

## FeTeMM Farkındalık Ölçeği (FFÖ): Geçerlik ve Güvenirlilik Çalışması

Büşra BUYRUK<sup>1</sup>, Özgen KORKMAZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Yüksek Lisans Öğrencisi, Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Amasya-TÜRKİYE

<sup>2</sup> Doç. Dr, Amasya Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Amasya-TÜRKİYE

### ÖZET

FeTeMM, fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarına ait bilgi ve becerilerin mühendislik tasarımı odaklı bir öğretim üzerinde bütünleştirilmesine odaklanan, öğrencilere disiplinler arası işbirliği, sistematik düşünebilme, iletişime açık olma, etik değerlere sahip olma, araştırma, üretme, yaratıcılık ve problemleri en uygun şekilde çözebilme becerileri kazandırmayı hedefleyen yeni bir eğitim yaklaşımıdır. Bu çalışmanın amacı, geçerlilik ve güvenilirlik analizlerini yaparak FeTeMM Farkındalık Ölçeği (FFÖ) geliştirmektir. Ölçek geçerlilik ve güvenilirlik çalışması 254 üniversite öğrencisi ile yapılmıştır. Ölçeğin yapı geçerliliği açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi ile test edilmiştir. Ayrıca madde faktör korelasyonu ve madde ayırt edicilik analizleri yapılmıştır. Öte yandan FFÖ'nün güvenilirliğini belirlemek için Cronbach Alfa iç tutarlık katsayısı ve kararlılık analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucu; beşli likert tipinde hazırlanan FeTeMM Farkındalık Ölçeğinin 17 maddeden ve iki faktörden oluştuğu belirlenmiştir. Yapı geçerliği sonuçları, ölçeğin hem her bir maddesi açısından hem de bütünü açısından amacına hizmet ettiğini göstermiştir. T testi sonuçlarına göre %27'lik alt ve üst grupların madde puanları arasındaki farkın anlamlı olduğu, yani ayırt edicilik düzeylerinin yüksek olduğu görülmektedir. Açımlayıcı faktör analizi sonuçları FeTeMM Farkındalık Ölçeği'nin yapısının doğrulandığını göstermiştir. Bu sonuçlara göre, FeTeMM Farkındalık Ölçeği'nin FeTeMM'e yönelik farkındalık durumlarının ölçülmesi için geçerli ve güvenilir olduğu söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** FeTeMM; Farkındalık; Öğretmen Adayları.

## STEM Awareness Scale (SAS): Validity and Reliability Study

### ABSTRACT

STEM is a new educational approach focused on the integration of the knowledge and skills related to science, technology, mathematics and engineering areas on the engineering and design-oriented education and aiming to bring students the skills of interdisciplinary cooperation, systematical thinking, being open to communication, possessing ethical values, research, production, creativity and solving problems in the most proper way. In this study, it is aimed to develop a valid and credible scale to determine the STEM awareness levels of preservice teachers. Study group of this research consists of 256 education faculty students. The structural validity of the scale was tested with the exploratory and confirmatory factor analysis. Moreover, the item factor correlation and item distinctiveness analyses were performed. In other respects, in order to determine the reliability of the STEM awareness scale, the Cronbach Alfa internal consistency and stability analyses were performed. As a result of the analyses performed, it has been determined that the STEM Awareness Scale prepared in fivefold Likert-type consists of 17 items and two factors. The structural validity results have shown that the scale serves in terms of not only each item but also the whole scale. According to the t-test results, it has been observed that the difference between the item points of 27% sub- and supergroups was meaningful, in other words, their distinctiveness levels were high. The exploratory factor analysis results have shown that the structure of the STEM Awareness Scale was confirmed. In conclusion, it can be said that the STEM awareness scale is a valid and credible scale to be used in measuring the awareness of preservice teachers of STEM education.

**Keywords:** STEMM; Awareness; Teacher Candidate.



## GİRİŞ

FeTeMM, fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarına ait bilgi ve becerilerin mühendislik tasarımı odaklı bir öğretim üzerinde bütünleştirilmesine yoğunlaşan, öğrencilere disiplinlerarası işbirliği, sistematik düşünebilme, iletişime açık olma, etik değerlere sahip olma, araştırma, üretme, yaratıcılık ve problemleri en uygun şekilde çözebilme becerileri kazandırmayı hedefleyen yeni bir eğitim yaklaşımıdır (Bybee, 2010b; Dugger, 2010; Rogers ve Porstmore, 2004). Bilgi ve teknolojinin birbiri üzerindeki olumlu etkisi ile gelişen ve değişen dünyanın artan nüfusuyla birlikte artan ihtiyaçlarının karşılanması ve gelişmeler ayak uydurulması inovasyonla mümkün olabilir. İnovasyon kavramının ve eyleminin gerektirdiği, eleştirel düşünme, problem çözme, işbirliği yapma, liderlik yeteneği, esnek düşünce yapısı, uyum sağlayabilme, girişimcilik, sözlü ve yazılı iletişim kurabilme, bilgiye erişebilme ve kullanabilme, merak ve hayal gücü (Wagner, 2008) gibi özelliklerin tanımlandığı 21. Yüzyıl becerileri ise FeTeMM eğitim yaklaşımının temel kazanımlarındandır. Bu açıdan bakıldığında FeTeMM bir ülkenin kalkınması, bilimsel alanda önderlik edebilmesi ve ekonomik büyümesi için eğitim sistemine dahil edilmesi gereken en önemli unsurlardandır denebilir (Lacey ve Wright, 2009). Dolayısıyla inovasyon yeteneğine sahip bireyler yetiştirmek amacıyla olan yeniliklerin merkezinde bulunan fen-teknoloji-mühendislik ve matematik eğitiminin kapsamı, teorik ve pratik yapısı, okullar ve üniversiteler seviyesinde incelenmeli ve değerlendirilmelidir (Çorlu, vd., 2012). FeTeMM (Fen, teknoloji, matematik, mühendislik) eğitimi kavramının ortaya çıkışı 1990'lı yıllarda olmuştur (Bybee, 2010). FeTeMM eğitimi, fen ve matematik disiplinlerini temel almakla birlikte teknoloji ve matematik alanlarını da içermektedir (Bybee, 2010b). FeTeMM eğitimi, disiplinlerarası ilişki kurarak eğitimin bütüncül bir yaklaşım ile ele alınmasını amaçlamaktadır (Smith ve Karr-Kidwell, 2000). FeTeMM eğitimi içinde barındırdığı alanların tek tek ele alınması yerine, araştırma, tasarlama, problem çözme, işbirliği ve etkili iletişim kurma gibi becerileri kazandırmaya yönelik öğrenme ve ürün ortaya koyma etkinliklerinin bu disiplinlerin birlikte ele alınarak uygulanmasına odaklanmaktadır. Öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına karşı ilgilerini ve yönelimlerini 21. yüzyıl becerileri olarak adlandırılan becerileri kullanarak artıracak faaliyetler de FeTeMM eğitimi kapsamında yer almaktadır (Baran, Canbazoğlu Bilici, Mesutoğlu, 2015).

