis, the scale had two subscales. Cronbach Alpha coefficients were calculated for all subscales as 0.720, 0.675 respectively and for whole scale as 0.713. The value of Kaiser-Meyer-Olkin is 0.679 and Barlet's value is 936.859. As a result, it can be concluded that the developed scale is a valid and reliable instrument for the use of mathematics in operational physics and chemistry problem solving and is likely to contribute to literature on this subject.

Key Words: *Physics, Chemistry, Mathematics Knowledge, Problem Solving, Developing Scale*

Fen bilimleri insanların hayatında soludukları havadan, içtikleri suya, yaşadıkları dünyadan, kullandıkları en küçük teknolojik araçlara kadar geniş bir yelpazeyi kapsar. Hemen hemen her bilim alanı araştırmalarını fen bilimlerinin temel ilkelerinden yararlanarak yürütmekte ve verilerini onlarla işleyip, değerlendirmektedir. Fizik ve Kimya, hem temel olarak ve hem de biyoloji, mühendislik, jeoloji, malzeme bilimi ve teknolojik uygulamaların gelişiminde etkin olan merkezi bilimlerdir. Bu bilimlerdeki edinilen deneyimler sonucu teknolojik araç ve yöntemler oluşmuş, gelişmiştir. Bilim ve teknolojinin gelişmesinde fen bilimlerinin yeri ve önemi bilindiği gibi, eğitim alanında fen bilimleri eğitiminin önemi de gittikçe artmaktadır (Demirci, 1993).

Fizik, gerçekte insanların çevrelerinde ve günlük yaşamlarında karşılaştıkları olaylarla ilgili olup, yaşamla doğrudan ilişkili bir bilim dalıdır. Buna rağmen, öğrenciler tarafından zor, sıkıcı ve gereksiz bilgilerle dolu bir ders olarak nitelendirilmektedir (Azuma & Nogao, 2008; Kızılıçık & Ünsal, 2008; Sharma, 2004; Tekbiyık & Akdeniz, 2010; Yaman, Dervişoğlu & Soran, 2004). Bunun en büyük nedeni olarak, konuların çok soyut ve matematiksel olması, teorik bir doğasının olması, toplum ve insanlarla doğrudan ilişkili olmaması gösterilmektedir. Etkili bir fizik öğretimi için önkoşulun öğrencilerin derse karşı ilgi duymalarını sağlamak olduğu belirtilmektedir (Whitelegg & Parry, 1999).

Fizikte problemler, ikiye ayrılabilir. Bunların bazıları hesaplamaya dayalı problemler olup; matematik, fizik gibi ders kitaplarında çokça yer alan, dört işlem problemleridir. Diğer grup problemler ise hesaplama ve çözümleme gerektiren işlem becerilerinin ötesinde, verileri organize etme, sınıflandırma, ilişkileri görme

gibi becerilere sahip olmayı ve bir takım aktiviteleri arka arkaya yapmayı gerektirir (Gök & Silay, 2009).

Fen biliminin önemli bir dalı olan kimya, bilim olarak maddelerin yapısını, özelliklerini ve birbirleriyle etkileşimlerini incelemektedir. Kimya bilgisi, günümüzde canlı yapısının iyice anlaşılmasından çevre sorunlarının çözümüne kadar çok değişik alanlarda kullanılmaktadır. Kimya hem temel hem de uygulamalı bilimler için bir anahtar niteliğinde olduğundan bu bilimlerle ilgilenenler öncelikle kimyanın ana ilke ve yöntemlerini öğrenme gereği duyarlar (Pamuk, 1988).

Kimya derslerinin başarılmasında doğru problem çözmenin önemli bir yeri vardır. Ancak öğrencilerin kimya problemlerini çözmede zorluklar yaşadıkları görülmektedir. Problem türleri ile ilgili farklı araştırmacılar tarafından farklı gruplandırmalar yapılsa da kimya problemleri algoritma ağırlıklı ve kavram ağırlıklı olmak üzere iki genel grupta toplanabilir (Kean, Middlecamp & Scott, 1988; Leonard, Gerace & Dufresne, 1999; Taconis, Ferguson-Hessler & Broekamp, 2001).

