

Ortaokul Öğrencilerine Yönelik Mühendisliğin Doğası Anlayışı Ölçeği: Geliştirme, Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması

Understanding of the Nature of Engineering Scale for Secondary School Students: Development, Validity and Reliability Study

Muhammed Doğukan Balçın¹, Mehtap Yıldırım², Seyit Ahmet Oymak³

Öz

Bu araştırmanın amacı ortaokul öğrencilerinin mühendisliğin doğası anlayışlarının belirlenebilmesi amacıyla geçerli ve güvenilir bir ölçme aracının geliştirilmesidir. Ölçeğin geliştirilmesi aşamasında öncelikli olarak literatür taraması ve beş mühendis ile görüşme yapılmış, elde edilen bulgulardan yola çıkılarak 95 maddelik bir madde havuzu oluşturulmuştur. Ölçeğin madde ve boyutların uygunluğu ve doğruluğu açısından beşi fen bilimleri eğitimi, biri fizik eğitimi, biri kimya eğitimi alanında olmak üzere toplam yedi uzmanın görüşü alınmıştır. Ardından ölçeğin içeriği ile ilgili çalışmalar yürüten, ölçme ve değerlendirmede yeterliliği olan uzmanlar ve bir dil uzmanından elde edilen öneriler ve düzeltmeler dikkate alınarak gerekli işlemler yapılmıştır. Geliştirilen ölçeğin pilot formu Türkiye'nin Marmara Bölgesi'nde bulunan bir büyükşehirin bir ilçesindeki ortaokullarda öğrenim görmekte olan toplam 704 öğrenciye uygulanmıştır. 350 öğrenci ile açımlayıcı faktör analizi (AFA), 354 öğrenci ile doğrulayıcı faktör analizi (DFA) çalışmaları yürütülmüştür. MDAÖ'nün toplam varyansın %65.65'ini açıkladığı belirlenmiştir. DFA ile tespit edilen model uyum indeksleri incelenmiş ve ölçek yapısının kabul edilebilir olduğu belirlenmiştir. Araştırmada 5'li likert tipinde, 28 madde ve tek faktörden oluşan, Cronbach Alpha güvenirlilik katsayısı .98 olan geçerli ve güvenilir bir ölçek geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler

1. Mühendisliğin doğası anlayışı
2. Ortaokul öğrencileri
3. Ölçek geliştirme

Abstract

The aim of this research is to develop a valid and reliable measurement tool for secondary school students' understanding of the nature of engineering. During the development of the scale, first of all, literature review and interviews with five engineers were conducted, and an item pool containing 95 items was created based on the findings. Experts' opinions were taken regarding the suitability and accuracy of the items and dimensions of the scale. The pilot form of the developed scale was applied to a total of 704 students studying in secondary schools in a district of a metropolitan city in the Marmara Region of Türkiye. Exploratory Factor Analysis (EFA) was conducted with 350 students and Confirmatory Factor Analysis (CFA) was conducted with 354 students. The scale explained 65.65% of the total variance. The model fit indices obtained through CFA were analyzed, and it was concluded that the scale structure was satisfactory. In the research, a valid and reliable scale was developed, with a 5-point Likert type, consisting of 28 items and a single factor, with a Cronbach Alpha reliability coefficient of .98.

Keywords

1. Understanding of the nature of engineering
2. Secondary school students
3. Scale development

Başvuru Tarihi/Received

17.07.2024

Kabul Tarihi /Accepted

29.11.2024

Araştırma Makalesi / Research Article

Suggested APA Citation/Önerilen APA Atıf Biçimi:

Balçın, M.D., Yıldırım, M., & Oymak, S. A. (2024). Ortaokul öğrencilerine yönelik mühendisliğin doğası anlayışı ölçeği: Geliştirme, geçerlik ve güvenirlilik çalışması. *Manisa Celal Bayar University Journal of the Faculty of Education*, 12(2), 437-457. <https://www.doi.org/10.52826/mcbuefd.1517818>

¹ Sorumlu Yazar, Millî Eğitim Bakanlığı, İstanbul, TÜRKİYE; <https://orcid.org/0000-0002-7698-6932>

² Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, İstanbul, TÜRKİYE; <https://orcid.org/0000-0001-7398-8396>

³ Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, İstanbul, TÜRKİYE; <https://orcid.org/0000-0002-1912-9061>

Dipnot: Bu çalışma birinci yazarın, ikinci ve üçüncü yazarın danışmanlığında hazırlanmış olduğu "Fen, mühendislik ve girişimcilik temelli etkinliklerin ortaokul öğrencilerinin mühendisliğin doğası anlayışları, girişimcilik becerileri, kariyer ve yetenek gelişimi öz-yeterliliklerine etkisi" başlıklı doktora tezinden üretilmiştir.

GİRİŞ

Mühendislik, insanlık tarihi başlangıcından itibaren var olan ve teknolojinin gelişimiyle sürekli değişime uğrayan bir disiplindir. Mühendislik; ilköğretim öğretmenlerinin birçoğu için eğitimde yeni bir anlayış olmakla beraber bazı ülkeler mühendislik eğitimini ilköğretim müfredatına dahil etmiştir (Cunningham, 2009). Bu durum, bireylerin erken yaşlarda sergiledikleri doğal merak ve yaratıcılıklarının mühendislik eğitimi ile desteklenebileceği düşüncesini oluşturmaktadır. Çocukluk döneminde bireyler nesnelere parçalayıp çalışma prensiplerini öğrenirler ve kendi yaratıcılıklarını kullanarak yaptıkları tasarımlardan etkilendiklerinden onların doğuştan mühendis oldukları ifade edilebilir (Cunningham, 2009). Mühendislik eğitiminin ortaokul sürecine dahil edilmesi bireylerin tasarım yapma ve inşa etme yetenekleri ile yaratıcılıklarının gelişimine ve tecrübe edinmelerine fırsat tanıyacaktır (Rogers ve Portsmore, 2004). Mühendislik, kültürel ölçütlerden ve toplumun ihtiyaçlarından etkilenmektedir (Adams, 2004; Dym, 1999; Dym, Agogino, Eris, Frey ve Leifer, 2005; MEB, 2017). Çünkü mühendisler, tasarladıkları ürün veya projeleri toplumların ihtiyaçlarına ve kültürel beklentilerine uygun hale getirmek için çalışmaktadırlar. Mühendislik tarafından sağlanan çözümler genellikle kalıcı olma eğilimindedir; ancak teknolojinin sürekli gelişmesi, ihtiyaçların ve koşulların değişmesi nedeniyle mühendislik çözümleri zamanla eskimekte veya yetersiz hale gelmektedir. Dolayısıyla mühendisliğin çözümleri geçici olduğu bilinmekte (Koen, 2003) olup mühendislik sürekli iyileştirme ve geliştirme süreci içerisinde. Mühendislik karmaşık problemleri daha basit hale getirmek için analitik düşünme gerektiren insan çabasının karmaşık bir sonucu (Dym vd., 2005; Koen, 2003; Matthews, 1998) olup eserlerin ve sistemlerin tasarlanmasını içermektedir (Bucciarelli, 2003; Dym vd., 2005; Lewin, 1983; MEB, 2017; Vincenti, 1990; Wulf, 2002). Çünkü mühendislik, bilimin ve matematiğin ilkelerini kullanarak yapılar, makineler, cihazlar, sistemler ve süreçler tasarlamayı ve geliştirmeyi kapsayan bir disiplindir. Mühendislik mevcut bilimsel ve matematiksel teorilerin yanı sıra alandaki başarısızlık ve başarıya da bağlıdır (Adams, 2004). Mühendisler, karşılaşılan başarısızlıklara çözüm üreterek yeni sistemler geliştirme çabasına girerler. Mühendislik aşamalı, yinelemeli ve işbirlikçi problem çözme faaliyetlerini içermektedir (Bucciarelli, 2003; Dym, 1994; Koen, 2003; Vincenti, 1990). Mühendisler projeleri belirli aşamalar halinde gerçekleştirerek projenin düzenli ve sistematik bir şekilde ilerlemesini sağlar. Bunun yanında yinelemeli yaklaşım ile tasarım ve geliştirme süreçlerinin tekrarlı olarak gözden geçirilmesi ve iyileştirilmesi sağlanır. Bu süreçte ise farklı disiplinlerden ve uzmanlık alanlarından kişilerin iş birliği yapması gerekmektedir. Ayrıca mühendislik yaratıcılık, hayal gücü ve farklı bilimsel, matematiksel ve sosyal değerleri ve teorileri yeni yollarla entegre etme becerisi gerektirmektedir (Adams, 2004; Rogers, 1983). Bunun yanında mühendisliğin sadece ürünlerin ve müşterilerin değil, aynı zamanda çevre, bireyler ve toplum ve kültür üzerindeki etkilerinin de tüm yönlerini ve perspektiflerini göz önünde bulundurmaya gerektiren bütüncül, açık sistemli bir yaklaşım olduğu ifade edilmektedir (Adams, 2004; Mitcham, 1998; Rophl, 2002). Mühendislik eserlerinin bizi çevrelediği bir dünyada yaşadığımız sürece, kariyer tercihlerinin şekillenmeye başladığı küçük yaşta ortaokul öğrencileri dahi her birey hem teorik hem de pratik olarak değişen koşullara göre sürekli gelişen bir mühendislik epistemolojisinin unsurlarına sahip olmalıdır (Karatas, Micklos ve Bodner, 2011). Ortaokul yıllarında mesleklere ilişkin bilgi, tutum ve davranışlar kazanıldığından kariyer seçimi bakımından kritik dönem (Gottfredson, 2002; Robinson, Kirn, Amos ve Chatterjee, 2023) olmakla beraber mühendislik epistemolojisinin unsurları, toplum için faydalı ve sürdürülebilir çözümler üretmek için kritik bir rol oynar. Dolayısıyla hem kariyer hedefleri arasında mühendislik olan öğrenciler açısından hem de yaşantımızı çevreleyen mühendislik ürünlerinin

mühendisliğin doğasının anlaşılması önem arz etmektedir. Öğrenciler mühendisliğin doğasını çok iyi anladıklarında günlük yaşantımızın her anında ve gelecekte sahip olacakları mühendislik kariyerlerinde problemlere sistematik ve yenilikçi çözümler üretebilirler. Karmaşık sorunları etkili bir şekilde tanımlayarak çözebilirler. Ayrıca disiplinler arası yaklaşımla daha kapsamlı çözümler üretebilirler. Öte yandan mühendisliğin doğasını iyi bir şekilde anladıklarında yeni teknolojiler geliştirmede ve mevcut teknolojileri iyileştirmede daha etkili ve pratik olabilirler. Ayrıca toplumun ihtiyaçlarını ve beklentilerini dikkate alarak daha sürdürülebilir ve etik çözümler üreteceklerdir (Davis, 1991). Tasarımları genellikle insan hayatını ve çevreyi etkilediğinden güvenli ve dayanıklı yapılar ile sistemler tasarlamak mesleki ilkelerinden olacaktır. Bununla birlikte tasarım süreçlerinde maliyetleri düşürerek kaynakları en iyi şekilde kullanabileceklerdir.