FeTeMM eğitimi, geleceğin yeniliklerine öncülük edecek olan öğrencilere yaratıcı problem çözme becerisini disiplinler arası bakış açısıyla benimsetmeyi amaçlayan bir yaklaşımdır (Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014; Roberts, 2012). Bu amaca ulaşmada gerçek dünya problemlerini içeren konuların öğrencilerin ilgi, başarı ve motivasyonunu artıran önemli bir faktör olduğu düşünülmektedir (Honey, Pearson ve Schweingruber, 2014). Gerçek yaşam problemleri, öğrencilerin bir probleme yönelik çözüm alternatiflerinin birden fazla olduğunu görmelerini, üst düzey düşünme, araştırma, sorgulama becerilerini kullanmalarını ve işbirlikli çalışmalarını gerektirir (Ercan ve Bozkurt, 2013; Marulcu, 2012; NRC, 2012). Temelde FeTeMM eğitimi, gerçek yaşam problemleri ile dersin içeriği arasında ilişkiler kurarak fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini kaynaştırmaya çalışır. Bu kaynaştırma adı geçen dört alanın içeriklerinin birbirleriyle uyumlu hale getirilmesi (bağlam entegrasyonu) ya da disiplinlerden birinin içeriği etrafında diğer disiplinlerden de faydalanılması (içerik entegrasyonu) şeklinde olabilir (Moore, Stohlmann, Wang, Tank ve Roehrig 2014). Kaynaştırma işlemi içeriğe ve ihtiyaca göre dört disiplinin hepsi yerine en az ikisinin birleştirilmesi ile de uygulanabilir. Literatürde fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerinin entegre edilerek bütüncül bir yaklaşımla ele alınmasının öğrencilerin ilgi, tutum, akademik başarı gibi özellikleri üzerinde olumlu yönde etkili olduğu sonucuna ulaşan çalışmalara rastlanmaktadır (Gülhanve Şahin, 2016; Baran, Canbazoğlu Bilici, Mesutoğlu, 2015; Gencer, 2015; Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014; Wendell vd., 2010; Fortus vd., 2004; Roth, 2001).

Farkındalık, sosyal grupların ve bireylerin çevreye karşı bilinçli ve duyarlı olmaları şeklinde tanımlanmaktadır (Keleş, 2007). Farkındalık düzeyindeki artış ile bireyin kendine ve çevresine ilişkin bilinçli olma durumunda artış olur. Bireyin davranışlarını yönlendiren düşünceleri ve duyguları ile ilgili farkındalık düzeylerinin artırılması mümkündür ( Engin ve Çam, 2005). Bu konu özellikle düşüncelerin incelenmesi yönüyle Gestalt psikolojisi ve bilişsel-davranışçı yaklaşım kapsamında ele alınmaktadır (Akkoyun 2001, Dökmen 2000). Bu çerçevede, bu araştırmada farkındalık, FeTeMM eğitimi konusunda bilinç ve duyarlılık kazandırma anlamında kullanılmıştır. Yakın zamanda yapılan bazı çalışmalarda (National Research Council [NRC], 2011; Schmidt, 2011), yetişen neslin bugünün ve geleceğin gereksinimlerini karşılayabilmek konusundaki yetersizliklerinin sebepleri olarak bireylerin FeTeMM alanlarındaki başarısızlıkları ve bu alanlarda mezun bireylerin sayısındaki azalma gösterilmektedir. Bu açıdan bakıldığında FeTeMM eğitimine destek verilmesi ve bu konudaki farkındalığın artırılması önemli görülmektedir.

Uluslararası alanyazında çok sayıda araştırmanın yapıldığı ve okullarda eğitiminin verilmeye başlandığı FeTeMM alanlarının entegrasyonu Türkiye’de henüz yaygınlaşmamıştır (Gülhanve Şahin, 2016). FeTeMM eğitiminin getirdiği bütüncül ve disiplinlerarası bakış açısının ülkemizdeki eğitim sistemine yansiyabilmesi için eğitim sisteminin temel parçalarından olan öğretmenlerin henüz eğitim fakültelerindeyken FeTeMM konusunda farkındalığının belirlenmesi gerektiği düşünülmektedir. Ne var ki, yapılan alanyazın taraması sonunda bireylerin FeTeMM farkındalık düzeylerini belirleyebilecek geçerlik ve güvenilir bir ölçeğe rastlanamamıştır. Alanyazındaki bu boşluğu doldurmaya yönelik olarak bu araştırmada da öğretmen adaylarının FeTeMM’e dönük farkındalık düzeylerini belirlemeye dönük geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı geliştirmek amaçlanmıştır.

## YÖNTEM

### a) Çalışmanın Yöntemi

Bu araştırma nicel karakterli betimsel tarama modelinde yürütülmüştür. Bu çerçevede ölçeğin geçerliliği ve güvenilirliğini betimlemeye çalışılmıştır.

### b) Çalışma Grubu

Bu araştırmanın çalışma grubu, 2015-2015 öğretim yılında Amasya Üniversitesi Bilgisayar, Matematik ve Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümlerinde 3. ve 4. sınıflarda okuyan 256 eğitim fakültesi öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışma grubunun bölüm, sınıf ve cinsiyet özelliklerine göre dağılımı Tablo 1’de yer almaktadır.

**Tablo 1.** Çalışma grubunun Bölüm, Sınıf ve Cinsiyete Göre Dağılımı

Bölüm	3. Sınıf		4. Sınıf		Toplam
	Bayan	Erkek	Bayan	Erkek	
<b>BÖTE</b>	18	17	15	18	68
<b>Fen Bilgisi Eğt.</b>	43	21	53	12	129
<b>İlk. Mat. Eğt.</b>	14	7	27	9	57
<b>Toplam</b>	75	45	95	39	254

### c) Ölçek Geliştirme Süreci

Ölçek geliştirme sürecinin ilk aşamasında literatür taraması yapılarak (Gencer, 2015; Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014; Baran, Canbazoglu Bilici, Mesutoğlu, 2015; Gülhan ve Şahin, 2016; Yıldırım ve Altun, 2015; Yamak, Bulut ve Dünder, 2014; Fortus vd., 2004; Doppelt vd, 2008; Moore vd., 2013) FeTeMM eğitiminin genel özellikleri belirlenmiş, daha önce FeTeMM konusunda ilgi, algı, tutum ve düşünceleri ölçmeye yönelik hazırlanmış olan ölçekler incelenmiştir. Ayrıca FeTeMM eğitiminin açılımını, içeriğini, özelliklerini, gerçekleşmiş ve olası görünen yararlarını, sınırlılıklarını, uygulanma şeklini ele alan araştırmalar da (Friday Enstitu 2012; Yıldırım ve Selvi, 2015; Knezek ve Christensen, 1998; Faber vd., 2012) incelenmiştir. Elde edilen bilgiler farkındalık cümleleri şeklinde ifade edilerek madde havuzuna eklenmiştir. Bununla birlikte bilgisayar, fen ve matematik öğretmenliği yapan 4 öğretmenin FeTeMM konusunda görüşleri alınmış, elde edilen bilgiler yine uygun ifadelerle madde havuzuna eklenmiştir. Bu şekilde oluşturulan madde havuzunun kapsam geçerliliği, ölçülen özelliğe uygunluk, farklı özellikleri ölçme durumlarına uygun maddeler 2 Fen Bilgisi, 1 Matematik ve 1 de Bilgisayar alanından 4 kişilik uzman kadro gözetiminde seçilmiş, anlaşılması zor ya da yanlış ifade edilmiş maddeler düzeltilmiştir.

