



## A study of STEM Awareness Scale development for high school teachers

## Ortaöğretim öğretmenlerine yönelik FeTeMM Farkındalık Ölçeği (FFÖ) geliştirme çalışması

Mustafa Çevik<sup>1</sup>

### Abstract

The aim of this study is to develop a scale in order to identify science, technology, engineering and mathematics (STEM) awareness levels of teachers in science, technology, engineering and mathematics fields (mathematics, physics, chemistry, biology and information technology) in high schools. The research was conducted with 247 teachers working in high schools. 24 items were selected from the question pool created during the first phase of the study in line with expert opinions. Exploratory factor analysis (EFA) was conducted within the scope of validity studies. As the result of EFA, it was obtained that the scale consists of 3 sub-dimensions (“Effect to Students”, “Effect to Lessons”, “Effect to Teachers”) a 15-item scale consisting. In the second phase of the study, the 3 sub-dimensions was confirmed as a result of confirmatory factor analysis (CFA) with Lisrel 8.80 program. Cronbach’s Alpha reliability coefficient for the scale was .82; .81, .71 and .70 for each sub-dimension, respectively. In the third phase of the study, the test-retest method was applied, the standard deviation and mean of the scale were calculated as 0.52, 3.95 in the first application and 0.53, 3.91 in the second application. Pearson’s correlation coefficient was found to be significant at  $r = 0.615$  and  $p = .001$  level. As a result of the study, a valid and

### Özet

Bu çalışmanın amacı, ortaöğretim kurumlarında görev yapan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) alanı öğretmenlerinin (matematik, fizik, kimya, biyoloji ve bilişim teknolojileri) FeTeMM farkındalık seviyelerini tespit etmek için bir ölçek geliştirmektir. Araştırma, ortaöğretim kurumlarında görev yapmakta olan 247 öğretmen ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında oluşturulan soru havuzundan uzman görüşleri doğrultusunda 24 madde seçilmiştir. Geçerlik çalışmaları kapsamında açılımlı faktör analizi (AFA) gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda, 3 alt boyuttan oluşan (“Öğrenciye Etkisi”, “Derse Etkisi” ve Öğretmene Etkisi) 15 maddelik bir ölçek elde edilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında, Lisrel 8.80 programı ile doğrulayıcı faktör analizi (DFA) ile 3 alt boyutlu olduğu doğrulanmıştır. Cronbach’s Alpha güvenirlik katsayısı ölçeğin bütünü için .82; alt boyutları için sırayla .81, .71 ve .70 tir. Çalışmanın üçüncü aşamasında ise test tekrar test yöntemi uygulanmış, birinci uygulamada ölçeğin standart sapması ve ortalaması 0.52, 3.95 olarak tespit edilmişken ikinci uygulamada 0.53, 3.91, olarak tespit edilmiştir.. Pearson korelasyon katsayısı ise  $r = 0.615$  ve  $p = .001$  düzeyinde anlamlı olduğu bulunmuştur. Çalışma sonucunda ortaöğretim kurumlarında görevli FeTeMM alanı öğretmenlerinin FeTeMM farkındalık

<sup>1</sup> Assist. Prof. Dr., Karamanoglu Mehmet Bey University, Faculty of Education, Department of Primary Education, [mustafacevik@kmu.edu.tr](mailto:mustafacevik@kmu.edu.tr)

reliable scale, which can be used to determine the STEM awareness levels of the teachers in the field of STEM in high schools, has been developed.

**Keywords:** STEM, Awareness, High school teachers.

(Extended English abstract is at the end of this document)

düzeylerini belirlemek için kullanışlı geçerli ve güvenilir bir ölçek elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** FeTeMM, Farkındalık, Ortaöğretim öğretmenleri

## GİRİŞ

Çağımızda bilim ve teknolojinin hızla gelişmesiyle, öğrencilerin disiplinler arası bir müfredattan daha çok; gerçek dünyadaki görevleri yerine getirmeleri, teori ile pratiği birleştirmeleri ve yaratıcı problem çözme becerilerini geliştirmeleri gerektiği bilinmektedir. Bu ihtiyaçlara cevap olarak FeTeMM eğitimi geliştirilmiştir. FeTeMM eğitimi disiplinler arası ve uygulamaya yönelik yaklaşımları içeren fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin birbirleri arasında bağ kurarak entegrasyonunu sağlayan bir yaklaşım şeklinde tanımlanmaktadır (Akgündüz, Ertepinar, Ger, Kaplan Sayı ve Türk, 2015; Bybee, 2010). FeTeMM kavramı Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik kelimelerinin baş harflerinin kısaltmasından oluşmaktadır (Gonzalez ve Kuenzi, 2012; Moomaw, 2013). FeTeMM eğitimi, fen bilimleri ve matematik disiplinlerinin ayrı ayrı bölünmesinden ziyade bütünleştirilmiş, birden fazla disiplini içinde barındıran bir sistem olarak karşımıza çıkmaktadır. FeTeMM, multidisipliner çalışmanın en güzel örneklerinden biridir. Ancak okullarda fen ve matematik gibi disiplinler birbirinden ayrı olarak öğretilmektedir. Mühendislik alanı ile ilgili bu disiplinin ne ders olarak ne de diğer derslerin öğretim programlarına entegrasyonunu görmekteyiz. Bu durum öğrencilerin çağın gereklerine uygun yetiştirilmesi bağlamında bir eksikliklerdir. Çünkü FeTeMM alanlarının ayrı bir şekilde öğretilmesi, öğrencilerin problemlere karşı çoklu bakış açılarını, dolayısıyla disiplinler arası entegrasyonu yok etmektedir (Yenilmez ve Balbağ, 2016).

FeTeMM eğitiminde temel amaç, öğrencilerin problem çözme becerisine sahip, teknolojinin sistematiğini anlayan, analitik düşünen, özgüvenli ve iletişim becerileri gelişmiş bireyler olmalarıdır (Bybee, 2010; Morrison, 2006). Dolayısıyla inovasyon yeteneğine sahip bireyler yetiştirmek amacıyla olan ve yeniliklerin merkezinde bulunan FeTeMM eğitiminin kapsamı, teorik ve pratik yapısı, okullar ve üniversiteler seviyesinde incelenmeli ve değerlendirilmelidir (Çorlu, vd., 2014). FeTeMM eğitimi, okul öncesi eğitimden başlayıp yükseköğretime kadar devam eden kısacası bütün eğitim basamaklarında kendisine önemli bir pay verilen süreç olmalıdır. Bütün bu süreçte fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin birbirleriyle bütünleşik olarak öğretilmesine dayanmalıdır. Öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerine karşı ilgilerini, yönelimlerini ve 21. yüzyıl becerileri olarak adlandırılan becerileri kullanarak artıracak faaliyetler de FeTeMM eğitimi kapsamında yer almaktadır (Baran, Canbazoglu Bilici ve Mesutoğlu, 2015).

Literatürde FeTeMM eğitiminin iki esas amacı olduğu belirtilmektedir (Thomasian 2011). Bunlardan ilki yüksek öğretim seviyesinde FeTeMM alanlarına ilişkin meslek tercihinde bulunacak öğrenci sayısını yükseltmek, bir diğer amaç ise öğrencilerin FeTeMM disiplinlerindeki hazırbulunuşluk seviyelerini artırarak bu alanlarla ilgili günlük hayatta karşılaştıkları sorunların üstesinden gelmek için etkili çözüm önerilerine ulaşmalarını sağlamaktır. Teknoloji üretiminin ülkelerin ekonomik olarak kalkınmasında önemli bir paya sahip olduğu günümüzde, bilginin nitelikli bir biçimde uygulama alanına konulması ve bireyler kariyer bilinci edinirken bu alanlara dikkat çekilmesi önem arz etmektedir (Hacıömeroğlu ve Bulut, 2016). Dünyada bilim, teknoloji ve

