

STEM Öz-Yeterlik Algı Ölçeği (STEM-ÖAÖ) Geliştirme Çalışması

Özlem GÖKÇE TEKİN¹ , İsmail ŞAN² , Hanife Gülhan ORHAN KARSAK³ 

Öz: Bu araştırmanın amacı ortaokul ve lise öğrencilerine yönelik STEM Öz-yeterlik Algı Ölçeği (STEM-ÖAÖ) geliştirmektir. Araştırma 2020-2021 eğitim-öğretim yılı bahar yarısında Türkiye’de sekizinci ve onikinci sınıflarda öğrenim gören toplam 656 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. İki aşamada toplanan bu verilerin 412’si (birinci çalışma grubu) açımlayıcı faktör analizi için kullanılırken, 244’ü (ikinci çalışma grubu) doğrulayıcı faktör analizi için kullanılmıştır. Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısı .92, test-tekrar test güvenilirlik katsayısı ise 0.86 olarak hesaplanmıştır. Faktör analizi ile STEM-ÖAÖ’nün dört faktörlü (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) yapıya sahip olduğu ve bu yapının doğrulayıcı faktör analizi sonucunda teorik olarak açıklanan STEM eğitimiyle uyumlu olduğu tespit edilmiştir. 5’li Likert tipinde olan bu ölçek 28 maddeden oluşmaktadır. Böylece ortaokul ve lise öğrencilerinin STEM öz-yeterlik algılarının ölçülmesinde geçerli ve güvenilir bir ölçek olan STEM-ÖAÖ elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: STEM öz-yeterlik algısı, ölçek geliştirme, ortaokul, lise

STEM Self-efficacy Perception Scale (STEM-SPS) Development Study

Abstract: This study aims to develop the STEM Self-efficacy Perception Scale (STEM-SPS) for middle and high school students. This study was conducted with 656 students studying in the 8th and 12th grades in Turkey in the spring semester of the 2020-2021 academic year. Four hundred and twelve of these data (first study group) collected in two stages were used for exploratory factor analysis. In this study, 244 (second study group) data were used for confirmatory factor analysis. The Cronbach’s alpha reliability coefficient of the scale was .92, and test-retest reliability coefficient was calculated as 0.86. With the factor analysis, it was determined that STEM-SPS had a four-factor structure (Science, Technology, Engineering, Mathematics) and this structure is compatible with STEM education, which was explained theoretically as a result of confirmatory factor analysis. This 5-point Likert-type scale consisted of 28 items. Thus, a valid and reliable scale was obtained to measure STEM self-efficacy perceptions of secondary and high school students.

Keywords: STEM self-efficacy perception, scale development, middle school, high school

Geliş tarihi/Received: 10.06.2023

Kabul Tarihi/Accepted: 06.08.2024

Makale Türü: Araştırma Makalesi

*Bu çalışma birinci yazarın doktora tezinden üretilmiştir.

¹ Dr., ogokcetekin@gmail.com 0000-0002-4436-3060

² Doç.Dr., İnönü Üniversitesi, Eğitim Programları ve Öğretim, ismail.san@inonu.edu.tr 0000-0003-0780-0169

³ Doç. Dr., İnönü Üniversitesi, Eğitim Programları ve Öğretim, gorhan811@gmail.com 0000-0001-5927-6341

Atıf için/To cite: Gökçe Tekin, Ö., Şan, İ. & Orhan Karsak, H. G. (2024). STEM Öz-Yeterlik Algı Ölçeği (STEM-ÖAÖ) geliştirme çalışması. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 21(2)*, 648-667.

<https://doi.org/10.33711/yyuefd.1312600>

Giriş

Gelişmiş dünya toplumlarının refah seviyesine ve yaşam kalitesine ulaşabilmek için nitelikli bir eğitime ihtiyaç duyulmaktadır. Dünya ekonomileri, uluslararası bağlantılar, hızlı teknolojik değişiklikler, ulusal güvenliğe yönelik tehditler ve diğer baskıların çokluğu, öğrenmenin ve öğretimin mevcut eğitim sisteminde nasıl yer aldığını ve okul için yeni ve etkili yaklaşım arayışlarını yeniden düşünmeyi gerektirmektedir (Wells, 2008). STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) bunların sonucunda ülkelerin başlatmış oldukları bir eğitim reformu hareketi olarak ortaya çıkmıştır. STEM, öğrencilerin okul, toplum ve küresel girişim arasında bağlantılar kurmaları bağlamında farklı disiplinleri uygularken akademik kavramları gerçek dünya problemleriyle birleştiren disiplinler arası bir öğrenme yaklaşımıdır. Bybee (2013) STEM eğitiminin, öğrencilerin STEM disiplinlerinin temel içerik ve uygulamalarını gerçek hayatta kullanabilmelerini sağlayan bir yaklaşım olduğunu ifade etmektedir. STEM eğitimine yönelik bu tanımlar incelendiğinde disiplinler arası bağlantılar içermesi ve gerçek hayatla bağlantılı olması ön plana çıkmaktadır.

STEM eğitimini önemli kılan; problemlere farklı açıdan çözümler getirebilmeyi, sistemli, eleştirel ve yaratıcı düşünebilmeyi ve pratik öneriler sunabilmeyi sağlayan 21. yüzyıl becerilerinin öğrencilere kazandırılması gerekliliğidir. Öğrencilerin ders içeriklerinin yanında günlük yaşamda sorgulama, araştırma ve problem çözme becerilerini fark edebilmeleri, üzerinde düşünebilmeleri, birlikte çalışabilmeleri ve çözümler üretebilmeleri, ürün oluşturabilme ve buluş yapabilme becerilerinin geliştirilmesi amacıyla STEM eğitimi önemlidir (MEB, 2016). STEM alanlarını seçen üniversite öğrencilerinin sayısı ve dolayısıyla STEM işgücünü artırmak için öncelikle öğrencilerin STEM öz-yeterlik algısına sahip olması gerekmektedir.

Albert Bandura (1977) tarafından geliştirilen öz-yeterlik (self efficacy), sosyal-bilişsel kuramın temel bileşenlerinden biridir. Bandura (1997, s.3) öz-yeterlik algısını kişinin belirli kazanımlara ulaşabilmesi için gereken faaliyetleri organize edebilme ve yerine getirebilme kapasitesine olan inancı olarak tanımlamaktadır. “Öz-yeterlik algısı, kişinin verilen faaliyetleri yerine getirme kapasitesine yönelik yargılarla ilgilidir. İnsanların faaliyet seçimlerini, çaba harcamalarını ve zorluklar karşısında kararlılıklarını etkileyerek davranışlara yön vermektedir. Öz-yeterlik algısı ne kadar yüksekse, faaliyetlere sürekli katılım ve gelen başarı da büyük olmaktadır” (Schunk, 1981). Bandura (2002), öz-yeterlik inancının; bilişsel, duyuşsal, motivasyonel ve seçim süreçleri aracılığıyla bireyin eylemlerini düzenlediğini ifade etmiştir. Bu süreçler, bireylerin zorluklar karşısında kendilerini nasıl motive ettiklerini ve nasıl azmettiklerini; duygusal yaşamlarının kalitesini ve hayatlarının seyrini belirleyen önemli karar noktalarında yaptıkları seçimleri etkiler (Bandura, 2002),

1. *Bilişsel Süreçler*: Öz-yeterlik inançları, bireyin bir görevi gerçekleştirmesini sağlayacak veya buna engel olabilecek düşünce kalıplarını etkiler (Bandura, 1989). “Eylemlerin çoğu başlangıçta düşüncede şekillenir. Bireylerin öz-yeterliklerine olan inançları, ilerideki eylemlerini etkiler. Yeterlik duygusu yüksek olan bireyler, başarı senaryoları kurarlar. Yeterliğinden şüphe edenler ise, başarısızlık senaryoları oluşturarak yanlış gidebilecek durumlar üzerinde dururlar. Birey kendinden şüphe duymakla uğraşırken başarması çoğunlukla zordur” (Bandura, 1993).

2. *Duyuşsal Süreçler*: İnsanların kabiliyetlerine olan inançları, zor şartlarda yaşadıkları stres ve depresyonu ve motivasyon düzeylerini etkiler. Bu tür duygusal tepkiler, düşünceyi değiştirerek eyleme doğrudan ve dolaylı olarak tesir edebilir (Bandura, 1989). “Tehditkâr

durumları kontrol edebileceklerini düşünen bireyler rahatsızlık veren düşünceler oluşturmazlar. Tehdit edici durumları yönetemeyeceklerine inananlar ise başa çıkmada eksik oldukları noktalara yoğunlaşarak endişelerini artırır. Olabilecek tehdit durumlarına daha çok yoğunlaşarak çok az rastlanan durumlar için endişe beslerler.” (Bandura, 1993).

3. *Motivasyonel Süreçler:* Bandura (1994), öz yeterliğin hedef düzeyini, azim ve başarısızlıklara karşı dayanıklılığı belirleyerek motivasyonu etkilediğini öne sürmektedir. Bandura ve Cervone’ye göre (1983) bireyler, ne yapabileceklerine dair inançlar oluşturarak, olası sonuçları tahmin ederek, hedefler belirleyerek ve eylemlerini planlayarak kendilerini motive ederler.