Öğretmen görüşleri, literatürden edinilen bilgiler ve alan uzmanlarının yardımları ile 21 olumlu, 9 olumsuz olmak üzere toplam 30 maddelik bir ölçek oluşturulmuştur. Ölçekte yer alan maddelerin karşısına öğrencilerin farkındalık derecelerini ölçmek üzere “(1) kesinlikle katılmıyorum, (2) katılmıyorum, (3) kararsızım, (4) katılıyorum, (5) kesinlikle katılıyorum” şeklinde puanlandırılmış seçenekler yerleştirilmiştir. Uzmanların incelemesi ile son şeklini alan taslak ölçek yeterli sayıda çoğaltılmış, çalışma grubu olarak belirlenen bölümler ve sınıflarda ders veren öğretim üyelerinin izni ve yardımı ile ders süreleri içinde öğrencilere 15 dakika süre verilerek ölçeğin pilot uygulaması yapılmıştır. Bu şekilde toplanan veriler üzerinde uygulanacak geçerlilik ve güvenilirlik istatistiksel analizleri için SPSS 15.00 ve AMOS 16 programlarına yüklenmiş, olumsuz ifadelerin verileri programlara yükleme esnasında ters olarak kodlanmıştır.

### e) Verilerin Analizi

Ölçek uygulamasıyla toplanan veriler üzerinde ilk olarak KMO ve Bartlett test analizi yapılmış ve ölçeğin faktör analizi yapmaya uygun olup olmadığı tespit edilmiştir. KMO değerinin 0.90'ın üzerinde olması ölçekteki her bir değişkenin, kendisi dışındaki değişkenler tarafından mükemmel seviyede tahmin edilebileceğini gösterir (Leech vd., 2005; Tavşancıl, 2005). KMO testi sonucunu gösteren değer 0.50 değerinin altında ise ölçek kötü olarak yorumlanır ve faktör analizi için uygun görülmez (Çokluk vd., 2014).

FeTeMM farkındalık ölçeğinin faktör analizi için uygun olduğu belirlendikten sonra yapı geçerliliğini ve faktör yapısını belirlemek amacıyla önce açımlayıcı faktör analizi, sonra belirlenen faktör yapısının doğrulanması için doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. “Faktör analizi, aynı yapıyı ya da niteliği ölçen değişkenleri bir araya getirerek ölçmeyi az sayıda faktör ile açıklamayı amaçlayan bir istatistiksel tekniktir” (Büyüköztürk, 2006). Yapı geçerliliği, ölçekteki maddelerin ölçülmek istenen kavramı ne kadar doğru ölçebildiğiyle alakalıdır (Büyüköztürk vd., 2010). Ölçeğin yapı geçerliliğini test etmek üzere, açımlayıcı faktör analizi, maddenin ayırt ediciliği ve madde toplam korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Açımlayıcı faktör analizinden önce verilerin faktörleştirmeye uygun olma ve toplanan verilerin evreni temsil etme durumu için KMO ve Bartlett's testi yapılmıştır (Yıldırım ve Selvi, 2015). Analizlere göre, KMO değerinin 0.60'dan büyük, Barlett testi sonucunun 0.05 seviyesinde anlamlı olması ölçeğin faktör analizi için uygun olduğunun göstergesidir (Büyüköztürk, 2006; Alpar, 2010). Ölçeğin faktör analizine uygun olduğu tespit edildikten

sonra temel bileşenler analizi ile ölçeğin faktörlere nasıl ayrıldığı, Varimax dik döndürme tekniği ile faktör yükleri hesaplanmıştır. Faktör yükünün hesaplanması faktörlerin yorumlanması ve adlandırılması için temel kriterdir. Buna göre, her bir maddenin ait olduğu faktörle korelasyonu  $\pm 0,30$ 'dan büyükse madde ile o faktör arasındaki ilişkinin anlamlı seviyede var olduğu kabul edilmektedir (Turanlı, Cengiz ve Bozkır, 2011). Temel Bileşenler Analizi sonucuna bakarak faktör yükü 0.30'un altında ve iki veya daha fazla faktöre dağılan maddeler atılmıştır. Faktör sayısının belirlenmesinde amaç, değişkenler arasındaki ilişkiyi en iyi temsil edecek en az sayıda faktörü elde etmektir (Kalaycı, 2006). Gerekli ve yeterli faktör sayısını tespit etmek için her bir faktörün toplam varyansın yüzde kaçının açıklandığına bakılmalıdır. Her bir faktörün, toplam varyansın %40'ını açıklaması yeterli bulunmaktadır (Büyüköztürk, 2002; Eroğlu, 2008). Eklenen her faktör toplam varyansın açıklanmasına %5'in altında katkı sağladığında maksimum faktör sayısına ulaşılmış olur (Turanlı vd., 2011).

Açımlayıcı faktör analizinden sonra veriler üzerinde doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. AFA (Açımlayıcı Faktör Analizi), yüksek düzeyde ilişkili olan faktörlerin hangileri olduğunu belirlemede; DFA (Doğrulayıcı Faktör Analizi) ise belirlenen sayıda faktörün altında bulunan maddeleri yeterince temsil edip etmediğinin belirlenmesinde kullanılır. DFA, AFA ile belirlenen faktörlerin, oluşturulan modele uygunluğunu test etmek üzere yapılan analizdir. Doğrulayıcı faktör analizinde modelin doğrulanabilmesi için bazı indeksler kullanılmıştır. Bunlar CFI, RMSEA, GFI, S-RMR, NNFI, AGFI ve NFI indeksleridir. Bu çerçevede doğrulayıcı faktör analizi sonucunda elde edilen bu indeks değerlerinin  $\chi^2/d < 3$ ;  $0 < RMSEA < 0.05$ ;  $0.97 \leq NNFI \leq 1$ ;  $0.95 \leq GFI \leq 1$ ;  $0.97 \leq CFI \leq 1$ ;  $0.95 \leq AGFI \leq 1$ ;  $0 \leq S-RMR \leq 0.05$  ve  $0.95 \leq IFI \leq 1$  aralıklarında bulunması mükemmel uyumun,  $\chi^2/d < 5$ ;  $0.06 \leq RMSEA < 0.08$ ;  $0.06 \leq S-RMR \leq 0.08$ ;  $0.90 \leq NNFI \leq 0.96$ ;  $0.90 \leq CFI \leq 0.96$ ;  $0.90 \leq GFI \leq 0.96$ ;  $0.90 \leq AGFI \leq 0.96$  ve  $0.90 \leq IFI \leq 0.96$  aralıklarında bulunması ise kabul edilebilir uyumun göstergesidir (Şimsek, 2007, Çokluk, 2014).

