

# Matematik Dilini Anlama ve Kullanma Becerileri Ölçeğinin Geliştirilmesi: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması<sup>1</sup>

## Developing The Scale of Understanding and Using Language of Mathematics: A Validity and Reliability Study

Mesut Öztürk<sup>2</sup>, Samed Albayrak<sup>3</sup>, Mustafa Albayrak<sup>4</sup>

### Öz

Bu araştırma ortaokul öğrencilerinin matematik dilini anlama ve kullanma becerilerini ölçebilecek geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı geliştirmek amacıyla yürütülmüştür. Çalışma iki aşamalı olarak yürütülmüştür. İlk aşamada ölçeğin yapısının belirlenmesi amacıyla Türkiye'nin kuzeyinde yer alan bir ilde resmi devlet okullarında öğrenim gören 359 ortaokul öğrencisinden veri toplanmıştır. Toplanan verilere açımlayıcı faktör analizi yapılmıştır. İkinci aşamada ölçeğin yapısının doğrulanması amacıyla Türkiye'nin doğusunda yer alan bir ilde resmi okullarda öğrenim görmekte olan 217 ortaokul öğrencisinden veri toplanmıştır. Toplanan verilere doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Ölçeğin güvenilirliği için ölçeğin tamamında ve alt boyutlarında Cronbach Alpha iç tutarlık katsayıları kontrol edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda dokuz madde ve iki boyuttan oluşan geçerli ve güvenilir "Matematik Dilini Anlama ve Kullanma Becerileri Ölçeği" geliştirilmiştir. Kuramsal çerçeve ve ölçeğin maddeleri dikkate alınarak ölçeğin boyutları "Matematik dilini anlama" ve "Matematik dilini kullanma" olarak isimlendirilmiştir.

**Anahtar Kelime:** Matematik dili, Matematiksel okuryazarlık, Ortaokul öğrencileri

### Abstract

The current study was conducted to develop a valid and reliable measurement tool that can measure middle school students' ability to understand and use the language of mathematics. The study was carried out in two stages. In the first stage, data were collected from 359 middle school students studying in a city in the north of Turkey in order to determine the structure of the scale. Exploratory factor analysis was performed on the collected data. In the second stage, data were collected from 217 middle school students studying in public schools in a province located in the east of Turkey in order to verify the structure of the scale. Confirmatory factor analysis was performed on the collected data. For the reliability of the scale, the Cronbach Alpha internal consistency coefficients of the entire scale and its sub-dimensions were checked. As a result of the analyzes made, a valid and reliable "Mathematics Language Understanding and Using Skills Scale" consisting of nine items and two dimensions was developed. Considering the items of the scale and the theoretical framework, the dimensions were named as "understanding the language of mathematics" and "using the language of mathematics".

**Keywords:** Math language, Mathematical literacy, Middle school students

### Araştırma Makalesi [Research Paper]

**JEL Codes:** I00, I29

**Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı:** Çalışmanın araştırma kısmı Bayburt Üniversitesi Etik Kurulu'nun 14.10.2021 tarih ve 36095 sayılı sayılı Kararı ile alınan izin doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.

**Submitted:** 31 / 12 / 2022

**Accepted:** 26 / 04 / 2023

<sup>1</sup> Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen 121K859 numaralı projeden üretilmiştir.

<sup>2</sup> Doç. Dr., Bayburt Üniversitesi, Bayburt, Türkiye, mesutozturk@live.com, Orcid No: <https://orcid.org/0000-0002-2163-3769>

<sup>3</sup> Öğretmen, Deredolu İmam Hatip Ortaokulu, Gümüşhane, Türkiye, sake2933@gmail.com, Orcid No: <https://orcid.org/0000-0002-8029-9879>

<sup>4</sup> Doç. Dr., Bayburt Üniversitesi, Bayburt, Türkiye, mustafaalbayrak@bayburt.edu.tr, Orcid No: <https://orcid.org/0000-0002-5245-5854>