4. *Seçim Süreçleri:* Öz-yeterlik algıları ortam seçimini de etkilemektedir. Bireyler başa çıkmada zorlanacaklarını düşündükleri durum ve etkinliklerden kaçınma eğilimindedirler. Ancak başa çıkabileceklerine karar verdikleri sosyal ortamları seçerler (Bandura, 1989). Öz yeterliği yüksek bireyler, ilgi duydukları sonuçlara ulaşmak için, algılanan yetenekleri ve kaynakları ile eşleşen fiziksel ve sosyal bir çevre seçme ve oluşturma konusunda daha etkindirler. Başarılı bir hedefe ulaşma ve kişisel gelişim şansı da bu süreçte en üst düzeye çıkarılır (Tsang, vd., 2012). Araştırmalar, öz yeterlik inançlarının bireysel faaliyetlerin kalitesine önemli ölçüde katkıda bulunduğunu göstermektedir (Bandura, 2002). Öz yeterliliğin motive edici etkileri olduğu varsayıldığından, özellikle çocukların başarıları ile ilgili olduğu görülmektedir. Belirli bir konuda güçlü bir yeterlik duygusuna sahip çocukların, yüksek başarı mücadelesi göstermeleri beklenir. (Schunk, 1981).

STEM öz-yeterliği, bireylerin STEM kavramları hakkındaki bilgi düzeyleri, STEM uygulamalarıyla ilgili becerileri ve STEM ile ilgili görevleri yerine getirme becerileri ile ilgili öz yargılarını ifade etmektedir (Kinkopf & Dack, 2023). STEM kariyer kalıcılığını öngörmedeki birincil rolü nedeniyle öz-yeterlik önemli görülmektedir (Dou, 2017). Bazı çalışmalar, öz-yeterliği STEM kariyeri seçen bireyler için anahtar faktörlerden biri olarak tanımlamıştır (Halim vd., 2018; van Tuijl & van der Molen, 2016). Ulusal ve uluslararası alanyazın incelendiğinde öz-yeterlik algısına yönelik birçok çalışma olduğu tespit edilmiştir. Ancak STEM öz-yeterlik algısına ilişkin az sayıda çalışma bulunmaktadır. Türkiye’de yapılan çalışmalara bakıldığında ise STEM öz yeterlik algısının çalışılma oranının %3 olduğu; ancak bu çalışmalardaki örneklem gruplarının öğretmen ve öğretmen adaylarından oluştuğu görülmektedir (Çavaş vd., 2020). Türkiye’de STEM öz-yeterlik algısı konusunda geliştirilen bir ölçek bulunmaması nedeniyle geçerliği ve güvenilirliği belirlenmiş STEM Öz-yeterlik Algı Ölçeği’nin (STEM-ÖAÖ) geliştirilmesinin alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Araştırmanın Amacı

Bu araştırma ile ortaokul ve lise öğrencilerine yönelik STEM Öz-yeterlik Algı Ölçeği (STEM-ÖAÖ) geliştirmek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda ölçeğin geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır.

Yöntem

Çalışma Grubu

STEM-ÖAÖ denemelik ölçek formunun geliştirilmesi kapsamında, veriler 2020-2021 eğitim-öğretim yılında toplanmıştır. Araştırma, Türkiye’de öğrenim gören sekizinci ve onikinci sınıf öğrencilerinden oluşan toplam 656 öğrenci ile yürütülmüştür. Katılımcıların belirlenmesinde kolay ulaşılabilirlik ilkesinden yola çıkılmıştır. Kolay ulaşılabilirlik yöntemiyle araştırmacı, örneklem

oluştururken ulaşabileceği en kolay ögelere yönelir (Patton, 2002). Türkiye’de 8 farklı okuldaki (2 devlet lisesi, 3 devlet ortaokulu, 3 özel lise ve ortaokul) 8. ve 12. sınıf öğrencilerine ulaşılarak ön uygulama gerçekleştirilmiştir. Mesleki yönelmenin ortaokul ve lise son sınıflarda gerçekleşmesi ve 8. sınıf seviyesinde ortaokulun bütün kazanımlarının elde edildiği, 12. sınıf seviyesinde de lisenin bütün kazanımlarına sahip olduğu varsayımıyla bu sınıflarla çalışılmasına karar verilmiştir.

Veriler iki aşamada toplanmıştır. İlk aşamada toplanan 412 veri (I.çalışma grubu) açılımlayıcı faktör analizi için kullanılırken, ikinci aşamada toplanan 244 veri (II.çalışma grubu) ise doğrulayıcı faktör analizi için kullanılmıştır. Araştırmaya dâhil edilen öğrencilere ait demografik bilgiler Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1

Öğrencilerin Demografik Özellikleri

			n
I. Çalışma Grubu	Cinsiyet	Kız	225
		Erkek	187
	Okul Kademesi	Ortaokul	221
		Lise	191
II. Çalışma Grubu	Cinsiyet	Kız	134
		Erkek	110
	Okul Kademesi	Ortaokul	127
		Lise	117
		Toplam	656

Tablo 1 incelendiğinde 225 kız, 187 erkek öğrenciden oluşan birinci çalışma grubunun 221’i ortaokul öğrencisiyken 191’i lise öğrencisidir. 134 kız, 110 erkek öğrenciden oluşan ikinci çalışma grubunun ise 127’si ortaokul, 117’si ise lise öğrencisidir.

Veri Toplama Aracının Geliştirilme Süreci

Bu araştırmada ortaokul ve lise öğrencilerinin STEM öz-yeterlik algısını belirlemek için araştırmacı tarafından bir ölçek geliştirilmesi planlanmıştır. Alan yazında öğrencilerin STEM öz-yeterlik algılarını belirlemek için sadece bir uyarlama ölçeği bulunduğu belirlenmiştir. Chen ve diğerleri (2017) tarafından geliştirilen “STEM Yeterlik İnancı” adlı bu ölçek, Demirbağ ve diğerleri (2020) tarafından “STEM Öz Yeterlik Ölçeği” olarak Türkçeye uyarlanmıştır. 10-14 yaşlarındaki öğrencilere yönelik olan orijinal STEM Yeterlik İnancı Ölçeği tek boyutlu iken ölçeğin Türkçe uyarlaması, matematik(1) ve fen, teknoloji, mühendislik(2) olmak üzere iki boyuttan oluşmaktadır. Uyarlanmış STEM Öz Yeterlik Ölçeği, 4 lü likert tipindeki 12 maddeden oluşmaktadır. Madde sayısı yüksek tutularak ölçeğin STEM alanlarını daha çok temsil etmesini sağlamak amacı ile araştırmacı tarafından bir ölçek geliştirilmiştir.

Araştırmada ortaokul ve lise öğrencilerinin STEM öz-yeterlik algısının tespit edilmesi amaçlandı için ortaokul seviyesini temsil etmek üzere 8.sınıf, lise düzeyini temsil etmek için ise 12.sınıf öğrencileri ile çalışılması kararlaştırılmıştır. Hedef kitle belirlendikten sonra alan yazın taranarak STEM öz-yeterlik algısının teorik altyapısının oluşturulma aşamasına geçilmiştir.

Bandura’ya göre (1997), öz yeterlik ölçeklerinden açıklayıcı ve öngörücü bir sonuç elde etmek için, öz yeterlik ölçülerini alanlara göre uyarlamak gerekmektedir. Bu ise ilgili alanın net bir

tanımının yapılmasını ve farklı yönlerinin, ihtiyaç duyduğu yeteneklerin türlerinin ve bu yeteneklerin uygulanabileceği durumların iyi bir kavramsal analizinin yapılmasını gerektirir. Bu ifadeler binaen STEM Öz-Yeterlik Algı ölçeğini geliştirmeden önce Bandura'nın (1977; 1989; 1993; 1994; 1997; 2002) çalışmalarından ve özellikle "Öz-yeterlik ölçekleri geliştirilmesi için rehber" (Bandura, 2006) isimli kitap bölümünden de faydalanarak ölçeğin kuramsal alt yapısı belirlenmiştir. Geliştirilen öz-yeterlik algı ölçeği STEM'e yönelik olduğundan alan yazın taranarak STEM öz-yeterlik algısının teorik altyapısına yer verilmiştir.