Faktör analizi sonucunda kalan ölçek maddelerine bağımsız örneklem t-testi ve uygulanarak ayırt edicilikleri; Pearson's r testi ile de madde toplam korelasyonları tespit edilmiş böylece ölçeğin geçerlilik durumu belirlenmiştir. Her bir maddenin ilgili bulunduğu faktörün amacına ne derece hizmet ettiğini bulmak için düzeltilmiş korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Ayırt ediciliği belirlemek için her bir maddeden elde edilen puanlar büyükten küçüğe doğru sıralandıktan sonra alt %27 ve üst % 27'lik gruplar belirlenmiş ve bu iki grup arasındaki farklılaşmanın boyutu tespit edilmiştir. Ölçeğin güvenilirliğinin belirlenmesinde iç tutarlık katsayısından ve kararlılık testinden yararlanılmıştır. İç tutarlılık katsayısı Cronbach alfa, iki eş yarı korelasyonu, Guttman split-half ve Sperman-Brown formülleri ile belirlenmiştir. Güvenirlik katsayısının 0,70'e eşit ve büyük olması ölçeğin güvenilirliğinin; korelasyon katsayısının ise 0,70-1,00 düzeyleri arasında olması yüksek korelasyonun olduğunun göstergesi kabul edilmektedir (Büyüköztürk, 2002). Ölçeğin kararlılığını ölçmek için 29 öğrenciye 4 hafta arayla iki uygulama yapılmış, iki uygulama arasındaki korelasyon değerine bakılmıştır..

## BULGULAR

### a) Ölçeğin Geçerliliğine İlişkin Bulgular

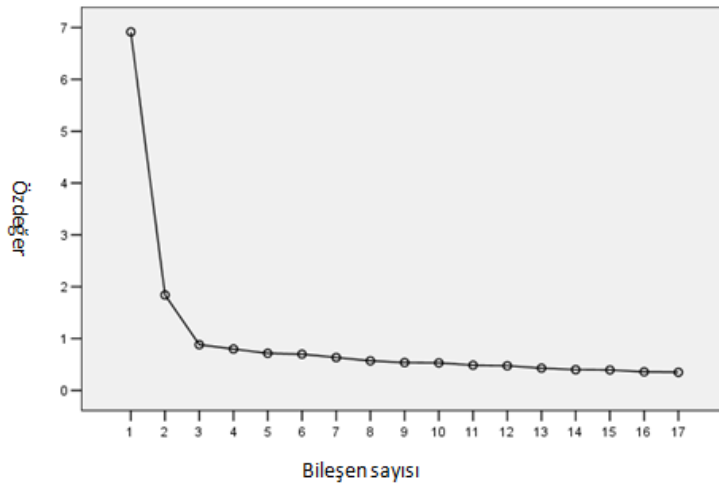
FeTeMM Farkındalığı Ölçeği'nin geçerliliğini belirlemek için yapı geçerliği, madde-faktör korelasyonları ve madde ayırt edicilik değerleri hesaplanmış ve bulgulara aşağıda yer verilmiştir:



### Yapı Geçerliliği

**Açımlayıcı Faktör Analizi ile İlgili Bulgular:** FFÖ'nün yapı geçerliğinin tespiti için ilk olarak veriler üzerinde Kaiser-Meyer-Oklin (KMO) ve Bartlett testleri yapılmış ve KMO= 0,947; Bartlett testi değeri ise  $\chi^2= 2300,239$ ;  $sd=136$  ( $p=0,000$ ) bulunmuştur. Bu değerlere bakıldığında, 30 maddeden oluşan ölçeğin faktör analizi yapmaya uygun olduğu görülmüştür. Ardından, ölçeğin faktörleşme durumunu belirlemek, faktörlerle maddeler arasındaki ilişkiyi daha anlamlı ve belirgin şekilde yorumlayabilmek için temel bileşenler analizi ve Varimax dik döndürme tekniği kullanılmıştır. Bundan sonra madde yükleri ve yüklerin birden fazla faktöre dağılma durumlarına göre faktör analizi üç kere tekrar edilmiş, ilk analizde dört faktörlü bir yapı ortaya çıkmış, 3 madde birden fazla faktöre dağıldığı için ölçekten çıkarılmıştır. İkinci faktör analizinde üç faktör oluşmuş 2 madde birden fazla faktöre dağıldığı için, 6 madde 0.30'un altında faktör yüküne sahip olduğu için çıkarılmıştır. Son faktör analizinde iki faktörlü bir yapı elde edilmiş ve 2 madde daha birden fazla faktörle ilişkili olduğu için ölçekten çıkarılarak 17 maddelik bir ölçek elde edilmiştir. Kalan 17 maddenin unrotated faktör yüklerinin 0,707 ile 0,414 arasında olduğu; varimax dik döndürme tekniğinin uygulanmasından sonra rotated yüklerinin 0,794 ile 0,542 arasında olduğu görülmüştür. Öte yandan ölçek dahilindeki maddelerin ve faktörlerinin toplam varyansın %57,182'sini açıkladığı sonucuna ulaşılmıştır. Sonraki aşamada faktörleri oluşturan maddeler içerikleri ve anlamları bakımından incelenerek faktör adları tayin edilmiştir. "Olumlu Bakış" adını alan faktör 12 maddeden ve "Olumsuz Bakış" adını alan faktör 5 maddeden oluşmaktadır.

Bu durum, özdeğerlere göre çizilen yamaç birikinti grafiğinde (scree plot) (Grafik 1) de görülmektedir. Grafik 1'e göre dikey eksendeki bileşenler yatay eksene doğru bir iniş yapmaktadır ve bu inişin eğimi varyansa yaptıkları katkı seviyelerine göre noktalarla gösterilmektedir. Her iki nokta arasında yer alan aralık bir faktörü göstermektedir (Çokluk, vd., 2014). Grafik 1'de görüldüğü üzere ikinci noktadan sonra eğim bir plato halini almaktadır. Bu noktadan sonraki faktörlerin toplam varyans üzerindeki katkıları küçük ve birbirine yakın değerlerdedir. Grafikteki bu durum ölçeğin iki faktörlü olmasının bir diğer göstergesidir.



**Grafik 1.** Özdeğer- faktör Çizgi Grafiği

Yapılan bu işlemler sonucunda, ölçekte kalan 17 maddenin faktörlere göre madde yükleri, faktörlere ait özdeğerler ve varyansı açıklama durumlarına ilişkin bulgular Tablo 2'de sunulmuştur.