Problem, zihni karıştırması nedeniyle karşılaşılan birey tarafından çözme isteği uyandıran ve ilk defa karşılaşılmaması nedeniyle de standart bir çözüm yolu bulunmayan, sadece çözmeye çalışan kişinin sahip olduğu bilgi birikiminin doğru şekilde kullanılması sonucu çözülmesi mümkün olan sorun olarak tanımlanabilir. Öğretimin her kademesinde ve her alanda problem ve problem çözme süreci önemli olmuştur. Matematiksel bilgiyi anlama ve bu bilgiler arasındaki ilişkiyi oluşturma, problem çözme sürecinde meydana gelmektedir (Swings & Peterson, 1988). Problem çözme sırasında öğrenciler, kavramları ve işlemleri bir araya getirmeli ve problemin çözümünde kullanabilmelidir (Bernardo, 1999). Polya (1945) problem çözme basamaklarını, 1) problemi anlama, 2) plan yapma, 3) planı uygulama, 4) geriye dönüp kontrol etme olarak ifade etmiştir. Schonfeld'in problem çözme kuramına göre ise matematik problemlerin çözümünde şu aşamalar bulunmaktadır: Problemin analizi, uygun matematiksel bilginin seçilmesi, plan yapma, planı uygulama ve cevabı kontrol etme (Harskamp & Suhre, 2007). Problem çözme bir bireyde olması gereken en önemli becerilerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Fen Bilimlerinde problem çözme, Fen Bilimleri kavramlarını ve bu kavramlar arasındaki ilişkileri anlamaya dayanmaktadır (Gorodetsky, 1986). Bazı araştırmalar, öğrencilerin problem çözmede, kavramın gerçek anlamını bilmeden algoritmaları kullandıklarını göstermiştir (Lythcott, 1990; Nakhleh, 1993; Nakhleh & Mitchell, 1993; Nurrenbern & Pickering, 1987; Pickering, 1990; Sawrey, 1990). Algoritma, problemleri çözerken problemin amacını başarmak için sırasıyla uygulanan bir dizi matematiksel işlemler serisine denir (Middlecamp & Kean, 1987). Problem çözme birçok alanda ve birçok nedenden dolayı önemli olduğundan özellikle matematiksel problem çözme hemen hemen tüm öğretim programlarının merkezinde gösterilmektedir (Jitendra, Griffin,

Buchman, & Sczesniak, 2007; Kayan & Çakıroğlu, 2008; NCTM, 1989, 1991, 2000, 2004; Polya, 1957; Schoenfeld, 1987, 1989). Matematiksel problem çözmenin öğretim programlarının merkezinde yer almasının en önemli nedenlerinden birisi matematiksel düşünmeyi, dolayısıyla diğer alanlarda matematiği kullanmayı olumlu yönde etkilemesidir (Polya 1973; Schoenfeld, 1985).

Fizik ve Kimya derslerinde, işlemsel problem çözümlerinde öğrencilerin kullandıkları çözüm yöntemleri; var olan bilgileri ile birlikte matematik bilgi ve becerilerini de kapsar. Çünkü hesaplamalar yapılırken birtakım matematiksel işlemlerin yapılması ve özellikle karmaşık formüllerde hesaplanması gereken veriyi bulabilmek için, formül içinde de bazı matematiksel düzenlemeler yapılması gerekmektedir.

Fen eğitiminde genel olarak iki hedefin başarılması amaçlanır, ilki özel bir alanda bilgileri organize edebilme, ikincisi o alanda problemleri çözebilmedir. Problem çözme çoğunlukla matematiksel uygulamaları ve formülleri içerdiğinden niceldir ve bu yönüyle çoğu öğrenci için büyük zorlukların kaynağıdır.

İnsanların yaşamları boyunca endişe duydukları birtakım konular ve alanlar vardır. Endişe düzeyi ne kadar yüksek olursa uğraşılan alanda başarı düzeyi o oranda azalır. Eğitim sisteminde önemli bir yeri olan öğretmenlerin sağlıklı, bilgili ve başarılı bir şekilde yetiştirilmeleri için meslekleriyle ilgili endişelerinin belirlenmesi ve tespit edilen olumsuzlukların en aza indirilmesi gerekir.

Matematik, tüm dünyada eğitimin önemli bir parçası olmasının yanı sıra aynı zamanda kişide kaygı uyandırıcı nitelikte de bir disiplindir (Richardson & Sunni, 1972). Matematik kaygısına ilişkin çevresel, bilişsel ve kişilik özellikleri ile ilgili faktörlerin de yıllardır eğitim psikologlarının ve matematik eğitimcilerinin üzerinde uğraşmakta oldukları popüler inceleme konularından biri olduğu söylenebilir. Matematik kaygısı günlük ya da akademik yaşamda sayılarla uğraşırken, matematik problemi çözerken, matematikle uğraşmayı gerektiren durumlarda ortaya çıkan mantık dışı bir kaygı olarak ya da benzer şekilde, özsaygıyı tehdit edici olarak algılanan, matematik içeren her türlü duruma karşı tepki niteliğinde ortaya çıkan bir kaygı durumu olarak tanımlanmaktadır (Miller & Mitchell, 1994). Bu kaygıyı taşıyan kişilerin akademik başarıları ve kariyer tercihleri sınırlanmaktadır. Matematik kaygısı ile ilgili kayıtlara geçen ilk çalışma Dreger ve Aitken (1957) tarafından yapılmıştır. Bu araştırmacılar matematik kaygısını, aritmetik ve matematik alanına karşı sergilenen olumsuz duygusal tepkiler sendromu olarak tanımlamışlardır. Matematiğe karşı oluşturulan olumsuz tutumlar özellikle öğrencilerde bulunan matematik yeteneklerinin ortaya çıkışını etkileyen önemli bir faktör olarak görülebilir. Böyle bir korkunun etkisi altında kalan öğrenciler istenilen düzeyde matematik bilgisi edinmemekte, kullanamamakta ve edindikleri matematiksel bilgileri anlamadan, özümseme-

den, kavramadan ezberleyerek kısa süreli öğrenme olarak gerçekleştirmiş olmaktadır. Dolayısıyla kalıcı bir öğrenme gerçekleşmediğinden, edinilen bilginin hafızada kalma süresi kısalmaktadır.