Kavramsal analizden ardından STEM' in dört boyutuna (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) ilişkin ayrı ayrı maddeler oluşturulması planlanmıştır. Madde havuzunun oluşturulmasında uluslararası alanyazında yer alan STEM öz-yeterlik algısı ile ilgili ölçeklerden (Brown vd., 2016; Chen vd., 2017; Halim vd., 2018; Kier vd., 2014; Milner vd., 2014; Nugent, vd., 2015) yararlanılmıştır. Ulusal alan yazında ise STEM ile ilgili öz-yeterlik algı ölçeği bulunmadığından Fen, Teknoloji ve Matematik disiplinlerine yönelik öz-yeterlik algısı ile ilgili ölçekler ve görüşme formlarından (Işıksal ve Aşkar, 2003; Kandemir, 2010; Özgen ve Bindak, 2018; Umay, 2001; Yaman, 2016) faydalanılmıştır. Ayrıca mühendislik eğitimi ile ilgili ölçekler ve görüşme formları (Buday vd., 2012; Ploj Vrtič & Šorgo, 2016; Zhou vd., 2017) da incelenerek madde havuzuna katkı sağlanmıştır. Öğrencilerin STEM öz-yeterlik algılarını yansıtan 54 maddeden oluşan bir madde havuzu hazırlanmıştır. Maddeleri oluşturma sürecinde öğrencilerin yaş düzeyleri dikkate alınarak hem 8. hem 12. sınıf öğrencileri tarafından anlaşılabilen ifadeler kullanmaya çalışılmıştır.

Ölçek maddeleri değerlendirilmek üzere 6 öğretim üyesinin görüşüne sunulmuştur. Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme, Psikolojik Danışma ve Rehberlik, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, Eğitim Programları ve Öğretim ve Elektrik Elektronik Mühendisliği olmak üzere beş ayrı alandan öğretim üyesi ve biri fen bilimleri öğretmeni olan 7 uzman görüşüne başvurulmuştur. Uzman öğretim üyeleri belirlenirken özellikle STEM ve/veya öz-yeterlik alanlarında çalışmaları olmasına öncelik verilmiştir. Bu uzmanların görüşleri, her bir maddenin uygunluğunu derecelendiren (Çok iyi, kabul edilebilir ve zayıf) bir uzman görüşü formu ile elde edilmiştir. Uzmanlardan madde havuzunda yer alan maddelerin kuramsal yapı bağlamında kapsam, anlaşılabilirlik, hedeflenen kitleye uygun olma ölçütlerinin (Yurdugül, 2005) dikkate alınarak değerlendirilmesi istenmiştir. Değerlendirmeler sonucunda 54 maddelik formdan 19 madde (ortaokul ve lise öğrenci seviyesine uygun olmayan 4 madde, başka bir madde ile benzer olan 9 madde, ilgili alanın öz-yeterlik algısını ölçme özelliğinde olmayan 6 madde) çıkarılarak gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Kalan 35 madde yeniden bir alan uzmanı tarafından incelenmiştir. Birden fazla algıyı açıklayan madde tek bir algıyla sınırlandırılan iki ayrı madde haline getirilmiştir. Böylece 36 maddelik (10 Fen, 9 Teknoloji, 9 Mühendislik, 8 Matematik) taslak form elde edilmiştir. Bu form, on ortaokul ve on lise öğrencisine okutularak 20 kişilik bir gruba uygulama yapılmıştır. Uygulamanın ardından anlaşılır olmayan kısımlarda düzeltmeler yapılarak Likert tipinde bir denemelik ölçek elde edilmiştir. Denemelik ölçekteki maddeler şu şekilde derecelendirilmiştir: Tamamen katılıyorum (5), Katılıyorum (4), Kısmen katılıyorum (3), Katılmıyorum (2), Hiç katılmıyorum (1). Büyüköztürk'ün (2018, s.135) dereceleme ölçeklerine alternatif olarak gösterdiği kullanımdaki "Kararsızım" seçeneği "Kısmen katılıyorum" olarak değiştirilerek belirsizliğe verilecek puan engellenmek istenmiştir.

Aşağıda STEM Öz-yeterlik algı ölçeği için STEM' in her bir disiplininin (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) altında yer alan maddeler ve bu maddelerin hazırlanmasında yararlanılan kaynaklara yer verilmiştir.

Tablo 2

STEM Öz-Yeterlik Algı Ölçeğinin Deneme Formundaki Maddeler ve Alt Kategorileri

Alt Kategori	Madde	Kaynaklar
Fen	1.-10.maddeler	Brown, vd., 2016; Chen, vd., 2017; Halim, vd., 2018; Kandemir, 2010; Yaman, 2016.
Teknoloji	11.-19. maddeler	Chen vd., 2017; Halim vd., 2018; Işıksal ve Aşkar, 2003; Kier, vd., 2014.
Mühendislik	20.-28. Maddeler	Halim vd., 2018; Nugent vd., 2015; Ploj Vrtič & Šorgo, 2015; Zhou vd., 2017.
Matematik	29.-36. maddeler	Brown, vd., 2016; Chen vd., 2017; Halim, vd., 2018; Özgen ve Bindak, 2018; Umay, 2001.

Ölçeği cevaplama hususunda öğrencilerin bilgilenmesi için ise yönerge hazırlanmıştır. Yönerge, ölçeğin amacı ve cevaplanma biçimine yönelik bilgileri içermiştir. 2 sorudan (cinsiyet, okul kademesi) oluşan kişisel bilgi formuna ölçek maddelerinden önceki ilk sorular olarak yer verilmiştir. STEM Öz-Yeterlik Algı Ölçeği (STEM-ÖAÖ) denemelik formunun geliştirilmesi kapsamında, Elazığ'da öğrenim gören sekizinci ve onikinci sınıf öğrencilerinden oluşan toplam 656 (I. Çalışma grubu 412; II. Çalışma grubu 244) öğrenci ile ön uygulama gerçekleştirilmiştir.

Verilerin Analizi

Deneme formundaki 11 numaralı madde (Benim için fen konularında proje yazmak zordur) diğer maddelerin aksine olumsuz ifade içermektedir. Bu madde kontrol amacı taşımaktadır. Maddeye verilen cevaplar puanlanırken *tamamen katılıyorum*, *1 ve hiç katılmıyorum*, *5* puan olarak tanımlanmıştır. Diğer maddeler içinse *tamamen katılıyorum*, *5* ve *hiç katılmıyorum*, *1* puan olarak tanımlanmıştır.

STEM Öz-Yeterlik Algı Ölçeği'nin (STEM-ÖAÖ) yapı geçerliğini kanıtlamak için faktör analizi uygulanmıştır. Açımlayıcı ve doğrulayıcı olmak üzere ikiye ayrılan faktör analizinde, faktör yapısının ortaya çıkarılması ya da tahmin edilen faktör yapısının doğrulanması amaçlanır. Açımlayıcı faktör analizinde (AFA) davranışın anlaşılmasında yardımcı olan kuramın yapıları ile benzer faktör yapılarına ulaşılmaya çalışılırken, doğrulayıcı faktör analizinde (DFA) önceden belirlenen yapıyı doğrulanıp doğrulanmaması açısından test etmek amaçlanır (Çokluk, vd., 2021). Açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi çalışmaları için benzer örneklem özelliklerine sahip iki farklı grup ile pilot uygulama yapılmıştır (I. Çalışma grubu n= 412; II. Çalışma grubu n= 244). Henson ve Roberts (2006), açımlayıcı faktör analizinden sonra yapılacak olan doğrulayıcı faktör analizinin farklı bir örneklem grubu üzerinde uygulanmasını önermektedir.

Bulgular

STEM öz-yeterlik algı deneme ölçeğinin yapı geçerliğini kanıtlamak için açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi uygulanmıştır.

Denemelik "STEM Öz-Yeterlik Algı Ölçeği"nin Açımlayıcı Faktör Analizi

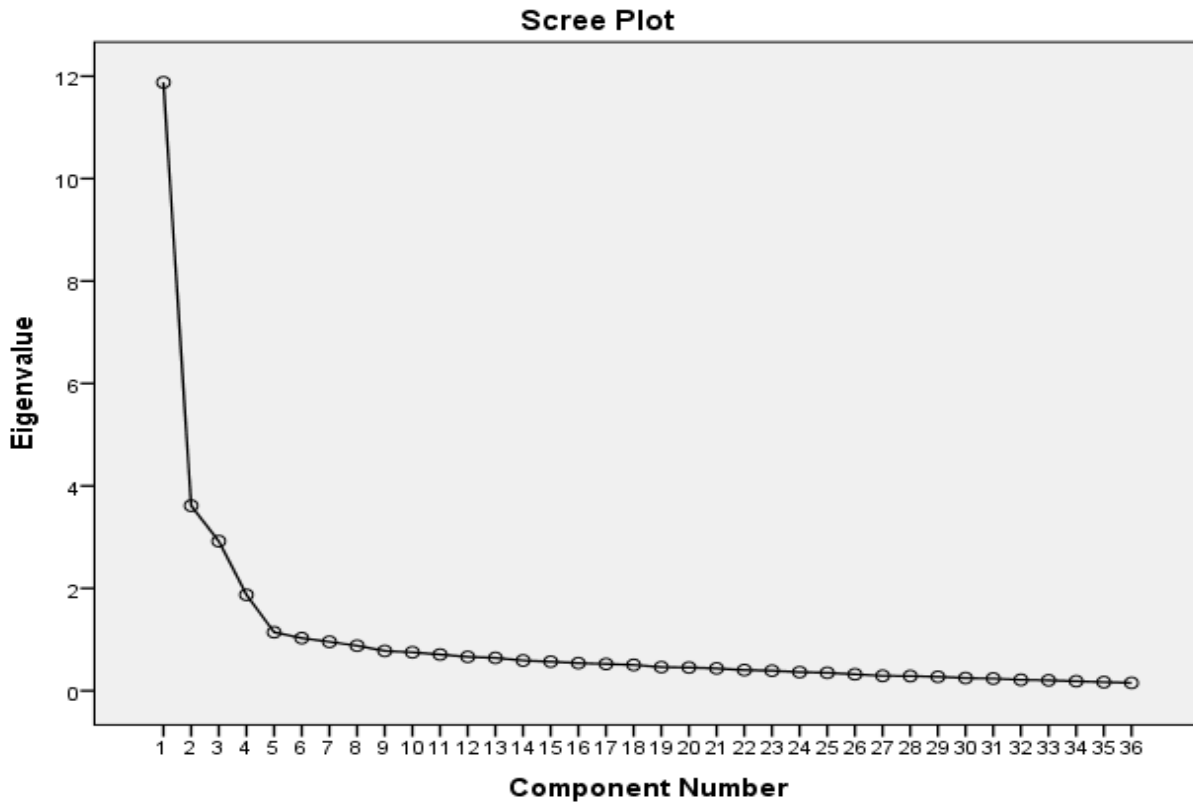
STEM-ÖAÖ'nün yapı geçerliğine yönelik kanıt elde etmek amacıyla birinci çalışma grubunun (N=412) verilerini kullanarak öncelikle AFA yapılmıştır. Faktör analizine başlamadan önce ilk olarak kayıp ve uç değerler kontrol edilmiş ve maddelerin çarpıklık ve basıklık değerlerine bakılmıştır. Değerlerin normallik sayıltısı için kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu belirlenmiştir (Büyüköztürk, 2014).