**Tablo 2.** Faktör Analizi Sonuçları

Maddeler	Ort.Var.	F1	F2
M9	FeTeMM öğrencilere üst düzey düşünme becerisi kazandırır.	,707	,794
M5	FeTeMM bireylerin temel bilgi ve becerilerini kullanarak mühendislik alanında yaratıcılıklarını gelişmesine katkı sağlar.	,679	,790
M2	FeTeMM eğitimi öğrencileri öğrenmek için cesaretlendirir.	,598	,767
M4	FeTeMM eğitimi öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirir.	,582	,732
M10	FeTeMM eğitiminin temelini çocukların erken yaşlarda bilimsel bilgiyle karşılaşmalarını sağlayıcı etkinlikler oluşturur.	,531	,724
M14	FeTeMM eğitimi öğrencilerin bir probleme yönelik birden fazla çözüm alternatifinin olduğunu keşfetmelerini sağlar.	,705	,708
M13	FeTeMM eğitimi öğrencilerde işbirlikli çalışmayı geliştirir.	,595	,682
M26	FeTeMM uygulamaları öğrencilerin özgüvenini geliştirir.	,598	,667
M1	Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik eğitim yaklaşımı olan FeTeMM, dört temel disiplini içinde barındırır.	,470	,663
M7	FeTeMM eğitimi öğrencilerin eleştirel bakış açısı kazanmalarını destekler.	,522	,648
M15	FeTeMM eğitiminin amacı, disiplinler arasında ilişki kurarak öğrenmenin bütüncül bir yaklaşım ile gerçekleştirilmesidir.	,530	,619
M23	Fendeki bazı konular doğrudan matematik bilgi ve becerisi ister	,414	,542
M25	Fen, matematik ve mühendisliğin buluşması fenin günlük hayattaki kullanım becerisini artırmaz	,552	,730
M27	FeTeMM uygulamaları öğrencilerin derse karşı ilgisini ve dikkatini dağıtır	,551	,730
M17	FeTeMM eğitimi öğrencilerin kariyer bilincine bir katkısı olmaz.	,640	,723
M28	FeTeMM etkinliklerini uygulamak zaman kaybına yol açar.	,539	,688
M30	Fen dersine mühendislik alanının entegrasyonu gereksizdir.	,507	,666
	Özdeğer	6,138	3,583
	Açıklanan Varyans	36,106	21,077

Tablo 2’den de anlaşıldığı üzere ölçeğin “Olumlu Bakış” adlı faktörü 12 madde içermektedir ve faktör yükleri aralığı 0,794 - 0,542 şeklindedir. Bu faktör genel ölçek içerisinde 6,138 öz değerine sahiptir ve %36,106 oranında genel varyansa katkısı vardır. “Olumsuz Bakış” adlı diğer faktör ise 5 madde içermektedir ve bu maddelerin faktör yükleri aralığı 0,730 - 0,666 şeklindedir. Faktör genel ölçek içerisinde 3,583 öz değerine sahiptir ve %21,077 oranında genel varyansa katkısı bulunmaktadır.

**Doğrulayıcı Faktör Analizi ile İlgili Bulgular:** Açımlayıcı faktör analizinde ortaya çıkan iki faktörlü (olumlu bakış, olumsuz bakış) ölçekten 17 madde elde edilmiştir. Bu analiz sonucu elde edilen verilere AMOS 16 programı kullanılarak doğrulayıcı faktör analizi uygulanmıştır. Maximum likelihood tekniği ile uygulanan doğrulayıcı faktör analizi sonucunda  $\chi^2_{(sd=118, N=254)} = 226,163$ ,  $p < .001$ , RMSEA= 0,060, S-RMR= 0,039, GFI= 0,899, AGFI= 0,868, CFI= 0,951, NFI= 0,904 ve IFI= 0,952 uyum iyiliği değerleri elde edilmiştir.  $X^2/df$  değeri  $< 5$  olduğunda kabul edilebilir bir değerdir (Yener, 2007). Yapılan çalışmanın  $X^2/df$  değeri 1.97 olarak tespit edilerek mükemmel uyum gösterdiği görülmüştür. Diğer uyum değerlerine bakıldığında ise; bu değerlere göre RMSA, GFI, AGFI ve CFI değerleri kabul edilebilir, diğer değerler ise mükemmel uyum seviyesinde bulunmaktadır. Bu durum, açımlayıcı faktör analizi ile ortaya konan faktör yapılarının doğrulandığının göstergesidir. Ölçeğin faktöriyel modeli ve faktör-madde ilişkisine dair veriler Grafik 2’de gösterilmiştir.

### Grafik 2. Doğrulayıcı Faktör Analizi Yol Diyagramı

Grafik 2’de yer alan yol diyagramında, elde edilen tüm değerlerin 1’in altında olması gerekir. 0,73 değeri Olumlu Bakış ve Olumsuz Bakış arasındaki korelasyon değerini göstermektedir. Bu değerler maddelerin her birinin (gözlenen değişkenin) kendi gizil değişkeni ne kadar iyi temsil ettiğine dair fikir verebilir (Aytaç ve Öngen, 2012).

#### Madde Faktör Korelasyonları

Bu aşamada madde faktör korelasyonu yöntemi ile faktörlerdeki her bir maddeden ve faktörlerden elde edilen puanlar arasındaki korelasyonlar hesaplanmış, maddelerin tek tek genel amaca hizmet etme durumu ve her bir maddenin ölçeğe eklenmiş ve ölçekten çıkarılmış durumları arasındaki ilişki, yani ölçeğe katkısı tespit edilmiştir. Maddelerin her biri için hesaplanan madde-faktör korelasyon değerleri Tablo 3’de sunulmuştur:

**Tablo 3.** Madde – Faktör Korelasyonları

F1		F2	
M.	r.	M.	r.
M9	,839(**)	M25	,733(**)
M5	,809(**)	M27	,740(**)
M2	,732(**)	M17	,791(**)
M4	,754(**)	M28	,756(**)
M10	,692(**)	M30	,732(**)
M14	,831(**)		
M13	,767(**)		
M26	,775(**)		
M1	,677(**)		
M7	,724(**)		
M15	,730(**)		
M23	,655(**)		

N=254; \*\*=p<, 001

Tablo 3’de görüldüğü üzere madde faktör korelasyon katsayıları birinci faktörde 0,655 ile 0,839; ikinci faktörde ise 0,732 ile 0,791 arasında yer almaktadır. Her maddenin, faktörün geneli ile ilişkisinin anlamlı ve pozitif olduğu görülmektedir (p<0,000). Bu duruma göre her bir maddenin bulunduğu faktörün amacına ve ölçeğin genel amacına yeterince hizmet ettiği ifade edilebilir.

#### Madde Ayırt Ediciliği

Ölçeği oluşturan maddelerin ayırt edicilik gücünün hesaplanması amacıyla maddelerin her birinden elde edilen puanlar büyükten küçüğe doğru sıralandıktan sonra alt %27 ve üst %27’lik gruplar belirlenmiştir. Ardından 69’ar kişiden oluşan alt ve üst grupların puanlarına bağımsız örneklem t-testi analizi yapılmıştır. Ayırt edicilik güçlerini gösteren t değerleri ve anlamlılık düzeyleri Tablo 4’de belirtilmiştir.