Öğrencilerin fizik ve kimya derslerindeki başarısızlıkların en önemli nedenlerinden biri, hesaplama dayalı (işlemsel) problemleri çözememe durumudur. Bu tip problemlerin çözümünde özellikle matematiksel işlemlere karşı öğrencilerin sergiledikleri tutum, endişe gibi değişkenler önemli rol oynamaktadırlar (Gök & Silay, 2009).

Bu araştırmanın amacı, öğrencilerin işlemsel fizik ve kimya problemlerinde matematik kullanımına yönelik ölçek geliştirilmesi ve geliştirilen ölçeğin geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları çerçevesinde incelenmesidir.

YÖNTEM

a) Çalışma Grubu

Araştırma bir ölçek geliştirme çalışmasıdır. Söz konusu ölçeğin geliştirilme aşaması; Eğitim Fakültesi'nde "Genel Kimya" ve "Genel Fizik" derslerini alan Fen Bilgisi Eğitimi, Sınıf Öğretmenliği ve Üstün Zekâlılar Eğitimi programlarında öğrenim gören toplam 434 öğretmen adayı üzerinde yürütülmüştür. Öğretmen adaylarının %40.1'i (n=174) Fen bilgisi eğitimi, %35.5'i (n=168) Sınıf Öğretmenliği; %24.4'ü (n=106) Üstün zekâlılar Öğretmenliği öğrencisidir. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının %18.0'i (n=78) 1.sınıfta, %32.5'i (n=141) 2.sınıfta, %24.2'si (n=105) 3.sınıfta ve %25.3'ü ise (n=110) 4.sınıfta öğrenim görmektedir. Araştırmaya katılan bireylerin %40.8'i (n=176) erkek; %59.2'si (n=257) ise bayan öğretmen adaylarından oluşmaktadır.

b) Ölçeğin Geliştirilmesi ile ilgili Çalışmalar

İşlemsel fizik ve kimya problemlerinde matematik kullanım ölçeği (EK1) beş aşamada geliştirilmiştir. Ölçek maddeleri belirleme aşaması, Uzman görüşü alma aşaması, Ön deneme aşaması, Geçerlik ve Güvenirlik aşaması.

Ölçek maddeleri belirleme aşamasında; "İşlemsel Fizik ve Kimya Problemlerinde Matematik Kullanım Ölçeği"nin (İFKPMKÖ) geliştirilmesi amacıyla uzman görüşleri alınarak maddeler belirlenmiştir. Bu maddelerin oluşturulması esnasında alan yazın taraması yapılmış ve ilgili olabilecek ölçekler incelenmiş ancak bu içerikte bir ölçeğe rastlanmamıştır. Konuya ilişkin olarak 18 maddeden oluşan ölçek hazırlanmıştır. İFKPMKÖ, "Evet", "Kararsızım" ve "Hayır" seçeneklerini içeren üçlü likert tipi bir ölçektir. Öğrencilerin maddelere verdiği cevaplardan evet seçeneğine 3, kararsızım seçeneğine 2, hayır seçeneğine 1 puan verilmiştir. Ölçekten alınabilecek en düşük puan 10 en yüksek 30' dur. Likert ölçeği, ölçekler içinde en yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun nedeni, likert tipi ölçeklerin geliştirilmesinin diğer ölçeklere

göre daha kolay ve kullanılabilirliğinin daha da yüksek olmasıdır (Tavşancıl, 2005). Wiersma'ya (2000) göre likert tipi ölçekler, genellikle 3'ten az ve 7'den fazla olmayan aralığa sahip bir ölçek türüdür.

Hazırlanan taslak ölçek, kapsam geçerliğini sağlaması bakımından alan uzmanlarının görüşüne sunulmuştur. Kapsam geçerliliği, bir ölçme aracının içeriğinin beklenen davranışları ne derece ölçtüğünün tayin edilmesidir (Balci, 2005; Christensen, 2004). Ölçek, fizik, kimya ve eğitim bilimleri uzmanı olmak üzere 3 üniversite öğretim üyesi tarafından incelenmiştir. Uzmanların önerileri doğrultusunda gözden geçirilmiş 18 maddelik nihai deneme formu oluşturulmuştur. Sonuçta ölçek maddelerinin öğrencilerin fizik ve kimya problemlerinde matematik kullanım eğilimlerini ölçmede yeterli olduğu sonucuna varılmıştır.