ekonomi alanlarında söz sahibi olma noktasında önemli bir eğitim yöntemi olarak görülen FeTeMM'in (Lacey ve Wright, 2009), özellikle son yıllarda Amerika Birleşik Devletleri tarafından üzerinde titizlikle durulmuş ve bu eğitimin sürdürülmesi konusundaki hassasiyete binaen çalışmalar büyük bir hız kazanmıştır. Özellikle alanyazın tarandığında FeTeMM disiplinlerinin bütüncül bir yaklaşımla ele alınmasının öğrencilerin ilgi, tutum, mesleki yönelim gibi özellikleri üzerinde olumlu yönde etkili olduğu sonucuna ulaşan çalışmalara rastlanmaktadır (Schmidt ve Kelter, 2017; Christensen ve Knezek, 2017; Yıldırım ve Selvi, 2017; Gülhan ve Şahin, 2016; Baran, Canbazoglu Bilici, Mesutoğlu, 2015; Biçer vd, 2015; Gencer, 2015; Yamak, Bulut ve Dündar (2014), Guzey, Harwell ve Moore, 2014; Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014; Fortus vd., 2004). FeTeMM alanlarına karşı ilgiyi oluşturmak ve geliştirmek, öğrencilerin gelecekte bu alanlarda işgücüne katılmaları açısından oldukça önem taşımaktadır (Knezek vd, 2013). Yine öğretmen ve öğretmen adayları için FeTeMM çalışmalarında daha çok FeTeMM tabanlı geliştirilmiş programlara dahil oldukları çalışmalar karşımıza çıkmaktadır (Akaygun ve Aslan-Tutak, 2016; Bracey ve Brooks, 2013; Pinnell vd, 2013). Ancak bunun yanında uluslararası literatürde gerek öğretmen ve gerekse öğretmen adaylarına yönelik yapılmış birçok çalışma ile karşılaşmak ta mümkündür. Örneğin, Wang vd (2011), fen ve mühendislik öğretmenlerinin FeTeMM'e yönelik inanç ve algılarını tespit etmek amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Nadelson vd (2012), ise öğretmenlerin FeTeMM yeterlik algılarını ve kendilerini yetiştirmek üzere bir dizi etkinliklerin yer aldığı bir araştırma gerçekleştirmiştir. Aslan-Tutak vd, 2017; Çınar vd, 2016 ve Akaygün vd, 2015 gibi FeTeMM farkındalıklarının incelenmesi üzerine yapılan çalışmalar ulusal anlamda bilim insanlarının bu konu üzerinde durmaya başladığını göstermektedir.

Çorlu (2014)'e göre "FeTeMM eğitimi, genç araştırmacılara Türkiye ve dünya ölçeğinde yeni gelişen bir alanın öncüleri arasında yer alabilmek ve alanı etkileyebilmek gibi birçok fırsat sunmaktadır". FeTeMM eğitimi aynı zamanda edinilen bilgilerin pratiğe geçirilmesi anlamında da önem teşkil etmektedir. Son yıllarda ülkemizde FeTeMM eğitimiyle ilgili çalışmaların sayısında ciddi bir artış olduğu görülmektedir. Bu çalışmaların büyük çoğunluğu ortaokul öğrencileri, öğretmen adayları veya öğretmenlerle yürütülmüştür. Bu durum, öğrenciler, öğretmen adayları ve öğretmenler için kullanılabilir ölçme araçlarına olan ihtiyacı ortaya koymaktadır. Örneğin FeTeMM alanında, öğretmen adaylarının FeTeMM eğitime ilişkin zihinsel hazır olma düzeyleri ile matematik ve fen bilimleri öğretiminin doğasına ilişkin tutumlarını incelemek amacıyla Çorlu, Capraro ve Çorlu (2015) bir ölçek geliştirmişlerdir. Yine Hacıömeroğlu ve Bulut (2016) lisans öğrencilerinin çalışma grubu olarak katıldığı entegre FeTeMM eğitimi yönelim ölçeğini Türkçeye kazandırmışlardır. Derin ve vd, (2014) ile Buyruk ve Korkmaz, (2016) FeTeMM alanlarında (matematik, fizik, biyoloji, kimya ve bilgisayar eğitimi) öğrenim gören öğretmen adaylarının tutumlarını tespit etmek amacıyla tutum ölçeği geliştirmişlerdir. Ortaokul öğrencilerine yönelik yapılan ölçek geliştirme çalışmaları ise Yıldırım ve Selvi, (2015) tarafından Türkçeye uyarlanan "STEM tutum ölçeği" ile Koyunlu Ünlü, Dökme ve Ünlü (2016) "Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik Mesleklerine Yönelik İlgi Ölçeğinin (FeTeMM-MYİÖ) Türkçeye Uyarlanması" adlı çalışmalarıdır.

### **Araştırmanın Önemi**

Etkili bir FeTeMM eğitimi almak, öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinde daha aktif yapacaktır. FeTeMM eğitiminin daha etkili bir şekilde uygulanması hususunda FeTeMM alanı öğretmenlerinin, pedagojik bilgilere, branşlarına ve teknolojik pedagojik alana hakim olmaları oldukça önem arz etmektedir (National Research Council NRC, 2012). Bahsi geçen üç özelliğin yeterliliğine sahip öğretmenlerin, öğrencilerin FeTeMM disiplinlerini en iyi şekilde edinerek günlük hayatlarında ve meslek tercihlerinde kendilerine büyük avantajlar sağlayacaktır (President's Council of Advisors on Science and Technology PCAST, 2010). Çorlu vd. (2014)'e göre. "fen ve matematik arasındaki etkileşime yoğunlaştığında, öğretmenlerimizin sadece uzman oldukları alanda öğretmenlik bilgisine sahip olmalarının, ülkemizin ihtiyacı olan insan gücünü yetiştirmede yeterli olmayacağı sonucuna varılmaktadır" şeklinde tespitte bulunmuşlardır. Bütün

bunlardan yola çıkarak FeTeMM alanı öğretmenlerimizin donanımlı olmalarının yanında FeTeMM alanlarına yönelik farkındalıkları yetiştirecekleri öğrenciler açısından oldukça önemlidir. Farkındalık terimi, bilinçle ilişkilendirilen bir kavram olmanın yanında, bilgece farkındalık terapötik değişimin temel ve gizil süreçlerinden biri olarak ta kabul görmektedir (Fletcher vd, 2010). Yine farkındalık olgusu kişilerin ve sosyal toplulukların çevreye karşı bilinçli ve duyarlı olmaları şeklinde tanımlanmaktadır (Keleş, 2007). Bir bireydeki farkındalık düzeyinin artması kişinin kendinin ve çevresinin bilincinde olma durumunun da artması anlamına gelir. Tutumların ve davranışların aralarındaki ilişkiyi yakından etkileyen bir faktör olarak görülen farkındalıklar zamanla kişileri doğru tutum ve davranışlara yönlendirmektedir. Alanyazında Hutton ve Baumeister, (1992)'e göre "farkındalık düzeyinin artması tutum ile davranış ilişkisini güçlendirdiğini ortaya koymaktadır". Bu bağlamda ülkemizde özellikle ortaöğretim FeTeMM alanında (matematik, fizik, kimya, biyoloji ve bilişim teknolojileri) görev yapan öğretmenlerin FeTeMM farkındalıklarının tespiti önem arz etmektedir. Dolayısıyla çalışmada geliştirilen farkındalık ölçeğinin alanyazına önemli bir katkı sunacağı düşünülmektedir.

## YÖNTEM

### Araştırmanın Deseni

Bu araştırma bir ölçek geliştirme çalışmasıdır. Ortaöğretim öğretmenlerine dönük FeTeMM Farkındalık Ölçeği geliştirme çalışmasının gerçekleştirildiği basamaklar ve araştırmaya katılan çalışma grubunun betimsel analizleri aşağıda sunulmuştur.

### Çalışma Grubu

Araştırmanın katılımcılarını, ortaöğretim kurumlarında görev yapan FeTeMM alanlarındaki matematik, fizik, kimya, biyoloji ve bilişim teknolojileri öğretmenleri oluşturmuştur. Toplam 22 ortaöğretim kurumunda her okul türünü kapsayacak özellikte belirlenen 4 farklı okulda (1 adet Fen Lisesi, 1 adet Sosyal Bilimler Lisesi, 9 adet Anadolu Lisesi ile 12 adet Meslek ve Teknik Lise) görev yapan 247 öğretmen çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmada yer alacak olan okulların tespitinde MEB 2016-2017 eğitim ve öğretim döneminin istatistikleri (Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2016) göz önünde bulundurulmuştur.

### Veri Toplama Aracı

Araştırmanın ilk basamağında alanyazın taranarak FeTeMM farkındalığı kavramına ilişkin göstergelerin neler olabileceği ortaya konmuştur. Bu bağlamda ulusal ve uluslararası alanda yapılan çalışmalar incelenmiş ve ölçek için gerekli olan ifadeler tespit edilmiştir (Karaçallı ve Korur, 2014; Lou, vd. 2014; Robinson vd, 2014; Rabbitoy, Hoffman ve Person, 2015; Ceylan ve Özdilek, 2015; Yamak, Bulut ve Dündar, 2014; Ceylan, 2014; Bennett, Lubben and Hogarth, 2007; Bybee, 2010; Irkçatal, 2016, Yıldırım ve Altun, 2015; Means vd 2016; Chang vd., 2015). Ölçek geliştirilirken temel olarak Buyruk ve Korkmaz, (2016), Siew, Amir ve Chong, (2015), Yıldırım ve Selvi (2015) ile Friday Enstitüsü, (2012) tarafından geliştirilmiş ölçeklerden istifade edilmiştir. FeTeMM farkındalığına ilişkin farklı parametreler göz önünde bulundurularak toplamda 45 madden oluşan bir havuz meydana getirilmiştir. Havuzda bulunan maddeler 1 bilgisayar ve öğretim teknolojileri eğitimi (BÖTE): 2 matematik eğitimi, 3 fen eğitimi, 1 ölçme uzmanı ile birlikte 7 uzman tarafından değerlendirilmiş olup, hazırlanan her bir madde, FeTeMM farkındalığını ölçebilme, ilgili alt boyutun kapsamına girme, maddenin ifade anlaşılabilirliği şeklinde üç başlık şeklinde değerlendirmeye alınmıştır. Maddelerin kapsam geçerliği için uzmanların belirttiği görüşlerin ışığında Veneziano ve Hooper (1997) tarafından geliştirilen "kapsam geçerlik sabitesi" ile tespit edilmiştir. Geliştirilen bu sabit oran her bir madde için olumlu görüş belirtmiş uzman sayısının, görüş alınan toplam uzmana oranından bir çıkartılarak belirlenmiştir. .80'nin altında olan maddeler çıkarılmıştır. Bu doğrultuda

kapsam geçerliği oranları göz önünde bulundurularak ölçekten 21 madde çıkarılmış, çeşitli maddeler üzerinde ise revizelere gidilmiştir. Enson haliyle 24 maddelik beşli likert tipinde bir form meydana getirilmiştir.