Örneklem büyüklüğünün faktör analizi için yeterliğini belirlemek için Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) katsayısı incelenmiştir. Elde edilen KMO değerinin ,920 olduğu ve 412 kişiden oluşan bu veri setinin örneklem büyüklüğü için mükemmel (Kaiser, 1974) olduğu tespit edilmiştir. Bartlett küresellik testi sonucu ise ($\chi^2= 7920.54$; sd = 630; p <.05) veri setinin faktör analizine uygun olduğunu göstermiştir.

STEM-ÖAÖ için gerçekleştirilen AFA'da maddelerin özdeğeri 1'den büyük 6 boyut altında toplandığı belirlenmiştir. Ancak bu 6 boyutun 4'ü, yüzde beşin (%5) üzerinde varyans açıklayabilmektedir. Yamaç-Birikinti grafiği (Şekil 1) incelendiğinde beşinci nokta sonrasında çizgi eğimi yatay bir seyre geçerek, yedinci bileşenden sonra plato yapmıştır. Beşinci noktaya kadar olan aralıklar sayıldıktan sonra kesme noktası 4 olarak kabul edilerek ölçeğin dört faktörlü yapısının olduğu görülmektedir (Çokluk vd., 2021).

Şekil 1

STEM-ÖAÖ'nün Yamaç Birikinti Grafiği



Araştırma kapsamında her bir bileşen için maksimum varyans çıkarmak amaçlandığından yapılan açımlayıcı faktör analizinde temel bileşenler analizi kullanılmıştır. Ayrıca Varimax döndürme tekniğinden yararlanılmıştır (Çokluk vd., 2021). Faktörlerin oluşturulma sürecinde beş

ölçüt göz önüne alınmıştır: 1) Maddeye ait faktör yükü “.30” veya daha fazla olmalı. 2) Maddenin bulunduğu faktördeki yük değeriyle farklı faktörlerdeki yük değeri farkı “.10” ya da yüksek olmalı. 3) Her faktör altındaki maddeler mana ve içerikleri bakımından birbiriyle tutarlı olmalı. 4) Her faktörün özdeğeri en az bir ya da yüksek olmalı. 5) Her faktördeki maddelerin sayısı en az üç olmalı (Büyüköztürk, 2014; Çeçen, 2006; Çokluk, vd., 2021)

AFA sonunda, yukarıda bulunan faktör oluşturma süreci ölçütlerine uygun olmayan 8 madde (1., 2., 3., 7., 11., 15., 24. ve 28. madde) ölçekten çıkarılmıştır.

İlk yapılan analizde 24. madde, bulunduğu faktördeki yük değeriyle farklı faktörlerdeki yük değeri farkı “.10” ya da daha yüksek olmadığı için ölçekten çıkarılmıştır. 11. ve 15. maddeler, farklı bir faktör altında toplanarak her faktördeki maddelerin sayısının en az üç olması gerektiği kuralının dışında olduğu için elenmiştir. 7. ve 28. madde de her faktör altındaki maddelerin mana ve içerikleri bakımından birbiriyle tutarlı olması kuralına aykırı olması nedeniyle çıkarılmıştır. Bu 5 madde çıkarıldıktan sonra analiz tekrarlanmıştır. Analiz sonrası 1. ve 2. maddeler, her faktördeki maddelerin sayısının en az üç olması gerektiği kuralının dışında olduğu için elenmiştir. 3. madde ise bulunduğu faktördeki yük değeriyle farklı faktörlerdeki yük değeri farkı “.10” ya da daha yüksek olmadığı için ölçekten çıkarılmıştır.

Kalan 28 madde ile faktör analizi tekrar edilmiştir. Böylece dört faktörlü yapı ortaya çıkmıştır. Bu yapı için KMO değeri 0.92; Bartlett Küresellik testi ($\chi^2= 6284.07$, $p<. 05$) olarak tespit edilmiştir. Faktör sayısının belirlenmesinde kullanılan, açıklanan toplam varyansın her faktördeki yüzde değeri aşağıda yer almaktadır.

Tablo 3

Açıklanan Toplam Varyans

Boyut	Özdeğer			Faktör Yükleri Kareler Toplamı			Döndürülmüş Faktör Yükleri Kareler Toplamı		
	Özdeğer	Varyans %	Toplam Varyans	Özdeğer	Varyans %	Toplam Varyans	Özdeğer	Varyans %	Toplam Varyans
1	9.39	33.56	33.56	9.86	35.21	35.21	5.41	19.33	19.33
2	3.39	12.10	45.67	3.36	12.01	47.23	4.71	16.84	36.17
3	2.51	8.97	54.64	2.62	9.36	56.59	3.62	12.95	49.13
4	1.50	5.38	60.02	1.43	5.12	61.71	3.05	10.89	60.02

Tablo 3’e göre 28 maddeli ve dört faktörlü yapı, toplam varyansın %60.02’sini açıklamaktadır, Yani dört faktör toplam varyansa %60.02 oranında katkı sağlamaktadır. Scherer ve diğerleri (1988) %40 - %60 oranlarındaki varyansın ideallliğini ifade etmektedirler. Ölçekte hesaplanan değerlerin bu değerler arasında olduğu görülmektedir. Döndürme sonrası birinci faktör toplam varyansa %19.33, ikinci %16.84, üçüncü %12.95 ve dördüncü faktör ise %10.89 oranında katkı sağlamaktadır. Maddelerden 6’sı Fen, 7’si Teknoloji, 7’si Mühendislik ve 8’i Matematik öz

yeterlik algısı ile ilgilidir. AFA sonucunda ölçek maddelerinin faktör yük değerleri, hangi faktörler altında toplandıkları ve ortak varyansa katkıları Tablo 4’te gösterilmektedir.

Tablo 4

STEM-ÖAÖ Faktör Yükleri ve Düzeltilmiş Madde Toplam Korelasyonları

Maddeler	Faktör Ortak Varyansı	1. Faktör	2. Faktör	3. Faktör	4. Faktör	Düzeltilmiş Madde Toplam Korelasyonu
30	.71	.86				.65
36	.73	.84				.67
29	.64	.85				.57
32	.67	.85				.60
34	.70	.83				.63
33	.69	.73				.62
31	.72	.72	.30			.65
35	.68	.65				.62
17	.43		.84			.38
13	.58		.76			.54
16	.54		.78			.50
18	.51		.78			.48
12	.47		.72			.42
19	.57		.70			.55
14	.51		.64			.47
25	.37			.77		.36
21	.49			.69		.48
27	.50			.65		.48
26	.50			.64		.48
20	.47			.64		.45
22	.55		.32	.57		.53
23	.53			.50		.50
5	.56				.73	.51
10	.56				.68	.52
9	.56			.30	.65	.53
6	.43				.68	.39
4	.58				.59	.55
8	.59				.57	.55

Tablo 4’e göre AFA sonucunda elde edilen dört faktörlü ölçek maddelerinin faktör yükleri birinci boyutta (Matematik) .66 ile .86, ikinci boyutta (Teknoloji) .64 ile .85, üçüncü boyutta (Mühendislik) .51 ile .77, ve dördüncü boyutta (Fen) .58 ile .74 arasında değişmektedir. Maddelerin ortak varyansa katkılarının incelenmesi sonucunda ise bütün maddelerin gerekli oranda açıklanabildiği gözlenmiştir. Maddelerin tek tek düzeltilmiş madde-toplam korelasyonu hesaplanmıştır. Bu değerlerin, ayrı ayrı bütün maddelerde .30’un üstünde değer aldığı tespit edilmiştir. “Madde toplam korelasyonlarının pozitifliği ve yüksekliği maddenin benzer özelliği

örneklediği ve teste ait içtutarlılığın yüksek olduğu anlamına gelmektedir” (Büyüköztürk, 2014, s. 183).