## Giriş

Dil, düşünceleri doğru bir şekilde iletme aracıdır. Öğrencilerin dil becerilerinin matematiksel düşüncelerini desteklediği düşünülmektedir (Hornburg, Schmitt, & Purpura, 2018; Riccomini, Smith, Hughes, & Fries, 2015). Bu bağlamda matematik dili, matematiksel fikirlerin açıklanmasını, aktarılmasını ve algılanmasını sağlar. Matematik dili, matematiksel bilginin oluşumunda önemli bir role sahiptir (Güzel, & Yılmaz, 2020). Sınıf içinde öğretmenlerin kullanmış oldukları matematik dilinin çocuğun eğitim hayatı boyunca matematik bilgilerinin oluşmasında büyük bir etkiye sahip olduğundan çocuğun matematik girdisinin matematiksel dil olduğu söylenebilir (Fırat ve Dinçer, 2018). Matematiğin anlamlandırılmasında önemli bir faktör olan matematik dili, matematik eğitiminde önemli bir beceri olarak görülmekte ve matematiğin kendi terminolojisini anlamak için bir araç olarak kullanılmaktadır. Matematik dilini kullanabilen kişilerin matematiğe karşı olumlu bir tutum geliştirdiği ve kavramları anlamakta güçlük çekmediği belirtilmektedir. Matematik dilini anlamak ve kullanmak okul ortamıyla sınırlı olmayıp günlük hayata etkisi yadsınamaz bir gerçektir (Çetin, 2020; Türkddoğan, Güler, & Özdemir, 2021). Matematik dilini iyi kullanan bireyler matematik derslerinde kavramları anlamlandırmada daha az güçlük yaşayabilir (Açıl, & Zeybek, 2017). Çünkü matematik diline bağlı olarak matematiksel düşünceleri geliştirecektir. Dil ve düşünme birbirleriyle bağlantılı kavramlar olduğundan matematik dili gelişmiş bireylerin matematiksel düşüncelerinin de gelişmiş olması beklenebilir (Lansdell, 1999). Bu nedenle öğrencilerin matematik dilini anlama ve kullanma becerilerinin incelenmesi önemli görülmektedir. Alan yazın incelendiğinde öğrencilerin matematik dilini anlama ve kullanma becerilerini inceleyen araştırmaların oldukça sınırlı sayıda kaldığı tespit edilmiştir (Yeşildere, 2007). Bu sınırlılığın temel nedenlerinden birinin öğrencilerin matematik dilini anlama ve kullanma becerilerini ölçebilecek bir ölçme aracının bulunmamasından kaynaklandığı söylenebilir. Çalışmada matematik dilini anlama ve kullanma becerilerini ölçebilecek bir ölçme aracı geliştirilmiştir. Bu bakımdan çalışmanın gelecek araştırmalara kaynaklık etmesi beklenmektedir.

## 1. Kuramsal Çerçeve

Mevcut matematik öğretim programları problem çözebilen, eleştirel düşünebilen, bilgiyi günlük yaşamda kullanabilen ve iletişim becerisine sahip olan bireylerin yetiştirilmesini amaçlamaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Bu amacı gerçekleştirmek için matematik öğrenme sürecinde öğrencilerin düşüncelerini sözlü olarak ifade edebilmeleri, matematiksel kavramları içselleştirebilmeleri ve yapılandırabilmeleri önemlidir (MEB, 2018). Bunun için öğrencilerin matematiksel iletişim becerisine sahip olması gereklidir. Matematiksel iletişim, öğrencilerin matematiği okulda farklı derslerde ve günlük yaşamda etkili bir şekilde kullanmasını gerektirir. Bu bağlamda matematiksel iletişim aracı olarak matematik dilini anlayabilen ve kullanabilen öğrenciler yetiştirmenin, matematik öğrenme süreci için önemli olduğu söylenebilir (Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi [NCTM], 2000; Toptaş, 2015).

### 1.1. Matematik Dili

Dil, bir eylemi ve düşünceyi temsil eder. Yeni bir fikir oluşturduğumuzda onu gelişmiş diller aracılığıyla paylaşmak isteriz (Wakefield, 2000). Bu düşünceleri temsil etmek için geliştirilen dillerden biri de matematik dilidir. Matematik dili matematikteki kavramların, işlemlerin ve sembollerin kurallarını içeren; matematiksel fikirleri iletme ve anlamlandırmak için kullanılan dildir (Bruun, Diaz, & Dykes, 2015; Çalikoğlu Bali, 2003). Matematik dili, öğrencilerin eğitim süreci boyunca devam ederek gelişir ve daha karmaşık hale gelmeye başlar (Powell vd., 2019). Matematik dilini geliştirmek, matematik öğretmenin temel yönlerinden biridir (Monroe, 1997). Matematik dilinin de kendine özgü bir anlatım biçimi, terimleri, evrensel sembolleri ve işaretleri vardır (Bruun vd., 2015; Morin & Franks, 2010). Ancak matematikte pek çok terim olması, matematik dilinin resmi bir dil olmaması ve birçok terimin matematik içeriği dışında da anlamları olması nedeniyle matematik dilini geliştirmek zor görülmektedir (Powell vd., 2019). Bu zorluğuna rağmen, matematik öğrenmek ve kavramlar arasında iletişim kurmak için öğrencilerin matematik dilinde yetkinlik kazanması gereklidir (Schlepppegrell, 2007). Matematik dilinde yetkinlik kazanan öğrenciler matematikte kavramlar arasında ilişki kurabilir; sayılar, semboller, terimler ve diyagramları iletişim aracı olarak kullanabilirler (Morin & Franks, 2010).

