



DOI: 10.18039/ajesi.1429133

Anatolian Preschool Mathematics Skills Scale: A Validity and Reliability Study¹

Serap ERDOĞAN², Nurbanu PARPUCU³, Murat AKYILDIZ⁴, Abdulhamit KARADEMİR⁵,
Hüseyin Bahadır YANIK⁶, Ümran ALAN⁷, Alper Tolga KUMTEPE⁸

Date Submitted: 31.01.2024 **Date Accepted:** 24.12.2024 **Type⁹:** Research Article

Abstract

Introducing children to quality mathematical experiences in the early years is extremely important in creating a solid foundation to support their later academic success. According to the results of PISA, which is evaluated every three years, Türkiye continues to rank behind the Organization of Economic Cooperation and Development (OECD) countries in the subject area of mathematical literacy. As in all levels of education, measurement and evaluation studies are necessary to determine the effectiveness of early childhood mathematics education, to monitor student development in the process, to evaluate the success of the program/curriculum, to identify deficiencies and to evaluate teaching methods and techniques. Because the data obtained provide important information about children's mathematical development and help educators make instructional decisions, these results have revealed the need for measurement tools related to children's mathematical literacy in the early years in Türkiye. Therefore, this study aimed to conduct validity and reliability studies of the ANOMAT Skill Scale developed to measure the mathematical skills of 36-85 month-old children. In this context, a total of 471 children from families with lower, middle, and upper socio-economic status in Eskişehir province, who were selected using stratified sampling, participated in the study. The construct validity of the ANOMAT Skill Scale was tested with confirmatory factor analysis, and McDonald's Omega and Cronbach's Alpha (Alpha ordinal) reliability coefficients of the factors were calculated. As a result of the research, it was determined that the ANOMAT Skill Scale is a valid and reliable measurement tool that can give a general mathematical skill score and can be applied as four independent factors and 28 independent sub-factors. The results showed that the ANOMAT Skill Scale, consisting of 156 items in the subscales of numbers, operations, measurement, and geometry, is a valid and reliable tool for measuring the early mathematics skills of 36-85-month-old children.

Keywords: mathematics skill, mathematics education, mathematics scale, preschool education, validity and reliability study

Cite: Erdoğan, S., Parpucu, N., Akyıldız M., Karademir, A., Yanık, H. B., Alan Ü. & Kumtepe, A.T. (2025). Anatolian preschool mathematics skills scale: A validity and reliability study. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 15(1), 25-54. <https://doi.org/10.18039/ajesi.1429133>



¹ This study was supported by Anadolu University Scientific Research Projects under the Publication and Research Incentive Project type with the number 2008E104 (01.12.2020-08.12.2023).

² Prof. Dr. Anadolu University, Faculty of Education, Early Childhood Education Department, Türkiye, serape@anadolu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-6149-4460>

³ Assoc. Prof., Anadolu University, Faculty of Education, Early Childhood Education Department, Türkiye, nurbanuparpucu@anadolu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-4544-3927>

⁴ Assoc. Prof., Anadolu University, Faculty of Open Education, Informal Education Department, Türkiye, muratakildiz@anadolu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-5069-0132>

⁵ Assoc. Prof., Mus Alparslan University, Faculty of Education, Early Childhood Education Department, Türkiye, hamit_kara@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3062-8547>

⁶ Prof. Dr., Anadolu University, Faculty of Education, Mathematics Education Department, Türkiye, hbyanik@anadolu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-7769-2306>

⁷ Assoc. Prof., Anadolu University, Faculty of Education, Early Childhood Education Department, Türkiye, ualan@anadolu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-4588-8405>

⁸ Prof. Dr., Anadolu University, Faculty of Open Education, Audio-Visual Techniques and Media Production Department, Türkiye, atikumtepe@anadolu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-2456-6338>

⁹ This research study was conducted with Research Ethics Committee approval of Anadolu University, dated 24.06.2020 and issue number 33432.



DOI: 10.18039/ajesi.1429133

Anadolu Okul Öncesi Matematik (ANOMAT) Beceri Ölçeğinin Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması¹

Serap ERDOĞAN², Nurbanu PARPUCU³, Murat AKYILDIZ⁴, Abdulhamit KARADEMİR⁵, Hüseyin Bahadır YANIK⁶, Ümran ALAN⁷, Alper Tolga KUMTEPE⁸

Gönderim Tarihi: 31.01.2024 **Kabul Tarihi:** 24.12.2024 **Türü⁹:** Araştırma Makalesi

Öz

Erken yıllarda çocukların nitelikli matematiksel yaşantılarla buluşturulması ileriki yıllarda akademik başarılarını destekleyecek güçlü bir zemin oluşturulmasında son derece önemlidir. Üçer yıllık dönemler halinde değerlendirilmesi yapılan PISA sonuçlarına göre Türkiye, değerlendirmeye katılan Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü [Organisation of Economic Cooperation and Development] (OECD) ülkeleri arasında matematik okuryazarlığı alanında arka sıralarda yer almaya devam etmektedir. Ölçme ve değerlendirme çalışmaları, her eğitim kademesinde olduğu gibi erken çocukluk dönemi matematik eğitiminin etkililiği belirlemek, süreçteki öğrenci gelişimini izlemek, program/müfredat başarısını değerlendirmek, eksiklikleri tespit etmek ve öğretim yöntem-tekniklerin değerlendirilmesi için gereklidir. Çünkü elde edilen veriler çocukların matematiksel gelişimi hakkında önemli bilgiler sağlar ve öğretimsel karar vermede eğitimcilerle rehberlik eder. Bu sonuçlar ülkemizde erken yıllarda çocukların matematik okuryazarlığına ilişkin ölçme araçlarına olan ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Bu nedenle araştırmanın amacı, 36-85 aylık çocukların matematik becerilerini ölçmek için geliştirilen ANOMAT Beceri Ölçeği'nin geçerlik ve güvenilirlik çalışmalarını yapmaktır. Bu kapsamda, Eskişehir ilinde alt, orta ve üst sosyo-ekonomik yapıya sahip ailelerden tabakalı örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenen toplam 471 çocuk araştırmaya katılmıştır. Doğrulayıcı faktör analiziyle ANOMAT Beceri Ölçeği'nin yapı geçerliliği test edilmiş, faktörlerin McDonald's Omega ve Cronbach Alfa (Alpha ordinal) güvenilirlik katsayıları hesaplanmıştır. Araştırma sonucunda, ANOMAT Beceri Ölçeği'nin genel bir matematik becerisi puanı verebilen hem de dört bağımsız faktörlü ve 28 bağımsız alt faktörlü olarak uygulanabilecek geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar, sayılar, işlem, ölçme ve geometri alt boyutlarında toplam 156 maddeden oluşan ANOMAT Beceri Ölçeği'nin 36-85 aylık çocukların erken matematik becerilerinin ölçümünde geçerli ve güvenilir bir araç olduğunu göstermiştir.

Anahtar kelimeler: okul öncesi eğitimi, matematik becerisi, matematik eğitimi, matematik ölçeği, geçerlik güvenilirlik çalışması

Atıf: Erdoğan, S., Parpucu, N., Akyıldız M., Karademir, A., Yanık, H. B., Alan Ü. & Kumtepe, A.T. (2025). Anadolu okul öncesi matematik (anomat) beceri ölçeğinin geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 15(1), 25-54. <https://doi.org/10.18039/ajesi.1429133>

¹ Bu çalışma Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri kapsamında 2008E104 numarasıyla Yayın ve Araştırma Teşvik Projesi türünde desteklenmiştir (01.12.2020- 08.12.2023).

² (Sorumlu yazar) Prof. Dr., Anadolu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Okul Öncesi Eğitimi Anabilim Dalı, Türkiye, serape@anadolu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-6149-4460>

³ Doç. Dr., Anadolu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Okul Öncesi Eğitimi Anabilim Dalı, Türkiye, nurbanuparpucu@anadolu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-4544-3927>

⁴ Doç. Dr., Anadolu Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi, Yaygın Eğitim Anabilim Dalı, Türkiye, muratakildiz@anadolu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-5069-0132>

⁵ Doç. Dr., Muş Alparslan Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Okul Öncesi Eğitimi Anabilim Dalı, Türkiye, hamit_kara@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3062-8547>

⁶ Prof. Dr., Anadolu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı, Türkiye, hbyanik@anadolu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-7769-2306>

⁷ Doç. Dr., Anadolu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Okul Öncesi Eğitimi Anabilim Dalı, Türkiye, ualan@anadolu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-4588-8405>

⁸ Prof. Dr., Anadolu Üniversitesi, Açık Öğretim Fakültesi, Görsel-İşitsel Teknikler ve Medya Yapımcılığı Anabilim Dalı, Türkiye, atkumtepe@anadolu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-2456-6338>

⁹ Bu çalışma Anadolu Üniversitesi'nin 24.06.2020 tarih ve 33432 sayılı Etik Kurul Onayı alınarak gerçekleştirilmiştir.

Giriş

Erken matematik eğitimi, erken çocukluk öğreniminin önemli bir bileşenidir ve uzun vadede çocukların akademik başarıları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Duncan vd., 2007). Çocukların matematiksel kavramları anlama, kullanma ve uygulama becerileri matematik okuryazarlığı ile ifade edilir. Erken matematik okuryazarlığı, sayılar, şekiller, örüntüler ve temel aritmetik işlemler gibi temel matematiksel bilgilerin yanı sıra, problem çözme ve mantıksal düşünme yeteneklerini de içerir (OECD, 2013). Bu okuryazarlık, çocukların günlük yaşamlarında karşılaştıkları matematiksel durumları anlamalarını ve çözmelerini sağlar, böylece matematiksel düşünme becerileri erken yaşlardan itibaren gelişir. Araştırmalar, okul öncesi yıllarda matematik alanında sağlam temellerin atılmasının ileriki yıllarda daha yüksek test puanları, daha iyi notlar ve gelişmiş problem çözme becerileri gibi daha iyi akademik sonuçlara yol açabileceğini tutarlı bir şekilde göstermektedir (Clements ve Sarama, 2011). Örneğin, Ulusal Eğitim Araştırmaları Merkezi tarafından yapılan bir araştırmada, okul öncesi dönemde erken matematik eğitimi alan çocukların ileriki yıllarda standart matematik başarı testlerinde daha yüksek puan alma olasılıklarının daha yüksek olduğu bulunmuştur (Nores ve Barnett, 2005). Claessens ve Engel'in (2013) araştırmasına göre, okul öncesi dönemde nitelikli matematik eğitimi alan çocukların, bu tür bir eğitim almayan akranlarına kıyasla daha iyi problem çözme becerileri olduğu ve matematiksel kavramları daha güçlü bir şekilde anladıkları görülmüştür. Dolayısıyla erken yıllarda çocukların verimli matematiksel yaşantılarla buluşturulması ileriki yıllarda akademik başarılarını destekleyecek güçlü bir zemin oluşturulmasında son derece önemlidir. Aynı zamanda erken çocukluk dönemi matematik alanında yaşanan problemler ile ilkökul ve sonrasında matematik derslerindeki başarısızlık ve hatta genel okul başarısızlığı arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır (Bowman vd., 2001). Baroody ve diğerlerinin (2006) çalışmasında, erken yaşlardan itibaren matematik eğitiminin önemine dikkat çekildiği ve yetişkinlerin çocuklara olabildiğince zengin matematiksel deneyimler sunmasının vurgulandığı görülmektedir. Bunun aksine yayımlanan raporlarda, yaşantısal ve deneyimsel olarak matematiksel açıdan yoksun bir ortamın matematik başarısı üzerinde kalıcı bir etkisi olduğu ve sosyoekonomik gruplar arasındaki matematik performansındaki eşitsizlikleri artırdığı belirtilmiştir (NRC, 2009). Araştırmalar, erken yaşlarda yüksek kaliteli matematik eğitimi almayan çocukların, daha sonraki matematiksel başarı için gerekli olan temel becerileri ve bilgileri geliştirme olasılıklarının daha düşük olduğunu göstermektedir (Atweh vd., 2011; Duncan vd., 2007; Knaus, 2017). Erken yıllarda yeterli matematiksel yaşantı desteği olmadan, çocukların istedik şekilde yetiştirilmesinin mümkün olmadığı ve bu durumda çocukların eğitim yaşantıları boyunca matematiksel kavramlar ve prosedürlerle mücadele edecekleri öngörülmektedir (Sarama ve Clements, 2009). Diğer yandan erken yaşlarda matematik konusunda yetersiz eğitim alan çocukların ilerleyen süreçlerde matematik kaygısı geliştirme ve matematiğe karşı olumsuz bir tutum geliştirme riski altında olduğu bulunmuştur (Kilpatrick vd., 2001). Ayrıca ilgili çalışmada bu tür tutum ve kaygıların müdahale edilmediği takdirde ilerleyen yıllarda da devam edebileceği ve çocukların matematiksel gelişimi üzerinde kalıcı olumsuz etkiler bırakabileceği sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla bu sonuçlar değerlendirildiğinde, erken çocukluk matematik eğitiminin çocukların gelecekteki matematiksel gelişimlerinde ve başarılarında çok önemli bir rol oynadığı açıktır.