Ön deneme yapma aşamasında ölçeğin cevaplama süresi ve anlaşılabilirliği açısından değerlendirilmesi hedeflenmiş ve rastgele seçilen 25 öğrenciye ölçek uygulanmıştır. Sonuç olarak ölçeğin anlaşılabilir olduğu, cevaplama süresi olarak 10-15 dakikanın yeterli olduğu bulunmuştur.

c) Verilerin Çözülmesi

Oluşturulan 18 maddelik ölçek 434 kişiye uygulanmıştır. Elde edilen veriler üzerinde geçerlik ve güvenilirliğe kanıt sağlamak amacıyla aşağıdaki analizler yapılmıştır:

- Madde geçerliğine kanıt sağlamak amacıyla madde test korelasyonları,
- Verilerin temel bileşenler analizine uygunluğunu saptamak amacıyla, Kaiser-Meyer Olkin (KMO) katsayısı ve Barlett Sphericity testi,
- Yapı geçerliğine kanıt sağlamak amacıyla faktör analizi,
- Güvenirliğe kanıt sağlamak amacıyla test tekrar test ve Cronbach alfa ($Cr\alpha$) güvenilirlikleri hesaplanmıştır.

Verilerin analizinde SPSS programı kullanılmıştır.

BULGULAR

a) Madde Analizine İlişkin Bulgular

Ölçek maddelerinin ölçülmek istenen özellikle ilişkili olup olmadığı ve ayırt ediciliği bakımından incelenerek ölçekle ilişkisi güçlü veya ayırt edici olanlar ölçeğe konulmak üzere seçilebilir (Tezbaşaran, 2008). Ölçekle belirlenmek istenenleri ölçmede, her bir maddenin ölçme gücünü belirlemek için iki ayrı "madde analizi" önerilmiştir. Bunlar, madde toplam, madde kalan korelasyonları ve üst-alt %27'lik gruplara göre ayırt ediciliği ilişkin t-testi analizi yöntemleridir.

Madde analizinde ilk olarak madde toplam ve madde kalan korelasyonlarına bakılmıştır. Madde toplam korelasyonu 0.30 ve daha yüksek olan maddelerin bireyleri iyi derecede ayırt ettiği, 0.30-0.20 arasında kalan maddelerin zorunlu durumlarda kullanılabilmesi ve 0.20'den düşük maddelerin ise kullanılmaması gerektiği vurgulanmaktadır (Büyüköztürk, 2007). Yapılan analizde, 8 maddenin madde toplam korelasyonunun 0.30'den düşük değerde olması nedeniyle bu maddelerin ölçekten çıkarılmasına karar verilmiştir. Sonuç olarak 8 madde ölçekten çıkarılarak, kalan 10 madde için madde toplam ve madde kalan korelasyonları yeniden hesaplanmıştır. Kalan maddelerin, madde toplam korelasyonlarının 0.31-0.64 arasında değiştiği belirlenmiştir. Her bir maddeye ait madde toplam ve madde kalan korelasyonları Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1: Her Bir Maddeye Ait Madde Toplam ve Madde Kalan Korelasyonları

Madde No	Madde Toplam Korelasyon	Madde Kalan Korelasyon	Madde No	Madde Toplam Korelasyon	Madde Kalan Korelasyon
M1	.306**	.186*	M6	.381**	.254**
M2	.595**	.430**	M7	.639**	.481**
M3	.477**	.354**	M8	.475**	.337**
M4	.549**	.375**	M9	.562**	.384**
M5	.641**	.489**	M10	.568**	.389**

* p<.05 ** p<.01

Ölçekte yer alan maddelerin bireyleri, ne derece ayırt ettiğini belirlemek amacıyla ölçek toplam puanına göre sıralanan üst %27'lik ve alt %27'lik puan aralığındakilerin, madde puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığına ilişkin t-testi analizi yapılmıştır. t-testi sonuçları tüm maddelerde üst %27'lik grubun madde ortalama puanının alt %27'lik grubun puanlarından anlamlı (p<0.001) düzeyde yüksek olduğunu göstermiştir. Her bir maddeye ait madde ayırt ediciliğine ilişkin t-testi sonuçları Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2: Her Bir Maddeye Ait Madde Ayırt Ediciliğine İlişkin t-testi Sonuçları