Matematik dilinde yetkinlik kazanma, ikinci bir dil öğrenmeye benzetilir (Wakefield, 2000). Öğrenciler için bu ikinci dili öğrenmenin ve bu dille iletişim kurmanın birçok zorluğu vardır (Monroe, 1997). Matematik dilini iletişim aracı olarak kullanabilmek, matematik başarısı yüksek olan öğrenciler için bile karmaşık bir görevdir (Morin & Franks, 2010; Riccomini vd., 2015). Özellikle ortaokul öğrencileri için matematik dilinin iletişim aracı olarak kullanılması çok daha güçtür (Powell vd., 2019). Mevcut araştırmalar, matematik dilinin matematik başarısının çok önemli bir yordayıcısı olduğunu göstermiştir (Açıl, & Zeybek, 2017; Seethaler vd., 2011). Özellikle son yıllarda matematik öğretiminde kullanılan problemlerin çoğu bir bağlam içerdiği için hem kelime bilgisi öğretimi hem de okuduğunu anlama matematik öğretimi ve problem çözme için

önemlidir (Bruun, Diaz, & Dykes, 2015; Öztürk vd., 2020; Riccomini vd., 2015). Çünkü bu problemlerde öğrencilerden sadece sayısal bir hesaplama yapmaları beklenmemekte aynı zamanda matematik kelime dağarcığını da kullanarak problemi anlamaları ve varsa bilmediği kelimeleri veya terimleri belirlemeleri gerekir. Bu süreci gerçekleştiremezlerse problem çözmede beklenen performansı gösteremeyeceklerdir. (Bruun vd., 2015). Problem çözme için olduğu kadar problem kurma içinde matematik dili önemlidir. Nitekim problem kurmanın değerlendirilmesinde de matematik dilini kullanma ölçüt olarak alınmaktadır (Özgen vd., 2017).

Matematik dilinin doğru anlaşılabilmesi için doğru kullanılması gerekir (Gözen, 2001). Özellikle öğretmenlerin, kavramları öğrencilerin anlayabileceği bir dille ifade etmesi öğrencilerin kavramları anlayabilmesi için önemlidir (Açıl, & Zeybek, 2017; Gözen, 2001). Örneğin öğretmenin grafik, şekil veya sembollerle gösterdiği matematiksel durumları öğrencilerin anlayabilmesi (Gözen, 2001; Houston, 2009), verilen gerçek yaşam durumunu matematiksel olarak ifade edebilmesi (Orton, & Frobisher, 1996) öğrendiklerinin özetini yazabilmesi (Houston, 2009) öğrencilerin matematik dilini anlayabildiğine işaret edebilir. Çalıköğlü Bali (2003) öğrencilerin matematik dersini anlayabilmeleri için kavramlar arası ilişkiler kurabilmeleri ve öğretmenin kullandığı matematik kavramlarını anlayabilmesi gerektiğini ifade etmiştir. Öğrencilerin matematik dilini anlayabilmesi tek başına yeterli değildir. Günümüz dünyası öğrencinin matematik dilini kullanabilmesini de gerektirmektedir. Örneğin Orton ve Frobisher (1996) öğrencilerin problem çözmede başarılı olabilmeleri için verilen gerçek yaşam durumunu matematiksel olarak ifade edebilmesi ve matematiksel bir durumun gerçek yaşamdaki karşılığını düşünebilmesi gerektiğini ifade etmiştir. Houston (2009) da öğrencilerin düşüncelerini ifade edebilmek için matematik terminolojisinde ortak kabul gören sembol ve kavramları kullanmaları gerektiğini vurgulamıştır.

## 1.2. Alan Yazın Sentezi

Matematik dili ile ilgili alan yazın incelendiğinde çalışmaların çoğunluğunun yükseköğretim düzeyinde yapıldığı belirlenmiştir (Açıl, & Zeybek, 2017; Çakmak, Baş, & Bekdemir, 2014; Çalıköğlü-Bali, 2002; 2003). Ortaokul düzeyinde yapılan araştırmaların ise sayıca az olduğu belirlenmiştir. Matematik dili üzerine ortaokul düzeyinde yapılan araştırmalar ise öğrencilerin matematik dilini nasıl kullandıklarına odaklanmıştır (Açıl, & Zeybek, 2017; Çakmak, Çetin, & Bekdemir, 2016; Ferrari, 2004; Ünal, 2013). Örneğin Açıl ve Zeybek (2017) öğretmenlerin matematik dili kullanımı ile öğrencilerinin matematik dilini nasıl kullandıklarını incelemiştir. Araştırmacılar öğrencilerin matematiksel dili kullanırken kavramların ve sembollerin matematiksel olarak ne ifade ettiğini karıştırdığını belirlemişlerdir. Ünal (2013) ise yaptığı araştırmada öğrencilerin matematiksel dile yönelik tutumlarını farklı değişkenlere göre incelemiştir. Ancak bizim yaptığımız araştırmalara göre öğrencilerin matematik dilini anlama ve kullanma becerilerini ölçebilecek geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı alan yazında mevcut değildir. Bu bağlamda araştırma ortaokul öğrencilerinin matematik dilini anlama ve kullanma becerilerini ölçebilecek geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı geliştirmek amacıyla yürütülmüştür. Bu amaca yönelik olarak aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