İnsanlığın teknoloji ve mühendisliğe olan bağımlılığı arttıkça öğrencilerin mühendislik ürünlerinin etkilerini, kullanımlarını ve çalışmalarını anlamalarının önemi giderek artmaktadır (Cunningham ve Hester, 2007). Yaşantımız mühendis ürünleri ile çevrili olsa da öğrenciler genellikle mühendislerin ne yaptığına ilişkin anlayışa sahip değildir (Frehill, 1997; Gibbin ve Davis, 2002; Gibbons, Hirsch, Kimmel, Rockland ve Bloom, 2004). Alanyazındaki çalışmalar incelendiğinde, çoğu öğrencinin mühendisleri bir şeyin tamircisi veya yapıcısı olarak kabul ettikleri, genellikle fiziksel çaba gerektiren çalışmalarla ilgilendikleri ve mühendislikle çalışan öğrencilerin ilgilendiği sıkıcı bir alan olduğunu düşündükleri görülmektedir (Aswad, Vidican ve Samulewicz, 2011; Cunningham, Lachapelle ve Lindgren Streicher, 2005; Çakmak, Bilen ve Taner, 2019; Çil ve Özlen, 2019; Ergün, 2018; Gibbons vd., 2004; Karatas vd., 2011; Oware, 2008; Oware, Capobianco ve Diefes-dux, 2007; Park ve Lee, 2019; Powell, Dainty ve Bagilhole, 2012). Öğrencilerin mühendislere yönelik algıları ile mühendislerin yaptıkları işlerle ilişkin düşüncelerini anlamak önemlidir; çünkü öğrencilerin bu algıları mühendislik mesleği açısından onların anlayış, inanç ve mesleği kariyer olarak devam ettirme düşünceleri etkilenebilmektedir (Knight ve Cunningham, 2004). Öte yandan mühendisliği ve mühendisliğin doğasını anlamak, öğrencilerde analitik düşünme, problem çözme, eleştirel düşünme ve daha birçok üst düzey bilişsel beceriyi geliştirme açısından destekleyici olabilmektedir. Dolayısıyla öğrenciler mühendislerin iş görevlerini, çalışma alanlarını ve mühendisliğin doğasını doğru bir şekilde anladıklarında mühendislik kariyeri düşünceleri şekil alacak ve sahip oldukları birçok üst düzey bilişsel beceri gelişecektir. Bu bağlamda mühendislik kariyeri öğrencilerin ister hedefi olsun ister olmasın, bu becerileri desteklemek açısından mühendisliğin doğasının öğrenciler tarafından iyi bir şekilde anlaşılması önem arz etmektedir. Öğrenciler, okulları boyunca mühendislik işinin doğasını deneyimlemeden kariyer tercihi olarak mühendisliği seçmektedirler (Ayar, 2015). Dolayısıyla mühendisliğin doğasının daha iyi anlaşılması, mühendislik ve teknoloji alanlarında faydalı öğrenme sonuçlarına yol açabilmektedir (Karatas vd., 2011). Karatas'a (2009) göre mühendisliğin doğası iki yönlüdür: birincisi mühendislik eserlerinin doğası ve ikincisi mühendislik tasarımının doğasıdır. Alanyazında mühendisliğin doğasına ilişkin farklı ilkelerden söz edilmektedir. Karatas (2009) mühendisliğin doğası ilkelerini hedefe yönelik tasarım, belirsiz / geçici, teori, eser ve başarısızlık, sosyal ve kültürel, yöntem, yaratıcılık, hayal gücü ve entegrasyon, karar verme, bütüncül (holistik) şeklinde ifade ederken Hartman (2016) çözümlerde çeşitlilik, yaratıcı, yinelemeli, model odaklı, iletişimsel, ölçüt ve sınırlılıklar, iş birlikli, benzersiz bir bilme yolu şeklinde ifade etmektedir. Kariyer seçimi için önemli bir basamak olarak görülen ortaokul öğreniminde (Gottfredson, 2002; Robinson, Kirn, Amos ve Chatterjee, 2023) mühendisliğin doğası, sahip olduğu ilkelerle bütün olarak iyi anlaşıldığında mühendislik ve

teknoloji alanlarında faydalı öğrenme sonuçlarının ortaya çıkabileceği ve okullarda mühendislik eğitiminin amacına ulaşabileceği düşünülmektedir.

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de mühendisliğin öğretim programına dahil edilmesine yönelik çalışmalar yürütülmüştür. Ülkemizde 2018 yılında MEB tarafından bir yeniliğe gidilmiş “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları” programa eklenmiştir. Programda belirlenen bilimsel süreç becerileri bilimsel çalışmalarda kullanılan becerilerdir. Yaşam becerileri boyutu ise bilimsel bilgiye ulaşma ve kullanma sürecinde bireyin sahip olması gereken analitik düşünme, karar verme, yaratıcılık, girişimcilik gibi becerileri içermektedir. Mühendislik ve tasarım becerileri olarak belirlenen boyut, fen bilimleri, matematik, teknoloji, mühendislik entegrasyonunun sağlanması ile problem çözümüne ilişkin bireylerin farklı disiplinleri bütünleştirerek buluş ve inovasyon yapabilme becerisini kazanmalarını sağlamak, edinilen bilgi ve becerileri ile ürün oluşturulmasını ve ürünlere katma değer kazandırabilmeleri için stratejileri geliştirmesini kapsamaktadır (MEB, 2018). MEB 2024’te yapmış olduğu yeni bir güncelleme sonrasında bütüncül eğitim yaklaşımını benimseyen Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli kapsamındaki öğretim programlarını ortaya koymuştur. Bu model çerçevesinde oluşturulan fen bilimleri dersi öğretim programında bireylerin disiplinler arası eğitim yaklaşımı ve tasarım odaklı uygulamalar ile fen bilimleri ve mühendislik alanlarında girişimcilik ve kariyer farkındalığı kazanmaları amaçlanmış olup bununla birlikte programda, bilim, teknoloji, mühendislik ve tasarım temelli becerilerin birbirine entegre edildiği öğrenme çıktıları sunulmuştur (MEB, 2024).

Fen öğretim programlarındaki bu değişikliklerin temel nedeni küresel çapta yaşanan sorunlar, bu sorunlara ilişkin bulunan çözümler ya da çözebilmek için gösterilen çabalar olarak ifade edilebilir. Çünkü giderek küreselleşen dünyada karşı karşıya kaldığımız sorunlar sürekli değişim göstermekle birlikte bu sorunların çözülebilmesi amacıyla fen, teknoloji, mühendislik, matematik gibi bir takım disiplinin bütünleştirilmesi gereklidir (Moore, Stohlmann, Wang, Tank ve Roehrig, 2014). Programa eklenen “Fen ve Mühendislik Uygulamaları” ünitesi ve sonrasında 2018’de yenilenen öğretim programı kapsamındaki “Mühendislik ve Tasarım Becerileri Öğrenme Alanı” ve 2024’te yapılan güncelleme ile Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli kapsamındaki fen bilimleri dersi öğretim programlarında mühendisliğe verilen önemin arttığı görülmektedir. Bu kapsamda yapılacak uygulamalar ile ülkemizin bilimsel araştırma ve teknolojiye yönelik gelişimi, sosyo-ekonomik kalkınması ile rekabet gücünü artırma bakımından önem arz etmektedir (MEB, 2018). Bilim ve teknoloji arasında olduğu gibi fen ve mühendislik arasında da benzer bir ilişki olması sebebiyle araştırmacıların bazıları fen ile mühendislik eğitimi birbirine entegre edilmesinin gerektiğini düşünmektedirler. Böylece fen derslerine mühendisliğin bütünüyle süreç şeklinde dahil edilmesiyle fen eğitiminin mevcut durumu iyileştirebilir hale gelecektir (Apedoe, Reynolds, Ellefson ve Schunn, 2008; Daugherty, 2012; Fortus, Dershimer, Krajcik, Marx ve Mamlok Naaman, 2004; Marulcu ve Barnett, 2013; Mehalik, Doppelt ve Schunn, 2008; Wendell ve Lee, 2010). İlköğretimde mühendislik programlarına yer verilmesiyle birlikte çocukların erken yaşlarda yaratıcılıkları gelişir, öte yandan onlar mühendisliğin özünü anlamaya çalışırlar ve mühendisliğin keyifli uygulama deneyimi ile anlamlı bir grup etkileşimi sağlanır (Ringwood, Monaghan ve Maloco, 2005). Cunningham ve Hester’a (2007) göre mühendislik çocuklara ilkokul yıllarından itibaren tanıtıldığında;

Çalışma prensibini öğrenmek amacıyla objeleri parçalara ayıran ve birleştiren çocuklar bu özellikleri ile aslında birer gayri resmi mühendis olmakla birlikte ilkokulda bu ilgileri teşvik edildiğinde bu becerileri dinamik kalabilir.

Bireyler basit el deneyleri sayesinde yaşantılarındaki mühendislik deneyimleri ile matematik ve fen ve diğer disiplinler arasında ilişki kurabilecekleri gibi mühendislik uygulamaları onların matematik ve fen kavramlarını öğrenme motivasyonlarını arttırabilir.

Mühendislik, öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirebilir.

Proje tabanlı öğrenmeyi içeren mühendislik, üç boyutlu çalışmalarda çocukların sahip oldukları yetenekleri geliştirebilir.

Öğrencilerde farkındalığın arttırılması, aynı zamanda onların bilimsel ve teknik kariyerleri hedeflemeleri sağlanabilir.

Bilimsel ve teknolojik okuryazarlık için gerekli olan altyapının oluşturulmasına katkı sağlayabilir.

Ayrıca bireylerde mühendislik bilgisinin artışı, gelecek kariyerlerinde mühendislik ve teknolojiyi tercih eden öğrenci sayısını arttırabileceği düşünülmektedir (ITEA, 2007).