**Tablo 2.** FeTEMM Farkındalığının Kategorileri, Maddeleri ve Frekansları

Kategoriler	Maddeler	Maddelerin Sayısı(f)
<b>Öğrenciye Etkisi</b>	El becerisi, analitik düşünme, motive etme problem çözme becerisi, sosyalleşmeye katkı, kendine güven kazandırma, eleştirel bakış açısı, çıktı	8
<b>Öğretmene Etkisi</b>	Teknoloji kullanımı, öğretmenin hazırbulunuşluğu, hizmet içi eğitim, kendini geliştirmesi, aktif rol alma, ders anlatımına engel olması, planlanmasının kolaylığı	7
<b>Derse Etkisi</b>	Günlük hayatla ilişki, materyal çeşidi, derse hakimiyet, küçük sınıflardan başlaması, derste zaman alma, alt yapı, öğretim programı, öğrenme yaklaşımlarına uyarlanması	9
<b>Toplam</b>		24

### Verilerin Analizi

Yaklaşık 1 ay süren veri toplama süreci sonunda 250 ortaöğretim öğretmeni, hazırlanan ölçeği doldürmüştür. Doldurulan anketler detaylı olarak incelenmiş ve bunlardan 247 tanesinin istatistiksel analize uygun olduğuna karar verilmiştir. Elde edilen verilerin ışığında ölçeğin geçerlik ve güvenilirlik analizleri yapılmıştır. Çakmak vd. (2014)'e göre "açımlayıcı faktör analizi (AFA) ve doğrulayıcı faktör analizlerinin (DFA) gerçekleştirilmesinde uygun olan yöntem, farklı örneklem grupları ile elde edilen verilerden yola çıkılarak yapılmasıdır". Ancak alanyazındaki ölçek geliştirme çalışmalarına bakıldığında aynı örneklem grubunun rastgele ikiye bölünmesiyle de AFA ve DFA'nın gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu bağlamda çalışmada zamandan ve maddi boyutlardan kazanç sağlama durumları dikkate alınarak, araştırmaya dahil olab katılımcılar tesadüfi olarak ikiye bölünmüştür (AFA=107; DFA=140).

Çalışmalarda örneklemin büyüklüğü, faktör ya da madde sayısı gibi kriterlere bağlı olarak tahmin edilmektedir. Literatürde kabul edilen genel görüş örneklemin ölçekte bulunan madde sayısının 5 ila 10 katı olması yönündedir (Kass ve Tinsley, 1979; Tavşancıl, 2005). Kline (1994)' e göre "200 kişilik örneklemin yeterli olacağı, fakat örneklemin büyüklüğü arttıkça çalışma için daha uygun olacağı" belirtilmiştir. Bu bağlamda çalışmamızın örneklem büyüklüğü gerekli istatistiksel analizleri yapabilmek için yeterlidir.

## BULGULAR VE YORUMLAR

Bu bölümde ortaöğretimde görev yapan FeTeMM alanı öğretmenlerinin ölçek geliştirme amacı doğrultusunda kendilerine yöneltilen sorulara verdikleri cevapların değerlendirilmesi sonucunda elde edilen AFA madde analizleri ve DFA'ya ait bulgular ve yorumlar aşağıda verilmiştir.

### Açımlayıcı Faktör Analizi (AFA)

Elde edilen verilerin AFA'ya uygunluğunu tespit etmek için Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) katsayısı hesaplanmış ve Barlett Küresellik testi sonucunun anlamlılığına bakılmıştır. (Tablo 1.)

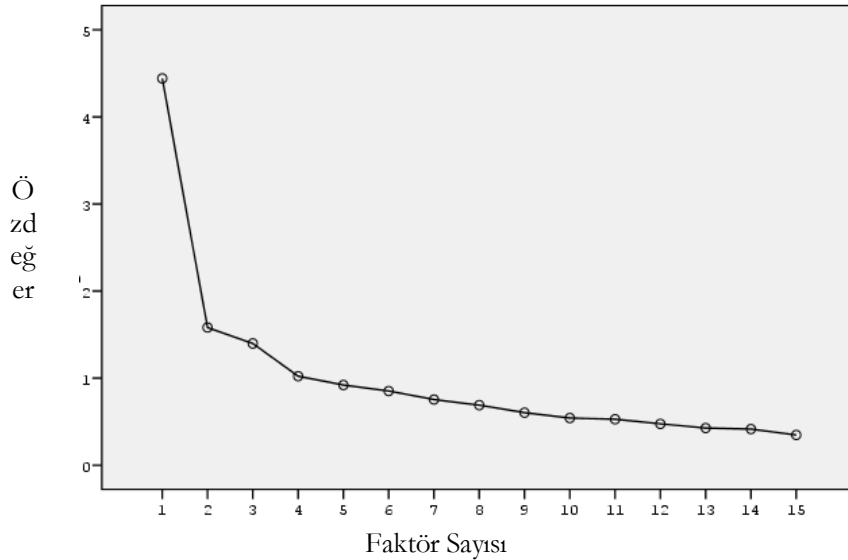


**Tablo 1.** FeTeMM Farkındalık Ölçeğinin KMO ve Barlett Testi Sonuçları

<b>Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) Değeri</b>		.83
<b>Barlett Küresellik Testi</b>	Ki Kare	930.447
	Df	105
	Sig	.00
<b>Cronbach Alpha</b>		.81

Literatüre bakıldığında örneklemin büyüklüğü nispetinde tespit edilen değer eğer .50'nin altında ise teste devam edilmez, başa dönülür. Çalışma kapsamında tespit edilen değer .90 üzerinde ise mükemmel olarak yordandır (Çokluk vd. 2010; Tavşancıl, 2005). Pallant (2001) de KMO değerinin 0.6'dan büyük olması gerektiğini söylemektedir. Literatürdeki tespitler dikkate alındığında Tablo 1 de görülen .83'lük KMO değerin tavsiye edilen değerlerin üzerinde olduğu görülmektedir. Çalışmada Barlett Küresellik testi değeri ise .00 düzeyinde manidar bulunmuştur [ $\chi^2= 930,447$ ;  $df=105$ ;  $p=.000$ ]. Ulaşılan bu değerler faktör analizinin yapılabileceğinin göstergesidir. Cronbach's Alpha değeri ölçeğin geneli için .81 olduğundan verilerin güvenilirliğinin oldukça yüksek olduğu söylenebilir.

AFA sonucunda ölçeğin özdeğerinin Kaiser-Guttman ilkesi uyarınca 1'den büyük faktörler incelenmiş ve ölçeğin 3 faktör altında toplandığı tespit edilmiştir. Şekil 1'de faktörlerin özdeğerlerini gösteren Screen Plot çizgi grafiği verilmiştir.



**Şekil 1.** Faktörlerin özdeğerlerine ilişkin çizgi grafiği

AFA da herhangi bir yük değeri olmayan faktörler ve binişik olanlar çıkarılmıştır. AFA ya bu şekilde devam edilerek işlemler tekrarlanmıştır. Faktör yükü .45'in altındaki maddeler ölçekten çıkartılmıştır. Tablo 2'de ölçek maddelerinin faktör yük değerleri ile maddelerin ortak faktör varyansları verilmiştir.