1. Ortaokul öğrencilerinin matematik dilini anlama ve kullanma becerilerini ölçmeye yönelik hazırlanan "Matematik Dilini Anlama ve Kullanma Becerileri Ölçeği"nin yapısı geçerli midir?
2. Ortaokul öğrencilerinin matematik dilini anlama ve kullanma becerilerini ölçmeye yönelik hazırlanan "Matematik Dilini Anlama ve Kullanma Becerileri Ölçeği"nin yapısı doğrulanmakta mıdır?

## 2. Yöntem

### 2.1. Araştırma Modeli

Araştırmada nicel araştırma desenlerinden tarama modeli kullanılmıştır. Tarama araştırmaları büyük bir örneklem grubu içerisinde tutum, davranış gibi özelliklerde bilgi toplamaya yarayan araştırma türüdür (Fraenkel, Wallen & Hyun, 2015). Araştırmada ortaokul öğrencilerinin matematiksel dili anlama ve kullanma becerilerini ölçebilecek geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı geliştirmek amaçlandığından bu model kullanılmıştır.

### 2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın örnekleme basit tesadüfi örnekleme ile oluşturulmuştur. Bunun için öncelikle Türkiye'de rastgele iki il seçilerek bu iller için Milli Eğitim Bakanlığı'ndan araştırma izni alınmıştır. Araştırma iki aşamalı olarak yürütülmüş olup bu aşamalar ayrı ayrı açıklanmıştır.

Birinci aşamanın verileri Türkiye'nin kuzeyinde yer alan bir ilde öğrenim gören 359 ortaokul öğrencisinden toplanmıştır. Bu ildeki resmi devlet ortaokullarının bir listesi yapılmış ve okullar arasından rastgele dört okul seçilmiştir. Bu dört okulda her

sınıf düzeyindeki A şubeleri seçilmiş ve bu sınıflarda öğrenim gören öğrencilerin gönüllülerine ölçek uygulanmıştır. Araştırmaya katılan öğrencilerin 49'u 8. sınıf, 110'u 7. sınıf, 104'ü 6. sınıf ve 96'sı 5. sınıf öğrencisidir. Öğrencilerin %55'i kız, %45'i erkektir.

İkinci aşamanın verileri Türkiye'nin doğusunda yer alan bir ilde ve resmi okullarda öğrenim görmekte olan ortaokul öğrencilerinden toplanmıştır. Bu ildeki resmi devlet ortaokullarının bir listesi yapılmış ve okullar arasından rastgele iki okul seçilmiştir. Her sınıf düzeyindeki B şubeleri seçilmiş ve bu şubelerde öğrenim gören öğrencilerin gönüllülerine ölçek uygulanmıştır. Araştırmaya 217 ortaokul öğrencisi katılmıştır. Öğrencilerin 28'i 8. sınıf, 63'ü 7. sınıf, 60'ı 6. sınıf ve 66'sı 5. sınıf öğrencisidir. Öğrencilerin %53'ü kız, %47'si erkektir.