Madde No	Üst-Alt %27'lik gruplara göre t-testi sonuçları	Madde No	Üst-Alt %27'lik gruplara göre t-testi sonuçları
M1	-6.179	M6	-7.040
M2	-16.003	M7	-18.138
M3	-8.266	M8	-9.171
M4	-14.060	M9	-15.859
M5	-17.574	M10	-14.943

b) Ölçeğin Yapı Geçerliliğine ve Güvenirliğine İlişkin Bulgular

Ölçeğin yapı geçerliliğine ilişkin kanıtları ortaya koymak amacıyla faktör analizi yapılmıştır. Yapı geçerliği, ölçülen özelliğin ne olduğu ile ilgili olup faktör analizi, yapı geçerliğini incelemeye en güçlü yöntemdir ve aynı niteliği ölçen değişkenleri bir araya toplayarak ölçmenin çok daha az sayıda faktörle yapılmasına olanak verir (Büyüköztürk, 1997; Kerlinger, 1973; Öngel, 1975; Tabachnick & Fidel, 1989). Böylece, faktör analizi ile ölçülebilir kavramlara ulaşılabilir. Tabachnick ve Fidel (1989), faktör analizi için 200 denekten elde edilen verilerin yeterli olduğunu belirtmektedir. Bu nedenle, ulaşılan birey sayısı 200, faktör analizi için yeterli kabul edilmiştir. Bu sayının diğer geçerlik ve güvenilirlik analizleri için de yeterli olduğu söylenebilir.

Faktör analizinde ilk olarak verilerin faktör analizine uygun olup olmadığı Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) katsayısı ve Barlett testi ile kontrol edilmiştir. KMO katsayısının en az 0.60 olması ve Barlett testinin anlamlı düzeyde çıkması, verilerin faktör analizi için uygun olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk, 2007; Kalaycı, 2005). Çalışmada KMO katsayısı 0.679 ve Barlett testi değeri ise 936.859 ($p < 0.001$) olarak hesaplanmıştır. Buna göre verilerin faktör analizi için uygun olduğu söylenebilir.

KMO katsayısı, verilerin ve örneklem büyüklüğünün seçilen analize uygun ve yeterli olduğunu belirlemede kullanılan istatistiksel bir yöntemdir. KMO katsayısı 1'e yaklaştıkça verilerin analize uygun olduğu, 1 olmasında ise mükemmel bir uyum olduğu anlamına gelir. KMO değerinin 0.50'nin üstünde çıkmış olması (KMO=0.679, $p < 0.01$) faktör analizi açısından örneklem kümesinin uygun olduğunu göstermiştir. Parametrik yöntemi kullanabilmek için, ölçülen özelliğin evrende normal dağılım göstermesi gerekir. Barlett Sphericity testi verilerin çok değişkenli normal dağılımdan gelip gelmediğini kontrol etmek için kullanılabilecek istatistiksel bir tekniktir. Bu test sonucunda elde edilen ki-kare test istatistiğinin anlamlı çıkması verilerin çok değişkenli normal dağılımdan geldiğinin göstergesidir. Bartlett's testi sonucunun da ($\chi^2=936.859$) $p < .001$ düzeyinde anlamlı olması ölçme aracının faktör yapılarına ayrıştırılabileceğini göstermiştir.

Ölçeğin faktör analizine uygunluğu belirlendikten sonra yapı geçerliği açılımlayıcı faktör analizi yapılarak sağlanmıştır. Açılımlayıcı faktör analizinde, değişkenler arasındaki ilişkilerden hareketle faktör bulmaya yönelik bir işlem söz konusudur (Büyüköztürk, 2007). Faktör analizi sonuçlarının değerlendirilmesinde, ölçekte yer alan maddelerin faktör yük değerlerinin 0.45 ve daha yüksek olması önerilmekle birlikte 0.30 üzerindeki maddelerin de ölçekte yer alabildiğine rastlanmaktadır (Kerlinger, 1973; Tabachnick & Fidel, 1989). Ölçeği oluşturan maddelere ilişkin faktör yükleri 0.503 ile 0.781 arasında değişmektedir. Ölçekteki maddelerin özdeğeri 1'in üzerinde olan 2 alt faktörlü bir yapıya sahip olduğu görülmüştür. Tablo 3'te ölçek maddelerine ilişkin faktör yükleri görülmektedir. Madde içerikleri incelendiğinde, belirlenen iki faktör altında toplanan maddelerin birbiriyle uyum içinde oldukları görülmüştür. Bu durum faktörlerin madde içeriklerine göre adlandırılmasına imkân tanımaktadır. Buna göre her bir faktör uygun şekilde adlandırılmıştır. Bu faktörler 1. *İşlemsel fizik ve kimya problemlerinde matematik kaygısı*, 2. *İşlemsel fizik ve kimya problemlerinde kavram ve matematik bilgisi ilişkisi* olarak tanımlanmıştır. Birinci alt faktör 6 maddeden (2, 4, 5, 7, 9, 10), ikinci alt faktör 4 maddeden (1, 3, 6, 8) oluşmaktadır. Bu iki alt faktörün açıkladığı toplam varyans %46.864 olarak bulunmuştur.