**Tablo 2.** Maddelerin Faktör Yükleri ve Ortak Faktör Varyansı

Maddeler	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Ortak Faktör Varyansı
Öğrenciye Etki	2.FETEMM eğitimi öğrencilerin analitik düşünme becerilerini geliştirir.	.	.	.65
	6.FeTeMM eğitimi uygulamaları öğrencilerin kendine güvenini artırır.	786	.	.56
	3.FETEMM eğitimi öğrenciyi derse motive eder.	729	.	.53
	4.FeTeMM eğitimi öğrencilerin problem çözme becerilerini artırır.	685	.	.46
	1.FeTeMM eğitimi öğrencilerin el becerilerinin artmasına katkıda bulunur.	675	.	.49
	7.FeTeMM eğitimi öğrencilerin eleştirel bakış açısı kazanmalarını destekler	665	.	.48
	638	.	.	
Derse Etki	12.FeTeMM eğitimi uygulaması derste sınıf hakimiyetini olumsuz etkiler.	770	.	.61
	14.FeTeMM eğitimi etkinliği derste çok zaman kaybettirir.	764	.	.60
	11.FeTeMM eğitimi için üst düzey materyallere ihtiyaç vardır.	618	.	.44
	16.FeTeMM eğitimi etkinlikleri öğretim programlarında yer almalıdır.	578	.	.46
	9.FeTeMM eğitiminin dersten günlük hayata yansması kaçınılmazdır.	474	.	.45
Öğretmene Etki	22.FeTeMM eğitim etkinliklerinde öğretmen aktif rol almalıdır.	.	684	.48
	10.FeTeMM eğitimi öğretmenin derste teknoloji kullanılmasını gerekli kılar.	.	603	.37
	21.FeTeMM eğitim uygulamaları öğretmenin kendisini geliştirmesi için bir fırsattır.	.	544	.50
	24.Öğretmenler ders içi/dışı etkinliklerde FeTeMM eğitimini kolaylıkla planlayabilirler	.	486	.30
Özdeğer:	4.42	1.58	1.39	
Açıklanan Varyans:	29.611	10.541	9.322	
Açıklanan Toplam Varyans:	%49.47			

\* 0.45'ten daha düşük yük değerleri tabloda gösterilmemiştir.

Literatür incelendiğinde bir maddenin faktör analizinde yer alabilmesi için faktör yükünün en az .40 olması gerektiği ifade edilmektedir (DeVellis, 2003; Field, 2005). Tablo 3'te de görüldüğü gibi ilk alt faktörün yük değeri .78 ile .63 arasında değişmekte ve 6 maddeden oluşmaktadır. İkinci alt faktörün yükü ise .77 ile .47 arasında değişmektedir. Ve bu faktör 5 maddeden oluşmaktadır.

Üçüncü faktörün yük değeri ise .68 ile .48 arasında değerler alan 4 maddeden oluşmuştur. Bu üç faktör toplam varyansın %49,47'sini açıkladığı görülmektedir. Alanyazında birden fazla faktörlü ölçeklerde açıklanan varyansın %40 ile %60 aralığında olmasının yeterli olacağı belirtilmektedir (Tavşancıl, 2005). Birinci faktör, toplam varyansın %29,61'ini açıklamakta iken, 'öğrenciye etkisi' olarak adlandırılmıştır. İkinci faktör, toplam varyansın %10,54'ünü açıklamaktadır. Bu faktör 'derse etkisi' olarak adlandırılmıştır. Son olarak üçüncü faktör toplam varyansın %9,32'sini açıklamaktadır. Bu faktör ise 'öğretmene etkisi' şeklinde adlandırılmıştır.

Faktörlerin tespiti ile birlikte bu faktörler arasındaki korelasyon katsayıları da incelenmiş ve elde edilen değerler Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3.** Faktörler Arasındaki Korelasyon Katsayı Değerleri

Faktörler	Öğrenciye Etkisi	Derse Etkisi	Öğretmene Etkisi
Öğrenciye Etkisi	1	.43**	.38**
Derse Etkisi		1	.27**
Öğretmene Etkisi			1

\*\*p<.01

Tablo 3'e bakıldığında ölçeğin faktörleri arasındaki korelasyonların .27 - .43 arasında değiştiği görülmektedir. Tespit edilen korelasyon değerlerinin .01 düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Buradan ölçeğin alt boyutların birbirleri ile anlamlı bir ilişki içerisinde olduğu söylenebilir.

### Madde ve Güvenirlilik Analizi

Ölçekte bulunan her bir maddenin, ölçmek istediği özelliği ölçüp ölçmediğinin tespit edilmesi maksadıyla öncelikle madde-toplam korelasyonları ortaya konmuştur. İkinci olarak toplam puanlardan yola çıkarak üst %27'lik grup ve alt %27'lik grupların madde puanları arasındaki anlamlılık için t testi analizi yapılmıştır. Yapılan t testi sonucuna bakıldığında %27 alt ve %27 üst gruplarda yer alan maddelerin puan farklarına ilişkin t değerlerin 4.02-10.23 arasında değişen bir puan aralığına sahip olduğu tespit edilmiştir. Yine iki grubun puanları arasındaki farkın tamamında anlamlılık olduğu (p< .001) görülmektedir. Üst %27'lik gruba ait maddelerin hepsinin maddelerin puanlarının ortalamaları, alt %27'lik grupta bulunan maddelerinkinden yüksektir (Tablo 4).

**Tablo 4.** Ölçeğin %27'lik Üst ve Alt Gruplar (n=67) için Madde Analizi

M	Grup	X	sd	M-T.K**	t	p*	M	Grup	X	sd	M-T.K**	t	p*
1	Alt %27	3.40	1.20	.67	7.52	.000	11	Alt %27	2.79	1.17	.48	5.73	.000
	Üst %27	4.68	.70					Üst %27	4.37	.86			
2	Alt %27	3.62	1.07	.69	8.48	.000	12	Alt %27	3.25	1.14	.64	7.97	.000
	Üst %27	4.82	.42					Üst %27	4.79	.44			
3	Alt %27	3.35	1.06	.75	10.1	.000	14	Alt %27	3.61	.99	.61	8.86	.000
	Üst %27	4.79	.44					Üst %27	4.61	.62			
4	Alt %27	3.56	1.13	.69	8.75	.000	16	Alt %27	3.40	1.04	.71	10.2	.000
	Üst %27	4.85	.39					Üst %27	4.38	.90			
6	Alt %27	3.34	1.17	.72	9.03	.000	21	Alt %27	3.13	.88	.64	6.94	.000
	Üst %27	4.73	.44					Üst %27	4.02	.81			



7	Alt %27	3.14	1.27	.69	8.94	.000	22	Alt %27	2.79	1.17	.51	5.83	.000
	Üst %27	4.73	.50					Üst %27	4.37	.86			
9	Alt %27	3.22	1.27	.68	8.90	.000	24	Alt %27	3.25	1.14	.50	6.08	.000
	Üst %27	4.70	.46					Üst %27	4.79	.44			
10	Alt %27	3.52	1.00	.37	4.02	.000							
	Üst %27	4.22	1.01										

\*  $p < .001$

\*\* M-Top. K: Madde Toplam Korelasyonu

FeTeMM farkındalık ölçeğinde bulunan 15 maddenin ayırt edicilik gücünü tespit etmek amacıyla madde analizi yapılmıştır. Madde analizi için öncelikli olarak maddelerin puan toplamları büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır. Yapılan sıralama kapsamında alt ve üst % 27'lik dilime giren grupların puan ortalamalarının t değeri ortaya konmuştur. Sonrasında ise maddelerin ayırt edicilik güçleri hesaplanmıştır. Testin ayırt edicilik gücüne ilişkin veriler Tablo 4'te gösterilmiştir. %27'lik dilimde yer alan üst ve alt grupların t testi analizinde bütün maddelerin .001 bazında anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Madde toplam korelasyon değerlerine bakıldığında ise, her bir maddenin r değerinin .30'un üzerinde olduğu görülmektedir. Literatürde r değerinin .30 ve daha üzeri bir değere sahip olması, maddelerin geçerli olduğunun bir kanıtı şeklinde değerlendirilmektedir. (Nunnally ve Bernstein, 1994).

Ölçeğin güvenilirliği için C. Alpha iç tutarlılık değeri hesaplanmıştır. Alanyazın tarandığında bir veri toplama aracının güvenilirlik katsayısının .70 veya daha üzerinde olması, güvenilirlik için yeterli bir değer olarak belirtilmektedir (Bayram, 2004, Büyüköztürk, 2010). Ölçeğin geneline ait alfa katsayısı .82, birinci alt boyutun güvenilirlik katsayısı .81, ikinci alt boyutun ise .71 olarak tespit edilmiştir. Üçüncü alt boyutun güvenilirlik katsayısı ise .70 olarak hesaplanmıştır. Bu bulguların ışığında ölçeğin güvenilirliğinin kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu söylenebilir.

### Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA)

AFA ile tespit edilen yapı geçerliliği, akabinde doğrulayıcı faktör analiziyle test edilmiş (Kline, 2011) ve tespit edilen model Tablo 5'te verilen değerler yoluyla test edilmiştir.