### 2.3. Süreç

Araştırma verilerini toplamak için araştırmacılar bir araya gelmiş ve matematik dilinin anlaşılması ve kullanımına ilişkin alanyazın incelenmiştir. Daha sonra çalışmadan elde edilen bulgular değerlendirilerek öğrencilerin matematiği anlama ve kullanma düzeylerini ölçmeye yönelik 26 soru hazırlanmıştır. Hazırlanan soruların tamamı olumlu maddelerden oluşmakta ve tek bir özelliği ölçmek için yazılmıştır. 26 sorudan oluşan anket, matematik eğitimi alanında uzman ve matematik dilini anlama ve kullanma konusunda araştırma yapmış iki öğretim üyesine (iki doçent) gösterilmiş ve anket maddelerinin ölçme amacına hizmet edip etmediğine ilişkin görüşleri alınmıştır. Uzmanlar beş maddenin problem çözme ile yakından ilişkili olduğunu ve maddelerin matematiğe yönelik daha genel yazılmasını önermiştir. Bunun üzerine beş maddede düzeltme yapılarak tekrar aynı uzmanlardan görüş alınmıştır. Uzmanlar, testin amacına uygun hazırlandığını belirtmiştir. Ardından test bir dil uzmanına (Türkçe Eğitimi alanında doçent) sunularak testin dilinin anlaşılır olup olmadığını değerlendirmesi istenmiştir. Uzman, sorulardan birinde özne ve nesnenin yer değiştirmesi gerektiğini ifade etmiştir. Bu geri bildirim doğrultusunda ilgili madde düzeltilerek bir ölçme değerlendirme uzmanına sunularak maddelerin uygun olup olmadığını değerlendirmesi istenmiştir. Ölçme uzmanı soruların madde yazım kurallarına uygun olduğunu ifade etmiştir. 26 maddeden oluşan taslak formda "“Her zaman (5)”, “Genellikle (4)”, “Bazen (3)”, “Ara sıra (2)” ve “Hiçbir zaman (1)” şeklinde 5'li likert tipi bir derecelendirme yapılmıştır. Form bu çalışmanın örnekleminde yer almayan 25 ortaokul öğrencisine uygulanmış ve öğrencilerden anlaşılmayan yerleri söylemesi istenmiştir. Öğrencilerin tamamı maddelerin anlaşılabilir olduğunu ifade etmiştir. Bu aşamanın ardından taslak form ilk örneklem grubuna uygulanmış ve açılımlayıcı faktör analizi (AFA) yapılmıştır. 26 maddelik formun doldurulma süresi ortalama 15 dakikadır.

Yapılan analiz sonucunda formda yer alan 17 madde çıkarılarak geriye kalan dokuz maddelik ölçek formu ile ikinci örneklem grubundan veri toplanmıştır. Toplanan bu verilere ise doğrulayıcı faktör analizi (DFA) yapılmıştır. Her iki aşamaya ait veriler, bizzat araştırmacılar tarafından toplanmıştır. Dokuz maddelik formun doldurulma süresi yaklaşık olarak 5 dakika olarak hesaplanmıştır.

### 2.4. Verilerin Analizi

Çalışmada toplanan verilere ilk olarak güvenilirlik analizi yapılmış ve iç tutarlılık güvenilirlik katsayısı .82 olarak bulunmuştur. Bulunan güvenilirlik katsayısı toplanan verilerin güvenilir olduğunu göstermektedir. Verileri analiz edebilmek için öncelikle normallik kontrolü yapılmıştır. Normallik analizinde ilk olarak Kolmogorov-Smirnov testi yapılmıştır. Örneklem büyüklüğünün 50 ve üzeri olduğu durumlarda Kolmogorov-Smirnov testinin kullanılması önerilmektedir (Seçer, 2013). Test sonuçları incelendiğinde  $p=.00$  olduğu görülmüştür. Bu, verilerin normal dağılmadığını göstermiş olup bu testin tek başına normalliği yorumlamak için yeterli olmadığı düşünüldüğünden basıklık ve çarpıklık değerleri ile histogram, Q-Q Plot, dal-yaprak grafikleri incelenmiştir. Yapılan analiz sonucunda ortalama ve ortancanın birbirine yakın olduğu, basıklık ve çarpıklık değerlerinin de  $\pm 1.96$  arasında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Histogram, Q-Q Plot, dal-yaprak grafikleri incelendiğinde matematiksel dili anlama ve kullanma beceri puanlarının normal dağıldığı söylenebilir.

Ölçeğin faktör yapısını belirleyebilmek için temel bileşenler analizi yapılmıştır. Ölçeğin faktör sayısını belirlemek amacıyla ilk olarak yamaç birikinti grafiği incelenmiştir. Ölçekte yer alan maddelerin geçerlikleri için madde faktör yükü değeri incelenmiştir. Madde faktör yükü değeri için farklı sınırlar alınmakla birlikte .40 ve üzeri değerlerin uygun olacağı ifade edilmektedir (Hinkin, 1995; Howard, 2016). Bu bağlamda madde faktör yükü için asgari değer .40 olarak alınmıştır. Binişik maddeler ölçek formundan çıkarılmıştır. Faktörler isimlendirilirken maddelerin içeriği ve kuramsal çerçeve dikkate alınmıştır. Faktörlerin birbirleriyle olan ilişkilerini tespit etmek amacıyla Pearson Momentler çarpımı korelasyon analizi yapılmıştır. Faktörlerin birbiriyle ilişkili olduğu belirlendiği için eğik döndürme (Direct Oblimin) yapılmıştır. Eğik döndürmede delta açısı=0.0 ve kapa katsayısı=4 olarak alınmıştır. Ölçeğin güvenilirliği için ölçeğin tamamında Cronbach Alpha iç tutarlılık katsayıları kontrol edilmiştir. Alanyazın ölçeğin güvenilirliğinin test edilmesinde Cronbach Alpha katsayısının kullanmasını önermektedir (Bostic, & Sondergeld, 2015; Denisse, & Sharon 2017).