**Tablo 4.** Madde Ayırt Edicilik Güçleri

F1		F2	
M.	t	M.	t
M9	16,411	M25	8,462
M5	12,730	M27	10,254
M2	11,529	M17	12,733



M4	12,630	M28	12,187
M10	9,163	M30	11,493
M14	15,943		
M13	13,829		
M26	14,950		
M1	10,392	F1	<b>22,369</b>
M7	10,718	F2	<b>18,994</b>
M15	14,543	Toplam	<b>27,016</b>
M23	10,473	Df: 136; p<001	

Tablo 4’de, ölçekteki 17 madde, faktörler ve toplamı için yapılan bağımsız örneklem t testi sonucu elde edilen değerlerin 8,462 ile 16,411 arasında değiştiği gözlenmektedir. Ölçeğin geneline ait t değeri 27,016 olarak belirlenmiştir. Belirlenen farklar anlamlı düzeydedir ( $p<0,001$ ). Bu durum ölçeğin her bir maddesinin ve genelinin ayırt ediciliğinin yüksek derecede olduğunun göstergesi sayılabilir.

### ***b) Ölçeğin Güvenirliğine İlişkin Bulgular***

Ölçeğin güvenirliliğini hesaplamak amacıyla verilere iç tutarlılık ve kararlılık analizleri yapılmış; analiz basamakları ve elde edilen bulgulara aşağıda yer verilmiştir.

### ***İç Tutarlılık Düzeyi***

Ölçeğin faktörler bazında ve bütün halinin güvenirlilik analizi için; Cronbach Alpha güvenirlilik katsayısı, iki eş yarı korelasyonu, Guttman split-half, Sperman-Brown ve güvenirlilik formülleri kullanılmıştır. Faktörlere ve ölçeğin bütününe ilişkin güvenirlilik analizi sonucu elde edilen değerlere Tablo 5’de yer verilmiştir:

Table 5. Faktör İç Tutarlılık Katsayıları

Faktörler	Madde Sayısı	Eş Yarılar Korelasyonu	Sperman Brown	Guttman Split-Half	Cronbach’ Alpha
F1	12	,873	,932	,932	,929
F2	5	,667	,800	,764	,806
Toplam	17	,832	,908	,903	,927

Tablo 5’de görüldüğü gibi toplamda 17 madde ve 2 alt faktörden oluşan ölçeğin iki eş yarı korelasyonları, 832; Sperman Brown güvenirlilik katsayısı ,908; Guttman Split-Half değeri ,903; Cronbach’s Alpha güvenirlilik katsayısı ise ,927 olarak belirlenmiştir. “Olumlu Bakış” faktörüne ait eş yarı korelasyonunun ,873; Sperman Brown değerinin ,932; Guttman Split-Half değerinin ,932; Cronbach’s Alpha değerlerinin ise 0,929 olduğu görülmektedir. “Olumsuz Bakış” faktörüne ait eş yarı korelasyonu ,667; Sperman Brown değeri ,800; Guttman Split-Half değeri ,764; Cronbach’s Alpha değeri ise ,806’dır. Bu sonuçlar faktörlerin her birinin ve ölçeğin bütününe tutarlı ölçümler yapabildiğini göstermektedir.

### ***Kararlılık Düzeyi***

Ölçeğin kararlılık düzeyini belirlemek için , test tekrar test yöntemi kullanılmıştır. Ölçeğin 17 maddeden oluşan son hali ile daha önce uygulama yapılan 29 kişilik gruba dört hafta sonra yeniden uygulama yapılmıştır. Yapılan bu uygulamalardan elde edilen puanlar arasındaki ilişki, maddeler için ayrı ayrı hem de ölçeğin bütünü için analiz edilmiş, böylece kararlı ölçümler yapabilme durumları değerlendirilmiştir. Analize ilişkin bulgular Tablo 6’da yer almaktadır:

**Tablo 6.** Test Tekrar Test Sonuçları

F1		F2	
I.	r	I.	r
M9	0,791	M25	0,771
M5	0,663	M27	0,691
M2	0,821	M17	0,812
M4	0,712	M28	0,654
M10	0,759	M30	0,715
M14	0,691		0
M13	0,761		
M26	0,881		
M1	0,703		
M7	0,699	F1	0,843
M15	0,811	F2	0,871
M23	0,702	Toplam	0,853

N=29; =p<, 001

Tablo 6’da ölçeği oluşturan maddelerin her birinin test-tekrar test yöntemi ile elde edilen korelasyon değerlerinin 0,663 ile 0,812 arasında değiştiği bulunan ilişkilerin anlamlı ve pozitif yönde olduğu görülmektedir. Test-tekrar test yöntemi ile elde edilen faktörlere ait korelasyon değerleri ise F1 için 0,843, F2 için ise 0,871’dir. Toplam puana ait korelasyon ise ,853’dür ve her bir ilişki anlamlı ve pozitif yöndedir ( $p<,001$ ). Bu sonuçlara göre bu ölçekle yapılan ölçümlerin kararlı olduğu söylenebilir.

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada öğretmen adaylarının FeTeMM eğitimi konusundaki farkındalık durumlarını belirlemeye yönelik bir ölçek geliştirilmiştir. FeTeMM Farkındalık Ölçeği beş dereceli likert tipi bir ölçektir. Ölçeği oluşturan 17 madde iki faktör altında toplanmıştır. Ölçekte yer alan maddelerin her biri için; Kesinlikle Katılmıyorum (1), Katılmıyorum(2), Kararsızım (3), Katılıyorum (4), Kesinlikle Katılıyorum (5) şeklinde seçenekler sunulmuştur. Ölçeğin geçerliliğini belirlemeye yönelik olarak faktör analizi yapılmış ve ayırt ediciliği test edilmiştir. Ölçeğin analize uygunluğunu ve faktörleşme durumunu belirlemek için yapılan açımlayıcı faktör analizi sonucunda ölçeğin iki faktörden oluştuğu görülmüştür. Ölçeği oluşturan faktörlerde yer alan maddelerin faktör yükleri, özdeğerleri ve açıklanan varyans miktarları dikkate alındığında ölçeğin, yapı geçerliğinin yeterli seviyede olduğu söylenebilir. Ölçeğin iki faktörden oluştuğunu gösteren açımlayıcı faktör analizinden sonra oluşan faktör yapılarını doğrulamak için doğrulayıcı faktör analizi uygulanmıştır. Yapılan doğrulayıcı faktör analizinde, elde edilen ölçek modelinin veriler tarafından doğrulandığı sonucuna ulaşılmıştır. Ölçekte yer alan maddelerin her birinin, ait olduğu faktörün ölçmeye çalıştığı özellikleri ne seviyede ölçebildiğini belirlemek amacıyla madde toplam korelasyon analizleri yapılmıştır. Elde edilen değerler ölçekteki maddelerin ve her bir faktörün, ölçülmek istenen özelliği ölçebilme amacına ölçeğin geneli ile uyumlu olarak anlamlı düzeyde hizmet ettiği görülmüştür. Bu analizlere ek olarak ayırt ediciliğin belirlenmesi amacıyla üst %27 ve alt %27’lik gruplar arasındaki farkın bulunması için yapılan bağımsız örneklem t-testi sonucunda ölçeğin bütününe ve maddelerinin her birinin ayırt ediciliğinin beklendiği gibi yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir. Ölçeğin iç tutarlılık katsayılarının hesaplanmasında; iki eş yarı korelasyonları, Cronbach Alpha, Sperman-Brown ve Guttman split-half güvenilirlik formülleri kullanılmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda ölçeğin güvenilir ölçümler yapabildiği sonucuna varılmıştır. Ölçeğin kararlılık düzeyini belirlemek için, dört hafta arayla yapılan iki uygulamadan toplanan verilere hem maddeler bazında hem de faktörler bazında test-tekrar test yöntemi uygulanmış ve geçen zamana rağmen kararlı ölçümler yapabildiği belirlenmiştir.