Denemelik “STEM Öz-Yeterlik Algı Ölçeği”nin Doğrulayıcı Faktör Analizi

İkinci çalışma grubunun (n=244) verileri kullanılarak DFA yapılmıştır. Analiz öncesinde ilk olarak kayıp ve uç değerler kontrol edilmiş, maddelerin çarpıklık ve basıklık değerlerine bakılmıştır. Değerlerin normallik sayıltısı için kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu belirlenmiştir (Büyüköztürk, 2014).

AFA sonucunda oluşan dört faktörlü yapıyı doğrulamak amacıyla Mplus istatistik programı kullanılarak DFA yapılmıştır. AFA ile ulaşılan bu yapı, birinci düzey çok faktörlü model ve ikincil düzey çok faktörlü model kullanılarak test edilmiştir. Birincil düzey çok faktörlü modelde, gözlenen değişkenler birden çok birbiriyle bağlantısı olmayan faktörün altında toplanırken ikincil düzey çok faktörlü modelde ek olarak bu faktörler de bunları kapsayan bir faktörde birleşir (Gürbüz, 2019).

Tablo 5’te birincil düzey çok faktörlü model incelenmiştir. Mevcut araştırmada modelin yeterliğini ortaya koymak amacıyla Mplus paket programının verdiği indeksleri de dikkate alarak χ^2 , sd, χ^2 /sd, CFI, TLI, RMSEA ve SRMR değerleri incelenmiştir. Kline (2016), araştırmalarda χ^2 , sd, χ^2 /sd, CFI, RMSEA ve SRMR indekslerinin raporlanmasının yeterli olduğunu ifade etmiştir (Akt. Gürbüz, 2019). Yapılan DFA sonucunda alan yazında kabul edilen uyum değerlerine ulaşamamıştır. Bunun üzerine düzeltme indisleri incelenmiş ve hata terimleri arasında düzeltmeler (modifikasyon) yapılarak analiz tekrarlanmıştır. Hata terimleri arasındaki 2 birleştirme sonunda istenen değerlere ulaşılmıştır. İncelenen uyum indekslerine yönelik değerlerle birincil düzey doğrulayıcı faktör analizi sonucundaki değerler Tablo 5’te sunulmuştur. Verilen değerler iki modifikasyon sonunda hesaplanan değerlerdir.

Tablo 5

Araştırmada İncelenen Uyum İndekslerine Yönelik Ölçütler ve Birincil Düzey DFA Sonucunda Elde Edilen Değerler

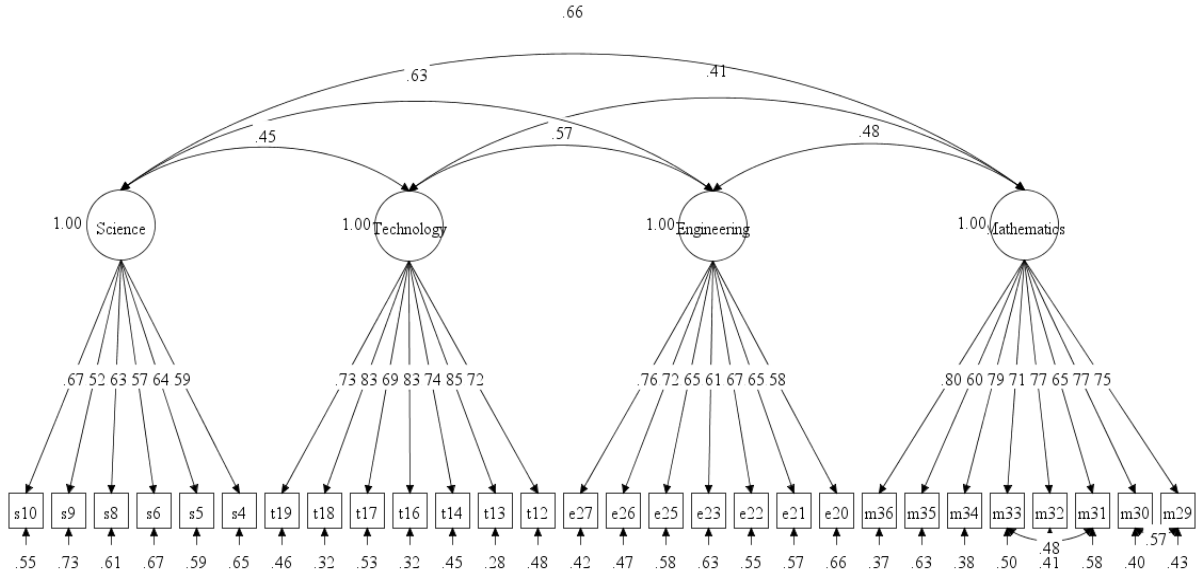
Uyum İndeksi	Mükemmel Uyum Ölçütleri	Kabul Edilebilir Uyum Ölçütleri		Sonuç
χ^2			604.44	
sd			342	
χ^2 /sd	$0 \leq \chi^2/sd \leq 2$	$2 \leq \chi^2/sd \leq 5$	1.76*	Mükemmel
CFI	$.95 \leq CFI \leq 1.00$	$.90 \leq CFI \leq .95$.91	Kabul Edilebilir
TLI	$.95 \leq CFI \leq 1.00$	$.90 \leq CFI \leq .95$.90	Kabul Edilebilir
RMSEA	$.00 \leq RMSEA \leq .05$	$.05 \leq RMSEA \leq .08$.05	Kabul Edilebilir
SRMR	$.00 \leq SRMR \leq .05$	$.05 \leq SRMR \leq .10$.06	Kabul Edilebilir

Analizden elde edilen uyum indeksleri incelendiğinde χ^2 /sd indeksine ilişkin ölçüt bakımından mükemmel düzeyde uyum olduğu belirlenmiştir. Diğer değerlerin ise kabul edilebilir uyum ölçütleri içerisinde yer aldığı görülmektedir. Bu değerler, 1. düzey doğrulayıcı faktör analiziyle elde edilen dört faktörlü yapının kabul edilebilir olduğunu göstermiştir. STEM-ÖAÖ için yapılan analizler sonucunda oluşan modelin dört faktör ve 28 maddeden oluşan yapıyı

doğruladığı görülmektedir. Analizin diyagramına Şekil 2’de yer verilmiştir. Her bir maddeye ve faktörler arasındaki ilişkiye yönelik katsayılar şekilde gösterilmiştir. Ulaşılan değerlere göre ölçeğin verilerle uyumlu olduğu ifade edilebilir. Böylece STEM-ÖAÖ için açılımlayıcı faktör analiziyle elde edilen yapı birincil düzey çok faktörlü model ile doğrulanmıştır.

Şekil 2

STEM-ÖAÖ Birincil Düzey Doğrulayıcı Faktör Analizi Diyagramı



İkincil düzey DFA ile STEM’in, dört disiplininin (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) faktörler şeklinde ele alınarak bunların hepsini STEM altında birleştirmek amaçlanmıştır.

İkincil düzey DFA sonucunda alan yazında kabul edilen uyum değerlerine ulaşamamıştır. Bunun üzerine düzeltme indisleri incelenmiş ve hata terimleri arasında düzeltmeler (modifikasyon) yapılarak analiz tekrarlanmıştır. Hata terimleri arasındaki 2 birleştirme sonunda istenen değerlere ulaşılmıştır. İncelenen uyum indekslerine yönelik değerlerle analiz sonucundaki değerler Tablo 6’da sunulmuştur. Verilen değerler iki modifikasyon sonunda hesaplanan değerlerdir.

Tablo 6

Araştırmada İncelenen Uyum İndekslerine Yönelik Ölçütler ve DFA Sonucunda Elde Edilen Değerler (Hair vd., 2005; Kline, 2023).