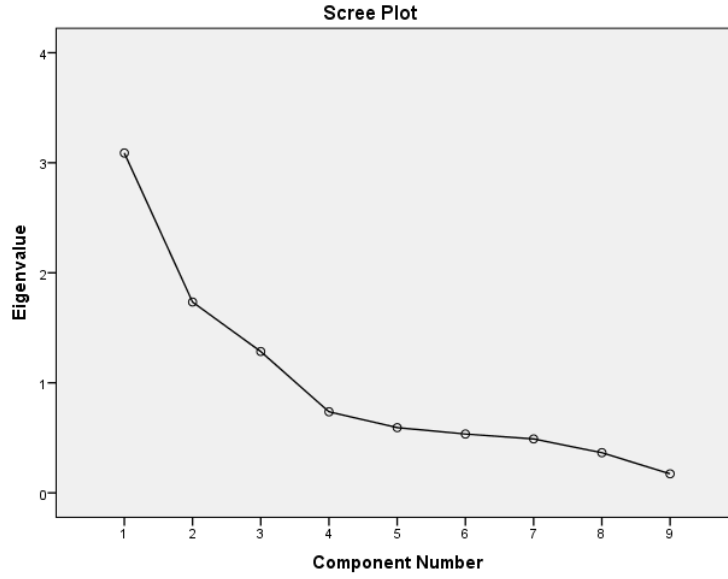
## 2.5. Araştırmanın Etik İzinleri

Yapılan bu çalışmada araştırma etiği ilkeleri gözetilmiş olup gerekli etik kurul izinleri alınmıştır. Etik kurul izni kapsamında; (XXX Üniversitesi Rektörlüğü Etik Kurulu), (08.10.2021), (2021-141) sayılı belge alınmıştır.

## 3. Bulgular

### 3.1 Matematik Dilini Anlama ve Kullanma Becerileri Ölçeğinin Yapısına İlişkin Bulgular:

Çalışmada ilk olarak matematiksel dilini anlama ve kullanma ölçeği verilerinin AFA'ya uygun olup olmadığı kontrol edilmiştir. Bunun için Kaiser-Meyer-Olkin örneklem yeterlilik testi ve Bartlett küresellik testi yapılmıştır. Bu test sonucunda verilerin açımlayıcı faktör analizine uygun olduğu belirlenmiştir ( $X^2_{(36)}=548.58$ ;  $p<.05$ ). Bu aşamadan sonra, ilk olarak, ölçekte yer alan faktörlerin sayısını belirlemek amacıyla yamaç birikinti grafiği incelenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Yamaç Birikinti Grafiği

Şekil 1 incelendiğinde ikinci boyuttan sonraki düşüş ve diğer boyutlar arasında ciddi bir farklılık görülmemesi ölçeğin iki boyuttan oluştuğuna işaret etmektedir. Faktörler arasındaki korelasyon değerleri incelendiğinde birinci boyut ile ikinci boyut arasında pozitif yönlü ve anlamlı ( $r=.32$ ,  $p<.01$ ) bir ilişki olduğu görülmüştür. Maddelerin betimsel istatistik değerleri ile eğik döndürme sonucunda oluşan madde faktör yapı matrisi değerleri Tablo 1 de sunulmuştur.

Tablo 1. Maddelerin Betimsel İstatistik Değerleri İle Eğik Döndürme Sonucunda Oluşan Madde Faktör Yapı Matrisi Değerleri

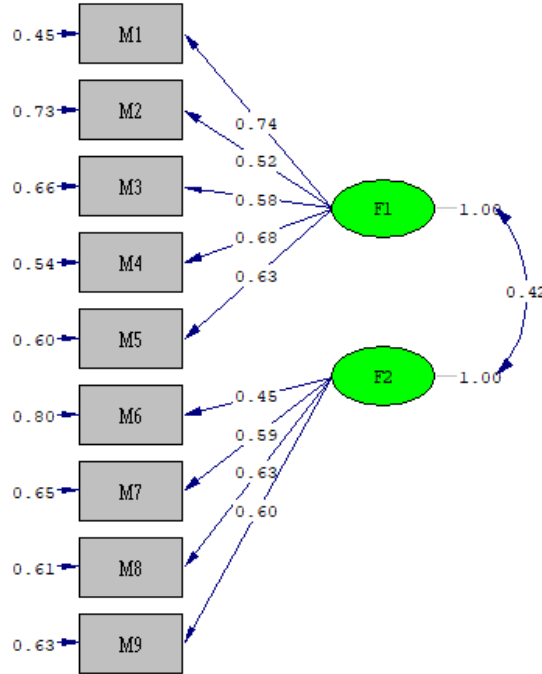
	Betimsel İstatistik				Faktörler		$h^2$
	$\bar{X}$	SH	Çarpıklık	Basıklık	Matematik Dilini Anlama	Matematik Dilini Kullanma	
M1	3.97	.96	-.39	-1.00	.82		.67
M2	3.94	.96	-.52	-.71	.58		.43
M3	3.44	.90	.33	-.60	.71		.59
M4	3.91	.79	-.27	-.24	.75		.57
M5	4.16	.85	-.65	-.35	.69		.53