Uluslararası alanyazında sıkça işlenen(Moore vd., 2013; Moore ve Richards, 2012; Riechert ve Post, 2010; Doppelt vd., 2008; Fortus vd., 2004; Roth, 2001), ulusal alanyazına(Gülhan ve Şahin, 2016; Baran, Canbazoglu Bilici, Mesutoğlu, 2015; Gencer, 2015; Yıldırım ve Altun, 2015; Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014; Yamak, Bulut ve Dündar, 2014; Çavaş, vd., 2013; Marulcu ve Sungur, 2012) yeni girmiş olan FeTeMM eğitiminin gelecek neslin yetiştirilmesinde alacağı rol düşünüldüğünde öğretmen adaylarının bu konunun farkında olma durumlarının önemi anlaşılmaktadır. FeTeMM eğitimi eğitim sistemimizde yer aldığı anda, doğru bir şekilde uygulanabilmesi, geçiş sürecinin sağlıklı atlatılması ve bu eğitim anlayışının sistemimize tam anlamıyla yerleşmesi öğretmenlerin emekleriyle olacaktır. Bunun için de öğretmenlerin FeTeMM eğitiminin mantığını ve teorik kısmını öğretmenlik eğitimi ile entegre şekilde öğrenmeleri ve mesleklerinde pratiğe dökmeleri gerekmektedir. Bu nedenle öğretmen adaylarının FeTeMM Farkındalığını ölçmek önemlidir. Eğitim fakültelerinde bu konuya yönelik ders verilmesi ve öğretmen adaylarında FeTeMM'e yönelik farkındalık uyandırılmasının gerekli ve önemli olduğu söylenebilir.

Sonuç olarak FFÖ'nin, öğretmen adaylarının FeTeMM eğitime yönelik farkındalıklarının ölçülmesinde kullanılabilecek geçerli ve güvenilir bir ölçek olduğu söylenebilir. Alanyazında öğrencilerin, öğretmen adaylarının ya da öğretmenlerin FeTeMM eğitime yönelik farkındalıklarını ölçmeyi amaçlayan geçerli ve güvenilir her herhangi bir ölçme aracına rastlanamamış olması, bu çalışmanın alan yazına katkı sağlayacağını göstermektedir. Ölçme aracının geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları Fen Bilgisi, Bilgisayar ve Matematik alanları, 3. ve 4. Sınıf seviyeleri ve 254 kişi ile sınırlı kalan bir çalışma grubu üzerinde yapılan uygulama ile yapılmıştır. Yapılacak yeni çalışmalarda uygulama yapılacak alanlar değiştirilebilir, artırılabilir, her sınıf seviyelerinde ve öğretim kademelerinde uygulama yapılabilir, kişi sayısı artırılabilir. Ancak ölçeğin bu şekilde farklı gruplara uygulanabilmesi için geçerlilik ve güvenilirlik çalışmalarının yeniden yapılması önerilebilir.

## STEM Awareness Scale (SAS): Validity and Reliability Study

### SYNOPSIS

STEM is a new educational approach focused on the integration of the knowledge and skills related to science, technology, mathematics and engineering areas on the engineering and design-oriented education and aiming to bring students the skills of interdisciplinary cooperation, systematical thinking, being open to communication, possessing ethical values, research, production, creativity and solving problems in the most proper way. STEM is an approach aiming to infuse creative problem-solving skills into students to lead future innovations with an interdisciplinary perspective (Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014; Roberts, 2012). The subjects including real world problems are considered as a significant factor increasing the interests, successes and motivations of students in achieving this purpose (Honey, Pearson ve Schweingruber, 2014). Real life problems require students to see more than one solution alternatives for problems, think at a high level, research, use questioning skills and work cooperatively (Ercan ve Bozkurt, 2013; Marulcu, 2012; NRC, 2012). Basically, STEM education tries to integrate science, technology, and engineering and mathematics disciplines by establishing a relation between real life problems and lesson content. This harmonisation can be in the form of making the contents of mentioned four fields compatible with each other (context integration) or utilising other disciplines within the content of one discipline (content integration) (Moore, Stohlmann, Wang, Tank and Roehrig 2014). The process of harmonisation can be applied with the combination of at least two disciplines instead of four disciplines according to the content and need. There are studies in the literature that reach the conclusion that addressing science, technology, mathematics and engineering disciplines with a holistic approach by integrating them positively affects the characteristics of students such as interests, attitudes and academic success (Gülhanve Şahin, 2016; Baran, Canbazoglu Bilici, Mesutoğlu, 2015; Gencer, 2015; Şahin, Ayar and Adıgüzel, 2014; Wendell et al., 2010; Fortus et al., 2004; Roth, 2001).

While there are many studies on STEM in the international literature and its education is started to be given in schools, the integration of STEM fields has not become widespread in Turkey yet (Gülhanve Şahin, 2016). It is considered that the awareness of teachers, being one of the main parts of the education system, on STEM should be determined when they are still at the education faculty in order to reflect integrated and interdisciplinary perspectives of STEM education on the education system in Turkey. On the other hand, as a result of the literature review, no validity and reliability scale that would determine the STEM awareness levels of people was encountered. In this study, it is aimed to develop a valid and credible scale to determine the STEM awareness levels of preservice teachers for the purpose of filling this gap in the literature.

The study group of this research consists of 256 education faculty students studying at the 3rd and 4th grades in the Computer Sciences, Mathematics and Science Teaching departments in Amasya University in the 2015-2016 academic year. The structural validity of the scale was tested with the exploratory and confirmatory factor analysis. Moreover, the item factor correlation and item distinctiveness analyses were performed. In other respects, in order to determine the reliability of the STEM awareness scale, the Cronbach Alfa internal consistency and stability analyses were performed. As a result of the analyses performed, it has been determined that the STEM Awareness Scale prepared in fivefold Likert-type consists of 17 items and two factors. The structural validity results have shown that the scale serves in terms of not only each item but also the whole scale. According to the t-test results, it has been observed that the difference between the item points of 27% sub- and supergroups was

meaningful, in other words, their distinctiveness levels were high. The exploratory factor analysis results have shown that the structure of the STEM Awareness Scale was confirmed. In conclusion, it can be said that the STEM awareness scale is a valid and credible scale to be used in measuring the awareness of preservice teachers of STEM education. The fact that it has not been found any valid and credible assessment instrument in the literature that aims to measure the awareness of students, preservice teachers or teachers of STEM education shows that this study will contribute to the literature. The validity and reliability studies of the assessment instrument were performed with the application on a study group limited to 254 people at the 3rd and 4th grades studying Science, Computer Sciences and Mathematics. In the following studies, application areas can be amended, increased; it can be applied to all grade levels and education grades, and the number of people can be increased. However, in order to apply the scale to different groups, it is suggested to reperform validity and reliability studies.