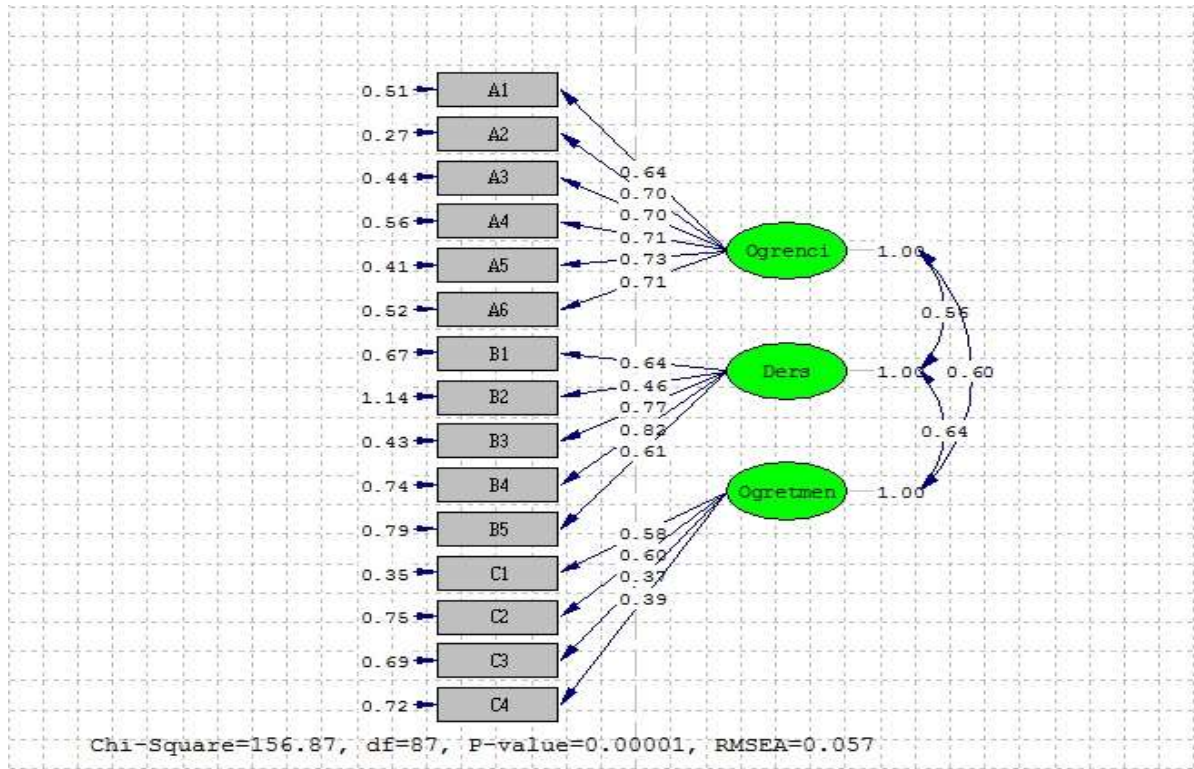
**Tablo 5.** “DFA İndeksleri ve simgeleri”

İndeksler	Simgesi
Ki-Kare İyi Uyum	$\chi^2$
İyilik uyum İndeksi	GFI
Düzenlenmiş İyilik Uyum İndeksi	AGFI
Yaklaşık Hataların Ortalama Karekökü	RMSEA
Artık Ortalamaların Karekökü	RMR
Standardize Edilmiş Artık Ortalamaların Karekökü	SRMR
Karşılaştırmalı Uyum İndeksi	CFI
Normlaştırılmış Uyum İndeksi	NFI
Normlaştırılmamış Uyum İndeksi	NNFI

(Keser ve Güldüren, 2015; Güldüren, Çetinkaya ve Keser, 2016).

Analizlerin neticesinde, GFI'nin 0.92, AGFI'nin 0.90, Standardize edilmiş RMR uyum indeksinin (SRMR) 0.057, NFI'nın 0.94, NNFI'nın 0.96, CFI'nın 0.97 olduğu tespit edilmiştir. Bahsi geçen GFI, AGFI, NFI, NNFI ve CFI indekslerinin değeri 0.90'ın üzerinde, RMR'nin ise 0.08'in altında olması iyi uyuma işaret etmektedir (Marsh vd. 2006; Schermelleh-Engel, Moosbrugger, ve Müller, 2003; Sümer, 2000). CFI ve NFI değerlerine bakıldığında ise, bu değerin de .95 ve üzeri olması, bu iki indeksin mükemmel uyumuna işaret etmektedir (Sümer, 2000; Thompson, 2004).

Yine DFA'nın bir diğer önemli indeksi olan RMSEA değeri .05 olarak tespit edilmiştir. "RMSEA değeri  $\leq 0.05$  aralığında ise mükemmel uyumun bir göstergesi olarak kabul edilir" (Brown, 2006; Jöreskog ve Sörbom, 1993). Şekil 1'de de görüldüğü gibi maddelere ilişkin korelasyon katsayıları 0.37 ile 0.82 arasında değişmektedir. Ayrıca ki kare ( $X^2$ ) değerinin 156.87, sd değerinin ise 87 olduğu görülmektedir. Bu değerlerin oranı  $X^2/sd$  ( $156.87/87$ ) 1.80 gibi bir oranı vermektedir. Alanyazında bu değer "örneklemi büyük olmayan çalışmalar için 2.5'in altında olması durumunda, ölçeğin mükemmel uyumunun bir göstergesi olarak kabul edilmektedir" (Kline, 2011; Tabachnick ve Fidell, 2007).



Şekil 2. Doğrulayıcı Faktör Analizine İlişkin Path Diyagramı

Elde edilen DFA uyum indexleri, literatür desteği alınarak değerlendirilmiştir. Buna ilişkin veriler Tablo 6'da bulunmaktadır.

**Tablo 6.** DFA Uyum İndekslerinin Literatürle Desteklenmesi

İndeks	Ölçekteki Değer	Mükemmel Uyum	İyi Uyum	Durum	Kaynak
$\chi^2 / \sigma\delta$	1.80	$\chi^2 / \sigma\delta \leq 2$	$\chi^2 / \sigma\delta \leq 3$	Mükemmel uyum	Kline (2011), Tabachnick ve Fidell, 2007
RMSEA	.050	“RMSEA $\leq$ .05”	“RMSEA $\leq$ .08”	Mükemmel uyum	Hooper, Cough-lan ve Mullen (2008); Sümer (2000); Brown (2006); Jöreskog ve Sörbom(1993)
GFI	.92	“GFI $\geq$ .95”	“GFI $\geq$ .90”	İyi uyum	Hooper, Cough-lan ve Mullen (2008); Hu ve Bentler (1999); Marsh ve diğ., 2006.
NFI	.94	“NFI $\geq$ .95”	“NFI $\geq$ .90”	İyi uyum	Sümer (2000);Tabachnick ve Fidell (2007);Thompson (2004); Marsh ve diğ., 2006.
CFI	.97	“CFI $\geq$ .95”	“CFI $\geq$ .90”	Mükemmel uyum	Hu ve Bentler (1999); Sümer (2000); Tabachnick ve Fidell (2007 Marsh ve diğ., 2006.
NNFI	.96	“NNFI $\geq$ .95”	“NNFI $\geq$ .90”	Mükemmel uyum	Sümer (2000);Thompson (2004); Marsh ve diğ.2006
SRMR	.055	“SRMR $\leq$ .08”	“SRMR $\geq$ .08”	Mükemmel uyum	Marsh ve diğ.,2006; Schermelleh-Engel, Moosbrugger, ve Müller, 2003; Sümer, 2000

### Test Tekrar- Test Çalışmaları

Ölçeğin kararlılık düzeyini belirlemek için, test tekrar test yöntemi kullanılmıştır ve 40 kişiye tekrar uygulama yapılmıştır. Test tekrar-test çalışması kapsamında, ilk uygulamayla ölçeğin genel ortalaması ve standart sapması 3.95, 0.52, ikincisinde ise 3.91, 0.53 şeklinde tespit edilmiştir. Korelasyon katsayısı ise  $r = 0.615$  ve  $p = .001$  düzeyinde anlamlı olduğu ortaya konmuştur.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; Türkiye’deki ortaöğretim kurumlarında görev yapan, FeTeMM alanlarındaki matematik, fizik, kimya, biyoloji ve bilişim teknolojileri öğretmenlerinin FeTeMM farkındalıklarını belirlemek amacıyla 3 alt boyuttan ve 15 maddeden oluşan FeTeMM farkındalık ölçeği geliştirilmiştir. FeTeMM Öğretmen farkındalık ölçeği beşli likert tipinde bir ölçektir. Ölçekte Kesinlikle Katılmıyorum (1), Katılmıyorum(2), Kararsızım (3), Katılıyorum (4), Kesinlikle Katılıyorum (5) şeklinde seçenekler sunulmuştur. Ölçeğin ilk boyutu FeTeMM’in öğrenciye etkisinin farkındalığını ölçen maddelerden oluşmakta iken, ikinci alt boyut FeTeMM’in derse etkisinin farkındalığını ölçen maddelerden, üçüncü alt boyut ise FeTeMM’in öğretmene etkisinin farkındalığını ölçen sorulardan meydana gelmiştir. Ölçeğin bütününe ve alt boyutlarının güvenilirlik katsayıları, ayırt edicilik indeksleri, madde-toplam korelasyonları, alt boyutlar arasındaki ilişki analizleri, test-tekrar test yöntem ve analizleriyle ulaşılan sonuçlar şunlardır:

Ölçekte bulunan üç faktörün açıkladığı varyansların toplamı %49.47’dir. Üç faktörün maddelerinin faktör yükleri 0.47 - 0.78 değerleri arasındadır. Tespit edilen bu faktörler uzman görüşü de alınarak “FeTeMM’in Öğrenciye Etkisi”, “FeTeMM’in Derse Etkisi”, “FeTeMM’in Öğretmene Etkisi” şeklinde isimlendirilmiştir.