Problem Durumu

Araştırmalar, erken yaşlarda tutarlı ve nitelikli matematik eğitiminin, çocukların temel beceri ve bilgilerini geliştirmelerinde, ayrıca matematiğe ilişkin olumsuz tutum ve kaygılardan

kaçınmalarında önemli olduğunu göstermektedir (Geist, 2015; Karip ve Sunar, 2021). Aynı zamanda, bu dönemdeki yetersiz matematik eğitiminin performans eşitsizlikleri ve kalıcı olumsuz etkiler yaratabileceği vurgulanmaktadır. Bu bulgular, çocuklara erken yaşlarda yüksek kaliteli matematik eğitimi sunmanın önemini ortaya koymaktadır.

Erken çocukluk döneminde alınan nitelikli matematik eğitiminin ileriki eğitim basamaklarına olumlu etkileri göz önüne alındığında, bu eğitimin Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) ve Uluslararası Matematik ve Bilim Çalışmalarındaki Trendler (TIMSS) gibi uluslararası değerlendirme araştırmalarındaki matematik performansını da olumlu yönde etkileyebileceği öngörülmektedir. PISA ve TIMSS, çeşitli konulardaki bilgi ve becerileri ölçen uluslararası değerlendirmelerdir ve okul öncesi dönem matematik becerileri ile daha sonraki akademik başarı arasındaki ilişki hakkında bilgi sağlar. Örneğin, araştırmalar, erken çocukluk eğitime sahip çocukların PISA ve TIMSS matematik değerlendirmelerinde daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymuştur (Baroutsis ve Lingard, 2017; Karip ve Sunar, 2021).

Bu sonuçlar okul öncesi eğitimde yüksek kaliteli matematik eğitimi alan çocukların ileriki yıllarda daha ileri matematikle başa çıkmak için daha donanımlı olduklarını göstermektedir (OECD, 2017). Başka bir araştırmada ise okul öncesi eğitimi alan çocukların PISA matematik değerlendirmelerinde almayan akranlarına göre daha yüksek puan alma olasılıklarının daha yüksek olduğu bulunmuştur (Lehrl vd., 2016). Bu sonuç ise okul öncesi eğitimin çocuklara akademik kariyerlerinde matematik ve diğer konularda başarılı olmaları için gereken temeli sağlayabileceğini göstermektedir (OECD, 2017). Genel olarak değerlendirildiğinde; PISA ve TIMSS gibi sınavlarla ölçülen okul öncesi dönemde sunulan nitelikli matematik eğitimi ile sonraki akademik başarı arasında güçlü bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır (Karip ve Sunar, 2021). Üçer yıllık dönemler halinde uygulanan ve her dönem matematik okuryazarlığı, fen okuryazarlığı ve okuma becerileri konu alanlarından birine ağırlık verilerek gerçekleştirilen PISA sonuçlarına göre Türkiye, değerlendirmeye katılan Organisation of Economic Cooperation and Development (OECD) ülkeleri arasında matematik okuryazarlığı konu alanında 2003, 2006, 2009, 2012 ve 2015 ve 2018 yıllarında sıralamada OECD ortalamasının altında kalarak arka sıralarda yer almıştır (Alan, 2014; Milli Eğitim Bakanlığı Eğitim Araştırma ve Geliştirme Dairesi (MEB-EARGED), 2004; MEB-EARGED, 2007; MEB-EARGED, 2019). Bu olumsuz tabloya istinaden eğitim politikalarında farklı uygulamalar hayata geçirilmiştir. Örneğin Türkiye’de “Matematik Seferberliği” adında bir hareket 2022 yılı ikinci yarısından itibaren yürürlüğe alınmıştır. Matematik Seferberliği, Matematik Seferberliği, Türkiye’de matematik eğitiminde bir reforma ihtiyaç duyulduğuna inanan bir grup matematik öğretmeni, eğitim uzmanı ve araştırmacı tarafından matematik eğitiminin kalitesini artırmak amacıyla başlatılan bir matematik eğitimi hareketidir (MEB, 2022). Bu çağrıyla, küçük büyük tüm yaş grubundaki --her eğitim düzeyinde- öğrenciler için daha ilgi çekici ve gelişim özelliklerine uygun bir şekilde matematik öğretimini teşvik etmek ve Türk öğrencilerin gelecekteki başarıları için matematik eğitiminin önemine dikkat çekmek amaçlanmıştır. Farklı uygulamalar ve matematik atölyeleri gibi yaparak yaşayarak öğrenmeyi destekleyici bu seferberlik, matematik eğitimi alanında ihtiyaç duyulan desteği fark eden Millî Eğitim Bakanlığı (MEB), öğretmenler, veliler ve genel kamuoyundan önemli ilgi ve destek görmüştür. Bu girişim, ülkede matematik eğitimi iyileştirmeyi amaçlayan çeşitli programlarla yürütülmeye devam etmektedir. Matematik Seferberliği gibi bir politikanın izlenmesinin bir diğer nedeni olarak, Türkiye’deki matematik eğitiminin durumuna ilişkin olası genel endişeler ve ülke ölçeğinde öğrenciler için sonuçları iyileştirme arzusu gösterilebilir. Bu niyetle var olan endişelere yanıt olarak; öğrenciler için daha etkili ve ilgi çekici bir matematik eğitimi teşvik etmek için gündeme alınmış olabilir (MEB,

2022). Araştırmalar, matematikte güçlü bir temelin çeşitli konularda ve kariyerlerde başarı için gerekli olduğunu göstermiştir (Duncan vd., 2007; Watts vd., 2014) ve birçok ülke, öğrencilerinin geleceğe hazırlanmasını sağlamak için matematik eğitiminin kalitesini artırmak için çalışmaktadır. Türkiye örneğinde ise, öğrenciler arasında düşük matematik başarıları seviyeleri, matematiğe yönelik ilgi eksikliği veya matematik öğretecek nitelikli öğretmen sayısındaki azlık ile ilgili dezavantajlar bulunmaktadır. Matematik Seferberliği bu hissiyatla; matematik eğitiminin önemi konusunda farkındalık yaratarak ve matematik öğretiminin kalitesini artırmaya yönelik girişimler ve programlar uygulayarak, Türk öğrencilerinin gelecekte başarılı olmaları için ihtiyaç duydukları bilgi ve becerileri kazanmaları amaçlanmaktadır (MEB, 2022).

İlköğretimden başlayarak çocukların gelecekte matematik alanında yaşayabilecekleri zorlukları engelleyebilmek, matematik okuryazarlığı geliştirebilmek için erken çocukluk dönemi çok önemli fırsatlar sunmaktadır. Okul öncesi eğitim kurumlarında sunulan nitelikli eğitim, çocukların ilkokul ve sonraki eğitim aşamalarındaki başarılarını artıracak ve matematik okuryazarı bir toplumun oluşmasına katkı sağlayacaktır. Bu nedenle çocukların matematik becerilerinin nasıl daha iyi desteklenebileceği sorusuna cevap aranmalıdır. Bu soruya cevap verebilmek için ise öncelikle çocukların değerlendirilmesi, çocukların var olan durumlarının ortaya çıkarılması ve takibi büyük önem taşımaktadır. Çocukların değerlendirilmesi ile çocukların bilgilerinin, becerilerinin, yeteneklerinin, ihtiyaçlarının, özel gereksinimlerinin, gelişimsel durumlarının belirlenmesi ve bu doğrultuda yeni amaçlar ortaya koyarak uygun eğitim etkinliklerinin hazırlanması amaçlanmaktadır. Ölçme ve değerlendirme çalışmaları, her eğitim kademesinde olduğu gibi erken çocukluk dönemi matematik eğitimi için de gereklidir. Çünkü elde edilen veriler çocukların matematiksel gelişimi hakkında önemli bilgiler sağlar ve öğretimsel karar vermede eğitimcilerle rehberlik etmeye yardımcı olur. Alanyazın erken çocukluk matematik eğitiminde ölçme ve değerlendirmenin önemini desteklemektedir (National Mathematics Advisory Panel [NMAP], 2008). Düzenli, devam eden ölçme ve değerlendirmeler, çocukların matematiksel gelişimi hakkında kıymetli bilgiler sağlayabilir, eğitim-öğretim için alınan kararlara rehberlik etmeye yardımcı olabilir ve bu yolla erken çocukluk matematik programlarının etkililiği değerlendirilebilir. Örneğin erken matematik eğitiminde çocukların güçlü ve zayıf yönlerinin belirlenmesi konusunda Ginsburg tarafından yapılan bir çalışmada (2009), erken çocukluk matematik alanındaki biçimlendirici değerlendirmelerin, öğretmenlerin çocukların matematiksel kavramları ve süreçleri anlamlandırmasındaki güçlü ve zayıf alanlarını belirlemelerine yardımcı olabileceği vurgulanmıştır. Araştırmacılar, değerlendirmelerle elde edilen bu tür bilgilerin, öğretim kararlarını yeniden şekillendirmek ve çocukların matematiksel gelişimlerinde ilerlemeleri görmelerinde ihtiyaç duydukları desteği almalarını sağlamak için kritik olduğu sonucuna varmışlardır (Ginsburg, 2009). Eğitime rehberlik noktasında, Moss ve diğerleri (2015) tarafından yapılan bir çalışmada ise, erken çocukluk döneminde matematik becerilerini düzenli ve istikrarlı bir şekilde değerlendirmenin, öğretmenlerin öğretimlerini çocukların bireysel ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde ayarlamasına/biçimlendirmesinde yardımcı olabileceği görülmüştür. Araştırma sonucunda, değerlendirme verilerinin, öğretimsel kararları yeniden ele almak ve çocukların matematiksel gelişimlerinde istikrarlı bir ilerleme kaydetmeleri noktasında öğrenmelerine rehberlik etmek için kullanılabilirliği sonucuna varmışlardır (Moss vd., 2015). Program etkililiğinin değerlendirilmesine yönelik Sarama ve Clements (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, erken çocukluk matematik programlarının değerlendirilmesinin çocukların matematiksel gelişimini desteklemedeki etkililiğini belirlemeye yardımcı olabileceği fark edilmiştir. Araştırmacılar, sistematik değerlendirmelerin, uygulanan programların etkililiğini belirlemek ve çocukların matematiksel gelişimini desteklemek için kaynakların/olanakların

uygun kullanımına ilişkin kararlar alma noktasında değerlendirmenin önemli olduğu sonucuna varmışlardır (Sarama ve Clements, 2009). Dolayısıyla matematik becerilerinin erken dönemlerden değerlendirilmesi çocukların mevcut matematik becerilerinin daha üst noktaya getirilmesinin yanında, gelecekteki akademik başarının tahmin edilmesine ve eğitim yaşamını etkileyecek diğer değişkenlerin yorumlanabilmesine yardımcı olacaktır. Erken çocukluk matematik becerileri daha sonraki yaşam sonuçlarını etkilemektedir ve daha sonraki matematik başarısı için önemlidir (Duncan vd., 2007; Jordan vd., 2006). Tüm bu sıralanan nedenler, erken çocukluk matematik okuryazarlığını değerlendirmenin önemini göstermektedir. Erken yıllardan itibaren çocukların matematik becerilerini değerlendiren politika yapıcılar, desteğe ihtiyacı olan çocukları belirleyebilir, erken çocukluk eğitim programlarının etkililiğini değerlendirebilir ve gelecekteki başarı potansiyeli hakkında bilgi toplayabilir (Heckman vd., 2006).

Bu bağlamda, ülkelerin yapması gereken okul öncesi dönemden başlayarak matematik okuryazarlık düzeyini değerlendirmek, bu becerinin artırılması yönünde adımlar atmak ve bu becerinin gelişmesini takip etmektir (OECD, 2019). Bu takip de en iyi şekilde hem ulusal hem de uluslararası seviyede kullanılabilen standart değerlendirme araçlarıyla yapılabilir. Bu değerlendirme araçlarından alınan sonuçlar hem eğitim politikaları yürütenler hem de eğitimciler ve toplum açısından matematik becerilerinin matematik okuryazarlığına dönüştürülmesinde yol gösterici olacaktır. Buna ek olarak, erken dönemlerden itibaren yapılacak matematiksel değerlendirmeler program iyileştirme için hem literatüre hem de gelecek nesilleri etkileyecek değerli bilgiler sağlayabilir ve öğretim uygulamalarını değiştirebilir, ayrıca politika yapıcılar ile topluma hesap verebilirlik ve bilinçli karar adına veri sağlayabilir. Standartlaştırılmış araçlarla çocuklardan elde edilen bu veriler; mevcut matematik okuryazarlığı performansı için yorumlayıcı bir bağlam sağlarken, gelecekte daha nitelikli bir erken çocukluk matematik eğitimi müfredatı geliştirilmesine de yardımcı olacaktır (OECD, 2019).