M6	3.97	.88	-1.06	1.36	.62	.38
M7	3.69	.80	.63	-1.04	.74	.54
M8	3.88	1.13	-.36	-1.38	.66	.53
M9	3.31	1.01	.11	-.45	.75	.59

Tablo 1’de görüldüğü üzere ortak faktör varyansı değerlerin “.43” ile “.67” arasında değiştiği belirlenmiştir. Analiz sonucunda 9 maddeden oluşan ölçeğin maddelerinin iki boyutta toplandığı belirlenmiştir. İlk alt boyut tek başına ilgili yapının %34.32’sini, ikinci boyut ise tek başına toplam varyansın %19.27’sini açıklamaktadır. Ayrıca her iki boyutun birlikte toplam varyansın %53.59’unu açıkladığı belirlenmiştir.

### 3.2. Ölçeğin Yapısının Doğruluğuna Yönelik Bulgular

Açımlayıcı faktör analizi sonucunda iki boyuttan oluşan matematik dilini anlama ve kullanma ölçeğinin yapısını doğrulamaya yönelik yapılan doğrulayıcı faktör analizi sonucunda uyum indeksi değerleri incelendiğinde ölçeğin iyi uyuma sahip olduğu belirlenmiştir ( $\chi^2/sd=2.26$ ,  $p<.05$ , SRMR=.05, RMSEA=.055, CFI=.94, AGFI=.93). Ölçeğin yapısına ilişkin model Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil2. Ölçeğin yapısına ilişkin model

Şekil 2 incelendiğinde madde faktör yük değerleri birinci boyutta “.52” ile “.74”, ikinci boyutta “.45” ile “.63” aralığında değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca tüm maddeler için t değerinin anlamlı olduğu belirlenmiştir. Böylece elde edilen iki faktörlü yapının doğrulandığı söylenebilir.

Ölçeğin güvenilirlik çalışması için Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayısı birinci boyut için .76, ikinci boyut için .66 ve ölçeğin bütünü için .75 olarak hesaplanmıştır. Uygulamaya hazır hale gelen ölçek iki boyuttan oluşmaktadır. Ölçeğin yapısını ortaya koyan AFA bulguları, güvenilirlik bulguları ve DFA bulguları genel olarak değerlendirildiğinde “Matematik Dilini Anlama ve Kullanma Becerileri Ölçeği”nin geçerli ve güvenilir bir veri toplama aracı olduğu ifade edilebilir. Ölçekten alınabilecek en yüksek puan 45; en düşük puan ise 9’dur. Ölçeğin doldurulma süresi ortalama 5 dakika olarak gözlenmiştir. Ölçek formu EK 1’de yer almaktadır.

## Sonuç ve Değerlendirme

Ortaokul öğrencilerinin matematik dilini anlama ve kullanma düzeylerini ölçebilecek geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı geliştirmeyi amaçlayan bu araştırmanın sonucunda geçerliği ve güvenilirliği sağlanmış "Matematik Dilini Anlama ve Kullanma Becerileri Ölçeği" geliştirilmiştir. Dokuz maddeden oluşan ölçek "matematik dilini anlama" ve "matematik dilini kullanma" olarak iki boyuttan oluşmaktadır.

Çalışmada geliştirilen ölçek toplam varyansın yaklaşık olarak %54'ünü açıklamaktadır. Ölçek geliştirme üzerine yapılan araştırmalar açıklanan varyans oranının %50 ve üzerinde bir değer olmasının kabul edilebilir olduğunu belirtmiştir (Beavers vd., 2013; Cabrera-Nguyen, 2010). Ayrıca mevcut bazı araştırmalar ise açıklanan varyans değerinin ölçeğin boyut sayısına bağlı olarak değişebileceğini, her bir ölçek boyutunun açıkladığı varyans oranının %10'un üzerinde belirlenebileceğini ileri sürmüştür (Cabrera-Nguyen, 2010; Erkuş, 2012). Bu bağlamda açıklanan varyans oranının alan yazına uygun olduğu söylenebilir.