Ölçeğin genel C. alpha güvenilirlik değeri 0.82 ve her bir alt faktörün katsayıları 0.70’in üzerindedir. Bu değerler ölçeğin genelinde ve alt boyutları arasında tutarlı olduğunu göstermektedir. Herbir alt boyut için ayırt edicilik analizinde tüm gruplar için farklılıkları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p < .001$ ). Bu durum ölçeğin alt boyutları ve geneli için ayırt edici özelliğe sahip

olduğunu ortaya koymaktadır. Ölçekteki maddelerin toplam korelasyon değerlerine bakıldığında ise her bir madde  $r=.30$ 'un üstündedir. Bu da maddelerin geçerliğinin yüksek olduğunun göstergesidir.

DFA ile ortaya konulan uyum indeksleri, AFA ile tespit edilen yapının uyumluluğunu göstermektedir. NNFI ve CFI indekslerinin değerleri .90 ve üzeri olduğu düşünüldüğünde modelin mükemmel uyuma sahip olduğunu ortaya çıkmaktadır (Kline 2011; Tabachnick ve Fidell, 2007; Hooper, Coughlan ve Mullen (2008); Sümer (2000); Brown (2006); Jöreskog ve Sörbom, 1993). Yine “SRMR değerinin .08 den küçük olması da yine mükemmel uyumun bir göstergesi olarak değerlendirilebilir” (Marsh ve diğ.,2006; Schermelleh-Engel, Moosbrugger, ve Müller, 2003; Sümer, 2000).  $X^2/df$  değerinin 1.80 olması da 2 nin altında bir değere karşılık gelmesinden ötürü mükemmel uyumun bir başka kanıtıdır (Kline 2011; Tabachnick ve Fidell, 2007). RMSEA değerine bakıldığında ölçek için tespit edilen.50 değeri Brown (2006); Jöreskog ve Sörbom(1993)' e göre  $RMSEA \leq .05$  kriteri bazında mükemmel uyuma işaret etmektedir. NFI ve GFI değerlerinin .90 ile .94 arasında bir değere sahip olmaları alanyazında iyi uyuma sahip olduğuna işaret edilmektedir (Hu ve Bentler 1999; Marsh ve diğ., 2006).

Alanyazın tarandığında farklı hedef gruplarının, FeTeMM farkındalığını ölçen çalışmaları bulunduğu görülmektedir. Ülkemizde son yıllarda çalışmaların hızlandığı FeTeMM alanında ölçek çalışmaları az sayıdadır. Geliştirilen FeTeMM ölçekleri ortaokul, öğretmen adaylarına veya ilköğretim FeTeMM alanları öğretmenlerine yönelik yapılmıştır (Çorlu, Capraro ve Çorlu, 2015; Hacıömeroğlu ve Bulut, 2016; Derin vd, 2014; Buyruk ve Korkmaz, 2016; Koyunlu Ünlü, Dökme ve Ünlü 2016) STEM alanında ise Yıldırım ve Selvi, 2015'in alanyazına kazandırdıkları çalışmalar yer almaktadır. Ancak ortaöğretim FeTeMM alanı öğretmenlerin farkındalıklarını ölçen herhangi bir ölçek çalışması bulunmamaktadır. Bu bağlamda geliştirilen ölçeğin alanyazına katkısının olacağı düşünülmektedir. Ölçme aracının geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları ortaöğretim fizik, kimya, biyoloji ve matematik ve bilişim teknolojileri öğretmenlerinin katılımıyla 247 kişi ile sınırlı kalan bir çalışma grubu üzerinde uygulama ile yapılmıştır. Yapılacak yeni çalışmalarda uygulama yapılacak alanlar farklılaştırılabilir, artırılabilir, farklı okul türlerinde görev yapan öğretmenler bazında çalışmalara yer verilebilir. Uygulama yapılacak katılımcı grubunun sayısı artırılabilir. Ancak ölçeğin bu haliyle farklı çalışma gruplarına uygulanabilmesi için geçerlilik ve güvenilirlik çalışmalarının yeniden yapılması tavsiye edilebilir.

## KAYNAKÇA

- Aslan-Tutak, F., Akaygun, S. ve Tezsezen, S. (2017). İşbirlikli FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) eğitimi uygulaması: kimya ve matematik öğretmen adaylarının fetemm farkındalıklarının incelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi. doi: [10.16986/HUJE.2017027115](https://doi.org/10.16986/HUJE.2017027115).
- Akaygun, S., ve Aslan-Tutak, F. (2016). STEM images revealing stem conceptions of pre-service chemistry and mathematics teachers. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 56-71. DOI:10.18404/ijemst.44833.
- Akaygün, S., Aslan-Tutak, F., Bayazıt, N., Demir, K., ve Kesner, J. E. (2015). *Kısaca FeTeMM eğitimi: Öğretmenler ve öğrencileri için iki günlük çalıştay*. 2. International Conference on New Trends in Education, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul.
- Akgündüz, D., Ertepinar H., Ger M. A., Kaplan Sayı A., ve Türk Z. (2015). STEM eğitimi çalıştay raporu Türkiye STEM eğitimi üzerine kapsamlı bir değerlendirme. İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi.
- Baran, E., Canbazoglu-Bilici, S. ve Mesutoğlu, C. (2015). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) spotu geliştirme etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 5(2), 60-69.



- Bayram, N. (2004). *Sosyal Bilimlerde SPSS İle Veri Analizi*, Ezgi Kitabevi, Bursa.
- Bennett, J., Lubben, F., Hogarth, S., Bring Science to Life: A Synthesis of the Research Evidence on the Effects of Context-Based and STS Approaches to Science Teaching. *Science Education*, 91 (3), 347-370, 2007.
- Bıçer, A., Navruz, B., Capraro, R.M., Capraro, M.M., Öner, A.T. ve Boedeker, P. (2015). STEM schools vs. non-STEM schools: comparing students' mathematics growth rate on high-stakes test performance. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, 6(1), 138-150.
- Bracey, G. ve Brooks, M., (2013). *Teachers'n training: Building formal STEM teaching efficacy through informal science teaching experience*. ASQ Advancing the STEM Agenda Conference, Grand Valley State University, Michigan
- Brown, T. A. (2006). *Confirmatory factor analysis for applied research*. New York: Guilford.
- Buyruk, B. ve Korkmaz, Ö. (2016). FeTeMM farkındalık ölçeği (FFÖ): Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Part B: Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3(2), 61-76.
- Büyüköztürk, Ş. (2010). Sosyal Bilimler için Veri Analizi El Kitabı, Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education. *Science*, 329, 996. doi: 10.1126/science.1194998.
- Ceylan, S. (2014). Ortaokul fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) yaklaşımı ile öğretim tasarımı hazırlanmasına yönelik bir çalışma. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Ceylan, S. and Özdilek, Z. (2015). Improving a Sample Lesson Plan for Secondary Science Courses within the STEM Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 177., 223 – 228.
- Chang, S. H., Ku, A.C., Yu, L. C., Wu, T. C. and Kuo, B. C. (2015). A science, technology, engineering and mathematics course with compute r-assisted remedial learning system support for vocational high school students. *Journal of Baltic Science Education*, (14)5, 641-654.
- Christensen, R. ve Knezek, G. (2017). Relationship of Middle School Student STEM Interest to Career Intent. *Journal of Education in Science, Environment and Health*. 3 (1), 1-13.
- Çakmak, E. K., Çebi, A. ve Kan, A. (2014). E-öğrenme Ortamlarına Yönelik “Sosyal Bulunusluk Ölçeği” Geliştirme Çalışması. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(2), 755-768.
- Çınar, S. Prasa, N., Uzun, N. ve Erenler, S. (2016). The effect of STEM education on pre-service science teachers' perception of interdisciplinary education. *Journal of Turkish Science Education*, 13(special issue), 118-142.
- Çokluk, Ö., Şekercioglu, G. ve Büyüköztürk, Ş. (2010), *Sosyal Bilimler için Çok Değişkenli İstatistik*. Ankara: Pegem Akademi.
- Çorlu, M. S., Capraro, R. M. ve Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: implications for educating our teachers for the age of innovation. *Eğitim ve Bilim*, 39 (171), 74-85.
- Çorlu, M. S. (2014). FeTeMM eğitimi araştırmaları: Alanda merak edilenler, fırsatlar ve beklentiler [STEM education research: Latest trends, opportunities, and expectations]. *Turkish Journal of Educational Research*, 3(1), 4-10.
- Çorlu, S., Capraro, R.M., ve Çorlu, M.A. (2015). Investigating the Mental Readiness of Pre-service Teachers for Integrated Teaching. *International Online Journal of Educational Sciences*, 7 (1), 17-28.
- Derin, G. Yaşın, Ö, Aydın, E., ve Delice, A. (2014). *Matematik , fen, ve teknoloji eğitiminin bütünleştirilmesi ölçeğinin Türkiye örnekleimine uyarlanması*. Paper presented at the XI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. Adana. Türkiye.
- DeVellis, R. (2003). *Scale development: theory and applications (2nd ed.)*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Field, A. (2005). *Discovering Statistics Using SPSS (2nd. edition)*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.
- Fletcher, L. B., Schoendorff, B. ve Hayes, S. C. (2010). Searching for mindfulness in teh brain: A process-oriented approach to examining the neural correlates of mindfulness. *Mindfulness*, 1, 41-63.
- Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J. S., Marx, R. W. ve Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1081-1110.
- Friday Institute for Educational Innovation (2012). *Middle/High School Student Attitudes toward STEM Survey*. Raleigh, NC: Author.
- Gencer, A. S. (2015). Fen Eğitiminde Bilim ve Mühendislik Uygulaması: Fırıldak Etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 5(1), 1-19.
- Gonzalez, H. B. ve Kuenzi, J. J. (2012). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: a primer. *Congressional Research Service*, Library of Congress.