Araştırmanın Amacı ve Önemi

Türkiye’de hâlihazırda okul öncesi dönem çocuklarına yönelik kullanılan ve uygulanan kapsamlı bir matematik ölçeğinin eksikliğinden dolayı bu dönem çocuklarının matematiksel gelişimlerini ayrıntılı olarak değerlendirebilecek ve eğitim yaşantılarının düzenlenmesinde kullanılacak bir ölçme aracına ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılan alanyazın taraması, Türkiye’de yapılan araştırmalarda veri toplama aracı olarak çoğunlukla yurtdışında geliştirilmiş olan (Bracken Temel Kavram Ölçeği-Gözden Geçirilmiş Formu (Uğurtel Üstünel, 2007), Erken Matematik Yeteneği Testi-3/TEMA-3 (Erdoğan ve Baran, 2006) , Piaget sayı korunum testi, Erken Sayı Değerlendirme Ölçeği/ Early Numeracy Test- Revised) (Yılmaz, 2015), Matematik Becerileri Ölçeği (Child Math Assessment) (Karakuş ve Akman, 2022) ölçeklerinin uyarlamalarının kullanıldığını göstermiştir. Bu çalışmalarda incelenen araştırmalarda yine sıklıkla kullanılan ulusal ölçme araçlarının ise Marmara İlkokula Hazır Oluş Ölçeğinin (Unutkan, 2007) uygulama formunun matematik becerileri alt ölçeği, Geometrik Şekilleri Tanıma Testi (Aslan, 2004), Matematiksel Kavram Becerileri Kontrol Listesi ve 48-72 Aylık Çocuklar İçin Matematik Gelişim Aracı (Ağaçdan, 2017), 48-86 Ay Çocuklar İçin Sayı ve İşlem Kavramları Testi (Arnas Aktaş vd., 2003) ve Erken Matematik Testi (Aydoğan vd., 2020) olduğu söylenebilir. Bu ölçme araçlarının Erken Matematik Testi (Aydoğan vd., 2020) hariç matematik becerilerini tamamını (sayılar, işlem, ölçme, geometri) kapsamadığı ve çoğunlukla 48-72 aylık çocuklar için kullanılmaktadır. Erken Matematik Testi (Aydoğan vd., 2020) için ölçeğe ait norm

çalışmasının yapılmış olmasına rağmen açılımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizinin yapılmadığı dikkati çekmiştir.

Bununla birlikte yurtdışında 3-5 yaş çocukların sayı becerilerini ölçmek için Early Numeracy Assessment (Purpura ve Lonigan, 2015) ve Early Numeracy Skills Screener (Purpura vd., 2015) ölçme araçlarının olduğu görülmektedir. Fakat bu ölçme araçları da sadece bir matematik becerisine odaklanmaktadır. İşlem, problem çözme, grafikler, geometri, rasyonel sayılar, zaman, para ve ölçme gibi çeşitli matematik becerilerini kapsayan Comprehensive Mathematical Abilities Test-2 (CMAT-2) (Hall-Lande, 2006; Hresko vd., 2003) ve Test of Mathematical Abilities-Third Edition (TOMA-3) (Brown vd., 2012) 'nın ise 8-18 yaş arası çocuklar için geliştirildiği görülmektedir. KeyMath-3 (Connolly, 2007; Rosli, 2022)'ün ise 4-21 yaş için işlemler ve cebirsel düşünme, on tabanında sayı ve işlemler, ölçüm ve veri, geometri, istatistik ve olasılık, sayı ve işlemler-kesirler, oranlar ve orantısal ilişkiler, ifadeler ve denklemler, fonksiyonlar, sayı sistemi alt boyutlarını ölçtüğü bilinmektedir. Fakat KeyMath-3 ölçme aracının çeşitli matematik becerilerini içermesine rağmen 3 yaş çocuklarını kapsamadığı görülmektedir.

Özetle alanyazında 36-85 aylık okul öncesi dönem çocuklarının matematik becerilerini sayı, işlem, geometri ve ölçme becerileri kapsamında tespit etmeye yönelik ulusal ve uluslararası düzeyde bir ölçme aracına rastlanmamıştır. Bu çalışmada geliştirilen ANOMAT Beceri Ölçeği, 36-85 aylık çocukların sayı, işlem, ölçme ve geometri alt boyutlarındaki matematik becerilerini ölçmek için tasarlanmıştır. Ölçek, erken matematik becerilerini ölçen ve uygulanacağı yaş döneminin gelişimsel özelliklerine uygun olan resimler ve öyküleme tekniğini kullanmaktadır. Ayrıca, sayı ve işleme ek olarak ölçme ve geometri alt boyutlarına da yer vermektedir. ANOMAT, Türkiye'de ve uluslararası alanyazında 36-85 aylık çocukları kapsayan sayı, işlem, ölçme ve geometri alt boyutlarındaki matematik becerilerini ölçen tek ölçek olma özelliği taşımaktadır. Bu nedenle, araştırmanın amacı, ANOMAT Beceri Ölçeği'nin geçerlik ve güvenilirliğini inceleyerek, 36-85 aylık çocukların matematik becerilerini ölçmek için kullanılabilirliğini değerlendirmektir.

Yöntem

Araştırma Deseni

Bu çalışma kapsamında geliştirilen Anadolu Okul Öncesi Matematik (ANOMAT) Beceri Ölçeğinin geçerlik ve güvenilirlik çalışması yapılmıştır.

Örneklem

Araştırma örneğinde, Eskişehir ilinde resmi okul öncesi eğitim kurumlarına devam eden 36-72 aylık çocuklar ve ilkokul 1. sınıfa devam eden 72-85 aylık çocuklar seçilmiştir. Bağımsız anaokulları üç farklı yaş grubunu içerdiği için örneklem seçiminde öncelikle bu kurumlar tercih edilmiş ve daha sonra ilkokulların anasınıflarına ulaşılmıştır. Eskişehir merkez ilçelerinin sosyoekonomik ve eğitimsel göstergeler açısından heterojen olması nedeniyle (Eskişehir Büyükşehir Belediyesi, 2021), örneklem seçiminde tabakalı örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Tabakalı örnekleme, "evrendeki alt grupların örnekleme temsiliyetlerinin garanti altına alındığı örnekleme yöntemidir" (Balci, 2016, s. 100). Okul öncesi eğitim kurumları, mahallelerinin ulaşım, altyapı hizmetleri, kira, bina ve konut niteliği gibi faktörlere

göre alt, orta ve üst olmak üzere üç farklı sosyo-ekonomik düzeyde sınıflandırılmış ve her düzeyden seçkisiz gruplar belirlenmiştir. Bu noktada TÜİK'ten daha önce mahallerine sosyo-ekonomik düzey sınıflamasına ilişkin veriler elde edilebilmekteydi. Fakat TÜİK'ten bilgi edinme ile istek yapıldığında artık böyle bir sınıflama verisinin bulunmadığı belirtilmiştir. Bu nedenle yerel yönetim yöneticilerinden mahallelerinin ulaşım, altyapı hizmetleri, kira, bina ve konut niteliği ile ilgili bilgiler alınmış ve okulların yöneticilerinden de okuldaki çocukların sosyo-ekonomik düzeyleri hakkındaki genel görüşleri alınarak daha objektif bir sınıflama yapılmaya çalışılmıştır. ANOMAT ölçeğinin geçerlik ve güvenilirlik çalışması için 36-85 ay aralığında toplam 471 çocuğun ailelerinden araştırmaya katılım izni alınmıştır.

Tablo 1*Çocuklara İlişkin Demografik Bilgiler*

		Sıklık(f)	Yüzde (%)
Cinsiyet	Kız	227	48,2
	Erkek	243	51,6
Yaş gruplarına göre çocuk sayıları	36-48 ay	101	21,4
	49-60 ay	99	21
	61-72 ay	207	43,9
	73-85 ay	64	13,6
Anne öğrenim düzeyi	İlkokul mezunu	24	5,1
	Ortaokul mezunu	29	6,2
	Lise mezunu	132	28
	Üniversite mezunu	257	54,6
	Lisansüstü mezunu	26	5,5
Baba öğrenim düzeyi	İlkokul mezunu	14	3
	Ortaokul mezunu	32	6,8
	Lise mezunu	159	33,8
	Üniversite mezunu	229	48,6
	Lisansüstü mezunu	30	6,4
Anne çalışma durumu	Çalışmıyor	228	48,4
	Çalışıyor	240	51
Baba çalışma durumu	Çalışmıyor	3	0,6
	Çalışıyor	462	98,1
Aylık toplam aile geliri	Minimum	2700 TL	
	Maksimum	50000 TL	
	Ortalama	9515 TL	
	Standart sapma	6155	

Veri Toplama Aracı***ANOMAT Beceri Ölçeğinin Özellikleri***

Anadolu Okulöncesi Matematik (ANOMAT) Beceri Ölçeği'nin *ön çalışması* Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonunca desteklenen 1306E265 nolu projeye 2013-2014 yılında tamamlanmıştır (Erdoğan vd., 2014). 140 okulöncesi dönem çocuğundan toplanan veriler sonrasında da ölçeğin madde analizi, geçerlik ve güvenilirlik çalışmalarına yol gösterecek bir ön çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu ön çalışma sonrasında ölçeği oluşturan maddelerin işlerliği hakkında bir görüş edinilmiştir. Bu ön çalışmada ölçek 99 madde ve bir deneme sorusu olmak üzere 100 maddeden oluşmaktaydı. Ölçeğin sayılar alt boyutunda 48, işlem alt boyutunda 21 ve geometri boyutunda 30 maddesi bulunmaktaydı. Fakat ön çalışmada ulaşılan örneklemin yeterli olmaması, ölçekteki bazı çizimlerin çocuklar tarafından farklı

anlaşılması ve gerekse de ölçme alt boyutunun ölçüğe eklenmemiş olması nedeniyle yeni bir Anadolu Okul Öncesi Matematik (ANOMAT) Beceri Ölçeğinin Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması yapılmıştır. Bu mevcut çalışma da Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonunca desteklenen 2008E104 nolu projeye 2020-2023 yılları arasında tamamlanmıştır. Mevcut çalışma için ön çalışmadan elde edilen sonuçlar kapsamında sayılarda işlemeyen maddeler çıkarılmış, işlem ve geometrinin yaşının üzerinde matematik becerisi gösteren çocukları da kapsayabilmesi için ek maddeler yazılmış ve ölçme alt boyutu oluşturulmuştur. Ayrıca ilk projede ölçekte yer alan tüm çizimler daha profesyonel bir uzman ile çalışılarak yeniden tamamen güncellenmiştir.

ANOMAT Beceri Ölçeği'nin madde havuzu oluşturulmadan önce, ölçeğin kapsamını belirlemek için MEB 2013 Okul Öncesi Eğitim Programı (MEB, 2013) ile Amerika'da birçok eyaletin matematikle ilgili kazanımlarını içeren Common Core State Standards for Mathematics (NCTM, 2018) incelenmiştir. Bununla birlikte NCTM (2000) Principles and Standards for School Mathematics de incelenmiştir. Ayrıca, Türkiye'de yaygın olarak kullanılan ölçme araçlarından Bracken Temel Kavram Ölçeği-Gözden Geçirilmiş Formu (Uğurtay Üstüneş, 2007), Erken Matematik Yeteneği Testi-3 (Test of Early Mathematics [TEMA-3]) (Erdoğan ve Baran, 2006), Piaget sayı korunum testi, Marmara İlkokula Hazır Oluş Ölçeğinin (Unutkan, 2007) uygulama formunun matematik becerileri alt ölçeği ve Geometrik Şekilleri Tanıma Testi (Aslan, 2004) incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda ölçeğin kapsamı, alt boyutları ve ölçek maddeleri belirlenmiştir. Ölçme aracının resimleri grafik tasarımı alanında üniversitede öğretim üyesi olarak görev yapmış yetkin bir uzmana hizmet alımı karşılığında çizdirilmiştir. Daha sonra, ölçek maddeleri için beş okul öncesi eğitim, üç ölçme ve değerlendirme, bir grafik tasarımı ve bir dil bilgisi alanındaki toplam on uzmanın görüşleri alınarak düzeltmeler yapılmıştır. Bazı ölçek maddelerindeki ifadeler değiştirilmiş ve çocuklar tarafından anlaşılır olmayacağı düşünülen resimlerin de yeniden düzenlenmesi yapılmıştır. Ardından ölçüğe son hali verilerek tamamlanmıştır.

ANOMAT Beceri Ölçeği sayılar, işlem, ölçme ve geometri olmak üzere toplam 4 alt boyutu içermektedir. Ölçek 156 madde ve bir deneme sorusu olmak üzere 157 maddeden oluşmaktadır. Deneme sorusu çocukların ölçüğe alışmasını sağlamak amacıyla oluşturulmuştur ve bu soruya ilişkin puan toplam ölçek puanına dahil edilmemektedir. Ölçeğin sayılar alt boyutunda 45, işlem alt boyutunda 42, ölçme alt boyutunda 28 ve geometri boyutunda 41 madde bulunmaktadır (Bkz. Tablo 2).