Tablo 3: Ölçek Maddelerine İlişkin Faktör Analizi Sonuçları

Madde No	Faktör yükleri	
	Faktör 1	Faktör 2
M10	.725	
M5	.702	
M4	.682	
M9	.655	
M2	.511	
M7	.503	
M6		.781
M8		.696
M3		.688
M1		.587

Son aşamada ölçeğin iç tutarlılığını belirleme çalışması yapılmıştır. Ölçeğin her bir boyutu ve ölçeğin geneli için Cronbach alfa (C_{α}) katsayısı hesaplanmış ve tüm grup içinden tesadüfî olarak seçilmiş 100 öğrenci üzerinde test tekrar test güvenilirliği hesaplanmıştır. Ölçeğin güvenilirliğine ve homojenliğine ilişkin olarak, C_{α} güvenilirliği ve test tekrar test güvenilirliği hesaplanmıştır. Ölçeğin tümüne ait C_{α} güvenilirliği; 0.713, test tekrar test

güvenirliliği ise, 0.754, $p < .01$, birinci ve ikinci alt faktöre ilişkin C_{α} ; 0.720 ve 0.675, test tekrar test güvenirliliği 0.777 ve 0.673, $p < .01$ olarak bulunmuştur. Tüm bu bulgular ölçeğin tatmin edici düzeyde güvenirliliğe sahip olduğuna ilişkin kanıt olarak kullanılmıştır.

c) Faktörler Arasındaki Korelasyonel İlişkiye Yönelik Bulgular

Ölçeğin alt faktörleri arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik olarak, faktörler arasında Pearson Korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 4'te sunulmuştur. Korelasyon analizi sonucunda ölçeğin iki boyutunun birbiriyle anlamlı düzeyde negatif ilişki içinde olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4: Faktörler Arasındaki Korelasyon Analizi Sonuçları

	Faktör 1	Faktör 2
Faktör 1		-.211**
Faktör 2		

* $p < .01$ ** $p < .001$

Öğrencilerin birinci faktör olan *İşlemsel fizik ve kimya problemlerinde matematik kaygısı* ile ikinci faktör olan *İşlemsel fizik ve kimya problemlerinde kavram ve matematik bilgisi ilişkisi* arasında negatif yönde anlamlı ilişki olduğu görülmektedir. Başka bir ifadeyle öğrencilerde mevcut matematik kaygısı ile fizik ve kimya problemlerinde kavram ve matematik bilgisini ilişkilendirme arasında negatif bir ilişki vardır. Bu durum öğrencilerde matematik kaygısı arttıkça fizik ve kimya problemlerinde kavram ve matematik bilgisini ilişkilendirmelerinin zorlaşabileceği şeklinde yorumlanabilir.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İşlemsel fizik ve kimya problemlerinde matematik bilgisinin kullanımının ve kavram bilgisiyle birleştirilmesinin anlamlı öğrenme ve bu derslerde öğrencilerin başarılı olabilmesi için önemi yadsınamayacak kadar büyüktür. Bu bağlamda yürütülen çalışmada, geliştirilen ölçeğin kullanılabilirliğine ilişkin sonuçlar aşağıda yer almaktadır.

- Ölçek maddeleri için yapılan madde analizinde ilk olarak madde toplam ve madde kalan korelasyonlarına bakılmıştır. Kalan maddelerin, madde toplam korelasyonlarının 0.31–0.64 arasında değiştiği belirlenmiştir. Ölçekteki her bir maddenin katkısının yeterli düzeyde olduğu görülmüştür.

- Ölçekte yer alan maddelerin bireyleri, ne derece ayırt ettiğini belirlemek amacıyla madde puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığına ilişkin t-testi analizi yapılmıştır. Madde ayırt ediciliği analizi sonucunda, maddelerin öğrencileri işlemsel fizik ve kimya problemlerinde matematik bilgisinin kullanımını bakımından ayırt edebilir nitelikte olduğu görülmüştür.
- Ölçeğin yapı geçerliğine yönelik yapılan çalışmalarda ilk olarak verilerin faktör analizine uygun olup olmadığı KMO katsayısı ve Barlett testi ile kontrol edilmiş ve buna göre verilerin faktör analizi için uygun olduğu görülmüştür.
- Ölçeğin faktör analizine uygunluğu belirlendikten sonra yapı geçerliği için açıklayıcı faktör analizi yapılmış ve ölçeğin *İşlemsel fizik ve kimya problemlerinde matematik kaygısı ve İşlemsel fizik ve kimya problemlerinde kavram ve matematik bilgisi ilişkisi* olmak üzere iki alt faktörlü bir yapıya sahip olduğu görülmüştür.
- Ölçeğin iç tutarlılığını belirlemek amacıyla, her bir boyutu ve ölçeğin geneli için C_{α} katsayısı hesaplanmış ve test tekrar test güvenirliliği hesaplanmıştır. Ölçeğin iç tutarlılığının, genel olarak ve alt boyutlar bakımından oldukça iyi düzeyde olduğu ortaya konulmuştur.
- Ölçeğin alt boyutları arasında anlamlı düzeyde korelasyonel ilişki olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada öğretmen adaylarının işlemsel fizik ve kimya problemlerinde matematik kullanımına yönelik likert tipi geçerli ve güvenilir bir ölçek geliştirilmiştir. Eğitim Fakültesinin Fen Bilgisi Eğitimi, Sınıf Öğretmenliği ve Üstün Zekâlılar Eğitimi programlarında öğrenim gören toplam 434 öğretmen adayı üzerinde gerçekleştirilen bu araştırmanın bulgularına göre, işlemsel fizik ve kimya problemlerinde matematik kullanımına yönelik hazırlanan ölçeğin, iki alt boyutlu geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğu belirlenmiştir. Ölçek, likert tipi üçlü dereceleme ölçeğinde hazırlanmış 10 maddeden oluşmuştur. Öçekten alınabilecek en düşük ve en yüksek puan, birinci faktör için 6-18 puan, ikinci faktör için 4-12 puan ve toplam puan için 10-30 puan şeklindedir.