Yapılan alanyazın incelenmesi sonucunda ortaokul öğrencilerinin mühendis ve mühendisliğe yönelik algıları ile mühendislik tasarım süreçlerinin incelendiği görülürken sahip oldukları mühendisliğin doğası anlayışlarına ilişkin sınırlı sayıda çalışmaya (Aydoğan, 2019; Gök, 2022; İrdem Ağrıman, 2022; Karatas vd., 2011) rastlanılmıştır. Oysaki mesleki kariyerleri açısından kritik dönemde olan ortaokul öğrencilerinin fen öğretiminde mühendislik mesleğine yönelik ilgilerinin arttırılması gerektiği düşünülmektedir. Ancak bu süreçte öğrencilerin gelecekteki olası mühendislik kariyerinde mutlu ve başarılı olabilmesi için mühendisliğin doğasını çok iyi bilmeleri gerektiği düşünülmektedir. Dolayısıyla ortaokul öğrencilerinin mühendisliğin doğası anlayışlarının da belirlenebilmesi önemlidir. Ancak bu araştırma kapsamında gerekli olan ve ortaokul öğrencilerinin mühendisliğin doğası anlayışlarını belirleyebilecek bir ölçme aracına alanyazında rastlanılmamıştır.

Ulusal alanyazın incelendiğinde ortaokul öğrencileri için mühendislik boyutu içeren fen, teknoloji, matematik ve mühendislik mesleklerine yönelik ilgi ölçeği (Koyunlu Unlu, Dokme ve Unlu, 2016), STEM tutum ölçekleri (Sevim, 2021; Yılmaz, Yiğit Koyunkaya, Güler ve Güzey, 2017), STEM algı testi ve STEM tutum testi ölçeği (Gülhan ve Şahin, 2016), STEM eğitimi özyeterlik inançları ölçeği (Demirbağ, Arkan ve Muğaloğlu, 2020), fen, mühendislik ve girişimcilik becerileri değerlendirme ölçeği (Özlülecı ve Kayacan Çelebi, 2023), STEM eğitime yönelik umut ve hedefler ölçeği (Yaman, Sarışan Tungaç ve Bal İncebacak, 2019) gibi ölçeklerin yer aldığı görülmektedir. Ayrıca doğrudan mühendislik odaklı geliştirilen ya da uyarlama çalışması yapılan ölçeklerin (Aydın, Saka ve Guzey, 2018) sınırlı olduğu görülmektedir. Alanyazında belirtilen eksiklerden yola çıkılarak yürütülen bu çalışmada ortaokul öğrencilerine yönelik bir mühendisliğin doğası anlayışı ölçeği geliştirilmiştir. Bu anlamda ölçeğin öğrencilerin mühendisliğin doğasına ilişkin algılarını belirlemek amacıyla gelecek araştırmalara katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

YÖNTEM

Araştırma, temel araştırma yöntemlerinden metodolojik geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları çerçevesinde yürütülmüştür (Dülger ve Karahan Okuroglu, 2024). Araştırmanın bu bölümünde ise katılımcılara, veri toplama aracına, verilerin toplanmasına ve analizine yönelik bilgiler sunulmuştur.

Araştırma Modeli

Betimsel bir yaklaşımla ele alınan bu çalışmada tarama modelinden yararlanılmıştır. Tarama modeli, bir konu ya da olay hakkında bireylerin görüşleri ya da ilgi, beceri, yetenek, tutum gibi birtakım özelliğin belirlendiği, bununla birlikte geniş örneklemeler ile yapılan araştırmalarda kullanılan bir modeldir (Büyüköztürk, Akgün, Karadeniz ve Kılıç Çakmak, 2024). Tarama araştırmalarının diğer bir

özelliği de genelleme yapmaya olanak sağlamasıdır (Cohen, Manion ve Morrison, 2007). Bu kapsamda araştırma için en uygun modelin tarama modeli olduğuna karar verilmiştir.

Katılımcılar

Geliştirilen ölçeğin pilot formu Türkiye'nin Marmara Bölgesi'nde bulunan bir büyükşehirin bir ilçesindeki ortaokullarda öğrenim görmekte olan toplam 704 öğrenciye uygulanmıştır. Katılımcıların seçiminde uygun örnekleme yönteminden yararlanılmıştır. Uygun örnekleme yöntemiyle araştırmacı, kolayca ulaşabileceği bir örneklemden verileri toplamaktadır (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2016). Yürütülen bu çalışmada kısa zamanda uygulama yapılabilmesi amacıyla uygun örnekleme yönteminin kullanılması tercih edilmiştir.

Çalışmada Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA) ve Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) için farklı iki grupta yer alan ortaokul öğrencilerinin çalışmaya gönüllü katılımları sağlanmıştır. Ölçeğin geçerlik ve güvenilirlik analizlerinde kullanılan AFA ve DFA için seçilen katılımcıların demografik bilgileri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. AFA ve DFA'da Bulunan Öğrencilerin Demografik Bilgileri

	Cinsiyet	Sınıf Düzeyi				Toplam
		5	6	7	8	
AFA'da yer alan öğrenci grubuna ait demografik bilgiler	Erkek	29	42	28	34	133
	Kız	39	60	47	71	217
	Toplam	68	102	75	105	350
DFA'da yer alan öğrenci grubuna ait demografik bilgiler	Erkek	31	42	28	35	136
	Kız	39	61	47	71	218
	Toplam	70	103	75	106	354

Tablo 1 incelendiğinde Mühendisliğin Doğası Anlayışı Ölçeği (MDAÖ)'nin geliştirilmesi aşamasında AFA için ölçeğin 350 öğrenciye uygulandığı görülmektedir. AFA grubundaki öğrencilerin 133'ünün erkek, 217'si ise kız öğrenciden oluşmaktadır. Çalışma grubu sınıf düzeyinde incelendiğinde ise 68'inin beşinci sınıf, 102'sinin altıncı sınıf, 75'inin yedinci sınıf, 105'inin ise sekizinci sınıf olduğu görülmektedir.

Tablo 1 incelendiğinde DFA için de ölçeğin 354 öğrenciye uygulandığı görülmektedir. DFA grubundaki öğrencilerin 136'sı erkek, 218'i ise kız öğrenciden oluşmaktadır. Çalışma grubu sınıf düzeyinde incelendiğinde ise 70'inin beşinci sınıf, 103'ünün altıncı sınıf, 75'inin yedinci sınıf, 106'sının ise sekizinci sınıf olduğu görülmektedir.

Ölçek Geliştirme Aşamaları

Ölçek geliştirme sürecinin aşamaları görüşme yapılması, literatür taramasının yapılması, madde havuzunun oluşturulması, uzman görüşlerine başvurulması, ölçeğin taslak uygulamasının yapılması, pilot uygulamanın gerçekleştirilmesi, geçerlik-güvenirlik çalışmalarının yapılması şeklinde belirlenmiştir. Ölçek geliştirme süreci, alanyazındaki ölçek geliştirme çalışmalarından yola çıkılarak oluşturulmuş (Carpenter, 2018; DeVellis, 2017; İlhan, Şekerci, Sözbilir ve Yıldırım, 2013; McMillan ve Schumacher, 2006; Streiner, Norman ve Cairney, 2016) ve bu sürece ilişkin aşamalar ile bu aşamaların içerikleri Şekil 1'de yer almaktadır.



Şekil 1. Ölçek geliştirme aşamaları

Veri Toplama Aracı

MDAÖ'nün maddelerinin oluşturulması sürecinde öncelikli olarak beş mühendis [makine mühendisi (M1), elektrik-elektronik mühendisi (M2 ve M5), gıda mühendisi (M3), mekatronik mühendisi (M4)] ile görüşmeler yapılmıştır. Yapılan görüşmelerde mühendislere mühendisliğin doğasının anlaşılabilmesi adına beş soru yöneltilmiştir. Yapılan görüşmelerde mühendislere yöneltilen sorular şu şekildedir:

Mühendislik nedir?

Mühendisliğin özünde neler vardır? Neleri esas alır?

Mühendisler ne iş yapar?

İyi bir mühendisin sahip olması gereken özellikler nelerdir? Bu özellikler neden önemlidir?

Mühendislik mesleğinde insanlar tarafından yanlış bilinen noktalar nelerdir?

Görüşmelerden sonra mühendisliğin doğası, mühendislik eğitimi, STEM eğitimi ile ilgili literatür taraması (Antink Meyer ve Brown, 2019; Deniz, Kaya, Yesilyurt ve Trabia, 2020; Hartman, 2016; Karatas, 2009; Karatas, Goktas ve Bodner, 2010; Karatas vd., 2011; Karataş, Bodner ve Unal, 2015) yapılmıştır. Görüşmelerden elde edilen veriler ve literatür taramasından elde edilen veriler neticesinde madde havuzu oluşturulmuştur. Madde havuzunun oluşturulmasında mühendisliğin doğasına ilişkin Karatas (2009) tarafından alanyazında ifade edilen boyutlar (hedefe yönelik tasarım, belirsiz / geçici, teori, eser ve başarısızlık, sosyal ve kültürel, yöntem, yaratıcılık, hayal gücü ve entegrasyon, karar verme, bütüncül (holistik)) göz önünde bulundurulmuştur. Yapılan işlemler sonrasında 64'ü olumlu, 31'i olumsuz olmak üzere 95 soruluk bir madde havuzu oluşturulmuştur. Uzman görüşü neticesinde yapılan düzeltmeler ve atılan maddeler sonucunda ölçekteki madde sayısı 60'a düşürülmüştür. Ölçekteki ifadeler için 5'li likert tipi bir derecelendirme kullanılmıştır. Bu derecelendirmeler "Kesinlikle Katılıyorum", "Katılıyorum", "Kısmen Katılıyorum", "Katılmıyorum" ve "Kesinlikle Katılmıyorum" şeklindedir. Bu taslak ölçek ile çalışmanın amacına yönelik elde edilen verilerle ortaokul öğrencilerinin mühendisliğin doğası anlayışlarını belirlemeye yönelik ölçeğin geliştirilmesi amacıyla analizler yapılmıştır.