Tablo 2

ANOMAT Beceri Ölçeği Belirtke Tablosu

Alt Boyutlar	Beceriler	Soru Sayıları
SAYILAR	İleriye Doğru Sözel Sayma	4
	Gösterilen Nesnelere Sayma	3
	Geriye Doğru Sözel Sayma	3
	Rakam Söyleme/Tanıma	13
	Önce ve Sonra Gelen Sayıları Söyleme	4
	Atlayarak/Gruplu Sayma	5
	İki Basamaklı Sayıları Söyleme/Tanıma ve Sıralama	4
	Üç Basamaklı Sayıları Söyleme/Tanıma ve Sıralama	5
	Rakam Yazma	4
	TOPLAM	45

Tablo 2

(Devam)

Alt Boyutlar	Beceriler	Soru Sayıları
İŞLEM	1-20 Arasındaki Sayıların Toplama İşleminde Kullanımı	18
	1-20 Arasındaki Sayıların Çıkarma İşlemlerinde Kullanımı	18
	1-20 Arasındaki Sayıların Çarpma İşlemlerinde Kullanımı	3
	1-20 Arasındaki Sayıların Bölme İşlemlerinde Kullanımı	3
	TOPLAM	42
ÖLÇME	Uzunluk Karşılaştırma	2
	Yükseklik Karşılaştırma	2
	Miktar Karşılaştırma	3
	Hacim Ölçme	4
	Hiç, Tam, Yarım ve Çeyreği Tanıma	4
	Zamanı Tanıma	3
	Takvim Kullanımı	6
	Para	4
TOPLAM	28	
GEOMETRİ	Geometrik Şekilleri Tanıma ve Söyleme	8
	Farklı Büyüklük ve Konumdaki Geometrik Şekiller Arasından Söylenilen Şekli Gösterebilme	7
	Geometrik Şekillerin Kenar ve Köşe Özelliklerini Bilme ve Söyleme	5
	Bir Şekli Oluşturan Diğer Şekilleri Bulma ve Söyleme	4
	Yer-yön Kavramlarını Bilme	9
	Üç Boyutlu Geometrik Cisimleri Tanıma ve Söyleme	4
	Üç Boyutlu Geometrik Şekilleri Günlük Hayatta Kullanılan Nesnelere Doğru Şekilde Eşleştirebilme	4
TOPLAM	41	
GENEL TOPLAM		156

Ölçekte yer alan her madde doğru ya da yanlış olarak değerlendirilmektedir. Çocuklar cevapladıkları her doğru madde için 1 puan, yanlış cevapladıkları her madde için 0 puan almaktadırlar. Ölçekten alınan yüksek puan matematik becerisindeki yüksekliği, düşük puan ise düşüklüğü ifade etmektedir.

ANOMAT Beceri Ölçeği'nde, Ali ve Ayşe isimli biri kız diğeri erkek çocuğun ölçek boyunca kısa hikayeleri üzerinden çeşitli sorular sorularak çocukların sürece aktif katılımı hedeflenmiştir. Örneğin, ileriye doğru sözel sayma becerisi için doğrudan çocuğun 20 ye kadar saymasını istemek yerine çocuğun kendini hikadaki Ali ve Ayşe karakteri ile özdeşleştirerek birlikte oyun oynuyormuş gibi düşünmesini sağlamak amaçlanmıştır. Buna ilişkin olarak "Ali ve Ayşe sayı sayma oyunu oynuyorlar. Öğretmenleri onların kaçta kadar sayabileceğini merak ediyor. Haydi biz de sayalım." gibi kısa hikayeler ölçek maddelerine eşlik etmektedir. Bu nedenle, çoğu sorunun hikayesi, hikayeleri betimleyen resimleri, ardından ölçek maddelerine ilişkin resimleri ve ilgili maddelere göre matematiksel sembolleri içeren bir yapı kullanılmaktadır. Ayrıca, sayılar bölümünde sayı kartları ve ölçme bölümünde uzunluk ve yükseklik karşılaştırmaları yapmak için materyaller kullanılmıştır (Bkz. Resim3). Aşağıda örnek soru maddeleri yer almaktadır (Bkz. Resim 1 ve Resim 2).

Resim 1

ANOMAT Beceri Ölçeği Sayılar Alt Boyutu Örnek Sorular

A1. İleriye Doğru Sözel Sayma

A1.1. 1'den 100'e kadar sayma

Uygulayıcı Yönergesi:

- Çocuğa hikayenin resmini gösterin.
- Hikayeyi okuyun ve resmi kapatın.
- Soruları yöneltin.
- Çocuk saymaya başlamazsa onu cesaretlendirmek için 1, 2 diyerek siz başlatın.
- Çocuk sayı sayarken 20 ye gelince durdurulmaz, 45 e geldiğinde durması istenir. Fakat çocuk 45' kadar saymazsa çocuğun sayabildiği en son sayı da not edilecek.
- Çocuk hâlâ sessiz kalmaya devam ederse bir sonraki soruya geçin.

Hikaye: Ali ve Ayşe sayı sayma oyunu oynuyorlar. Öğretmenleri onların kaç kadar sayabileceklerini merak ediyor.

A1.1. Haydi biz de sayalım. Şimdi sayabildiğin kadar saymanı istiyorum.

A1.1.a. 20'ye kadar say.

A1.1.b. 45'e kadar say.



A1 Hikayenin Resmi



ANOMAT

ANOMAT BECERİ ÖLÇEĞİ
SAYI ALTI BOYUTU

6

Resim 2

ANOMAT Beceri Ölçeği geometri alt boyutu örnek sorular

D2. Farklı Büyüklük ve Konumdaki Geometrik Şekiller Arasından Söylenilen Sekli Gösterebilme

Uygulayıcı Yönergesi:

- Çocuğa hikayenin resmini gösterin.
- Hikayeyi okuyun ve resmi kapatın.
- Soruyu yöneltin.
- Çocuğun yanıt vermesi için gerekli süreyi tanıyın.
- Çocuk sessiz kalırsa veya anlamadığı izlenimi verirse, soruyu bir kez daha okuyun.
- Çocuk hâlâ sessiz kalmaya devam ederse bir sonraki soruya geçin.
- Puanlama yapılırken resimdeki tüm şekiller gösterilirse puan alınır.

Hikaye: Ali ve Ayşe üzerinde şekillerin olduğu halıyı üzerinde sekket oyunu oynuyorlar.

Haydi, biz de seninle oyuna katılalım.

D2.a. Bu resimdeki üçgenleri göster.

D2.b. Bu resimdeki kareleri göster.

D2.c. Bu resimdeki dikdörtgenleri göster.

D2.d. Bu resimdeki daireleri göster.

D2.e. Bu resimdeki yamukları göster.

D2.f. Bu resimdeki altgenleri göster.

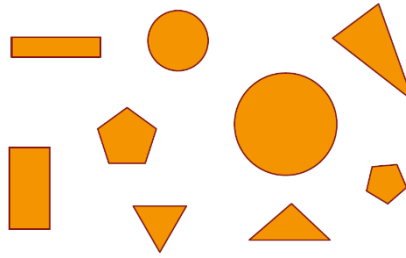


D2.a. Hikayenin Resmi



ANOMAT

ANOMAT BECERİ ÖLÇEĞİ
GEOMETRİ ALTI BOYUTU



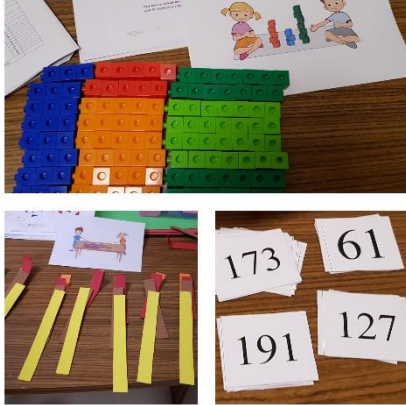
D2.a. Bu resimdeki üçgenleri göster.

D2.c. Bu resimdeki dikdörtgenleri göster.

D2.d. Bu resimdeki daireleri göster.

Resim 3

ANOMAT Beceri Ölçeği Materyalleri



Veri Toplama Süreci

Bu çalışmada öncelikle Anadolu Üniversitesinden 24.06.2020 tarihli 33432 sayılı etik kurul onayı alınmıştır. Ardından Eskişehir Valiliği İl Millî Eğitim Müdürlüğü'nün 27.07.2020 tarih ve 88074293-605.01-E.9908515 sayılı izni alınmıştır. Elde edilen araştırma izninden sonra okul yönetimlerinden de gerekli izinler alınmıştır. Araştırmada tabakalı örnekleme yöntemi açısından uygun olan ve okullarında uygulama yapılmasına izin veren toplam altı okuldaki veri toplanmıştır. Veli onay formları öğretmenler tarafından ailelere ulaştırılmış ve onay veren ailelerin çocuklarına ölçek uygulaması yapılmıştır. Verilerin toplanmasında araştırmacılar ve ölçme aracı uygulama eğitimi almış uygulayıcılar görev almıştır. Ölçek eğitimi ölçme aracını geliştirenler tarafından üç saatlik seminer sunumu şeklinde uygulamalı gösterimlerin de yapıldığı bir eğitim ile verilmiştir. Ardından ölçek eğitimi verilen uygulayıcıların en az iki çocukla ölçek uygulaması yaparak video kaydına almaları ve araştırmacılar tarafından geri bildirimler alınması sağlanmıştır. Uygulayıcıların geri bildirimlerini dikkate alarak yeniden ölçek uygulaması yapmaları istenmiştir. Uygulayıcıların doğru şekilde ölçek uygulayabilme becerileri değerlendirildikten sonra çocuklardan veri toplama işlemi gerçekleştirilmiştir. ANOMAT ölçeği, okul ortamı veya Anadolu Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Çocukların Matematik Atölyesinde sessiz bir ortamda bireysel olarak çocuklara uygulanmıştır. Uygulama süresi çocuğun yaşına ve gelişim özelliklerine bağlı olarak 30-50 dakika arasında sürmüştür.

Veri Analizi

Tüm analizler R programında (R Core Team, 2021), lavaan, semTools ve CTT paketleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Madde analizleri alt ölçek düzeyinde yapılmıştır. Tüm madde ayırt edicilik hesaplamaları alt ölçek toplam puanları kullanılarak yapılmıştır. Ölçeğe ait faktörler ve alt faktörler araştırmacıların önceden belirledikleri bir matematik becerisi ölçme modeline göre oluşturulduğu için yapı geçerliliğini belirlemek amacıyla verilere doğrulayıcı faktör analizi (DFA) uygulanmıştır. Ölçeğin maddelerinin alt gruplarda eşdeğer çalışıp çalışmadığı önemli bir konudur. Kimi durumlarda ölçme aracının faktör yapısı bir alt grup için geçerli iken diğer alt grup için geçerli olmayabilmektedir. Bu durum çoğu kez maddelerdeki ifadelerin alt gruplarca farklı anlama gelecek şekilde algılanmasından kaynaklanmaktadır.

Böyle bir durumun varlığında ölçekten elde edilecek puanların alt grupların karşılaştırılması için kullanılması mümkün olmayacaktır. Genellikle ölçeklerde cinsiyet alt gruplarına bağlı olarak faktör yapıları birbirine denk olmayabildiğinden ANOMAT için de cinsiyet alt gruplarında faktör yapılarının eşdeğer olup olmadığı ölçme değişmezliği (çok gruplu doğrulayıcı faktör analizi) analizi ile test edilmiştir.

Doğrulayıcı faktör analizi ve çok gruplu doğrulayıcı faktör analizi uygulanan analizlerde veri-model uyumunu değerlendirmek amacıyla kay-kare, kay-kare/sd, CFI, TLI ve RMSEA değerleri hesaplanmıştır. Tüm kestirimler maddelerin puanlama stratejilerinin yapay süresiz değişken düzeyinde tanımlanmasından dolayı DWLS (Diagonally Weighted Least Squares) kestirim yöntemiyle elde edilmiştir. Yüksek örneklem sayılarında kay-kare değerinin anlamlı fark bildirme eğiliminde olduğu bilinmektedir (Bentler ve Bonnet, 1980). Bu nedenle modellerin uyumlarının birbirlerinden farklarını değerlendirirken kay-kare değerlerinden yararlanılmamış, standardize edilmiş RMSEA değerleri kullanılarak değerlendirme yapılmıştır. Analizlerde uyum indislerinin iyi uyum için kabul sınırları Tablo 3'te bildirilmiştir.

Tablo 3

Doğrulayıcı Faktör Analizi Uyum İndislerinin İyi Uyum İçin Kabul Sınırları

İndeks	Uyum için kabul edilen değer	Kaynaklar
Kay-Kare	Modeller içinde en küçük olan	-
Kay-Kare/sd	≤3 = mükemmel uyum	(Kline, 2005)
CFI	≥0,90 = iyi uyum	(Hue ve Bentler, 1999)
TLI	≥0,90 =iyi uyum	(Bentler ve Bonnet, 1980)
RMSEA	≤0,05 = iyi uyum	(Hue ve Bentler, 1999)

Etik Konular

Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulunun 24.06.2020 tarihli 33432 sayılı kararı ile etik izin onayı alınmıştır.