Fizik ve Kimya problemlerinde matematik kullanımına yönelik geliştirilen bu ölçeğin alan yazına katkı sağlayacağı ve bu tip ölçeklerin geliştirilmesinin ve bu alandaki çalışma sayılarının artmasının eğitimdeki başarı oranını da artıracacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Azuma, T. & Nagao, K. (2008). *An inquiry into the reproduction of physics-phobic children by physics-phobic teachers*. arXiv:0803.3167v2 [physics.ed-ph], Retrieved from <http://arxiv.org/abs/0803.3167>
- Balcı, A. (2005). *Sosyal Bilimlerde Araştırma*. Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Bernardo, A.B. (1999). Overcoming Obstacles in Understanding and Solving Word Problems in Mathematics. *Educational Psychology*, 19 (2), 149-163.
- Büyüköztürk, Ş. (1997). Araştırmaya yönelik kaygı ölçeğinin geliştirilmesi. *Eğitim Yönetimi Dergisi*, 3, 453-464.
- Büyüköztürk, Ş. (2007). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Christensen, L.B. (2004). *Experimental Methodology*. United States of America: Pearson Education.
- Demirci, B. (1993). Çağdaş fen bilimleri eğitimi ve eğitimcileri. *H.Ü Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9, 115-124.
- Dreger, R.M. & Aiken, L.R. (1957). The identification of number anxiety in a college population. *Journal of Educational Psychology*, 48 (6), 344-351.
- Gorodetsky, M. (1986). Misconceptualiation of the chemical equilibrium concept as revealed by different evaluation methods. *Eur. J. Sci. Educ.*, 8, 427.
- Gök, T. & Sılay, İ. (2009). İşbirlikli problem çözme stratejileri öğretiminin öğrencilerin başarısı ve başarı güdüsü üzerindeki etkileri. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11 (1), 13-27
- Harskamp, E. & Suhre, C. (2007). Schoenfeld's problem solving theory in a student controlled learning environment. *Computers & Education*, 49, 822-839.
- Jitendra, A.K., Griffin, C.C., Buchman, A.D. & Sczesniak, E. (2007). Mathematical problem solving in third-grade classrooms. *The Journal of Educational Research*, 100 (5), 282-302.
- Kalaycı, Ş. (2005). *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri*. Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- Kayan, F. & Çakıroğlu, E. (2008). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel problem çözmeye yönelik inançları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35, 218-226.
- Kean, E., Middlecamp, C.H. & Scott, D.L. (1988). Teaching students to use algorithms for solving generic and harder problems in general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 65 (11), 987-990.

- Kerlinger, F.N. (1973). *Foundations of Behavioral Research*. Hold, Rinehart and Winston, 436.
- Kızılcık, H. Ş. & Ünsal, Y. (2008). *Fizik öğretmeni adaylarının bazı eş anlamlı fizik kavramlarını algılama düzeyleri ve kullanım tercihleri: Bir durum çalışması*. VIII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Bildiri, Bolu-TÜRKİYE.
- Leonard, W.J. Gerace, W.J. & Dufresne, R.J. (1999). *Concept-based problem solving, university of massachusetts physics education research group technical report*. Scientific Reasoning Research Institute and Department of Physics & Astronomy, University of Massachusetts.
- Lythcott, J. (1990). Problem solving and requisite knowledge of chemistry. *Journal of Chemical Education*, 67, 248-252.
- Middlecamp, C. & Kean, E. (1987). Generic and harder problems: teaching problem solving. *Journal of Chemical Education*, 64, 516-517.
- Miller, L.D. & Mitchell, C.E. (1994). Mathematics anxiety and alternative methods of evaluation. *Journal of Instructional Psychology*, 21(4), 353-358.
- Nakhleh, M.B. (1993). Are our students conceptual thinkers or algorithmic to problem solvers? Identifying conceptual students in general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 70, 52-55.
- Nakhleh, M.B. & Mitchell, R.C. (1993). Concept learning versus problem solving. There is a difference. *Journal of Chemical Education*, 70, 190-192.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2004). Teaching children mathematics. Retrieved Oct. 16, 2004, from http://my.nctm.org/eresources/article_summary.asp?URI=TCM2005-04-3a&from=B
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*, Reston, VA: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1991). *Curriculum and Evaluation Standarts for School mathematics*, Reston, VA: Author.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1989). *Curriculum and Evaluation Standarts for School mathematics*, Reston, VA: Author.
- Nurrenbern, S.C. & Pickering, M. (1987). *Concept learning versus problem solving: Is there a difference?* *Journal of Chemical Education*, 64, 508-510.
- Öngel, E. (1975). *Faktör Çözümüne Giriş: Önemli Bileşen Çözümü ve Uygulaması*. Ankara.