Verilerin Toplanması ve Analizi

"Ortaokul Öğrencilerine Yönelik Mühendisliğin Doğası Anlayışı Ölçeği"nin geliştirilmesi amacıyla ortaokul öğrencilerinden elde edilen verilerle gerekli istatistiki analizlerden yararlanılmıştır. Ölçek yapısının belirlenmesi amacıyla 350 ortaokul öğrencisinden toplanan veriler ile AFA yapılmıştır. AFA

işlemlerinde faktörleştirme aşamasında temel bileşenler analizi ve varimax döndürme yönteminden yararlanılmıştır. Ardından maddelerin öz değerleri, yük değerleri, faktörde bulunma durumu gibi birçok kriter değerlendirilmiş olup elde edilen bulgular yorumlanmıştır. AFA sonucunda oluşan yapı, farklı bir çalışma grubu olan 354 ortaokul öğrencisinden elde edilen veriler ile DFA yapılmıştır. Model uyum indeksleri incelenmiş, DFA sonrasında ölçeğin yapısının kabul edilmesi için gerekli olan değerler referans alınmış (Schermelleh Engel, Moosbrugger ve Müller, 2003) ve model uyumuna ilişkin kararlar verilmiştir. Ardından güvenilirlik analizi çalışmaları yürütülmüş ölçeğin tümüne ilişkin Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısı hesaplanmış, %27 alt ve üst grup karşılaştırılma analizleri gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın Etik İzinleri

Etik değerlendirmeyi yapan kurul adı: Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimler Enstitüsü Araştırma ve Yayın Etik Kurulu

Etik değerlendirme kararının tarihi: 15.09.2021

Etik değerlendirme belgesi sayı numarası: 142017

BULGULAR

Geçerliliğe İlişkin Bulgular

Kapsam Geçerliği

Ölçek kapsamındaki maddelerin ve boyutların uygunluğu ve doğruluğu bakımından mühendislik, mühendislik tasarım süreci, mühendisliğin doğası ile ilgili çalışmalar yürüten beşi fen bilimleri eğitimi, biri fizik eğitimi, biri kimya eğitimi alanında olmak üzere toplam yedi uzmanın görüşü alınmıştır. Ardından ölçeğin içeriği ile ilgili çalışmalar yürüten, iki ölçme ve değerlendirmede yeterliliği olan uzman ve bir dil uzmanından elde edilen öneriler dikkate alınarak maddelerin düzeltilmesi ve ölçekten madde atılması şeklinde işlemler yapılmıştır. Mühendisliğin doğasına ilişkin literatürdeki boyutlar düşünülerek madde sayısı fazla tutulmuştur; ancak uzman görüşleri doğrultusunda benzer anlama gelen maddeler ile öğrenci seviyesinin üzerinde olduğu düşünülen maddeler çıkarılarak madde sayısı daha makul bir seviyeye alınmıştır. İki madde anlam bakımından düzeltilirken 35 madde ise ölçekten atılarak madde sayısı 95'ten 60'a düşmüştür. 60 maddelik ölçeğin nihai hali 704 ortaokul öğrencisine uygulanmıştır. Katılımcı sayısı, 60 maddelik bir ölçek için yeterlidir (Cattell, 1978; Gorsuch, 1983; Hatcher, 1994).

Yapı Geçerliği

704 ortaokul öğrencisine uygulanan ölçeğin analizlerinin yapılması amacıyla eksik veriler, ters maddeler, veri setinde incelenecek olan değişkenin normalliği, maddeler ve boyutlar arasındaki ilişki ile örneklem uygunluğu incelenerek analizler yürütülmüştür. "Kesinlikle katılmıyorum" likertinden "Kesinlikle katılıyorum" likertine doğru 1-5 aralığında denk gelen puanlar verilmiş ve değerlendirme yapılmıştır. Ardından olumsuz olan maddeler üzerinde ters puanlama yapılmıştır. Ölçekteki eksik verilere aynı maddede yer alan diğer verilerin medyanı değer olarak atanmıştır (Pallant, 2016). Elde edilen verilerin madde analizi betimsel istatistiği Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Madde Analizi Betimsel İstatistiği

N= 350		Değer	N= 354		Değer
	\bar{X}	3.63		\bar{X}	3.53
	Standart sapma (SS)	1.00		Standart sapma (SS)	1.02
AFA	Varyans	1.00	DFA	Varyans	1.04
	Çarpıklık (Skewness)	-1.339		Çarpıklık (Skewness)	-1.246
	Basıklık (Kurtosis)	.967		Basıklık (Kurtosis)	.381
	Minimum	1.00		Minimum	1.11
	Maksimum	5.00		Maksimum	4.86

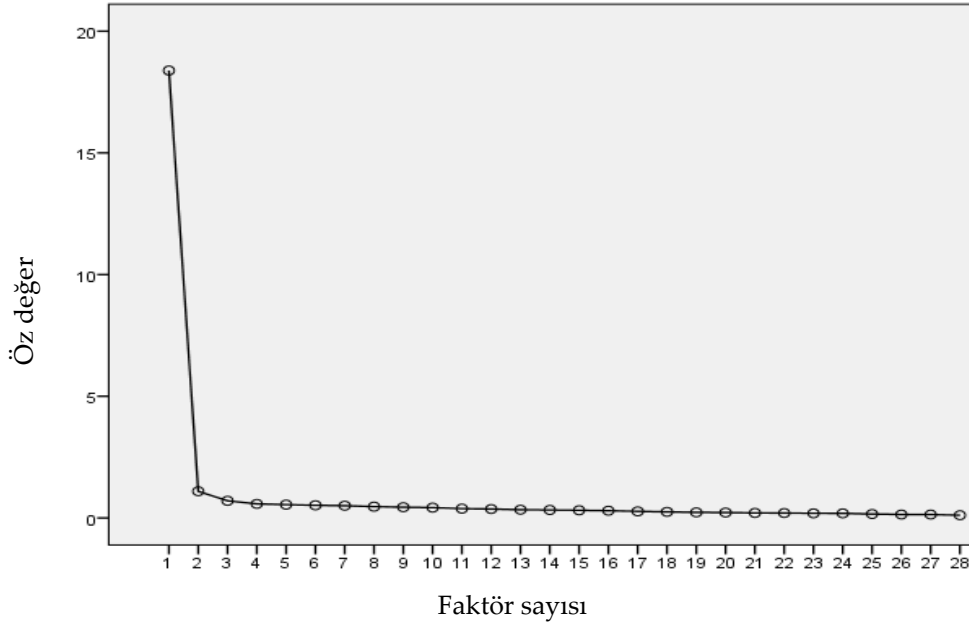
Verilerin normal dağılım gösterme durumunun belirlenebilmesi amacıyla çarpıklık ve basıklık değerlerine bakılmıştır. Tablo 2 incelendiğinde çarpıklık ve basıklık değerlerinin ± 2 aralığında olması sebebiyle veriler normal dağılım göstermektedir (George ve Mallery, 2003).

Bir ölçme aracının yapısını belirlemek için en sık tercih edilen teknik faktör analizidir. Bu analiz yöntemi ile ölçme aracının ölçmek istediği niteliği ölçebilme durumu belirlenir (Baykul, 2000). Yapılan bu araştırmada da ölçme aracının istediği niteliği ölçebilme durumu önemli olduğundan faktör analizine ihtiyaç duyulmuştur. Faktör analizi, AFA ve DFA şeklinde iki çeşittir. AFA, değişkenler arasındaki ilişkilerden hareketle faktör bulmaya yönelik bir işlemdir ve MDAÖ'nün yapı geçerliğinin test edilebilmesi amacıyla öncelikli olarak AFA'dan yararlanılmıştır (Büyüköztürk, 2015). AFA gerçekleştirilmeden önce ilk olarak veri setinin faktör analizine uygunluğu belirlenmektedir. Yapılan incelemede ilk sırayı ise örneklem büyüklüğü yer almaktadır (Akbulut, 2010). Yapılacak faktör analizi için 200 katılımcının bulunması kabul edilebilir (Cattell, 1978) ve yeterli olduğu ifade edilmektedir (Kline, 1994). Faktör analizinin yapılabilmesi için uygun örneklem büyüklüğünün belirlenebilmesi açısından farklı yaklaşımlar incelendiğinde, alanyazındaki ölçütlerin en az ikisini karşılayabilecek büyüklükte olmalıdır (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2012). MDAÖ'nün geliştirilmesi sürecinde 350 ortaokul öğrencisi AFA için, 354 ortaokul öğrencisi ise DFA için katılımcı olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla araştırmanın katılımcı sayısı faktör analizi için iyi bir düzeydedir.

Deneme uygulamasına katılan 350 öğrencinin ölçek puanlarının Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı .98 olarak belirlenmiştir. Verilerin faktör analizi için yeterli büyüklükte olup olmadığının belirlenmesi için Kaiser Meyer Olkin (KMO) testi yapılmış ve KMO değeri 0.98 olduğu belirlenmiştir. 0.9'un üzerindeki değerler mükemmel kabul edildiğinden (Hutcheson ve Sofroniou, 1999; Sharma ve Kumar, 1996) elde edilen sonuç bağlamında verilerin faktör analizine uygun büyüklükte olduğu ifade edilebilir. Barlett küresellik testi sonucunda kıkare değeri anlamlı bulunmuş ($\chi^2= 9806.581, p<.01$), verilerin faktör analizine uygun olduğu belirlenmiştir.

60 maddelik MDAÖ'nün deneme formuna 350 öğrencinin verdiği yanıtlardan oluşan veri setine yapı geçerliliği sınaması yapılarak oluşan yapının daha iyi görünebilmesi amacıyla temel bileşenler analizi ve varimax döndürme tekniğinden yararlanılmıştır. İlk analiz ile öz değer yamaç grafiği ve döndürülmüş bileşenler matrisi birlikte incelendiğinde ölçek maddelerinin iki boyuta dağıldığı; ancak tek boyutta toplanmaya yakın olduğu görülmektedir. Açıklanan toplam varyansın ise %65.65 olduğu tespit edilmiştir.

Maddelerin öz değerleri döndürülmüş bileşenler matrisinden incelenmiş olup birden fazla boyutta yer alan ve/veya öz değeri 0.40'ın altındaki 32 madde (3, 5, 6, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 39, 41, 42, 45, 46, 49, 50, 51, 52 ve 55. maddeler) sırasıyla ölçekten çıkarılarak analizler tekrarlanmıştır. Ölçekten çıkarılan 32 maddenin ardından, kalması uygun görülen 28 madde ile tekrar temel bileşenler analizi gerçekleştirilmiştir. MDAÖ'nün son formunda yer alacak olan 28 madde için yapılan analiz sonuçlarına göre ortaya çıkan öz değer yamaç grafiği Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. MDAÖ nihai formunun öz değer yamaç grafiği

Şekil 2'deki öz değer yamaç grafiğine göre ölçek maddelerinin tek boyutta toplandığı görülmektedir. Gerçekleştirilen AFA sonucunda maddelerin öz değerlerini gösteren döndürülmüş bileşenler matrisi Tablo 3'te sunulmuştur.