- Çevik, M. (2017). Ortaöğretim öğretmenlerine yönelik FeTeMM Farkındalık Ölçeği (FFÖ) geliştirme çalışması. *Journal of Human Sciences*, 14(3), 2436-2452. doi:[10.14687/jhs.v14i3.4673](https://doi.org/10.14687/jhs.v14i3.4673)
- Guzey, S. S, Harwell, M. ve Moore, T. (2014). Development of an Instrument to Assess Attitudes toward Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). *School Science and Mathematics*, 114 (6), 271-279.
- Güldüren, C., Çetinkaya, L. ve Keser, H. (2016). Ortaöğretim Öğrencilerine Yönelik Bilgi Güvenliği Farkındalık Ölçeği (BGFÖ) Geliştirme Çalışması. *İlköğretim Online*. 15(2), 682-695.
- Gülhan, F. ve Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik matematik entegrasyonunun (STEM) 5. Sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences*. 13 (1), 602-620.
- Hacıömeroğlu, G. ve Bulut, A. S. (2016). Entegre FeTeMM öğretimi yönelim ölçeği Türkçe formunun geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 12(3), 654-669.
- Hooper, D., Coughlan, J. ve Mullen, M. R. (2008). Structural equation modeling: Guidelines for determining model fit. *Journal of Business Research Methods*, 6, 53-60.
- Hu, L.T. ve Bentler, P.M. (1999). Cut-off criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, 6, 1-55.
- Hutton, D. G. & Baumeister, R. F. (1992). Self-awareness and attitude change: seeing oneself on the central route to persuasion. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 18, 68-75.
- İrkiçatal, Z. (2016). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) içerikli okul sonrası etkinliklerin öğrencilerin başarılarına ve FeTeMM algıları üzerine etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Antalya.
- Jöreskog, K. G. ve Sörbom, D. (1993). *LISREL 8: Structural equation modeling with the SIMPLIS command language*. Chicago: SSI Scientific Software International Inc.
- Karaçallı, S. and Korur, F. (2014) The effects of project-based learning on students' academic achievement, attitude, and retention of knowledge: the subject of “electricity in our lives”. *School Science and Mathematics*, 114 (5), 224-235.
- Kass, R. A. ve Tinsley, H. E. A. (1979). Factor analysis. *Journal of Leisure Research*, 11, 120-138.
- Keleş, Ö., (2007). Sürdürülebilir yaşama yönelik çevre eğitimi aracı olarak ekolojik ayak izinin uygulanması ve değerlendirilmesi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Keser, H. ve Güldüren, C. (2015). Bilgi güvenliği farkındalık ölçeği (BGFÖ) geliştirme çalışması. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(3), 1167-1184.
- Kline, P. (1994). *An easy guide to factor analysis*. New York: Routledge.
- Kline, R.B. (2011). *Principles and practice of structural equation modeling (3rd ed.)*. New York, NY: Guilford Press.
- Knezek, G., Christensen, R., Tyler-Wood, T. ve Periathiruvadi S. (2013). Impact of environmental power monitoring activities on middle school student perceptions of STEM. *Science Education International*. 24 (1), 98-123.
- Koyunlu Ünlü, Z., Dokme, I. ve Ünlü, V. (2016). Adaptation of the science, technology, engineering, and mathematics career interest survey (STEM-CIS) into *Turkish*. *Eurasian Journal of Educational Research*, 63, 21-36, <http://dx.doi.org/10.14689/ejer.2016.63.2>
- Lacey, T. A. ve Wright, B. (2009). *Occupational employment projections to 2018*. Monthly Labor Review, 82-109.
- Lou, S. J., Tsai, H. Y., Tseng, K. H. and Shih, R. C. (2014). Effects of implementing stem-1 project-based learning activities for female high school students. *International Journal of Distance Education Technologies*, 12(1), 52-73.
- Marsh, H. W., Hau, K.T., Artelt, C., Baumert, J. ve Peschar, J. L. (2006). “OECD’s Brief Self-Report Measure of Educational Psychology’s Most Useful Affective Constructs: Cross- Cultural, Psychometric Comparisons Across 25 Countries” *International Journal of Testing*, 6 (4), 311-360. DOI:10.1207/s15327574ijt0604\_1.
- Means, B., Wang, H., Young, V., Peters, V. L. and Lynch, S.J. (2016). STEM-Focused High Schools as a Strategy for Enhancing Readiness for Post-secondary STEM Programs. *Journal of Research In Science Teaching*. 53(5), 709-736.
- MEB (2016). *Millî Eğitim İstatistikleri, Örgün Eğitim 2016-2017*. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı, Ankara.
- Moomaw, S. (2013). *Teaching STEM in the early years: activities for integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Yorkton Court: Redleaf Press.



- Morrison, J. (2006). Attributes of STEM education: The student, the school, the classroom. *TIES (Teaching Institute for Excellence in STEM)*. Erişim 28 Mayıs 2017 tarihinde: [http://www.wythe-excellence.org/media/STEM\\_Articles.pdf](http://www.wythe-excellence.org/media/STEM_Articles.pdf).
- Nadelson, L. D., Seifert A., Moll, A. J. ve Coat, B. (2012). I-STEM Summer Institute: An integrated approach to teacher professional development in STEM. *Journal of STEM Education*, 13(2), 69-83.
- National Research Council [NRC]. (2012). *A Framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: The National Academic Press.
- Nunnally, J. C. ve Bernstein, I. (1994). *Psychometric theory*. New York: McGraw-Hill.
- Pallant, J. (2001). *SPSS survival manual*. Maidenhead: Open University Press.
- Pinnell, M., Rowley, J., Preiss, S., Franco, S., Blust, R. ve Beach, R. (2013). Bridging the gap between engineering design and PK-12 curriculum development through the use of the STEM education quality framework. *Journal of STEM Education*, 14(4), 28-35.
- President's Council of Advisors on Science and Technology [PCAST]. (2010). *Prepare and Inspire: K-12 Education In Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) For America's Future*. Report To The President.
- Rabito, E. R., Hoffman, J.L. and Person, D. R. (2015). Supplemental instruction: the effect of demographic and academic preparation variables on community college student academic achievement in stem-related fields. *Journal of Hispanic Higher Education*, 14 (3), 240-255.
- Robinson, A. Dailey, D. Hughes, G. and Cotabish, A. (2014). The effects of a science-focused stem intervention on gifted elementary students' science knowledge and skills. *Journal of Advanced Academics*, 25(3), 189-213.
- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H. ve Müller, H. (2003). Evaluating the Fit of Structural Equation Models: Tests of Significance and Descriptive Goodness-of-fit Measures. *Method of Psychological Research*. 8 (2), 23-74.
- Schmidt, K. M. ve Kelter, P. (2017). Science Fairs: A Qualitative Study of Their Impact on Student Science Inquiry Learning and Attitudes toward STEM. *Science Educator*, 25 (2), 126-132.
- Siew, M. N., Amir, N. ve Chong, C.L. (2015). The perceptions of pre-service and in-service teachers regarding a project-based STEM approach to teaching science. *Springer Plus*, 4:8. doi:10.1186/2193-1801-4-8.
- Sümer, N. (2000). Yapısal eşitlik modelleri: temel kavramlar ve örnek uygulamalar. *Türk Psikoloji Yazıları*, 3(6), 49-74.
- Şahin, A., Ayar, M. C. ve Adıgüzel, T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okulsonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*. 14(1), 1-26.
- Tabachnick, B. G. ve Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics (5th ed.)*. Boston: Pearson Education.
- Tavşancıl, E. (2005). *Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi*. Ankara: Nobel.
- Thomasian, J. (2011). *Building a science, technology, engineering and math education agenda*. National Governors Association, US.
- Thompson, B. (2004). *Exploratory and confirmatory factor analysis: Understanding concepts and applications*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Veneziano L. ve Hooper J. (1997). A method for quantifying content validity of health-related questionnaires. *American Journal of Health Behavior*, 21(1), 67-70.
- Yamak, H., Bulut, N. ve DüNDAR, S. (2014). 5. Sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.
- Yenilmez, K ve Balbağ, M. Z. (2016). Fen bilgisi ve ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının STEM'e yönelik tutumları. *Journal of Research in Education and Teaching*. 5 (4), 301-307.
- Yıldırım, B. ve Selvi, M. (2015). Adaptation of STEM attitude scale to Turkish. *Turkish Studies*, 10(3), 1107-1120.
- Yıldırım, B. ve Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Çezeri Journal of Science and Engineering*, 2(2), 28-40.
- Yıldırım, B ve Selvi, M. (2017). Stem uygulamaları ve tam öğrenmenin etkileri üzerine deneysel bir çalışma. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*. 13(2), 183-210.
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H. ve Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-Collage Engineering Education Research*, 1(2), 1-13.