Bulgular

Geçerliğe ilişkin Bulgular

Kapsam Geçerliği

Ölçek maddelerinin hedeflenen beceriyi ölçebilme kabiliyetinin belirlenmesi amacıyla okul öncesi dönemde matematik becerileri üzerine uzmanlaşmış matematik alanından uzmanlar ve okul öncesi eğitim uzmanlarından görüş alınırken, ölçme ve değerlendirme, grafik tasarımı, dil bilgisi alanındaki uzmanların değerlendirmeleri de dikkate alınmıştır. Uzmanlar çoğunlukla maddeler ve resimler ile ilgili uyum içerisindeydi. Fakat bazı maddelerde saptanan uyumsuzluklar nedeniyle ilgili düzeltmeler yapılarak uzmanlardan yeniden görüş alınmıştır. Bu süreçler tamamen uyum sağlandığında bitirilmiştir. Ölçek maddelerinin bir kısmı uzmanlar gelen görüşler doğrultusunda yeniden yazılmış ve bazı ölçek resimlerinin çocuklar tarafından daha anlaşılır olması için yeniden çizilmiştir. Bununla birlikte üç okul öncesi öğretmeninden ölçeği incelemesi istenmiştir. Onların da maddeler ve resimler üzerindeki geri bildirimleri incelenerek ölçeğe son hali verilmiştir. Bütün bu düzeltmelerden sonra örneklemden bağımsız otuz çocuğa uygulanarak soru maddelerinin ve resimlerin anlaşılabilirliği da test edilmiştir.

Çocukların bazı maddelerde verdikleri cevaplar dikkate alınarak resimler üzerinde yeniden düzenlemeler yapılmıştır. Ayrıca bazı sorular için birden fazla cevabın kabul edilmesi uygun görülmüştür. Böylece ölçeğin kapsam geçerliliği açısından uygunluğu sağlanmıştır.

Yapı Geçerliliği

Ölçeğin 4 alt faktörden oluşan yapısının toplanan verilerle uyumlu olup olmadığını ve maddelerin ilgili faktörde anlamlı faktör yüküne sahip olup olmadığını belirlemek amacıyla DFA uygulanmıştır. Bu çalışmada uygulanan DFA'da maddelerin faktörlere yerleştiği, ardından faktörlerin genel faktöre yerleştiği ikinci dereceden faktör yapısının daha iyi uyum vermesi beklenmektedir. Bu faktör yapısı maddelerden elde edilen puanların faktör puanlarını, faktörlerden elde edilen puanların genel matematik başarı puanını elde etmeye imkân tanıyan faktör yapısıdır. Aynı veri ile olası diğer faktör yapıları (örneğin tek faktörlü, bifaktör gibi) için de DFA uygulanmıştır. Doğrulayıcı faktör analizlerinden elde edilen bulgular aşağıda Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4

Doğrulayıcı Faktör Analizi Uyum İndeksleri

	Kay-Kare	sd	Kay-Kare/sd	CFI	TLI	RMSEA
Tek faktörlü yapı	15186.164	11475	1.32	0.978	0.977	0.026
Çok faktörlü yapı	13029.639	11249	1.16	0.999	0.999	0.018
İkinci dereceden yapı	13723.910	11599	1.18	0.987	0.987	0.020
Dört faktörlü yapı	13680.781	11621	1.18	0.988	0.987	0.019
Bifaktör yapı	26034.493	22950	1.13	0.975	0.975	0.024

Tablo 4'te de görüldüğü gibi ikinci dereceden yapı tek faktörlü, 28 faktörlü, 4 faktörlü ve bifaktör olmak üzere diğer olası faktör yapıları ile benzer uyum iyiliği istatistikleri vermiştir. Tüm modellerin RMSEA değerleri iyi uyumu işaret edecek şekilde düşüktür (Hooper vd., 2008; Hue ve Bentler, 1999). Uyum iyiliği bakımından birbiriyle rekabet eden modellerin olduğu durumlarda uyum istatistikleri arasındaki farkın anlamlılığının test edilmesi veya uyum indekslerinin birbirinden farkının anlamlılığına bakılması gerekmektedir.

Bu çalışmada doğrulayıcı faktör analizleri uygulanırken maddelerden elde edilen bilgiler sıralama düzeyinde olduğundan DWLS (Diagonally Weighted Least Squares) kestirim yöntemi kullanılmıştır. Bu kestirim yönteminin kullanıldığı durumlarda aynı veriden elde edilmiş faktör analizi sonuçlarının birbiriyle karşılaştırılması için güvenilir uyum indekslerinin bulunması güçleşmektedir. Chi-Square (Kay-kare) değeri örneklem ve parametre sayısı bağımlı olduğundan bu değerlerin büyümesi durumunda yanlış olarak uyumsuzluk bildirme eğilimine girmektedir. Bu nedenle geleneksel Satorra-Bentler temelli kay-kare farklılığının anlamlılığı testinin uygulanması mümkün değildir. Maddelerin sundukları bilginin sıralama düzeyinden olduğunun kabul edildiği ve kestirimlerin DWLS yöntemi kullanılarak elde edildiği durumlarda çok sayıda ölçütün birlikte değerlendirilmesi, geleneksel uyum indislerinden yararlanılmaması ve sağlam/sağlıklı kanıtların kullanılması önerilmektedir (Xia and Yang, 2018). Birbiriyle rekabet eden modellerin bulunduğu durumlarda sıklıkla AIC (Akaike Information Criteria-Akaike bilgi kriteri) değerlerinin karşılaştırılması önerilmektedir (Anderson ve Burnham, 2004). AIC değeri küçük olanın daha iyi uyum gösterdiği kabul edilmektedir. AIC değerleri Likelihood (olabilirlik) değerleri kullanılarak hesaplanmaktadır. DWLS kullanılan analizlerde likelihood

değerleri hesaplanmadığından çoğu bilgisayar yazılımı otomatik olarak AIC değerlerini hesaplayıp vermemektedir. Bu türden durumlarda minimum uyum fonksiyonu değeri kullanılarak AIC değerleri elde hesaplanmalıdır. Bu hesaplamayı yapmak için gerekli formül aşağıda verilmiştir (Yamaoka vd., 1978):

$$AIC = n \cdot \ln(F_{\min_rwls}) + 2p$$

F_{\min_rwls} fit fonksiyonunun en küçük değeri, n örneklem büyüklüğü, p serbestçe kestirilen parametre sayısı, \ln ise doğal logaritmadır.

Modellerin yukarıdaki formül kullanılarak elde edilen AIC değerleri aşağıda Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5

Modellere Göre AIC Değerleri

Model	AIC
Çok faktörlü yapı	2606.241
İkinci dereceden yapı	2112.767
Dört faktörlü yapı	2158.277
Tek faktörlü	2342.3
Bifaktör yapı	3264.277

Yukarıdaki sonuçlar topluca göz önünde bulundurulduğunda hem alt faktörler düzeyinde hem de ölçeklerin toplam puanı düzeyinde puan verebilen ikinci dereceden faktör yapısı en düşük AIC değerine sahiptir. Böylece ölçeğin hem 28 alt faktörde puan verebildiği hem de toplam puan verebildiğine ilişkin güçlü kanıtlar elde edilmiştir. Aşağıda sunulan tüm analizler bu faktör yapısına uygun olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

ANOMAT ölçeğinin cinsiyet gruplarında aynı faktör yapısıyla çalışıp çalışmadığını test etmek amacıyla iki gruptan elde edilen verilere ölçek değişmezliği (çok gruplu DFA) analizi uygulanmıştır. Bu amaçla yapısal, metrik ve ölçek değişmezliği analizleri sırasıyla gerçekleştirilmiş ve 3 modelin RMSEA değerleri sırasıyla 0.020, 0.021 ve 0,020 bulunmuştur. Tüm modellerde düşük ve tutarlı olan bu değerler, faktör yapısının cinsiyet gruplarında değişmez olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde ölçeğin sayılar, işlem, ölçme ve geometri alt boyutlarından oluşan dört faktörlü yapısı için de yapısal ve ölçek değişmezliği analizleri uygulanmış ve iki modelin RMSEA değerleri her iki model için de 0.020 olarak bulunmuştur. Bu bulgu da ölçeğin dört faktörlü yapısının cinsiyet gruplarında aynı kaldığını göstermektedir. Bir başka ifadeyle ölçek, kız ve erkek çocukları aynı faktör yapısıyla ölçebilmektedir.

Güvenirlğe İlişkin Bulgular

Maddelerin faktör yüklerinin ve alt faktörlerin genel faktördeki faktör yüklerinin anlamlı olup olmadığını bulmak amacıyla faktör yükleri ve faktör yüklerine ait z değerleri ile bu z değerlerinin istatistiksel anlamlılıkları hesaplanmıştır. Tüm maddelerin ilgili oldukları faktörlerde aldıkları faktör yükleri 0,01 düzeyinde anlamlıdır. Maddelerin faktör yüklerinin z değerlerinin en küçüğü 3,692'dir. Benzer şekilde alt faktörlerin genel faktörde yüklendiği faktör

yükleri tüm faktörler için 0,01 düzeyinde anlamlıdır. Alt faktörlerin genel faktörde yüklendiği faktör yüklerinin z değerlerinin en küçüğü 4.190'dır.

Ölçeğin geliştirilmesi sürecinde yapılan faktör analizi sonucunda, maddelerin faktör yükleri ile ölçek yapısının oldukça uyumlu olduğu görülmüştür. Bu uyum, ölçeğin geçerliliği ve güvenilirliği açısından olumlu bir gösterge olduğundan, madde çıkarımı yapılmasına gerek duyulmamıştır. Bununla birlikte, istatistiksel analizler sırasında üç maddenin farklı alt boyutlarda daha anlamlı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Bu maddelerin alt boyutlarının değiştirilmesi, ölçeğin yapısal geçerliliğini artırmak ve alt boyutlar arasındaki anlamlılığı güçlendirmek amacıyla yapılmıştır. Bu değişiklikler, ölçeğin genel yapısını ve işlevini bozmadan, istatistiksel açıdan daha sağlam ve anlamlı bir yapı oluşturmayı hedeflemiştir.

Her bir maddenin yer aldığı faktördeki ayırt edicilik dereceleri ve faktörlerin McDonald's Omega ve Cronbach Alfa (Alpha ordinal) güvenilirlik katsayıları hesaplanmıştır. Tablo 6'da her bir alt faktörün güvenilirlik katsayıları verilmiştir.

Tablo 6

Faktörlerin ve Genel Faktörün Güvenilirlik Katsayıları

Dört Faktörlü Yapı	28 Faktörlü Yapı	Alpha.ord	Omega	Alpha.ord	Omega
Sayılar	İleriye Doğru Sözel Sayma	0.95	0.88		
	Gösterilen Nesnelere Sayma	0.88	0.74		
	Geriye Doğru Sözel Sayma	0.99	0.95		
	Rakam Söyleme/Tanıma	0.99	0.97		
	Önce ve Sonra Gelen Sayıları Söyleme	0.95	0.88	0.99	0.98
	Atlayarak/Gruplu Sayma	0.97	0.94		
	İki Basamaklı Sayıları Söyleme/Tanıma ve Sıralama	0.98	0.93		
	Üç Basamaklı Sayıları Söyleme/Tanıma ve Sıralama	1.00	0.98		
İşlem	Rakam Yazma	0.97	0.90		
	1-20 Arasındaki Sayıların Toplama İşleminde Kullanımı	0.98	0.95		
	1-20 Arasındaki Sayıların Çıkarma İşlemlerinde Kullanımı	0.98	0.94	0.99	0.97
	1-20 Arasındaki Sayıların Çarpma İşlemlerinde Kullanımı	0.91	0.78		
	1-20 Arasındaki Sayıların Bölme İşlemlerinde Kullanımı	0.91	0.81		
Ölçme	Uzunluk Karşılaştırma	0.88	0.64		
	Yükseklik Karşılaştırma	0.77	0.58		
	Miktar Karşılaştırma	0.87	0.75		
	Hacim Ölçme	0.87	0.67	0.96	0.91
	Hiç, Tam, Yarım ve Çeyreği Tanıma	0.85	0.72		
	Zamanı Tanıma	0.83	0.68		
	Takvim Kullanımı	0.95	0.89		
Para	0.88	0.78			

Tablo 6*(Devam)*

Dört Faktörlü Yapı	28 Faktörlü Yapı	Alpha.ord	Omega	Alpha.ord	Omega
Geometri	Geometrik Şekilleri Tanıma ve Söyleme	0.89	0.82		
	Geometrik Şekiller Arasından Söylenilen Şekli Gösterebilme	0.95	0.88		
	Geometrik Şekillerin Kenar ve Köşe Özel. Bilme ve Söyleme	0.96	0.91		
	Bir Şekli Oluşturan Diğer Şekilleri Bulma ve Söyleme	0.95	0.87	0.97	0.95
	Yer-yön Kavramlarını Bilme	0.91	0.87		
	Üç Boyutlu Geometrik Cisimleri Tanıma ve Söyleme	0.93	0.71		
	Üç Boyutlu Geometrik Şekilleri Günlük Hayatla Eşleştirebilme	0.96	0.80		
	Genel			0.98	

Tablo 6, tüm faktörler ve genel faktör için Cronbach'ın alfa güvenilirlik katsayıları tatmin edici bir iç tutarlılığı göstermektedir. Omega katsayılarında görüldüğü üzere faktörlerin güvenilirlik katsayıları, yüksek güvenilirlik değerlerini sergilemiştir. Ancak, 14, 15 ve 19 numaralı faktörler, muhtemelen görece düşük faktör yüklemelerinden kaynaklanan nedenlerle biraz daha düşük Omega güvenilirliği sergilemiştir.