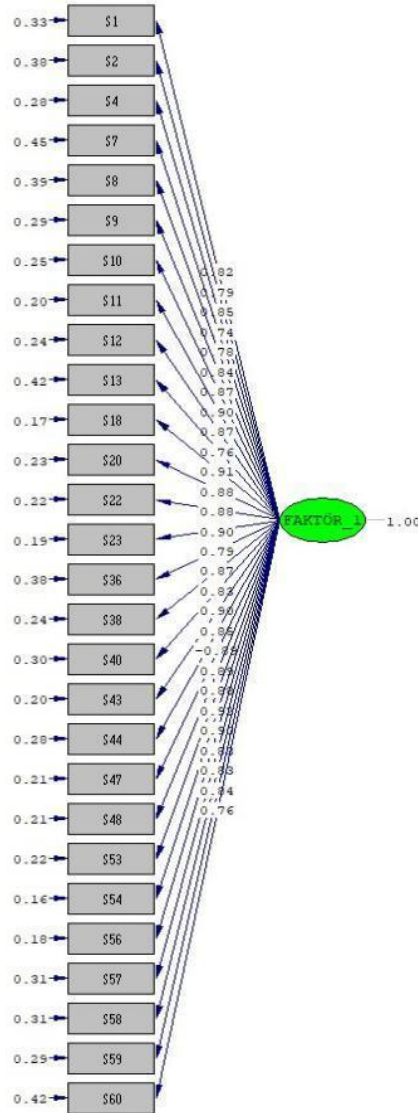
Tablo 3. MDAÖ'nün Nihai Formu Faktör Yükleri Matrisi

Madde No	Madde	Madde Öz Değeri
9	Mühendisler karar verirken diğer kişilerin fikirlerini de dikkate alırlar.	.87
54	Mühendisler ürün oluştururken farklı düşünceleri bir araya getirirler.	.86
4	Mühendislik çözüm üretirken insanların ihtiyaçlarını dikkate alır.	.86
53	Mühendislik çözümleri insanlar için faydalı olmalıdır.	.86
12	Mühendislikte deneyimlerden faydalanılarak ürün oluşturulur.	.86
11	Mühendisler tasarladıkları ürünlerin denemelerini yaparlar.	.86
22	Mühendislik yaratıcılık sonucunda ürün ortaya koyar.	.85
23	Mühendislik ürünleri yaşantımızı kolaylaştırmak için tasarlanır.	.85
56	Mühendisler yaşadıkları toplumu gözlemleyerek tasarımlarını ortaya çıkarırlar.	.85
20	Mühendisler toplumdaki gelişmeleri takip ederler.	.84
10	Mühendislikte bir soruna birden fazla çözüm yolu bulunabilir.	.83
43	Mühendisler sistemli çalışırlar.	.83
38	Mühendislerin tasarımları ihtiyaçlara bağlı olarak değişebilir.	.83
18	Mühendisler problemleri çözmek için yeni fikirler üretmelidirler.	.83
48	Mühendislik tasarımları ekip çalışması sonucunda ortaya çıkar.	.82
1	Mühendislik uygulamaları toplumun ihtiyaçlarından etkilenir.	.81
58	Mühendislikte önceki ürünler göz önünde bulundurularak ürün tasarlanır.	.80
44	Mühendislik çözümleri belirli kriterlere göre değerlendirilir.	.80
47	Mühendislik sorun çözmeyi gerektirir.	.77
59	Mühendislik diğer bilim dallarından farklı özellikler içerebilir.	.76
2	Mühendisler bilimsel bilgileri kullanırlar.	.75
57	Mühendislik farklı bilim dallarıyla benzer özelliklere sahip olabilir.	.75
8	Mühendisler ürün oluştururken eski çalışma sonuçlarından yararlanırlar.	.74
40	Mühendisler bir ürünü tasarlamak için birçok bilim dalı ile ilgili bilgi sahibi olması gerekir.	.73
7	Mühendislik ürünleri değişebilir.	.72
13	Mühendisliğin hedefinde insanların istekleri vardır.	.71
60	Mühendisler gerçek yaşam problemlerini çözerler.	.70
36	Mühendislikte görselliğe önem verilir.	.70

Tablo 3 incelediğinde MDAÖ toplam varyansın %65.65'ini açıklamakta olup 28 madde ve tek faktörden oluştuğu görülmektedir. Nihai ölçekte yer alan 28 maddenin tümü olumlu maddeden oluşmaktadır ve maddelerin öz değerleri .70 ile .87 arasında değişmektedir.

Doğrulamalı Faktör Analizi

Ölçek geliştirme çalışmasında AFA tek başına yeterli olmadığı bilinmektedir. Bu sebeple, AFA ile ölçeği oluşturan faktörler ve bu faktörlerin altındaki maddeler belirlendikten sonra, ölçeğin hangi faktörle hangi düzeyde ilişkili olduğunu göstermek ve tek boyutlu yapısının doğrulanıp doğrulanmadığını test etmek için DFA yapılmıştır. LISREL 8.8 programı kullanılarak yapılan DFA 354 ortaokul öğrencisinden elde edilen verilerle yapılmıştır. DFA'da belirlenen boyut programda işaretlenerek model oluşturulmuş ve yol şeması çıkarılmıştır. DFA ile sonucu oluşturulan model ise Şekil 3'te sunulmuştur.



Şekil 3. MDAÖ yol şeması

Şekil 3'te sunulan yol analizi sonuçlarına göre modelin modifikasyona ihtiyaç duymadığı istatistiksel olarak doğrulanmıştır. DFA için uyum indeksi değerleri $\chi^2 / df \leq 3$, NFI $\geq .90$, CFI $\geq .95$ ve RMSEA $\leq .08$ şeklinde olmalıdır (Schermelleh Engel vd., 2003). MDAÖ için yapılan DFA ile uyum indeksleri $\chi^2/df= 2.94$, RMSEA= .079, NFI= .99, CFI= .99 olarak tespit edilmiş ve bu değerlerin uygun referans aralığında olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla tüm bulgular MDAÖ'nün faktör yapısını doğrular niteliktedir. Elde edilen tüm bulgular neticesinde geliştirilen ölçeğin 28 olumlu madde içerdiği ve tek

boyutlu bir yapıda olduğu doğrulanmıştır. AFA ve uzman görüşleri doğrultusunda ölçek maddelerinden elde edilen toplam puan alınmasının uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Güvenirlilik Analizine İlişkin Bulgular

AFA, DFA ve uzman görüşleriyle geçerliği kanıtlanmış olan MDAÖ'nün ölçüm güvenilirliğinin belirlenebilmesi için Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayısı hesaplanmış ve 28 maddelik ölçeğin Cronbach Alpha güvenirlilik katsayısı .98 bulunmuştur. Elde edilen katsayının .70 ve üzerinde olması test puanlarının güvenirliliği için uygundur (Büyüköztürk, 2015). Dolayısıyla güvenirliliğe ilişkin elde edilen bulgular, bu ölçeğin ortaokul öğrencilerinin mühendisliğin doğası anlayışlarını ölçme konusunda güvenilir ölçümler yapmaya uygun bir ölçme aracı olduğu ifade edilebilir.

Madde Analizi Çalışmaları

Araştırmanın bu aşamasında ölçeğin 28 maddesi için madde analizi gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, ölçek maddelerinin belirlenmesinde .05 anlamlılık düzeyi referans olarak belirlenmiştir. 28 maddeye ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerlerine Tablo 4'te yer verilmiştir.

Tablo 4. MDAÖ Maddelerine İlişkin Betimsel İstatistik Bulguları

Madde	N	\bar{X}	SS
S1	354	3.61	1.27
S2	354	3.57	1.27
S4	354	3.76	1.36
S7	354	3.44	1.22
S8	354	3.42	1.24
S9	354	3.65	1.32
S10	354	3.68	1.32
S11	354	3.74	1.33
S12	354	3.64	1.28
S13	354	3.42	1.29
S18	354	3.70	1.34
S20	354	3.59	1.33
S22	354	3.67	1.34
S23	354	3.68	1.31
S36	354	3.46	1.32
S38	354	3.60	1.29
S40	354	3.45	1.27
S43	354	3.62	1.28
S44	354	3.47	1.24
S47	354	2.40	1.26
S48	354	3.59	1.30
S53	354	3.64	1.32
S54	354	3.68	1.28
S56	354	3.63	1.28
S57	354	3.41	1.23
S58	354	3.41	1.21
S59	354	3.51	1.23
S60	354	3.47	1.28

Tablo 4'teki MDAÖ'de yer alan 28 maddeye ilişkin betimsel istatistik bulguları incelendiğinde maddelerin ortalaması 2.40 ile 3.76 arasında değiştiği görülmektedir. Standart sapma değerleri incelendiğinde ise 1.21 ile 1.36 arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir.