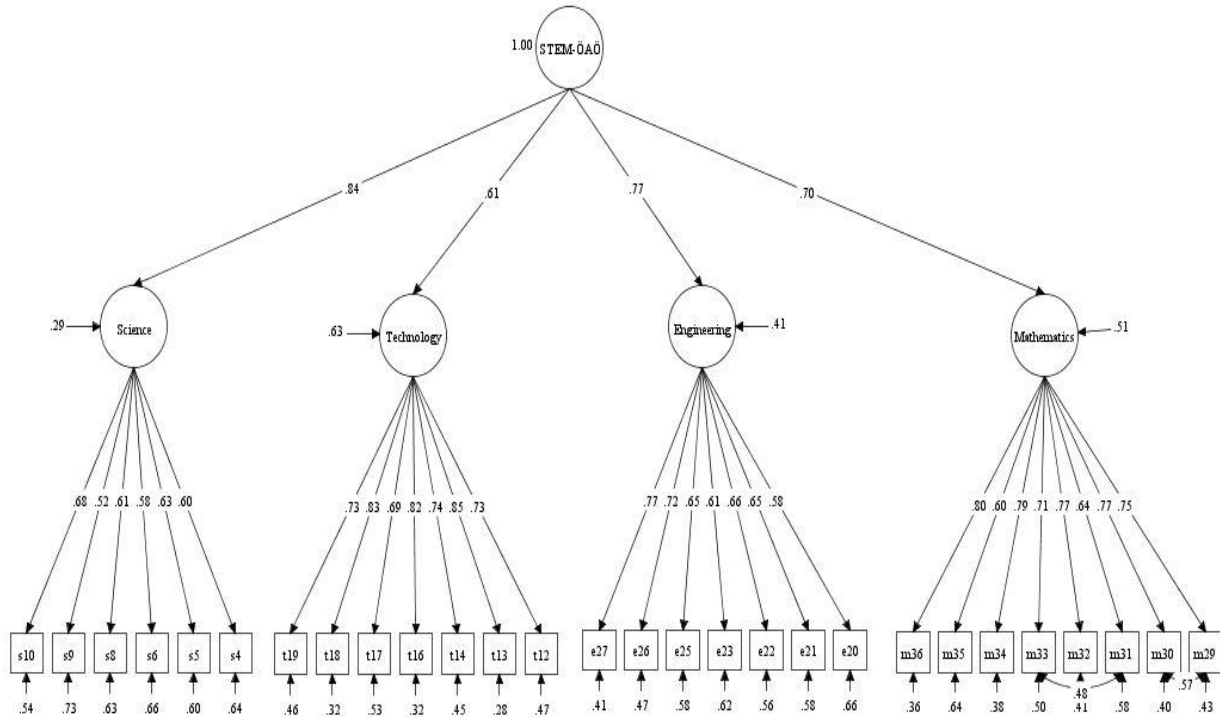
Uyum İndeksi	Mükemmel Uyum Ölçütleri	Kabul Edilebilir Uyum Ölçütleri	Sonuç
χ^2			616.33
sd			344
χ^2/sd	$0 \leq \chi^2/sd \leq 2$	$2 \leq \chi^2/sd \leq 5$	1.79*
CFI	$.95 \leq CFI \leq 1.00$	$.90 \leq CFI \leq .95$.91
			Mükemmel
			Kabul Edilebilir

TLI	.95 ≤ CFI ≤ 1.00	.90 ≤ CFI ≤ .95	.90	Kabul Edilebilir
RMSEA	.00 ≤ RMSEA ≤ .05	.05 ≤ RMSEA ≤ .08	.05	Kabul Edilebilir
SRMR	.00 ≤ SRMR ≤ .05	.05 ≤ SRMR ≤ .10	.06	Kabul Edilebilir

Analizden elde edilen uyum indeksleri incelendiğinde χ^2/sd indeksine ilişkin ölçüt bakımından mükemmel düzeyde uyum olduğu belirlenmiştir. Diğer değerlerin ise kabul edilebilir uyum ölçütleri içerisinde yer aldığı görülmektedir. Bu değerler, 2. düzey doğrulayıcı faktör analiziyle elde edilen dört faktörlü yapının kabul edilebilir olduğunu göstermiştir. STEM-ÖAÖ için yapılan analizler sonucunda oluşan modelin dört faktör ve 28 maddeden oluşan yapıyı doğruladığı görülmektedir. Analizin diyagramına Şekil 3'te yer verilmiştir. Şekil 3'teki gibi STEM ile Fen (.84), Teknoloji (.61), Mühendislik (.77), Matematik (.70) boyutları arasında pozitif yönde bir ilişki bulunmaktadır. Doğrulayıcı faktör analizi ile ulaşılan değerlere göre ölçeğin verilerle uyumlu olduğu ifade edilebilir. Böylece STEM-ÖAÖ için açılımlayıcı faktör analizi ile elde edilen yapı doğrulanmıştır.

Şekil 3

STEM-ÖAÖ İkincil Düzey Doğrulayıcı Faktör Analizi Diyagramı



STEM-ÖAÖ'nün Güvenirliği

28 maddelik ölçeğin içtutarlılık ve kararlılık bakımından güvenilirliğini tespit etmek için ikinci çalışma grubu (n=244) üzerinden düzeltilmiş madde toplam korelasyonları, Cronbach alfa güvenirlilik katsayısı McDonald'ın katsayısı ve test-tekrar test güvenirlilik katsayısı hesaplanmıştır. Verilerin güvenirliliğini ortaya koymak amacıyla elde edilen değerler Tablo 7'de hesaplanmıştır.

Tablo 7*Güvenirlilik İstatistiği*

Boyutlar	Maddeler	Cronbach's α	McDonald'in ω	Düzeltilmiş Madde Toplam Korelasyonu
Fen	4	0.77	0.77	.52
	5			.54
	6			.48
	8			.51
	9			.47
	10			.56
Teknoloji	12	.90	.91	.67
	13			.79
	14			.70
	16			.77
	17			.65
	18			.78
	19			.69
Mühendislik	20	.84	.84	.53
	22			.61
	23			.60
	25			.54
	26			.61
	27			.63
Matematik	29	.90	.90	.68
	30			.75
	31			.77
	32			.64
	33			.73
	34			.69
	35			.72
	36			.53
Genel		.92	.92	

Yapılan analiz ile 28 maddelik STEM-ÖAÖ'nün Fen faktörü (4, 5, 6, 8, 9, 10), Teknoloji faktörü (12, 13, 14, 16, 17, 18, 19) Mühendislik faktörü (20, 21, 22, 23, 25, 26, 27) ve Matematik faktörü (29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36) için Cronbach α ve McDonald'in omega katsayıları hesaplanmıştır. Bu katsayılar, .774 ile .911 arasında değişmektedir. STEM-ÖAÖ ölçeğinin genelinin güvenirlik katsayıları .923 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç ölçeğin genelinin yüksek güvenirlikte olduğunu göstermektedir. Ayrıca maddelerin düzeltilmiş madde-toplam korelasyonunun ayrı ayrı bütün maddelerde .30'un üstünde değer aldığı tespit edilmiştir. "Madde toplam korelasyonlarının pozitifliği ve yüksekliği maddenin benzer özelliği örneklediği ve teste ait içtutarlılığın yüksek olduğu anlamına gelmektedir" (Büyüköztürk, 2014, s. 183).

STEM Öz-Yeterlik Algı Ölçeğinin test tekrar test güvenirliğinin hesaplanması amacıyla ise sekizinci sınıf öğrencilerine test tekrar test uygulaması yapılmıştır. İlk testin uygulanmasının üç hafta sonrasında ikinci çalışma grubuna tekrar test yapılmıştır. Bütün katılımcıların birinci ve ikinci test cevaplarının ortalamaları alınıp korelasyon analizi yapılmıştır. Her iki uygulamaya da katılıp geçerli forma sahip 83 öğrenciyle analiz yapılmıştır. Korelasyon analiziyle ulaşılan r değeri .00 ve

.30 arasında ise düşük; .30 ve .70 arasında ise orta; .70 ile 1.00 arasında ise yüksek düzeyde bir ilişki ifade etmektedir (Büyüköztürk vd., 2018). Bundan hareketle 28 maddelik ölçeğin genelinin güvenilirliği $r=.86$ (güvenirliği yüksek) hesaplanmıştır. Bu değer .01 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Böylece STEM-ÖAÖ'nün içtutarlılığının yeterli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tartışma ve Sonuç

Bu araştırmada öğrencilerin STEM öz-yeterlik algısını ölçmek için bir ölçek geliştirme süreci raporlanmıştır. Geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları sonucunda STEM-ÖAÖ'nün dört faktörlü (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) yapıya sahip olduğu ve bu yapının teorik olarak açıklanan STEM eğitimiyle uyumlu olduğu görülmüştür. Çalışmada birincil düzey çok faktörlü model ve ikincil düzey çok faktörlü model incelenmiştir. Her iki model de yapılan modifikasyonlar sonucunda doğrulanmıştır. Dolayısıyla her iki model de kullanılabilir niteliktedir. Beş kategorili Likert tipinde ve 28 maddeden oluşan STEM-ÖAÖ'nün ortaokul ve lise öğrencilerinin STEM öz-yeterlik algılarının ölçülmesinde geçerli ve güvenilir bir ölçek olarak kullanılabilirliği söylenebilir.