- Pamuk, F. (1988). *Genel Kimya*. Ankara: G.Ü. Basın Yayın Yüksek Okulu Matbaası.
- Pickering, M. (1990). Further studies on concept learning versus problem solving. *Journal of Chemical Education*, 67, 254-255.
- Polya, G. (1973). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (2nd ed.). Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Polya, G. (1957). *How to Solve It?* (2 nd ed.). Princeton, N.J.: Princeton University Press.
- Polya, G. (1945). *How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Richardson, F.C. & Suinn, R.M. (1972). The Mathematics anxiety rating scale: psychometric data. *Journal of Counseling Psychology*, 19 (6), 551-554
- Sawrey, B.S. (1990). Concept learning versus problem solving: revisited. *Journal of Chemical Education*, 67, 253-255.
- Schoenfeld, A.H. (1989). Explorations of students' mathematical beliefs and behavior. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20 (4), 338-355.
- Schoenfeld, A.H. (1987). *A brief and biased history of problem solving*. In F. R. Curcio (Ed.), *Teaching and Learning: A Problem-Solving Focus* (pp. 27-46). Reston VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Schoenfeld, A.H. (1985). *Mathematical Problem Solving*. Orlando, FL: Academic Press.
- Sharma, B.K. (2004). *Can we make physics popular? Proceeding of Second Annual Conference and National Conference On "How To Make Physics Popular?"*, Jaipur, India, 11-13.
- Swings, S. & Peterson, P. (1988). Elaborative and integrative thought processes in mathematics learning. *Journal of Educational Psychology*, 80 (1), 54-66.
- Tabachnick, B.G. & Fidell, L.S. (1989). *Using Multivariate Statistics*. Usa: Harper Collins Publishers.
- Taconis, R., Ferguson-Hessler, M.G.M. & Broekkamp, H. (2001). Teaching science problem solving, an overview of experimental work. *Journal of Research in Science Teaching*, 38 (4), 442-468.
- Tavşancıl, E. (2005). *Tutumların Ölçülmesi ve SPSS ile Veri Analizi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Tekbıyık, A. & Akdeniz, A.R. (2010). Bağlam temelli ve geleneksel fizik problemlerinin karşılaştırılması üzerine bir inceleme. *NEF-EFMED*, 4 (1), 123-140.

- Tezbaşaran, A.A. (2008). *Likert Tipi Ölçek Hazırlama Kılavuzu*, Üçüncü Sürüm e-Kitap.
- Whitelegg, E. & Parry, M. (1999). Real-life contexts for learning physics: meanings, issues, and practice. *Physics Education*, 34, 68-72.
- Wiersma, W. (2000). *Research Methods in Education: An Introduction*. Needham Heights, MA: Allyn and Bacon, A Pearson Education Company.
- Yaman, M., Dervişoğlu, S. & Soran, H. (2004). Ortaöğretim öğrencilerinin derslere ilgilerinin belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 232-240.

EK 1. İşlemsel Fizik ve Kimya Problemlerinde Matematik Kullanım Ölçeği Maddeleri

İşlemsel Fizik ve Kimya Problemlerinde Matematik Kullanım Ölçeği	
1	İşlemsel kimya problemlerinin çözümünde kimya bilgisinin yanında matematik bilgisinin de yeterli olması gerekir.
2	Kimya dersinde işlemlerde hata yapacağımı düşünerek sözel konulara daha çok çalışırım.
3	İşlemsel kimya problemlerini doğru çözmekle matematik bilgisi arasında bir ilişki yoktur.
4	İşlemsel kimya problemlerini çözerken genellikle işlem hatasından dolayı yanlış sonuca ulaşıyorum.
5	Bir den çok işlem gerektiren kimya problemlerini doğru sonuca ulaştırmada zorlanırım.
6	İşlemsel fizik problemlerinin çözümünde fizik bilgisinin yanında matematik bilgisinin de yeterli olması gerekir.
7	Fizik dersinde işlemlerde hata yapacağımı düşünerek sözel konulara daha çok çalışırım.
8	İşlemsel fizik problemlerini doğru çözmekle matematik bilgisi arasında bir ilişki yoktur.
9	İşlemsel fizik problemlerini çözerken genellikle işlem hatasından dolayı yanlış sonuca ulaşıyorum.
10	Bir den çok işlem gerektiren fizik problemlerini doğru sonuca ulaştırmada zorlanırım.