Madde analizi çalışmasının bir başka aşamasında, ölçeğin deneme formundaki 28 madde için alt-üst grup ortalamaları farkına dayalı (iç tutarlılık ölçütüne dayalı) madde analizi tekniğinden yararlanılmıştır. Bu yöntemle madde seçimi sürecinde katılımcıların ölçekten elde ettikleri puanlar büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır. Yapılan sıralama sonrasında 354 kişilik grubun ilk %27'sini

oluşturan 96 kişi üst grup (ÜG), son %27'sini oluşturan 96 kişi ise alt gruptur (AG). Belirlenmiş olan AG-ÜG'nin ölçekteki maddeler için bağımsız örneklem t testi ile ortalamaları arasındaki fark incelenmiş olup %27'lik alt ve üst gruba ilişkin madde analizi bulguları Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5. %27'lik Alt ve Üst Gruba İlişkin Madde Analizi Sonuçları

Madde No	Üst-Alt Grup	N	\bar{X}	SS	Madde-Toplam Puan Korelasyonu	Alt-Üst Gruplar Arası Farkın t Değeri
S1	ÜG	96	4.45	.72	.820	15.82
	AG	96	2.13	1.24		
S2	ÜG	96	4.37	.83	.788	14.98
	AG	96	2.15	1.19		
S4	ÜG	96	4.74	.67	.845	18.06
	AG	96	2.13	1.25		
S7	ÜG	96	4.15	1.03	.741	12.16
	AG	96	2.19	1.19		
S8	ÜG	96	4.20	.90	.780	15.86
	AG	96	1.97	1.04		
S9	ÜG	96	4.59	.74	.843	19.26
	AG	96	2.01	1.08		
S10	ÜG	96	4.70	.52	.863	21.86
	AG	96	2.01	1.09		
S11	ÜG	96	4.76	.50	.890	22.33
	AG	96	1.99	1.11		
S12	ÜG	96	4.67	.61	.869	20.53
	AG	96	2.04	1.09		
S13	ÜG	96	4.38	.84	.753	15.90
	AG	96	2.10	1.13		
S18	ÜG	96	4.81	.41	.896	26.86
	AG	96	1.87	.99		
S20	ÜG	96	4.67	.61	.866	22.63
	AG	96	1.92	1.02		
S22	ÜG	96	4.74	.50	.870	20.90
	AG	96	2.01	1.17		
S23	ÜG	96	4.72	.51	.870	22.67
	AG	96	1.95	1.07		
S36	ÜG	96	4.35	.87	.893	16.17
	AG	96	2.02	1.11		
S38	ÜG	96	4.63	.64	.780	20.66
	AG	96	2.01	1.07		
S40	ÜG	96	4.38	.77	.862	17.98
	AG	96	1.97	1.06		
S43	ÜG	96	4.63	.60	.831	21.30
	AG	96	2.00	1.04		
S44	ÜG	96	4.45	.67	.884	19.12
	AG	96	1.99	1.06		
S47	ÜG	96	1.45	.60	.840	-19.54
	AG	96	3.97	1.11		
S48	ÜG	96	4.53	.67	-.884	19.09
	AG	96	1.95	1.13		
S53	ÜG	96	4.63	.58	.877	20.04
	AG	96	1.97	1.16		
S54	ÜG	96	4.72	.48	.872	21.52
	AG	96	2.03	1.12		
S56	ÜG	96	4.67	.50	.894	22.26
	AG	96	1.95	1.08		
S57	ÜG	96	4.31	.79	.832	16.20
	AG	96	2.02	1.14		
S58	ÜG	96	4.34	.72	.824	18.10
	AG	96	1.97	1.05		

Madde No	Üst-Alt Grup	N	\bar{X}	SS	Madde-Toplam Puan Korelasyonu	Alt-Üst Gruplar Arası Farkın t Değeri
S59	ÜG	96	4.42	.72	.838	16.76
	AG	96	2.07	1.17		
S60	ÜG	96	4.38	.83	.752	15.52
	AG	96	2.09	1.18		

Yapılan t-testi sonrasında tüm maddelere ilişkin AG-ÜG arasındaki farkın .01 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Buna ek olarak maddelerin madde toplam puan korelasyonuna göre sıralanması ile AG-ÜG ortalamaları arasındaki farkın t değerine göre sıralanması karşılaştırılmıştır. Bu madde analizlerinin sonuçları arasında anlamlı ilişkinin olduğu belirlenmiştir ($r = .826$; $p < .01$). Bu sonucun ise ölçeğin yüksek güvenilirliğe sahip olduğuna bir işaret olduğu görülmektedir. Araştırma kapsamında geliştirilen ortaokul öğrencileri için MDAÖ Ek 1’de sunulmuştur.

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Ölçeğin geliştirilme süreci; literatür taramasının yapılması, görüşmelerin gerçekleştirilmesi, madde havuzunun oluşturulması, uzman görüşlerinin alınması, ölçeğin taslak uygulaması, pilot uygulaması ve geçerlik-güvenirlik çalışmalarının yapılması şeklinde yürütülmüştür. Bu aşamada öncelikle mühendisler ile mesleklerine ilişkin görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Sonrasında alanyazın taramasından yararlanılmıştır. MDAÖ’nün geliştirilmesi aşamasında ölçek AFA için 350 öğrenciye, DFA için 354 öğrenciye uygulanmıştır. MDAÖ’nün toplam varyansın %65.65’ini açıkladığı belirlenmiştir. DFA sonucunda belirlenen model uyum indeksleri ve diğer sonuçların temel ölçütleri iyi düzeyde karşıladığı, yapının ise kuramsal ve istatistiksel açıdan doğrulandığı görülmüştür.

Araştırmanın sonunda 5’li likert tipinde (“Kesinlikle Katılıyorum”, “Katılıyorum”, “Kısmen Katılıyorum”, “Katılmıyorum” ve “Kesinlikle Katılmıyorum”), 28 olumlu madde ve tek faktörden oluşan, Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı .98 olan bir ölçek geliştirilmiştir. Test puanlarının güvenirliği için güvenirlik katsayısının .70 ve üzerinde olması gerekmektedir (Büyüköztürk, 2015). Dolayısıyla güvenirliğe ilişkin elde edilen bulgular, bu ölçeğin ortaokul öğrencilerinin mühendisliğin doğası anlayışlarını ölçme konusunda güvenilir ölçümler yapmaya uygun bir ölçme aracı olduğu ifade edilebilir. Yapılan madde analizlerinin sonuçları da ölçeğin yüksek güvenilirliğe sahip olduğuna işaret etmektedir.

Ulusal alanyazın incelendiğinde ortaokul öğrencileri için mühendislik boyutu içeren fen, teknoloji, matematik ve mühendislik mesleklerine yönelik ilgi ölçeği (Koyunlu Unlu vd., 2016), STEM tutum ölçekleri (Sevim, 2021; Yılmaz vd., 2017), STEM eğitimi özyeterlik inançları ölçeği (Demirbağ vd., 2020), STEM algı testi, STEM tutum testi ölçeği (Gülhan ve Şahin, 2016), fen, mühendislik ve girişimcilik becerileri değerlendirme ölçeği (Özlüeci ve Kayacan Çelebi, 2023) ölçeklerin yer aldığı görülmektedir. Ayrıca doğrudan mühendislik odaklı geliştirilen ya da uyarlama çalışması yapılan ölçeklerin (Aydın vd., 2018) sınırlı olduğu görülmektedir. Yapılan alanyazın incelenmesi sonucunda ortaokul öğrencilerinin mühendis ve mühendisliğe yönelik algıları ile mühendislik tasarım süreçlerinin incelendiği görülürken sahip oldukları mühendisliğin doğası anlayışlarına ilişkin sınırlı sayıda çalışmaya (Aydoğan, 2019; Gök, 2022; İrdem Ağrıman, 2022; Karatas vd., 2011) rastlanılmıştır. Sonuç olarak alanyazındaki eksikliği giderecek bu ölçeğin ortaokul öğrencilerinin mühendisliğin doğası anlayışlarının belirlenebilmesi için kullanılabilir geçerli ve güvenilir bir ölçek olduğu söylenebilir. Yapılacak araştırmalarda maddelerin toplam puanı alınarak kullanılması önerilmektedir. Bir öğrencinin alabileceği en düşük puan 28 iken en yüksek puan 140’tır. Ölçekten 28 - 50.4 aralığında alınan puan öğrencinin çok düşük, 50.4 - 72.8 aralığında alınan puan öğrencinin düşük, 72.8 - 95.2 aralığında alınan puan öğrencinin orta, 95.2 - 117.6 aralığında alınan puan öğrencinin yüksek ve 117.6 - 140 aralığında alınan puan öğrencinin çok yüksek mühendisliğin doğası anlayışına sahip olduğu şeklinde değerlendirilebilir. Ölçeğin ortaokul düzeyindeki farklı örneklem

grupları ile tarama çalışmaları ya da deneysel çalışmalarda kullanılması önerilmektedir. Böylece öğrencilerin sahip oldukları mühendisliğin doğası anlayışlarını etkileyebilecek demografik değişkenler ile öğretimsel değişkenlerin neler olabileceği tespit edilebilir. Bu ölçek öğrencilerin mühendisliğin doğası anlayışlarına ilişkin düzeylerini belirleyecek önemli bir araç olarak işlev görebilir. Elde edilen bulguların derinlemesine araştırmaların yapılabilmesi amacıyla nitel araştırmalara ışık tutacağı düşünülmektedir. Bu ölçek, nitel veri toplama araçlarıyla kullanıldığında, öğrencilerin mühendislik doğası anlayışlarını ve profesyonel gelişimini iyileştirmek amacıyla zengin bir içgörü sağlayabilir. Ayrıca geliştirilen bu ölçek ile belirlenebilecek olan ortaokul öğrencilerinin mühendisliğin doğası anlayışları, ilişkili olabilecek kavramlarla birlikte ele alınarak korelasyonel çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Adams, C. C. (2004). The role of humanities in distinguishing science from engineering design in the minds of engineering students. In Ollis, D. F., Neeley, K. A., Luegenbiehl, H. C. (Eds.), *Liberal education for 21st century engineering: Responses to ABET/EC 2000 criteria* (pp. 91-112). New York: Peter Lang.
- Akbulut, Y. (2010). *Sosyal bilimlerde SPSS uygulamaları (Sık kullanılan istatistiksel analizler ve açıklamalı SPSS çözümleri)*. İstanbul: İdeal Kültür Yayıncılık.
- Antink Meyer, A., & Brown, R. A. (2019). Nature of engineering knowledge. *Science & Education*, 28, 539-559. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00038-0>
- Apedoe, X. S., Reynolds, B., Ellefson, M. R., & Schunn, C. D. (2008). Bringing engineering design into high school science classrooms: The heating/cooling unit. *Journal of Science Education and Technology*, 17(5), 454-465.
- Aswad, N. G., Vidican, G., & Samulewicz, D. (2011). Creating a knowledge-based economy in the United Arab Emirates: Realising the unfulfilled potential of women in the science, technology and engineering fields. *European Journal of Engineering Education*, 36(6), 559-570.
- Ayar, M. C. (2015). First-hand experience with engineering design and career interest in engineering: An informal STEM education case study. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 15(6), 1655-1675.
- Aydın, G., Saka, M., & Guzey, S. (2018). 4-5-6-7. ve 8. sınıf öğrencileri için mühendislik bilgi düzeyi ölçeği. *İlköğretim Online*, 17(2), 750-768. doi 10.17051/ilkonline.2018.419071
- Aydoğan, B. (2019). *The effects of engineering design based instruction on 7th grade students' nature of engineering views and attitudes towards STEM*. (Unpublished doctoral dissertation). Middle East Technical University the Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara.
- Baykul, Y. (2000). *Eğitim ve psikolojide ölçme*. Ankara: ÖSYM Yayınları.
- Bucciarelli, L. (2003). *Engineering philosophy*. The Netherlands: Delft University Press.
- Büyüköztürk, Ş. (2015). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Pegem Akademi, Ankara.
- Büyüköztürk, Ş., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., Demirel, F. ve Kılıç Çakmak, E. (2024). *Eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri* (35. Baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Carpenter, S. (2018). Ten steps in scale development and reporting: A guide for researchers. *Communication Methods and Measures*, 12(1), 25-44. <https://doi.org/10.1080/19312458.2017.1396583>
- Cattell, R. B. (1978). *The scientific use of factor analysis in behavioral and life sciences*. New York: Plenum.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6th Edition). New York: Routledge.
- Cunningham, C. M. (2009). Engineering is elementary. *The Bridge*, 30(3), 11-18.
- Cunningham, C. M., Lachapelle, C., & Lindgren-Streicher, A. (2005, June). Assessing elementary school students' conceptions of engineering and technology. In *2005 Annual Conference* (pp. 10.227.1 - 10.227.10). Portland, OR.
- Çakmak, B., Bilen, K., & Taner, M. S. (2019). Ortaokul öğrencilerinin mühendis ve mühendislik algıları. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 3(1), 32-43. DOI: 10.35346/aod.559599