Yukarıdaki bulgular dikkate alındığında tüm alt ölçeklerden ve ölçeğin genelinden elde edilen puanların iç tutarlılıklarının yüksek olduğunu göstermektedir. Ölçeğin dört faktörlü kullanılmak istenmesi durumunda da dört alt faktörün güvenilirlik katsayıları 0.90'ın üzerindedir. Buna göre tüm alt ölçeklerden ve ölçeğin genelinden elde edilen puanlar iç tutarlılık anlamında güvenilirlerdir.

Ölçeği oluşturan maddelerin ayırt edicilikleri her maddenin kendi faktörünün toplam puanıyla olan çift serili korelasyon katsayıları ile hesaplanmıştır. En küçük çift serili korelasyon katsayısı 0.29 olarak bulunmuştur. Çift serili korelasyon katsayılarının ortalaması 0.83'tür. Maddelerin önemli bir kısmının (44 madde) çift serili korelasyona dayalı ayırt ediciliği 1.00 olarak hesaplanmıştır. Maddelerin güçlük düzeyleri incelendiğinde en zor maddenin güçlük indeksi $p = .01$ olarak hesaplanmıştır. En kolay maddenin p değeri ise $p = .93$ olarak hesaplanmıştır. Ölçeğin madde güçlükleri ortalaması .41 olarak hesaplanmıştır. Madde güçlüklerinin standart sapması 0.27'dir. Buna göre ölçek tüm güçlük düzeylerinden sorulardan ve yüksek ayırt edicilik düzeyine sahip maddelerden oluşmaktadır.

Yukarıda sunulan bulgulara dayanarak, bu çalışmada geliştirilen ölçeğin 36-85 aylık çocukların matematik becerilerini değerlendirmek için güvenilirlik ve geçerlilik açısından güçlü kanıtlara sahip olduğu sonucuna varılabilir. Ölçek, güçlü psikometrik özelliklere sahip olmakla birlikte erken matematik becerilerini değerlendirmek açısından çok boyutlu ve kapsamlıdır. Özellikle, ANOMAT Beceri Ölçeği, Türkiye'de mevcut olan ve hedef yaş grubunun gelişimsel özelliklerine uygun anlatı tekniklerini ve görsel uyarıcıları içeren erken matematik becerilerini değerlendiren tek ölçektir. Ayrıca, ölçek sadece sayı ve işlem faktörlerini değil, aynı zamanda ölçme ve geometri faktörlerini de içermektedir.

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Bu araştırmada, 36-85 aylık çocukların matematik becerilerini sayılar, işlem, ölçme ve geometri alt boyutlarında ölçmek için Anadolu Okul Öncesi Matematik (ANOMAT) Beceri Ölçeği geliştirilmiş ve ölçeğin geçerlik-güvenirlik çalışması yapılmıştır. Yapılan çalışmada, ölçeğin yapı geçerliliği için DFA yapılmış ve faktörlerin güvenilirlik katsayıları McDonald's Omega ve Cronbach Alfa (Ordinal Alfa) yöntemleri ile hesaplanmıştır. Araştırma sonucunda, ANOMAT Beceri Ölçeği'nin hem genel bir matematik becerisi puanı verebilen hem de dört bağımsız faktörlü, hem 28 bağımsız alt faktörlü olarak uygulanabilecek geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğu belirlenmiştir.

Türkiye'deki çocukların matematik becerilerinin değerlendirilmesinde kullanılan ulusal ölçme araçları arasında Marmara İlkokula Hazır Oluş Ölçeği'nin (Unutkan, 2007) uygulama formunun matematik becerileri alt ölçeği, Geometrik Şekilleri Tanıma Testi (Aslan, 2004), Matematiksel Kavram Becerileri Kontrol Listesi, 48-72 Aylık Çocuklar İçin Matematik Gelişim Aracı (Ağaçdan, 2017), 48-86 Ay Çocuklar İçin Sayı ve İşlem Kavramları Testi (Arnas Aktaş vd., 2003) ve Erken Matematik Testi (Aydoğan vd., 2020) yer almaktadır. Bununla birlikte yurt dışında geliştirilen ve Türkçe'ye uyarlanan araştırmalarda kullanılan ölçme araçları arasında Piaget tarafından geliştirilen Sayı Korunum Testi, Erken Matematik Yeteneği Testi-2 (Güven, 1997), Erken Matematik Yeteneği Testi-3 (Erdoğan ve Baran, 2006), Matematik Gelişimi 6 Testi (Çelik ve Kandır, 2011) ve Erken Sayı Testi (Önkol, 2012) bulunmaktadır. Bütün bu ölçme araçlarının değerlendirilmesi sonucunda, ölçme araçlarının Erken Matematik Testi (Aydoğan vd., 2020) hariç matematik becerilerini tamamını (sayılar, işlem, ölçme, geometri) kapsamadığı ve çoğunlukla 48-72 aylık çocuklar için kullanılabilir ölçme araçları olduğu gözlemlenmiştir. Erken Matematik Testi (Aydoğan vd., 2020) incelediğinde ise ölçeğe ait norm çalışmasının yapılmış olduğu, ancak bir ölçme aracının güvenilirliği açısından önemli kabul edilen açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizinin yapılmadığı dikkati çekmiştir. Bu da ölçeğin istatistiksel olarak geçerliliği ve güvenilirliği sonuçlarının sınırlı olmasına neden olabilmektedir. Ayrıca ölçme aracının sayı-sayma, ölçme ve geometri ölçme alt boyutları ile sınırlı kaldığı görülmüştür. Geliştirilen ölçek sayı, işlem, geometri ve ölçme alt boyutları daha geniş çapta matematik becerisini tespit edebilecektir.

Alanyazında yurtdışında geliştirilen ve yaygın olarak kullanılan çeşitli matematik becerilerini ölçen ölçme araçları değerlendirildiğinde ise; okul öncesi dönem çocuklarını kapsayan TEMA-3 testinin 0-8 yaş çocuklar için sayılar ve işlem becerilerini Early Numeracy Test- Revised, ın 4-6 yaş çocukları için sayılar becerisini, Early Numeracy Assessment (Purpura ve Lonigan, 2015) ve Early Numeracy Skills Screener (Purpura vd., 2015) ölçme araçlarının da sayılar becerisini ölçtüğü görülmektedir. CMAT-2 ve TOMA-3 ölçme araçlarının çoğu matematik becerisini kapsamasına rağmen 8 yaştan itibaren kullanılabilir, KeyMath-3 ise 3 yaş çocuklarını kapsamamaktadır. Geliştirilen ölçek daha önceden kullanılan ölçeklerin yaşa ilişkin sınırlılıklarına çözüm getirmiş görünmektedir.

ANOMAT Beceri Ölçeği, bu tespitlerin ışığında daha geniş bir yaş aralığını (36-85 aylık çocukları) hedef almaktadır ve resimli karakterlerin yer aldığı hikayelerle çocuklara sorular yöneltmesiyle matematik becerisinin sayılar, işlem, ölçme ve geometri alt boyutlarına ulaşmaktadır. Bu nedenle geliştirilen ölçek alanyazında 36-85 aylık çocukları kapsayan sayı, işlem, ölçme ve geometri alt boyutlarındaki matematik becerilerini ölçen tek ölçek olma özelliği taşımaktadır. ANOMAT Beceri Ölçeği'ni diğer ölçeklerden ayıran özellik ise, ölçek maddelerinin iki çocuğun ölçek boyunca kısa hikayeleri üzerinden çocuklara sorulmasıdır. Bu

da erken çocukluk yıllarında çocuklara hikâye yoluyla ölçek maddesi hazırlanması noktasında önemli bir yenilik getirdiğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmanın araştırma sonuçlarına göre, ölçeğin araştırma grubunu oluşturan 36-85 aylık çocukların yaş grubunda yüksek derecede geçerli ve güvenilir bir ölçme yapabildiğini ortaya koymuştur. Cinsiyet grupları arasında ölçme değişmezliği sağlandığı için, kız ve erkek öğrencilerin matematik becerilerinin farklı cinsiyetlerdeki oyun kültürlerinden kaynaklanabilecek cinsiyet yanlılıklarından etkilenmeden ölçülebildiği önemli bir göstergedir. Madde güçlüklerinin sınır değerleri, ortalaması ve standart sapması ölçme aracının tüm zorluk düzeylerinden maddelerden oluştuğunu göstermektedir. Bu özellik, iyi bir ölçme aracının sahip olması gereken önemli bir özelliktir (Crocker ve Algina, 1986). Maddelerin ayırt edicilik düzeylerinin ortalamasının çok yüksek olması da ölçme aracının matematik becerisine sahip olan ve olmayan öğrencilerin yüksek doğrulukla ayırt edilebildiğini göstermektedir. Tüm bu sonuçlar göz önüne alındığında, geliştirilen ölçme aracının 36-85 aylık çocukların matematik becerilerini yüksek ayırt edicilik oranları ve düşük hata miktarıyla ölçtüğü görülmektedir. Geleneksel kavramlarla ifade edilirse, geliştirilen ANOMAT Beceri Ölçeği, 36-85 aylık çocukların sayılar, işlem, ölçme ve geometri becerilerini ölçmek için kullanılacak yüksek derecede geçerli ve güvenilir bir ölçme aracıdır. Bu nedenle, geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olarak ortaya konulmuştur.

Bu çalışmanın sonuçlarına dayanarak, ANOMAT ölçeğinin boyutlar bağlamında kısa formlarının geliştirilmesi ve Türkiye örneklemini için bir norm çalışması yapılması önerilir. Bu sayede ölçme düzeylerinin yaş gruplarına göre belirlenmesi mümkün olabilir ve farklı ülkelerdeki araştırmacıların ölçeği kendi dillerine uyarlama çalışmaları daha kolay hale gelmesiyle ölçeğin uluslararası bir yapıya kavuşması da desteklenebilir.

Geliştirilen ölçeğin dijital formunun geliştirilmesi ve farklı dillere çevrilmesi, farklı kültürlerdeki çocuklara ölçek uygulaması yapılmasını sağlayabilir. Ayrıca, okul öncesi dönem matematik eğitimini geliştirmek amacıyla, bu ölçeğin kullanıldığı dijital bir program modeli oluşturulabilir. Bu çalışmaların yapılması, ANOMAT ölçeğinin daha fazla kullanılabilmesini ve matematik becerilerinin daha etkili bir şekilde ölçülmesini sağlayabilir. Ölçeğin farklı dillerde çevirisi yapılarak tüm dünya çocuklarına ulaşması önerilebilir. Ayrıca ölçeğin farklı eğitim ve sosyo-ekonomik düzeydeki çocukların matematik becerilerini belirlemek amaçlı araştırmalarda yer alması önerilebilir. Ayrıca, norm çalışması ile Türkiye'deki çocukların mevcut matematik becerileri de belirlenebilir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Dr. Serap Erdoğan: Fikir/Kavram, Tasarım ve Dizayn, Veri Toplama ve İşleme, Analiz ve Yorum, Alanyazın Taraması, Yazım

Dr. Nurbanu Parpucu: Fikir/Kavram, Tasarım ve Dizayn, Veri Toplama ve İşleme, Analiz ve Yorum, Alanyazın Taraması, Yazım

Dr. Murat Akyıldız: Veri İşleme, Analiz ve Yorum

Dr. Abdülhamit Karademir: Fikir/Kavram, Tasarım ve Dizayn, Alanyazın Taraması, Yazım

Dr. Hüseyin Bahadır Yanık: Fikir/Kavram, Tasarım ve Dizayn, Alanyazın Taraması

Dr. Ümran Alan: Fikir/Kavram, Tasarım ve Dizayn, Alanyazın Taraması

Dr. Alper Tolga Kumtepe: Fikir/Kavram, Tasarım ve Dizayn, Alanyazın Taraması

Destek ve Teşekkür Beyanı

Bu çalışma Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri kapsamında 2008E104 numarasıyla Yayın ve Araştırma Teşvik Projesi türünde desteklenmiştir (01.12.2020-08.12.2023).