STEM eğitimi, STEM alanlarında uzmanlaşacak işbirlikçi ve yenilikçi eleştirel düşünürlerle yönelik 21. yüzyıl talebini karşılamak için yetkin çalışanların yetiştirilmesi için gereklidir (Widya vd., 2019). STEM kariyerlerinin ekonomik büyümeyi teşvik etmesi ve yenilikleri artırması nedeniyle uluslararası alanda öğrencilerin STEM kariyerlerine ilgisini artırma çabaları gittikçe çoğalmaktadır (Kier vd., 2014). STEM öz-yeterlik algısının STEM kariyer ilgisini doğrudan ve olumlu yönde etkileyen bir faktör olması (Ambriz, 2016; Luo vd., 2021; Wang vd., 2021), STEM öz-yeterlik algısını tespit etmenin gerekliliğini ortaya koymaktadır. STEM-ÖAÖ ile gelecekte STEM kariyerlerinde olması muhtemel öğrencilerin STEM öz-yeterlik algılarını belirlemek mümkün olacaktır. Böylece STEM yetenekli bireylere, STEM-uzmanlıklı işgücüne ve gelecekteki STEM uzmanlarına yönelik ihtiyaçları karşılamak (President's Council of Advisors on Science and Technology [PCAST], 2010) için gerekli olan STEM öz-yeterlik algısı da tespit edilebilecektir. Ayrıca yapılan çalışmalar, kızların STEM alanlarına yönelik ilgilerinin erkeklere göre daha düşük olduğunu göstermiştir (Christensen & Knezek, 2017; Koyunlu-Ünlü & Dökme, 2018; Uğraş, 2019). STEM kariyer ilgisi ve öz-yeterliliğinin birbiriyle ilişkili olduğu düşünüldüğünde geliştirilen STEM-ÖAÖ ile kız ve erkek öğrencilerin STEM öz-yeterlik algısını tespit etmenin ve sonuçlara yönelik önlemler almanın önemli olduğu söylenebilir.

Geliştirilen STEM-ÖAÖ, alanyazında öğrencilerin STEM öz-yeterlik algılarının belirlenmesine yönelik bir ölçme aracının bulunmaması sebebiyle bu boşluğu dolduracaktır. STEM eğitimi girişimlerinin gittikçe ilerleyen bir ivme kazanması öğrencilerin STEM'e bakış açılarını etkileyerek STEM öz-yeterlik algılarının da zamanla değişmesini sağlayacaktır. Bu bağlamda, geliştirilen STEM-ÖAÖ, farklı zamanlarda öğrencilere uygulanarak öğrencilerin algılarının değişip değişmediği ölçülebilir. Ayrıca bu çalışma, öğrencilerin STEM öz-yeterlik algılarını belirlemeye yönelik yapılacak çalışmalar için bir başlangıç niteliğindedir. Yapılacak çalışmalarda öğrencilerin STEM öz-yeterlik algılarının belirlenmesinin ardından bu algıları belirleyen faktörlerin araştırılması önerilebilir. Bununla birlikte ileride mevcut ölçeğin kullanılmasıyla elde edilecek nicel sonuçlar, nitel çalışma sonuçlarıyla desteklenerek kapsamlı çalışmalar yapılabilir.

Eğitim programları boyutundan bakıldığında STEM eğitiminin öğretim programlarına entegre edilmesi kapsamında yapılacak çalışmalar için ihtiyaç analizi aşamasında bu çalışmada elde edilen ölçek kullanılabilir. Böylece Fen bilimleri, Matematik ve Bilişim teknolojileri

derslerinin öğretim programlarının geliştirilmesi konusundaki çalışmalar için bir temel sağlayarak öğrencilerin STEM öz-yeterlik algılarının tespit edilmesine ve buna yönelik uygulamalar yapılmasına öncülük edebilir.

Bu çalışmada geliştirilen STEM öz-yeterlik algı ölçeği, öğrencilerin kendilerini nasıl algıladığını yansıtmaktadır. Öğrencilerin STEM öz-yeterliklerinin, öğretmenlerin bakış açısından değerlendirildiği bir ölçek hazırlanarak mevcut ölçekle birlikte kullanılması ve ölçümlerde fark olup olmadığının tespit edilmesi önerilebilir. Ayrıca bu çalışmada geliştirilen STEM öz-yeterlik algı ölçeği, ortaokul ve lise öğrencilerine yöneliktir. Üniversite öğrencilerinin STEM öz-yeterlik algılarını ölçmek için bir araç geliştirilebilir.

Etik Kurul İzin Bilgisi: Bu çalışma, İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Etik Kurulu tarafından 14/04/2021 tarih ve E.36585 sayılı etik kurul kararı ile yürütülmüştür.

Yazar Çıkar Çatışması Bilgisi: Bu çalışmada çıkar çatışması yoktur ve finansman desteği alınmamıştır.

Yazar Katkısı:

1. yazarın çalışmaya katkı oranı %50
2. yazarın çalışmaya katkı oranı %25
3. yazarın çalışmaya katkı oranı %25

Yazar 1: Çalışmanın tasarlanması, yöntemin belirlenmesi, verilerin toplanması, veri analizi, geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları, raporlama.

Yazar 2: Danışmanlık, yöntemin belirlenmesi, geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları.

Yazar 3: Danışmanlık, yöntemin belirlenmesi, geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları.

Kaynakça

- Ambriz, J. D. (2016). *Social cognitive career theory (SCCT) and Mexican/Mexican-American youth career development, with a special focus on stem fields*. Unpublished doctoral dissertation, Washington State University.
- Bandura A. (1997). *Self-Efficacy: The exercise of control*. New York.
- Bandura, A. & Cervone, D. (1983). Self-evaluative and self-efficacy mechanisms governing the motivational effects of goal systems. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45, 1017-1028. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.45.5.1017>
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>
- Bandura, A. (1989). Human agency in social cognitive theory. *American Psychologist*, 44(9), 1175.
- Bandura, A. (1993). Perceived self-efficacy in cognitive development and functioning. *Educational Psychologist*, 28(2), 117-148. https://doi.org/10.1207/s15326985ep2802_3

- Bandura, A. (1994). Self-efficacy. In V. S. Ramachandran (Ed.), *Encyclopedia of Human Behavior* (Vol. 4, pp. 71-81). New York: Academic Press. (Reprinted in H. Friedman [Ed.], *Encyclopedia of mental health*. San Diego: Academic Press, 1998).
- Bandura, A. (2002). Social cognitive theory in cultural context. *Applied Psychology*, 51(2), 269-290. <https://doi.org/10.1111/1464-0597.00092>
- Bandura, A. (2006). Guide for constructing self-efficacy scales. F. Pajares & T. Urdan (Ed.). in *Self-efficacy beliefs of adolescents* (p. 307-337). Information Age
- Brown, P. L., Concannon, J. P., Marx, D., Donaldson, C., & Black, A. (2016). An examination of middle school students' STEM self-efficacy, interests and perceptions of STEM. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 17(3).
- Buday, S. K., Stake, J. E. & Peterson, Z. D. (2012). Gender and the choice of a science career:the impact of social support and possible selves. *Sex Roles*, 66(3), 197–209.
- Büyüköztürk, Ş. (2014). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2018). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for stem education, challenges and opportunities*. NSTA Press.
- Chen, Y. F., Cannady, M. A., Schunn, C., & Dorph, R. (2017) Measures technical brief: Competency beliefs in STEM. *Activation Lab*. http://www.activationlab.org/wpcontent/uploads/2017/06/CompetencyBeliefs_STEMReport_20170403.pdf.
- Christensen, R. & Knezek, G. (2017). Relationship of middle school student STEM interest to career intent. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)*, 3(1), 1-13. <https://doi.org/10.21891/jeseh.275649>
- Çavaş, P., Aslıhan, Ayar., & Gürcan, G. (2020). Türkiye’de STEM eğitimi üzerine yapılan araştırmaların durumu üzerine bir çalışma. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 823-854. <https://doi.org/10.33711/yyuefd.751853>
- Çeçen, A. R. (2006). Duyguları yönetme becerileri ölçeğinin geliştirilmesi: Geçerlik ve güvenirlik çalışmaları. *Türk Psikolojik Danışma ve Rehberlik Dergisi*, 3(26), 101-113.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., & Büyüköztürk, Ş. (2021). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve LISREL*, Pegem Akademi.
- Demirbağ, C., Arıkan, S., & Muğaloğlu, E. Z. (2020). Adaptation of the self-efficacy beliefs in STEM education scale and testing measurement invariance across groups. *Journal of Measurement and Evaluation in Education and Psychology*, 11(2), 163-179.
- Dou, R. (2017). The interactions of relationships, interest, and self-efficacy in undergraduate physics. [Unpublished Doctoral Dissertation] Florida International University Curriculum and Instruction.
- Gürbüz, S. (2019). *AMOS ile Yapısal eşitlik modellemesi*. SeçkinYayıncılık.
- Hair, J. F., Jr., Black, W. C., Babin, B. J. & Anderson, R. E. (2005). *Multivariate data analysis* (6th ed.). NY: Prentice Hall.