- Çil, E., & Özlen, S. (2019). Beşinci sınıf öğrencilerinin mühendis ve mühendislik algılarının incelenmesi. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(4), 1272-1287. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2020..-408610>
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., & Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve LISREL uygulamaları*. Ankara: Pegem Akademi.
- Daugherty, J. (2012). Infusing engineering concepts: Teaching engineering design. *National Center for Engineering and Technology Education*, Paper 170, 1-11.
- Davis, M. (1991). Thinking like an engineer: The place of a code of ethics in the practice of a profession. *Philosophy and Public Affairs*, 20, 150-167.
- 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. doi: 10.21031/epod.675240
- Deniz, H., Kaya, E., Yesilyurt, E., & Trabia, M. (2020). The influence of an engineering design experience on elementary teachers' nature of engineering views. *International Journal of Technology and Design Education*, 30, 635-656. <https://doi.org/10.1007/s10798-019-09518-4>
- DeVellis, R. F. (2017). Ölçek geliştirme: Kuram ve uygulamalar. T. Totan (Çev.), *Ölçek geliştirme ilkeleri*, içinde (s. 73-114). Ankara: Nobel Akademi Yayıncılık.
- Dülger, G., & Karahan Okuroglu, G. (2024). Development of safe blood transfusion self-efficacy scale for nurses: Validity and reliability study. *Transfusion and Apheresis Science*, 63(5), 103984. <https://doi.org/10.1016/j.transci.2024.103984>
- Dym, C. L. (1994). *Engineering design: a synthesis of views*. New York: Cambridge University Press.
- Dym, C. L. (1999). Learning engineering: Design, languages, and experiences. *Journal of Engineering Education*, 88(2), 145-148.
- Dym, C. L., Agogino, A. M., Eris, O., Frey, D. D., & Leifer, L. J. (2005). Engineering design thinking, teaching, and learning. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 103-120.
- Ergün, A. (2018). Türk ortaokul öğrencilerinin mühendislik ve teknoloji algıları: sınıf düzeyi ve cinsiyetin etkisi. *Journal of Human Sciences*, 15(4), 2567-2673. doi: 10.14686/jhs.v15i4.5260
- Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J. S., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1081-1110.
- Frehill, L. M. (1997). Education and occupational sex segregation: The decision to major in engineering. *The Sociological Quarterly*, 38(2), 225-249.
- George, D. & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference*. Boston: Allyn & Bacon, USA.
- Gibbin, R. D., & Davis, L. A. (Eds.). (2002). *Raising public awareness of engineering*. Washington: National Academies Press.
- Gibbons, S. J., Hirsch, L. S., Kimmel, H., Rockland, R., & Bloom, J. (2004, October). Middle school students' attitudes to and knowledge about engineering. In *International Conference on Engineering Education* (pp. 1-6). Gainesville, FL.
- Gorsuch, R. L. (1983). *Factor analysis*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Gottfredson, L. S. (2002). Gottfredson's theory of circumscription, compromise, and self-creation. *Career Choice and Development*, 4, 85-148.
- Gök, N. (2022). *Ortaokul öğrencilerinin STEM'e karşı tutumları ve mühendisliğin doğasına yönelik görüşleri*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Antalya.
- Gülhan, F., & Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 602-620. Doi:10.14687/ijhs.v13i1.3447
- Hartman, B. D. (2016). *Aspects of the nature of engineering for K-12 science education: A Delphi study*. (Unpublished doctoral dissertation). Oregon State University, USA.

- Hatcher L. (1994). *A step-by-step approach to using the SAS system for factor analysis and structural equation modeling*. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Hester, K., & Cunningham, C. M. (2007, June). Engineering is elementary: An engineering and technology curriculum for children. In *American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition* (p. 12.639.1). Honolulu, HI.
- Hutcheson, G., & Sofroniou, N. (1999). *The multivariate social scientist*. London: Sage Publications, Inc.
- İlhan, N., Şekerci, A. R., Sözbilir, M., & Yıldırım, A. (2013). Eğitim araştırmalarına yönelik öğretmen tutum ölçeğinin geliştirilmesi: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4(8), 31-57.
- International Technology Educating Association [ITEA]. (2007). *Standards for technological literacy: Content for the study of technology*. www.iteaconnect.org/TAA/PDFs/xstnd.pdf
- İrdem Ağrıman, N. (2022). *Investigation of science teachers' nature of engineering views*. (Unpublished master thesis). Middle East Technical University The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara.
- Karatas, F. O. (2009). *First-year engineering students' views of the nature of engineering* (Unpublished doctoral dissertation). Purdue University Graduate School, USA.
- Karatas, F. O., Goktas, Y., & Bodner, G. M. (2010, November). An argument about nature of engineering (NOE) and placing the NOE into engineering education curriculum. In *Proceedings of Turkey's Vision 2023 Conference Series: International Engineering Education Conference* (pp. 4-6). Antalya, Turkey.
- Karatas, F. O., Micklos, A., & Bodner, G. M. (2011). Sixth-grade students' views of the nature of engineering and images of engineers. *Journal of Science Education and Technology*, 20, 123-135. <https://doi.org/10.1007/s10956-010-9239-2>
- Karataş, F. Ö., Bodner, G. M., & Unal, S. (2015). First-year engineering students' views of the nature of engineering: Implications for engineering programmes. *European Journal of Engineering Education*, 41(1), 1-22. [doi:10.1080/03043797.2014.1001821](https://doi.org/10.1080/03043797.2014.1001821)
- Kline, R. B. (1994). *An easy guide to factor analysis*. New York: Routledge.
- Knight, M., & Cunningham, C. (2004). Draw an engineer test (DAET): Development of a tool to investigate students' ideas about engineers and engineering. *ASEE Annual Conference Proceedings*, In (pp. 4079-4089). Salt Lake City, UT.
- Koen, B. V. (2003). *Discussion of the method*. New York: Oxford University Press.
- Koyunlu Unlu, Z., Dokme, I., & Unlu, V. (2016). Adaptation of the science, technology, engineering, and mathematics career interest survey (STEM-CIS) into Turkish. *Eurasian Journal of Educational Research*, 63, 21-36. <http://dx.doi.org/10.14689/ejer.2016.63.2>
- Lewin, D. (1983). Engineering philosophy: The third culture. *Leonardo*, 16(2), 127-132.
- Marulcu, I., & Barnett, M. (2013). Fifth graders' learning about simple machines through engineering design-based instruction using LEGO™ materials. *Research in Science Education*, 43(5), 1825-1850.
- Matthews, C. (1998). *Case studies in engineering design*. London: Arnold.
- McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2006). *Research in education: Evidence-based inquiry* (sixth Ed.). Boston: Pearson.
- Mehalik, M., Doppelt, Y., & Schunn, C. D. (2008). Middle school science through design based learning versus scripted inquiry: Better overall science concept learning and equity gap reduction. *Journal of Engineering Education*, January, 97(1), 71-86.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2017). *Fen bilimleri dersi taslak öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2024). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. <https://mufredat.meb.gov.tr/>
- Mitcham, C. (1998). The importance of philosophy to engineering. *Teorema: Revista Internacional de Filosofia*, 17(3), 27-47.

- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and Integration of Engineering in K-12 STEM Education. J. Strobel, S. Purzer, & M. Cardella (Eds.), In *Engineering in precollege settings: Research into practice*, (pp. 35-60). Rotterdam, the Netherlands: Sense Publishers.
- Oware, E. A. (2008). *Examining elementary students' perceptions of engineers*. (Unpublished doctoral dissertation), Purdue University, USA.
- Oware, E. A., Capobianco, B. M., & Diefes-dux, H. A. (2007, October). Young children's perceptions of engineers before and after a summer engineering outreach course. In *37th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference (S2B-3-S2B-8)*. Milwaukee, WI. doi: 10.1109/FIE.2007.4417814.
- Özlülecı, M., & Kayacan Çelebi, K. (2023). Fen, mühendislik ve girişimcilik becerileri değerlendirme ölçeği: Geçerlilik ve güvenilirlik çalışması. *Millî Eğitim*, 52 (Özel Sayı), 493-512. DOI: 10.37669/milliegitim.1309131
- Pallant, J. (2016). *SPSS kullanma kılavuzu*. (S. Balcı & B. Ahi, Çev.). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Park, K. & Lee, H. (2014). Elementary students' perceived images of engineers. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 35(5), 375-384. <http://dx.doi.org/10.5467/JKESS.2014.35.5.375>
- Powell, A., Dainty, A., & Bagilhole, B. (2012). Gender stereotypes among women engineering and technology students in the UK: Lessons from career choice narratives. *European Journal of Engineering Education*, 37(6), 541-556.
- Ringwood, J. V., Monaghan, K., & Maloco, J. (2005). Teaching engineering design through Lego® Mindstorms™. *European Journal of Engineering Education* 30(1), 91-104.
- Robinson, T., Kirn, A., Amos, J., & Chatterjee, I. (2023). The effects of engineering summer camps on middle and high school students' engineering interest and identity formation: A multi-methods study. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 13(2), Article 6. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1351>
- Rogers, C., & Portsmore, M. (2004). Bringing engineering to elementary school. *Journal of STEM Education*, 5(3), 17-28.
- Rogers, G. F. C. (1983). *The nature of engineering*. London: Macmillan International Higher Education.
- Ropohl, G. (2002). Mixed prospects of engineering ethics. *European Journal of Engineering Education*, 27(2), 149-155.
- Schermelleh Engel, K., Moosbrugger, H., & Müller, H. (2003). Evaluating the fit of structural equation models: Tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures. *Methods of psychological research online*, 8(2), 23-74.
- Sevim, K. (2021). *Ortaokul öğrencilerinin stem tutumları ile mühendislik bilgi düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Uşak Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Uşak.
- Sharma, S., & Kumar, A. (2006). Cluster analysis and factor analysis. In R. Grover, & M. Vriens (Eds.), *The handbook of marketing research: Uses, misuses, and future advances* (pp. 365-393). Thousand Oaks: Sage Publications, Inc.
- Streiner, D. L., Norman, G. R., & Cairney, J. (2015). *Health measurement scales: a practical guide to their development and use* (5th ed.). Oxford, UK: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/med/9780199685219.001.0001>
- Vincenti, W. G. (1990). *What engineers know and how they know it: Analytical studies from aeronautical history (Johns Hopkins studies in the history of technology)*. Baltimore, MD: The Johns Hopkins University Press.
- Wendell, K. B., & Lee, H. S. (2010). Elementary students' learning of materials science practices through instruction based on engineering design tasks. *Journal of Science Education and Technology*, 19(6), 580-601.
- Wulf, W. A. (2002). The urgency of engineering education reform. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 3(3), 3-9.
- Yaman, S., Sarışan Tungaç, A., & Bal İncebacak, B. (2019). STEM eğitimine yönelik umut ve hedefler ölçeği uyarlaması: Geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Kastamonu Education Journal*, 27(3), 1257-1271. doi:10.24106/kefdergi.3022
- Yılmaz, H., Yiğit Koyunkaya, M., Güler, F., & Güzey, S. (2017). Fen, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM) eğitimi tutum ölçeğinin Türkçe'ye uyarlanması. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 25(5), 1787-1800.

Extended Abstract

Introduction

As a result of the literature review, it was observed that studies mainly focused on secondary school students' perceptions of engineers and engineering, as well as their engineering design processes. However, only a limited number of studies were found on their understanding of the nature of engineering (Aydoğan, 2019; Gök, 2022; İrdem Ağrıman, 2022; Karatas et al., 2011). Though, it is thought that the interest of secondary school students, who are in a critical period in terms of their professional careers, towards the engineering profession in science education should be increased. Nevertheless, in this process, it is thought that students need to know the nature of engineering very well in order to be happy and successful in their possible future engineering careers. Therefore, it is important to determine secondary school students' understanding of the nature of engineering. However, a measurement tool that is necessary within the scope of this research and can determine secondary school students' understanding of the nature of engineering has not been found in the literature. In this research, the Nature of Engineering Understanding Scale (NEUS) was developed for secondary school students.

Method

The research is a scale development study. In this study, which was approached with a descriptive approach, the scanning model was used. The pilot form of the developed scale was applied to a total of 704 students studying in secondary schools in a district of a metropolitan city in the Marmara Region of Turkey. Convenient sampling method was used to select the participants. In the study, secondary school students in two different groups for Exploratory Factor Analysis (EFA) and Confirmatory Factor Analysis (CFA) voluntarily participated in the study. During the development phase of the scale, the scale was applied to 350 students for EFA and to 354 students for CFA.

The steps of the scale development process have been identified as conducting interviews, performing a literature review, creating an item pool, consulting expert opinions, implementing a draft version of the scale, conducting a pilot study, and carrying out validity and reliability analyses. In the process of creating the items of the NEUS, interviews were held with five engineers. During the interviews, five questions were asked to the engineers in order to understand the nature of engineering. After the interviews, a literature review on the nature of engineering, engineering education, STEM education (Antink Meyer and Brown, 2019; Deniz et al., 2020; Hartman, 2016; Karatas, 2009; Karatas et al., 2010; Karatas et al., 2011; Karataş et al., 2015). As a result of the data obtained from the interviews and literature review, an item pool of 95 questions was created, 64 of which were positive and 31 were negative. In consequence of the corrections made and the removal of items as a result of expert opinion, the number of items in the scale was reduced to 60. A five-point Likert-type rating was used for the statements in the scale. These ratings are "Strongly Agree", "Agree", "Partly Agree", "Disagree" and "Strongly Disagree".

Findings

The opinions of seven experts were taken regarding the suitability and accuracy of the items and dimensions within the scope of the scale. Then, the necessary actions were taken by taking into account the suggestions and corrections obtained from experts who conducted studies on the content of the scale and who were proficient in measurement and evaluation and a language expert. The number of items decreased from 95 to 60. The final version of the 60-item scale was administered to 704 secondary school students.

Firstly, EFA was performed to test the construct validity of NEUS. Construct validity testing was performed on the data set consisting of the responses of 350 students to the 60-item NEUS trial form, and principal component analysis and varimax rotation techniques were used to better visualize the resulting structure. It seems to be close to gathering in one dimension. It was determined that the total variance explained was 65.65%.

The eigenvalues of the items were examined from the rotated component matrix, and 32 items that were located in more than one dimension and/or whose eigenvalue was below 0.40 were respectively removed from the scale and the analyzes were repeated. After 32 items were removed from the scale, principal component analysis was

conducted again with the 28 items deemed appropriate to remain. When the eigenvalue slope plot is examined, it is seen that the scale items are collected in a single dimension. All 28 items in the final scale consist of positive items, and the eigenvalues of the items vary between .70 and .87.

CFA was conducted to show which factor the scale was related to at what level and to test whether its unidimensional structure was confirmed. As a result of CFA, it was determined that the fit indices were within the appropriate reference range. Therefore, all findings confirm the factor structure of NEUS. As a result of all the findings obtained, it was confirmed that the developed scale contained 28 positive items and had a unidimensional structure. In line with EFA and expert opinions, it was concluded that it was appropriate to take the total score obtained from the scale items.

Result and Discussion

At the end of the research, a 5-point Likert type scale was developed, consisting of 28 positive items and a single factor, with a Cronbach Alpha reliability coefficient of .98. A reliability coefficient of .70 and above is sufficient (Büyüköztürk, 2015). Therefore, the findings regarding reliability can be stated that this scale is a measurement tool suitable for making reliable measurements in measuring secondary school students' understanding of the nature of engineering.

As a result, it can be said that this scale, which will fill the gap in the literature, is a valid and reliable scale that can be used to determine secondary school students' understanding of the nature of engineering. It is recommended to use the total score of the items in future studies. The lowest score a student can get is 28, while the highest score is 140.

Araştırmanın Etik İzinleri

Yapılan bu çalışmada "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi" kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler" başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

Etik değerlendirmeyi yapan kurul adı: Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimler Enstitüsü Araştırma ve Yayın Etik Kurulu

Etik değerlendirme kararının tarihi: 15.09.2021

Etik değerlendirme belgesi sayı numarası: 142017

Ek 1. Ortaokul Öğrencilerine Yönelik Mühendisliğin Doğası Anlayışı Ölçeği

Madde No	Madde	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kısmen Katılıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
1	Mühendislik uygulamaları toplumun ihtiyaçlarından etkilenir.	①	②	③	④	⑤
2	Mühendisler bilimsel bilgileri kullanırlar.	①	②	③	④	⑤
3	Mühendislik çözüm üretirken insanların ihtiyaçlarını dikkate alır.	①	②	③	④	⑤
4	Mühendislik ürünleri değişebilir.	①	②	③	④	⑤
5	Mühendisler ürün oluştururken eski çalışma sonuçlarından yararlanırlar.	①	②	③	④	⑤
6	Mühendisler karar verirken diğer kişilerin fikirlerini de dikkate alırlar.	①	②	③	④	⑤
7	Mühendislikte bir soruna birden fazla çözüm yolu bulunabilir.	①	②	③	④	⑤
8	Mühendisler tasarladıkları ürünlerin denemelerini yaparlar.	①	②	③	④	⑤
9	Mühendislikte deneyimlerden faydalanılarak ürün oluşturulur.	①	②	③	④	⑤
10	Mühendisliğin hedefinde insanların istekleri vardır.	①	②	③	④	⑤
11	Mühendisler problemleri çözmek için yeni fikirler üretmelidirler.	①	②	③	④	⑤
12	Mühendisler toplumdaki gelişmeleri takip ederler.	①	②	③	④	⑤
13	Mühendislik yaratıcılık sonucunda ürün ortaya koyar.	①	②	③	④	⑤
14	Mühendislik ürünleri yaşantımızı kolaylaştırmak için tasarlanır.	①	②	③	④	⑤
15	Mühendislikte görselliğe önem verilir.	①	②	③	④	⑤
16	Mühendislerin tasarımları ihtiyaçlara bağlı olarak değişebilir.	①	②	③	④	⑤
17	Mühendisler bir ürünü tasarlamak için birçok bilim dalı ile ilgili bilgi sahibi olması gerekir.	①	②	③	④	⑤
18	Mühendisler sistemli çalışırlar.	①	②	③	④	⑤
19	Mühendislik çözümleri belirli kriterlere göre değerlendirilir.	①	②	③	④	⑤
20	Mühendislik sorun çözmeyi gerektirir.	①	②	③	④	⑤
21	Mühendislik tasarımları ekip çalışması sonucunda ortaya çıkar.	①	②	③	④	⑤
22	Mühendislik çözümleri insanlar için faydalı olmalıdır.	①	②	③	④	⑤
23	Mühendisler ürün oluştururken farklı düşünceleri bir araya getirirler.	①	②	③	④	⑤
24	Mühendisler yaşadıkları toplumu gözlemleyerek tasarımlarını ortaya çıkarırlar.	①	②	③	④	⑤
25	Mühendislik farklı bilim dallarıyla benzer özelliklere sahip olabilir.	①	②	③	④	⑤
26	Mühendislikte önceki ürünler göz önünde bulundurularak ürün tasarlanır.	①	②	③	④	⑤
27	Mühendislik diğer bilim dallarından farklı özellikler içerebilir.	①	②	③	④	⑤
28	Mühendisler gerçek yaşam problemlerini çözerler.	①	②	③	④	⑤