Çatışma Beyanı

Çalışmayı gerçekleştiren araştırmacıların herhangi bir kişi ya da kuruluş ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Anderson, D., & Burnham, K. (2004). *Model selection and multi-model inference*. Second. Springer-Verlag.
- Ağaçdan, M. (2017). *48-72 aylık çocuklar için matematik gelişim aracının geçerlik ve güvenilirlik çalışması [Validity and reliability study of mathematical development tool for 48-72 month old children]*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi [Unpublished master thesis]. Gazi Üniversitesi.
- Alan, Ü. (2014). *Okulöncesi dönem çocuklarının bilimin doğasına ilişkin anlayışlarının incelenmesi [Investigating kindergarteners' understandings of nature of science]*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi [Unpublished master thesis]. Anadolu Üniversitesi.
- Arnas Aktaş, Y., Deretarla Gül, E. ve Sığırtmaç, A. (2003). 48-86 ay çocuklar için sayı ve işlem kavramları testi'nin geçerlilik ve güvenilirlik çalışması [Validity and reliability study of the number and operation concepts test for 48-86 months old children.]. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(12), 147-157. <https://dergipark.org.tr/pub/cusosbil/issue/4368/59737>
- Aslan, D. (2004). *Anaokuluna devam eden 3-6 yaş grubu çocuklarının temel geometrik şekilleri tanımlarının ve şekil ayırt etmede kullandıkları kriterlerin incelenmesi [The investigation of 3 to 6 year-old preschool children's recognition of basic geometric shapes and the criteria they employ in distinguishing one shape group from the other]*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi [Unpublished master thesis], Çukurova Üniversitesi.
- Atweh, B., Graven, M., Secada, W., & Valero, P. (Eds.). (2011). *Mapping equity and quality in mathematics education*. Dordrecht: Springer.
- Aydoğan, Y., Akkaya, R. ve Özyürek, A. Erken Matematik Testi (EMAT) geliştirilmesi, geçerlik ve güvenilirlik çalışması [The Development and Validity and Reliability Study of The Early Mathematics Test (EMAT)]. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 18(1), 326-350. <https://doi.org/10.37217/tebd.706828>
- Balci, A. (2016). *Sosyal bilimlerde araştırma: Yönetme, teknik, ve ilkeler*. Pegem Akademi.
- Baroody, A. J., Lai, M., & Mix, K. S. (2006). The development of young children's early number and operation sense and its implications for early childhood education. In B. Spodek & O. Saracho (Eds.), *Handbook of research on the education of young children* (Vol. 2, pp. 187-221). Mahwah, Erlbaum.
- Baroutsis, A., & Lingard, B. (2017). Counting and comparing school performance: An analysis of media coverage of PISA in Australia, 2000–2014. *Journal of Education Policy*, 32(4), 432-449. <https://doi.org/10.1080/02680939.2016.1252856>
- Bentler, P. M., & Bonett, D. G. (1980). Significance tests and goodness of fit in the analysis of covariance structures. *Psychological Bulletin*, 88(3), 588–606.
- Bowman, B., Donovan, M. & Burns, M. (2001). *Eager to learn: Educating our preschoolers*. Washington. National Academy.
- Brown, V. L., Cronin, M. E., & Bryant, D. P. (2012). *Test of mathematical abilities (3rd ed.)*. PRO-ED.
- Claessens, A., & Engel, M. (2013). How important is where you start? Early mathematics knowledge and later school success. *Teachers College Record*, 115(6), 1-29. <https://doi.org/10.1177/01614681131150060>
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2011). Early childhood mathematics intervention. *Science*, 333(6045), 968-970. <https://doi.org/10.1126/science.1204537>
- Connolly, A. J. (2007). *KeyMath 3: Diagnostic assessment*. Pearson.

- Crocker, L., & Algina, J. (1986). *Introduction to classical and modern test theory*. Holt Rinehart and Winston Inc.
- Çelik, M. ve Kandır, A. (2011). Matematik Gelişimi 6 Testi (Progress in maths) nin 60-77 aylar arasında olan çocuklar için geçerlik ve güvenilirlik çalışması [Validity and reliability study of the Mathematics Development 6 Test (Progress in Maths) for children between 60-77 Months]. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 4(1), 146-153. <https://keg.aku.edu.tr/arsiv/c4s1/c4s1m10.pdf>
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., Pagani, L. S., Feinstein, L., Engel, M., Brooks-Gunn, J., Sexton, H., Duckworth, K., & Japel, C. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43(6), 1428–1446. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1428>
- Erdoğan, S. ve Baran, G. (2006). Erken matematik yeteneği testi-3 (TEMA-3)'ün 60-72 aylar arasında olan çocuklar için uyarılma çalışması [The study of adaptation test of Early Mathematics Ability-3 (TEMA-3) for 60-72 month old children]. *Çağdaş Eğitim*, 332, 32-38. <https://search.trdizin.gov.tr/tr/yayin/detay/74471/>
- Erdoğan, S., Yanık, H. B., Kumtepe, A. T., Giren, S., Yıldırım, A., Yağan Güder, S., Alan, Ü., Karademir, A., Parpucu, N. ve Yalçın, V. (2014, 24-26 Nisan). *Anadolu Okulöncesi Matematik Ölçeğinin Geliştirilmesi (Anomat) [Sözlü sunum özeti]*. I. Avrasya Eğitim Araştırmaları Kongresi, İstanbul, Türkiye.
- Eskişehir Büyükşehir Belediyesi (2021). *Eskişehir İstatistikleri 2020*. Eskişehir Büyükşehir Belediyesi Yayını. https://www.eskisehir.bel.tr/dosyalar/istatistiklerle_eskisehir/2020.pdf
- Ginsburg, H. P. (2009). The challenge of formative assessment in mathematics education: Children's minds, teachers' minds. *Human Development*, 52(2), 109-128. <https://www.jstor.org/stable/26764896>
- Geist, E. (2015). Math anxiety and the “math gap”: How attitudes toward mathematics disadvantaged students as early as preschool. *Education*, 135(3), 328-336.
- Güven, Y. (1997). *Erken Matematik Yeteneği Testi-2'nin geçerlik, güvenilirlik, norm çalışması ve sosyo-kültürel faktörlerin matematik yeteneğine etkisinin incelenmesi [Examination of the validity, reliability, norm study and the effects of socio-cultural factors on mathematics ability of Early Mathematical Ability Test-2]*. Yayınlanmamış doktora tezi [Unpublished doctorate thesis], Marmara Üniversitesi.
- Hall-Lande, J. (2006). Test Review: Hresko, W., Schlieve, P., Herron, S., Swain, C., & Sherbenau, R. (2003). Comprehensive Mathematical Abilities Test (CMAT). Austin, TX: PRO-ED. *Assessment for Effective Intervention*, 31(4), 63-67.
- Heckman, J. J., & Masterov, D. V. (2007). The productivity argument for investing in young children. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 29(3), 446-493. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9353.2007.00359.x>
- Hooper, D., Coughlan, J., & Mullen, M. R. (2008). Structural equation modelling: guidelines for determining model fit. *The Electronic Journal of Business Research Methods*, 6, 53-60. <https://academic-publishing.org/index.php/ejbrm/article/view/1224>
- Hresko, W., Schlieve, P., Herron, S., Swain, C., & Sherbenau, R. (2003). Comprehensive Mathematical Abilities Test (CMAT). Teksas. PRO-ED.
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1–55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>

- Karakuş, H. ve Akman, B. (2022). Matematik Becerileri Ölçeği'nin Türkçeye uyarlanması: Geçerlik ve güvenilirlik çalışması [Turkish adaptation of the Child Math Assessment: A validity and reliability study]. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(1), 274-285. <https://doi.org/10.21666/muefd.1026357>
- Karip, E. ve Sunar, S. (2021). *Türkiye'nin TIMSS 2019 performansı üzerine değerlendirme ve öneriler (TEDMEM analiz dizisi 8) [Evaluation and recommendations on Turkey's TIMSS 2019 performance (TEDMEM analysis series 8)]*, Türk Eğitim Derneği Yayınları.
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2001). *Adding it up. Helping children learn mathematics*. National Academy Press.
- Kline, R. (2005). *Principles and practice of structural equation modeling* (2nd ed.). Guilford.
- Knaus, M. (2017). Supporting early mathematics learning in early childhood settings. *Australasian Journal of Early Childhood*, 42(3), 4-13.
- Lehr, S., Kluczniok, K., & Rossbach, H. G. (2016). Longer-term associations of preschool education: The predictive role of preschool quality for the development of mathematical skills through elementary school. *Early Childhood Research Quarterly*, 36, 475-488. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2016.01.013>
- MoNE (2022). Okullarda başlatılacak matematik seferberliğinin detayları açıklandı [Details of the math mobilization to be started in schools were announced]. <https://www.meb.gov.tr/bakan-ozer-okullarda-baslatilacak-matematik-seferberliginin-detaylarini-acikladi/haber/26191/tr>
- MoNE Eğitim İstatistikleri (2019). Millî eğitim istatistikleri örgün eğitim 2018/19 [National education statistics formal education 2018/19]. https://sgb.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2019_09/30102730_meb_istatistikleri_orgun_egitim_2018_2019.pdf
- MoNE, EARGED (2004). *PIRLS 2001 ulusal raporu ek doküman [PIRLS 2001 national report supplementary document.]*. MEB Basımevi.
- MoNE, EARGED (2007). *ÖBBS ilköğretim öğrencilerinin başarılarının belirlenmesi, Türkçe, matematik, fen bilgisi, sosyal bilgiler raporu [Determination of the success of OBBS primary school students, Turkish, mathematics, science, social studies report.]*. MEB Basımevi.
- MoNE, EARGED (2019). *PISA 2018 Türkiye ön raporu*. Eğitim Analiz ve Değerlendirme Raporları Serisi, No:10 [PISA 2018 Türkiye preliminary report. Training Analysis and Evaluation Reports Series, No:10]. http://www.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2019_12/03105347_PISA_2018_Turkiye_On_Raporu.pdf
- Moss, J., Bruce, C. D., & Bobis, J. (2015). Young children's access to powerful mathematics ideas: A review of current challenges and new developments in the early years. In *Handbook of international research in mathematics education (3rd ed.)*, English, L & Kirshner, D. (Ed.), p. 165-202.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], (2000). *Principles and standards for school mathematics*.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], (2018). Common Core State Standards. https://www.nctm.org/uploadedFiles/Standards and Positions/Common Core State Standards/Math_Standards.pdf
- National Mathematics Advisory Panel, (2008). *Foundations for success: The final report of the National Mathematics Advisory Panel*. U.S. Department of Education, Washington, D.C.)

- National Research Council, [NRC] (2009). *Mathematics learning in early childhood: Pathstoward excellence and equity*. National Academies Press.
- Nores, M., & Barnett, W. S. (2005). *Who Benefits from Preschool? A Review of the Longitudinal Evidence*. National Center for Education Research.
- OECD, (2013). *What students know and can do: Student performance in math, reading and science* Volume I. PISA OECD Publishing.
- OECD (2017). *PISA for Development Assessment and Analytical Framework: Reading, Mathematics and Science*, Preliminary Version, OECD Publishing. <https://www.oecd.org/pisa/pisa-for-development/PISA-D-Assessment-and-Analytical-Framework-Ebook.pdf>.
- OECD. (2019). *OECD Future of Education and Skills 2030: OECD Learning Compass 2030. A Series of Concept Notes*. OECD Publishing, Paris. https://www.oecd.org/education/2030-project/contact/OECD_Learning_Compass_2030_Concept_Note_Series.pdf.
- Önkol, F. L. (2012). *Erken sayı testi'nin uyarlanması ve erken sayı gelişim programının altı yaş çocukların sayı gelişimlerine etkisinin incelenmesi [Adaptation of the early number test and examination of the effect of the early number development program on the number development of six-year-old children.]*. Yayınlanmamış doktora tezi [Unpublished doctorate thesis]. Marmara Üniversitesi.
- Purpura, D. J., & Lonigan, C. J. (2015). Early numeracy assessment: The development of the preschool early numeracy scales. *Early Education and Development*, 26(2), 286-313. <https://doi.org/10.1080/10409289.2015.991084>
- Purpura, D. J., Reid, E. E., Eiland, M. D., & Baroody, A. J. (2015). Using a brief preschool early numeracy skills screener to identify young children with mathematics difficulties. *School Psychology Review*, 44(1), 41-59. <https://doi.org/10.17105/SPR44-1.41-59>
- R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for statistical computing, Vienna, Austria. <https://www.r-project.org/>
- Rosli, R. (2011). Test Review: AJ Connolly KeyMath-3 Diagnostic Assessment: Manual Forms A and B. Minneapolis, MN: Pearson, 2007. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 29(1), 94-97. <https://doi.org/10.1177/0734282910370138>
- Sarama, J., & Clements, D. H. (2009). *Early childhood mathematics education research: Learning trajectories for young children*. Routledge.
- Uğurtay Üstünel, A. (2007). *Bracken Temel Kavram Ölçeği gözden geçirilmiş formu'nun geçerlik ve güvenilirlik çalışması [Validity and reliability study of the Bracken Basic Concept Scale revised form]*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi [Unpublished master thesis], Gazi Üniversitesi.
- Unutkan, Ö. (2007). Okul öncesi dönem çocuklarının matematik becerileri açısından ilköğretime hazır bulunuşluğunun incelenmesi [A study of preschool children's school readiness related to skills of mathematics]. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32, 243-254. <http://efdergi.hacettepe.edu.tr/yonetim/icerik/makaleler/595-published.pdf>
- Watts, T. W., Duncan, G. J., Siegler, R. S., & Davis-Kean, P. E. (2014). What's past is prologue: Relations between early mathematics knowledge and high school achievement. *Educational Researcher*, 43, 352–360. <http://dx.doi.org/10.3102/0013189X14553660>
- Yamaoka, K., Nakagawa, T. & Uno, T (1978). Application of Akaike's information criterion (AIC) in the evaluation of linear pharmacokinetic equations. *Journal of Pharmacokinetics and Biopharmaceutics* 6, 165–175. <https://doi.org/10.1007/BF01117450>

Yılmaz, B. (2015). *48-60 aylık çocuklar için Erken Sayı Değerlendirme Ölçeğinin geçerlik güvenirlik çalışması [The validity and reliability study of the Early Number Rating Scale for 48-60 month-old children]*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi [Unpublished master thesis]. Adnan Menderes Üniversitesi.