## Extended English Abstract

### **Introduction**

STEM education is confronted as a system that is integrated in multiple disciplines rather than the division of science and mathematics disciplines apart. STEM is one of the best examples of multidisciplinary work. However, in schools, disciplines such as science and mathematics are taught separately. In addition, the teaching of STEM fields separately eliminates students' multiple perspectives on problems, thus interdisciplinary integration (Yenilmez and Balbağ, 2016). The main purpose of STEM education is to make students have problem-solving skills, understand the system of technology, think analytically, self-confident and have advanced communication skills (Bybee, 2010; Morrison, 2006). Therefore, the scope, theoretical and practical structure of science-technology-engineering and mathematics education at the centre of innovations aimed at training individuals with innovation ability should be examined and evaluated in schools and universities (Çorlu et al, 2014). At the same time, STEM education is also important in the sense of putting information into practice. In recent years, it can be seen that there is a significant increase in the number of studies related to STEM education in Turkey. The vast majority of these studies were conducted with high school students, teacher candidates or teachers. This situation presents the need for measurement tools that can be used for students, teacher candidates, and teachers. Effective STEM education makes students active in science, technology, engineering and mathematical practices. At the point of effective implementation of STEM education, it is very important that teachers of STEM field have field knowledge, pedagogical field knowledge and technological pedagogical field knowledge (NRC 2012). The awareness of STEM field teachers for STEM field as well as being equipped with STEM knowledge is very important to educate students. In this context, it is important to identify the STEM awareness of teachers especially in the field of high school STEM fields (mathematics, physics, chemistry, biology and information technology) in Turkey. Therefore it is considered that the contribution of the awareness scale developed in the present study to the literature would be great.

### **Method**

This research is a study of a scale development. The study group of the research was formed with mathematics, physics, chemistry, biology and information technology teachers in STEM fields in high schools. In total 22 high schools, 247 teachers who work in 4 different school types, which were determined to cover all school types, (1 Science High School, 1 Social Science High School, 9 Anatolian High School and 12 Vocational and Technical High Schools) were involved. Basically, the scales developed by Buyruk and Korkmaz (2016), Siew, Amir and Chong (2015), Yıldırım and Selvi (2015) and Friday Institute (2012) were utilized when the present scale was developed. A pool of 45 items in total was created by considering each indicator of STEM awareness. Content validity studies were based on the Lawshe (1975) content validity techniques. The items created were evaluated by a total of 7 experts including 1 computer education and instructional technology (CEIT), 2 mathematics education, 3 science education and 1 measurement specialist. In accordance with the content validity rates obtained, 21 items were removed from the scale and some items were edited. Finally, a form that is 5-likert type with 24 items was created.

The validity and reliability studies of the scale were performed in the light of obtained data with the scale developed. Explanatory factor analysis (EFA) was conducted using the SPSS 16 program as part of the validity studies. As the result of EFA, it was identified that the scale consists of 15 items and 3 sub-dimensions ("Effect to Students", "Effect to Lessons", "Effect to Teachers"). The 3-factor structure was confirmed as a result of confirmatory factor analysis (CFA) with Lisrel 8.80 program. For the scale and sub-dimensions of the scale,  $\chi^2/df$ , goodness-of-fit index (GFI), adjusted goodness-of-fit index (AGFI), normed fit index (NFI), comparative fit index (CFI), root mean square error of approximation (RMSEA) were calculated. Measurement reliability values of the scale and subscales were calculated. Studies were carried out for convergent validity

and test-retest reliability and corrected item–total correlation values were calculated and the significance of the difference between item mean scores of the 27% upper and lower groups was examined by t-test.

### Result

The Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) Test coefficient was calculated to determine the suitability of the data for EFA and found as .83. Bartlett's Test of Sphericity was found to be significant with .00 and factor analysis was carried out. The first dimension of the 3-factor structure scale consists of 6 items whose factor load ranging from .78 to .63. The second dimension consists of 5 items whose factor load ranging from .77 and .47 and the third dimension is composed of 4 items whose factor load ranging from .68 to .48. All factors were found to explain 49.47% of the total variance and all load values were statistically significant. Correlations between subscales of the scale were found to vary between .27 and .43, with significant differences at .01 level. Discriminatory powers of the items were examined by calculating t-values of mean scores of the 27% upper and lower groups. All items were found significant at .001 level as a result of the t-test conducted for item discrimination. The Cronbach's alpha internal consistency coefficient for the scale was .82, the Cronbach's alpha internal consistency coefficient for the first sub-factor was .81, the Cronbach's alpha internal consistency coefficient for the second sub-factor was .71, and the Cronbach's alpha consistency coefficient for the third sub-factor was .70. As a result of the CFA analyses, it was determined that GFI is .92, AGFI is .90, standardized RMR fit index (SRMR) is .057, NFI is .94, NNFI is .96 and CFI is .97. GFI, AGFI, NNFI and CFI indices exceeding 0.90 and RMR value is less than 0.08 indicate good fit (Marsh et al 2006; Schermelleh-Engel, Moosbrugger ve Müller, 2003; Sümer, 2000). When CFI and NFI values are examined, it is seen that both index values are greater than .95 and this value indicates a perfect fit (Sümer, 2000; Thompson, 2004). Moreover, the RMSEA value was found as .05. According to Brown (2006), Jöreskog and Sörbom (1993), this value indicates a good fit. When the values obtained from the CFA fit indices, it can be said that the three-dimensional scale emerged is acceptable. Finally, the mean and the standard deviation of the scale were calculated as 3.95, 0.52 in the first application and 3.91, 0.53 in the second application under the scope of test-retest study. Pearson's correlation coefficient was found to be significant at  $r = 0.615$  and  $p = 0.001$  level.

### Discussion and Conclusion

In this study, the STEM awareness scale consisting of 3 sub-dimensions and 15 items was developed in order to determine the STEM awareness of mathematics, physics, chemistry, biology and information technology teachers in STEM fields in high schools in Turkey. The first dimension of the scale involves the items that measure the awareness of the effect of STEM to students, while the second sub-dimension involves the items that measure the awareness of the effect of STEM to the lesson and the third sub-dimension involves items that measure the awareness of the effect of STEM to the teachers. It is seen that there are studies that measure STEM awareness of different target groups when the literature is examined. Scale studies in the STEM fields are few in Turkey in which studies were accelerated in recent years.

The STEM scales developed were conducted for high school teacher candidates or primary school STEM field teachers. However, there seems to be no scale study to measure the awareness of high school teachers in STEM fields. In this context, it is considered that the developed scale would contribute to the literature. The validity and reliability studies of the measurement tool were carried out on a study group limited to 247 individuals with participation of high school physics, chemistry, biology, mathematics and information technology teachers. The areas to be implemented can be differentiated, increased and teachers working in different school types may be included in future studies. The number of participants to be implemented can be increased. However, it is recommended that the validity and reliability studies can be performed again in order for this scale to implement to different study groups.