- Halim, L., Abd Rahman, N., Wahab, N., & Mohtar, L. E. (2018). Factors influencing interest in STEM careers: An exploratory factor analysis. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 19(2)* 1-34.
- Henson, R.K. & Roberts, J.K. (2006). Use of exploratory factor analysis in published research: Common errors and some comment on improved practice. *Educational and Psychological Measurement, 66*, 393-416. <https://doi.org/10.1177%2F0013164405282485>
- Işıksal, M., & Aşkar, P. (2003). İlköğretim öğrencileri için matematik ve bilgisayar öz-yeterlik algısı ölçekleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25(25)*, 109-118.
- Kaiser, H.F. (1974) An index of factorial simplicity. *Psychometrika, 39*, 31-36. <https://doi.org/10.1007/BF02291575>
- Kandemir, M. (2010). *Akademik erteleme davranışını açıklayıcı bir model*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi], Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Kier, M., Blanchard, M., Osborne, J., & Albert, J. (2014). The development of the stem career interest survey (STEM-CIS). *Research in Science Education, 44*, 461–481. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9389-3>
- Kinkopf, D., & Dack, H. (2023). Teachers' perceptions of increasing STEM self-efficacy among female middle grades students. *RMLE Online, 46(5)*, 1-21.
- Kline, R. B. (2016). *Principles and practice of structural equation modeling*. New York: The Guilford Press.
- Kline, R. B. (2023). *Principles and practice of structural equation modeling*. Guilford publications.
- Koyunlu Ünlü, Z. & Dökme, İ. (2018). Multivariate assessment of middle school students' interest in STEM career: A profile from Turkey. *Research Science Education, 1-15*. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9729-4>
- Luo, T., So, W. W. M., Wan, Z. H., & Li, W. C. (2021). STEM stereotypes predict students' STEM career interest via self-efficacy and outcome expectations. *International Journal of STEM Education, 8(1)*, 1-13. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00295-y>
- MEB. (2016). *STEM eğitimi raporu*. Ankara. http://yegitek.meb.gov.tr/stem_egitimi_raporu.pdf
- Milner, D. I., Horan, J. J., & Tracey, T. J. (2014). Development and evaluation of STEM interest and self-efficacy tests. *Journal of Career Assessment, 22(4)*, 642-653. <https://doi.org/10.1177%2F1069072713515427>
- Nugent, G., Barker, B., Welch, G., Grandgenett, N., Wu, C., & Nelson, C. (2015). A model of factors contributing to STEM learning and career orientation. *International Journal of Science Education, 37(7)*, 1067-1088. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1017863>
- Özgen, K., & Bindak, R. (2018). Matematiksel ilişkilendirme öz yeterlik ölçeğinin geliştirilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 26(3)*, 913-924. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.413386>
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research & evaluation methods*. Sage publications.

- Ploj Virtič, M., & Šorgo, A., (2016). Can we expect to recruit future engineers among students who have never repaired a toy? *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(2), 249-266. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1201a>
- 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: executive report*. Washington, DC: Author.
- Schunk, D. H. (1981). Modeling and attributional effects on children's achievement: A self-efficacy analysis. *Journal of Educational Psychology*, 73(1), 93. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0022-0663.73.1.93>
- Tsang, S. K., Hui, E. K., & Law, B. (2012). Self-efficacy as a positive youth development construct: a conceptual review. *The Scientific World Journal*, 2012. <https://doi.org/10.1100/2012/452327>
- Uğraş, M. (2019). Ortaokul öğrencilerinin fen-teknoloji-mühendislik-matematik (fetemm) mesleklerine yönelik ilgileri. *Electronic Turkish Studies*, 14(1), 751-774.
- Umay, A. (2001). İlköğretim matematik öğretmenliği programının matematiğe karşı özyeterlik algısına etkisi. *Journal of Qafqaz University*, 8(1), 1-8.
- van Tuijl, C., & van der Molen, J. H. W. (2016). Study choice and career development in STEM fields: an overview and integration of the research. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(2), 159-183. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9308-1>
- Wang, N., Tan, A. L., Xiao, W. R., Zeng, F., Xiang, J., & Duan, W. (2021). The effect of learning experiences on interest in STEM careers: A structural equation model. *Journal of Baltic Science Education*. 20(4), 651-663. <https://doi.org/10.33225/jbse/21.20.651>
- Wells, J. G. (2008). *STEM education: The potential of technology education*. In 95th Mississippi Valley Technology Teacher Education Conference, Vol. 41, St. Louis, MO.
- Widya, Rifandi, R. and Rahmi, Y. L. (2019). STEM education to fulfil the 21st century demand: a literature review, in *Journal of Physics: Conference Series*, Volume 1317, 4-5 October 2018, Padang, Indonesia. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1317/1/012208>
- Yaman, S. (2016). Ortaokul öğrencileri için fen öğrenmeye yönelik öz-yeterlik inanç ölçeği uyarlaması: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(2). <https://doi.org/10.17679/iuefd.17282415>
- Yurdugül, H. (2005, 28-30 Eylül). *Ölçek geliştirme çalışmalarında kapsam geçerliği için kapsam geçerlik indekslerinin kullanılması*. XIV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Denizli.
- Zhou, N., Pereira, N. L., George, T. T., Alperovich, J., Booth, J., Chandrasegaran, S., ... & Ramani, K. (2017). The influence of toy design activities on middle school students' understanding of the engineering design processes. *Journal of Science Education and Technology*, 26(5), 481-493. <https://doi.org/10.1007/s10956-017-9693-1>

Extended Summary

Introduction

A qualified education is needed to achieve the quality of life of the developed world societies. The multitude of world economies, rapid technological changes, threats to national security and other pressures lead to the search for new and effective approaches to learning and teaching (Wells, 2008). Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) emerged as an educational reform movement initiated by countries due to these. Bybee (2013) states that STEM education is an approach that enables students to use the basic content and applications of STEM disciplines in real life. To increase the number of university students who choose STEM fields and, therefore, the STEM workforce, students must first have a perception of STEM self-efficacy.

Self-efficacy is considered crucial because of its primary role in predicting STEM career persistence (Dou, 2017). Self-efficacy is one of the key factors for individuals choosing a STEM career (Halim, et al., 2018; Tuijl & Molen, 2016). In national and international literature, there are many studies on the perception of self-efficacy. However, there are few studies on the perception of STEM self-efficacy. The rate of studying the perception of STEM self-efficacy is 3%; however, the sample groups in these studies are composed of teachers and teacher candidates in the studies of Turkey (Çavaş et al., 2020). Since there is no scale developed on the perception of STEM self-efficacy in Turkey, the development of STEM-SPS can contribute to the field. This study aims to develop the STEM Self-efficacy Perception Scale (STEM-SPS) for middle and high school students. For this purpose, validity and reliability studies of the test were conducted.

Method

In this study, the descriptive method was used. This study was conducted with 656 students studying in the eighth and twelfth grades in Turkey. In creating the item pool, the scales associated with the perception of STEM self-efficacy in the international literature were used. In the national literature in Turkey, scales and interview forms associated with the perception of self-efficacy for the disciplines of Science, Technology and Mathematics were used. In addition, scales and interview forms related to engineering education were also examined and contributed to the item pool.

Factor analysis was applied to prove the construct validity of the prepared STEM self-efficacy perception trial scale. A pilot study was conducted with two different groups with similar sample characteristics for exploratory and confirmatory factor analysis studies. At the end of the EFA, a four-factor structure emerged. The KMO of this structure was 0.915; the Bartlett test was significant. As a result of the CFA, the four-factor structure obtained by the level 2 confirmatory factor analysis was acceptable. The model formed as a result of the analyses for STEM-SPS confirmed the structure consisting of four factors and 28 items.

Discussion and Conclusion

As a result of the analyses, it has been seen that STEM-SPS has a four-factor structure (Science, Technology, Engineering, Mathematics) and this structure is compatible with the theoretically explained STEM education. This 5-point Likert-type scale consists of 28 items. The Cronbach's alpha reliability coefficient of the scale was .92; the test-retest reliability coefficient was calculated as 0.86. Therefore, the findings suggest that STEM-SPS can be used as a valid and reliable scale

to measure STEM self-efficacy perceptions of middle and high school students. With STEM-SPS, it will be possible to determine the STEM self-efficacy perceptions of students who are likely to be in STEM careers in the future.

The developed STEM-SPS will fill this gap since, to our knowledge, there is no measurement tool in the literature to determine students' STEM self-efficacy perceptions. The increasing momentum of STEM education initiatives will affect students' perspectives on STEM and cause their STEM self-efficacy perceptions to change over time. In this context, the developed scale can be applied to students at different times to measure whether students' perceptions have changed. In addition, this study is a start for further studies to determine students' STEM self-efficacy perceptions. In further studies, after determining students' STEM self-efficacy perceptions, the factors that determine these perceptions should be investigated. However, in the future, comprehensive studies can be conducted by supporting the quantitative results obtained using the current scale with qualitative study results.

From the perspective of educational programs, the scale obtained in this study can be used in the needs analysis phase for studies to be conducted within the scope of integrating STEM education into the curriculum. Thus, it can provide a basis for studies on the development of curriculum for Science, Mathematics and Information Technology courses and lead to identifying students' STEM self-efficacy perceptions and implementing applications accordingly. The STEM self-efficacy perception scale reflects how students perceive themselves. It may be recommended to prepare a scale that evaluates students' STEM self-efficacy from the teachers' perspective, use it with the existing scale, and determine whether there is a difference in the measurements.