**KAYNAKLAR**

- Akkoyun, F. (2001). *Gestalt terapi*. Nobel Yayın Dağıtım, 1. Basım, Ankara, 85- 89.
- Alpar, R., (2001), Spor Bilimlerinde Uygulamalı İstatistik, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Baran, E., Canbazoğlu Bilici, S., ve Mesutoğlu, C. (2015). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) spotu geliştirme etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED)*, 5(2), 60-69.
- Bybee, R. W. (2010a). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Bybee, R. W. (2010b). What is STEM education. *Science*, 329, 996. doi: 10.1126/science.1194998
- Büyüköztürk, Ş., Çokluk, Ö. ve Köklü, N., 2010. *Sosyal bilimler için istatistik*. 6. Baskı, Pegem Akademi, Yenişehir, Ankara.
- Büyüköztürk, Ş., 2002. Faktör analizi: Temel kavramlar ve ölçek geliştirmede kullanım, *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 32, 470-483.
- Çavaş, B., Bulut, Ç., Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2013). Fen eğitimine mühendislik odaklı bir yaklaşım: ENGINEER projesi ve uygulamaları. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 1(1), 12-22.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. ve Büyüköztürk, Ş., (2014). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik SPSS ve LISREL uygulamaları*, 4. Baskı, Ankara:Pegem Akademi.
- Çorlu, M. A., Adıgüzel, T., Ayar, M. C., Çorlu, M. S. ve Özel, S. (2012). *Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (BTMM) eğitimi: disiplinler arası çalışmalar ve etkileşimler*. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulmuş bildiri, Niğde.
- Doppelt, Y., Mehalik, M. M., Schunn, C. D., Silk, E., ve Krysinski, D. (2008). Engagement and achievements: a case study of design-based learning in a science context. *Journal of Technology Education*, 19(2), 22-39.
- Dökmen Ü. (2000). *Farkına varmak: Yarına kim kalacak evrenle uyumlaşma sürecinde varolmak gelişmek uzlaşmak*. Sistem Yayıncılık, Birinci Basım, 122-139.
- Dugger, W. E. (2010, December). Evolution of STEM in the United States. Presented at the 6th Biennial International Conference on Technology Education Research, Gold Coast, Queensland, Australia.  
<http://www.iteaconnect.org/Resources/PressRoom/AustraliaPaper.pdf>
- Ercan, S., ve Bozkurt, E. (2013). *Expectations from engineering applications in science education: decision-making skill*. IOSTE Eurasian Regional Symposium & Brojerage event Horizon 2020, Antalya, TURKEY.
- Eroğlu, A. (2008). *Faktör analizi, SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*, Ankara: Asil Publishers, 321-331.
- Faber, M., Unfried, A., Wiebe, E. N., Corn, J. Townsend, L.W. ve Collins, T. L. (2013). *Student attitudes toward STEM: The development of upper elementary school and middle/high school student surveys*. 120th ASSE Annual Conference & Exposition. Atalanta.
- 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). *Student attitudes toward STEM survey-upper elementary school students*, Raleigh, NC: Author.
- Gencer, A. (2015). Fen eğitiminde bilim ve mühendislik uygulaması: Fırıldak Etkinliği, *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED)*, 5(1), 1-19.
- 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.
- Honey, M., Pearson, G. ve Schweingruber, H. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington D.C. : The National Academies Press.
- Kalaycı, Ş. (Editör), (2006), SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri, 2. baskı, Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- 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.
- 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.
- Lacey, T. A., ve Wright, B. (2009). Occupational employment projections to 2018. *Monthly Labor Review*, November, 82-109.
- Marulcu, İ. ve Sungur, K. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik-dizayna bakış açılarının incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12 (2012), 13-23.
- Moore T. ve Richards L. G. (2012). P-12 engineering education research and practice. *Introduction to a Special Issue of Advances in Engineering Education*, 3 (2), 1-9.
- Moore, T.J., Stohlmann, M.S., Wang, H.-H., Tank, K.M., ve Roehrig, G.H. (2013). *Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education*. In J. Strobel, S. Purzer, & M. Cardella (Edt.), *Engineering in precollege settings: Research into practice*. Rotterdam, the Netherlands: Sense Publishers.
- National Research Council [NRC]. (2011). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. Washington, DC: NAP.
- National Research Council [NRC]. (2012). *A Framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: The National Academic Press.
- Riechert, S., ve Post, B. (2010). From skeletons to bridges & other STEM enrichment exercises for high school biology. *The American Biology Teacher*, 72(1), 20-22.
- Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. Technology and engineering teacher, <http://www.iteaconnect.org/mbrsonly/Library/TTT/TTTe/04-12roberts.pdf>.
- Rogers, C., & Portsmore, M. (2004). Bringing engineering to elementary school. *Journal of STEM Education*, 5(3), 17-28.
- Roth, W. (2001). Learning Science through technological design. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 768-790.

- Schmidt, W. H. (2011, May). STEM reform: Which way to go? Paper presented at the National Research Council Workshop on Successful STEM Education in K-12 Schools. Retrieved from [http://www7.nationalacademies.org/bose/STEM\\_Schools\\_Workshop\\_Paper\\_Schmidt.pdf](http://www7.nationalacademies.org/bose/STEM_Schools_Workshop_Paper_Schmidt.pdf)
- Smith, J. ve Karr-Kidwell, P. (2000). The interdisciplinary curriculum: a literary review and a manual for administrators and teachers. Retrieved from ERIC database. (ED443172).
- Şahin, A., Ayar, M. C., Adıgüzel, T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(1), 297-322.
- Şimşek, Ö.F. (2007). *Yapısal eşitlik modellemesine giriş*. Ekinoks yayınevi. Ankara, 18-71.
- Tavşancıl E. (2010). *Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi*, 4.bs., Nobel yayınevi, Ankara, 93-124.
- Wagner, T. (2008). Rigor redefined. *Educational Leadership*, 66(2), 20-24.
- Wendell, K., Connolly, K., Wright, C., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M., ve Marulcu, I. (2010, October). *Incorporating engineering design into elementary school science curricula*. Paper presented at the Annual Meeting of American Society for Engineering Education. Singapore.
- Yamak, H., Bulut, N., ve Dündar, S.(2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.
- Yıldırım, B., ve Atun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 28-40.
- Yıldırım, B. ve Selvi, M., (2015). Adaptation of STEM attitude scale to Turkish. *Turkish Studies International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 10 (3), 1107.