Extended Abstract

Introduction

Early mathematics education is an essential component of early childhood learning and significantly influences children's academic achievements in the long run (Duncan et al., 2007). Research consistently indicates that establishing a strong mathematical foundation during preschool can lead to improved academic outcomes, such as higher test scores, better grades, and enhanced problem-solving abilities (Clements & Sarama, 2011). Considering the positive impact of quality mathematics education received in the preschool period, it is anticipated that this education will also positively influence international assessments such as the Programme for International Student Assessment (PISA) and Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS).

According to the PISA results, conducted in three-year cycles focusing on mathematical literacy, scientific literacy, and reading skills, Türkiye has consistently ranked below the OECD average in mathematical literacy between 2003 and 2018 (Alan, 2014; Ministry of National Education Department of Educational Research and Development [MoNE-EARGED], 2004; MoNE-EARGED, 2007; MoNE-EARGED, 2019). In this context, countries need to evaluate the level of mathematical literacy starting from the preschool period, implement strategies to enhance this skill, and closely monitor its progress (OECD, 2019). In order to comprehensively assess the mathematical development of preschool children and to have a measurement tool that can be utilized nationally and internationally, there is a need for a comprehensive mathematical scale currently lacking in Turkey for preschool children.

Furthermore, no national or international measurement tool has been identified in the literature for assessing the mathematical skills of children aged 36-85 months, particularly in terms of number, operation, geometry, and measurement. The ANOMAT Skills Scale developed in this study is designed to measure these skills in the sub-dimensions of number, operation, measurement, and geometry. Therefore, the aim of the research is to assess the validity and reliability of the ANOMAT Skills Scale.

Method

Sample

The research sample comprised children aged 36-72 months attending official preschool education institutions in Eskisehir/Türkiye and children aged 72-85 months enrolled in the first grade of primary schools. Since the central districts of Eskisehir are heterogeneous regarding socioeconomic and educational indicators, a stratified sampling method was used. The institutions were classified in three different socio-economic levels as lower, middle, and upper, according to transportation, infrastructure services, rent, building, and housing quality of their neighborhoods, and random groups were determined from each level. In total, 471 children participated in the study.

Characteristics of ANOMAT Skills Scale

The ANOMAT Skills Scale comprises four factors: numbers (45 items), operations (42 items), measurement (28 items), and geometry (41 items). It consists of 156 items and one trial question. Children are awarded a score of 1 for each item answered correctly and 0 for each item answered incorrectly. A higher score on the scale indicates a greater proficiency in mathematics, while a lower score suggests a lower level of mathematical skill. The duration of the administration varied depending on the child's age and developmental characteristics, typically ranging from 30 to 50 minutes in the case of all the sub-dimensions applied.

The ANOMAT Skill Scale incorporates a storytelling approach throughout the assessment. The scale presents various questions based on the adventures of Ali and Ayşe, two characters featured in short stories. These questions are accompanied by corresponding visual illustrations and mathematical symbols relevant to each item. Furthermore, number cards are utilized in the numbers section, and materials are provided for length and height comparisons in the measurement section.

Data Analysis

All statistical analyses were conducted using R software (R Core Team, 2021), specifically utilizing the lavaan, semTools, and CTT packages. All item discrimination calculations were conducted using subscale total scores. Confirmatory Factor Analysis (CFA) was employed to assess the scale's construct validity, utilizing a predetermined mathematics skills measurement model. To evaluate the equivalence of factor structures in gender subgroups for ANOMAT, an analysis of measurement invariance (multi-group CFA) was conducted.

To evaluate the goodness of fit between the data and the models in the CFA and multi-group CFA, several fit indices were calculated, including chi-square, chi-square/sd, Comparative Fit Index (CFI), Tucker-Lewis Index (TLI), and Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA). The estimation method employed was DWLS (Diagonally Weighted Least Squares) due to the scoring strategies of the items being defined at the level of an artificial discontinuous variable.

Findings

The CFA results for the second-order structure exhibited similar goodness-of-fit statistics to those of the one-factor, four-factor, 28-factor, and bifactor structures. The RMSEA values for all models were low, indicating a good fit (Hooper et al., 2008; Hue & Bentler, 1999). The comprehensive evaluation of DWLS estimation method findings collectively indicates that the scale's items not only provide scores for the subfactors but also yield a general proficiency score. The Cronbach's alpha reliability coefficients for all factors and the general factor demonstrated satisfactory internal consistency (see Table 5). The reliability coefficients of the factors, as indicated by the Omega coefficients, exhibited high-reliability values. When utilizing the scale with four factors, the reliability coefficients for the four subfactors surpassed 0.90. Hence, the scores derived from both subscales and the overall scale demonstrated reliable internal consistency.

Table 6*Reliability Coefficients For Factors and The General Factor*

Four-Factor Structure	28-Factor Structure	Alpha.ord	Omega	Alpha.ord	Omega
Numbers	Counting Forward Verbally	0.95	0.88	0.99	0.98
	Counting Objects Shown	0.88	0.74		
	Counting Backward Verbally	0.99	0.95		
	Saying/Recognizing Numbers	0.99	0.97		
	Saying the Numbers that Come Before and After	0.95	0.88		
	Counting by Skipping/Grouping	0.97	0.94		
	Saying/Recognizing and Sequencing Two-Digit Numbers	0.98	0.93		
	Saying/Recognizing and Sequencing Three-Digit Numbers	1.00	0.98		
	Writing Numerals	0.97	0.90		
Operations	Using Numbers 1-20 in Addition Operations	0.98	0.95	0.99	0.97
	Using Numbers 1-20 in Subtraction Operations	0.98	0.94		
	Using Numbers 1-20 in Multiplication Operations	0.91	0.78		
	Using Numbers 1-20 in Division Operations	0.91	0.81		
	Comparing Lengths	0.88	0.64		
Measurement	Comparing Heights	0.77	0.58	0.96	0.91
	Comparing Quantities	0.87	0.75		
	Measuring Volume	0.87	0.67		
	Recognizing Whole, Half, and Quarter	0.85	0.72		
	Telling Time	0.83	0.68		
	Using a Calendar	0.95	0.89		
	Money	0.88	0.78		
Geometry	Recognizing and Naming Geometric Shapes	0.89	0.82	0.97	0.95
	Identifying the Given Shape from Different Sizes and Positions	0.95	0.88		
	Knowing and Naming the Edges and Vertices of Geometric Shapes	0.96	0.91		
	Finding and Naming Other Shapes that Compose a Given Shape	0.95	0.87		
	Understanding Spatial Concepts	0.91	0.87		
	Recognizing and Naming Three-Dimensional Geometric Objects	0.93	0.71		
	Matching Three-Dimensional Geometric Shapes with Everyday Objects Correctly	0.96	0.80		
	General		0.98		

The four-factor structure of the scale remains invariant across gender groups, indicating its suitability for assessing boys and girls using the same factor structure. Item discriminations of the scale's items were assessed by calculating the biserial correlation coefficients between each item and its corresponding factor's total score. The smallest biserial correlation coefficient

was 0.29, while the average value across all coefficients was 0.83. Moreover, a significant number of items (44 items) demonstrated a discrimination value of 1.00 based on biserial correlation. Item difficulty levels were also examined, with the most difficult item having a difficulty index of $p = .01$, and the easiest item having a difficulty index of $p = .93$. The mean item difficulty for the scale was calculated as .41, with a standard deviation of 0.27, indicating a wide range of item difficulty levels and high item discrimination values.

Conclusion and Discussion

In this study, the Anatolian Preschool Mathematics (ANOMAT) Skills Scale to evaluate the mathematics skills of children aged 36-85 months was developed and a reliability and validity study was conducted. The ANOMAT Skills Scale displayed robust validity and reliability when employed with a cohort of children. Notably, the measurement invariance analysis revealed that the scale effectively measures mathematics skills in both girls and boys, eliminating potential biases stemming from gender-associated cultural influences. The item difficulty metrics, including cut-off values, mean, and standard deviation, demonstrated that the scale comprises items spanning a wide range of difficulty levels, a crucial characteristic of a well-designed measurement tool (Crocker & Algina, 1986). Moreover, the high mean discrimination levels of the items indicate the scale's ability to accurately differentiate students based on their mathematical abilities. Taken together, these results highlight the ANOMAT Skills Scale's ability to effectively assess children's mathematics skills with high precision and minimal measurement error. In conclusion, the ANOMAT Skills Scale is deemed a highly reliable and valid instrument for evaluating the number, operation, measurement, and geometry skills of children aged 36-85 months, warranting its endorsement as a reputable measurement tool for this purpose.

To assess children's mathematics skills, various national measurement tools are utilized in Türkiye, such as the mathematics skills subscale of the application form of the Marmara Scale for Primary School Readiness (Unutkan, 2007), Geometric Shapes Recognition Test (Aslan, 2004), Mathematical Concept Skills Checklist, and Mathematical Development Tool for 48-72 month old children (Ağaçdan, 2017), Number and Operation Concepts Test for Children aged 48-86 months (Arnas Aktaş et al., 2003), and Early Mathematics Test (Aydoğan et al., 2020). Additionally, there are international measurement tools adapted in Turkish context, such as Test of Early Mathematics Ability-2 (Güven, 1997), TEMA-3 (Erdoğan & Baran, 2006), Progress in Maths 6 (Çelik & Kandır, 2011), and Early Numeracy Test (Önkol, 2012). Based on the literature review, the instruments do not encompass the full range of mathematical skills, and most of the measurement tools are primarily for children aged 48-72 months. Also, the Early Mathematics Test (Aydoğan et al., 2020) covers the 36-84 months of children who do not have operations subdimension, and confirmatory factor analyses were not analyzed.

In international literature, several measurement tools have been developed for assessing preschool mathematics across different age groups. For instance, the TEMA-3 is suitable for evaluating number and operation skills in children aged 0-8. Similarly, the Early Numeracy Test-Revised, Early Numeracy Assessment, and Early Numeracy Skills Screener are commonly used to assess number skills in approximately 6-year-old children. Additionally, the CMAT-2 and TOMA-3 cover various mathematics skills but are designed for children

starting from the age of 8. Lastly, it is worth noting that the KeyMath-3 DA (KeyMath-3 Diagnostic Assessment) does not include the assessment of 3-year-old children.

Based on these, it is important to highlight that the ANOMAT Skills Scale is the only existing measurement tool in the literature that covers the factors of number, operation, measurement, and geometry for children aged 36-85 months. A distinctive feature is its utilization of illustrated characters in story-based questions, allowing for a comprehensive assessment of children's mathematics skills. Moreover, the incorporation of short stories featuring two children throughout the scale introduces a unique approach to item presentation. Lastly, the availability of scale-specific materials further enhances the distinctiveness of the ANOMAT Skills Scale.

Contribution Rate of the Researchers

Dr. Serap Erdoğan: Conceptualization, Data curation, Funding acquisition, Investigation, Methodology, Project administration, Resources, Supervision, Writing- original draft, Writing- review & editing

Dr. Nurbanu Parpucu: Conceptualization, Data curation, Investigation, Methodology, Resources, Supervision, Visualization, Writing- original draft, Writing- review & editing

Dr. Murat Akyıldız: Data curation, Formal analysis, Methodology, Resources, Software, Supervision, Visualization, Writing- original draft, Writing- review & editing

Dr. Abdülhamit Karademir: Conceptualization, Investigation, Methodology, Resources, Writing- original draft, Writing- review & editing

Dr. Hüseyin Bahadır Yanık: Conceptualization, Investigation, Methodology, Supervision

Dr. Ümran Alan: Conceptualization, Investigation, Methodology

Dr. Alper Tolga Kumtepe: Conceptualization, Data curation, Formal analysis, Investigation, Methodology

Support and Acknowledgment

This study was supported by the Publication and Research Incentive Project number 2008E104 within the scope of Anadolu University Scientific Research Projects.

Statement of Conflict of Interest

The researchers who conducted the study do not have a conflict of interest with any person or organization.