Ölçekteki en düşük madde faktör yükü değeri .58, en yüksek madde faktör yükü değeri ise .82 olarak hesaplanmıştır. Ölçek geliştirme alan yazında madde faktör yük değeri için farklı sınırlar alınmakla birlikte .40 ve üzeri değerlerin uygun olacağı ifade edilmektedir (Hinkin, 1995; Howard, 2016). Comrey ve Lee (2016) ise madde faktör yük değeri için .71 ve üzerinin mükemmel, .63-.70 arasının çok iyi, .55-.62 arasının iyi, .45-.54 arasının kabul edilebilir, .32-.44 arasının zayıf olduğunu ifade etmiştir. Bu bağlamda araştırmada hesaplanan madde faktör yük değerinin iyi düzeyde olduğu söylenebilir. Mevcut alanyazın ölçekteki maddelerin birden fazla faktördeki madde faktör yükü farklarının .10'un üzerinde değer aldığı binşik madde olacağını göstermektedir (Erkuş, 2012; Howard, 2016). Bu nedenle binşik maddeler ölçekten çıkarılmıştır. Yapılan DFA sonucunda da elde edilen değerlerin ölçeğin yapısının doğrulandığına işaret ettiği söylenebilir.

Yapılan güvenilirlik analizi, ölçeğin iç tutarlık katsayısını .75 olarak belirlemiştir. Bostic ve Sondergeld (2015) .70 ve üzerindeki güvenilirlik değerinin yeterli, .80 ve üzerindeki güvenilirlik değerinin iyi, .90 ve üzerindeki güvenilirlik değerinin mükemmel uyuma işaret ettiğini vurgulamıştır. Bu bağlamda bu araştırma ulaşılan iç tutarlık katsayısının yeterli olduğu söylenebilir.

Alanyazında öğrencilerin matematik dilini anlayabilmelerinin bazı göstergelerinin grafik, şekil veya sembollerle gösterilen matematiksel durumları öğrencilerin anlayabilmesi (Gözen, 2001; Houston, 2009), verilen gerçek yaşam durumunu matematiksel olarak ifade edebilmesi (Orton, & Frobisher, 1996) öğrendiklerinin özetini yazabilmesi (Houston, 2009), matematik kavramları arasında ilişkiler kurabilmesi olarak gösterilmiştir. Bu bağlamda çalışmada matematik dilini anlama boyutuna yerleşen maddelerin alanyazınla uyumlu olduğu söylenebilir. Mevcut alanyazına göre öğrencilerin matematik dilini kullanabilmelerinin bazı göstergelerinin gerçek yaşam durumunu matematiksel olarak ifade edebilmesi (Orton, & Frobisher, 1996), matematiksel bir durumun gerçek yaşamdaki karşılığını düşünebilmesi (Orton, & Frobisher, 1996) ve düşüncelerini ifade edebilmek için matematik terminolojisinde ortak kabul gören sembol ve kavramları kullanabilmesi (Houston, 2009) olduğu söylenebilir. Bu bağlamda çalışmada matematik dilini kullanma boyutuna yerleşen maddelerin alanyazınla tutarlı olduğu söylenebilir.

## Öneriler

Alanyazın incelendiğinde matematik dilini anlama ve kullanma üzerine çalışmalar olduğu ancak araştırmaların nitel olarak yürütüldüğü nicel araştırmaların ise sayıca az olduğu belirlenmiştir. Çalışmada geliştirilen "Matematik Dilini Anlama ve Kullanma Ölçeği"nin alanyazındaki nicel araştırmalar için teşvik edici olması beklenmektedir. Bu bağlamda gelecek araştırmacılar matematik dilini anlama ve kullanma becerisini geliştirebilecek müdahale araştırmaları planlayabilirler. Ayrıca ortaokul öğrencilerinin matematik dilini anlama ve kullanma becerilerini çeşitli değişkenler açısından inceleyecek büyük ölçekli tarama araştırmaları ve ilişkisel araştırmalar yürütülebilir. Ayrıca ölçek farklı dillere uyarlayacak çalışmalar yürütülebilir.

## Kaynakça

- Açıl, E., & Zeybek, Z. (2017). Öğrencilerin matematiksel dili kullanma ve anlama becerisi ile öğretmenlerinin öğrencilerin matematiksel dili nasıl kullandıklarını fark edebilme yeteneği. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42(42), 87-107.
- Beavers, A. S., Lounsbury, J. W., Richards, J. K., Huck, S. W., Skolits, G. J., & Esquivel, S. L. (2013). Practical considerations for using exploratory factor analysis in educational research. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 18(1), 1-13. <https://doi.org/10.7275/qv2q-rk76>.

- Bostic, J. D., & Sondergeld, T. (2015). Measuring sixth-grade students' problem-solving: Validating an instrument addressing the mathematics common core. *School Science and Mathematics, 115*(6), 281–291. <https://doi.org/10.1111/ssm.2015.115.issue-6>
- Bruun, F., Diaz, J. M., & Dykes, V. J. (2015). The language of mathematics. *Teaching Children Mathematics, 21*(9), 530-536.
- Cabrera-Nguyen, P. (2010). Author guidelines for reporting scale development and validation results in the Journal of the Society for Social Work and Research. *Journal of the Society for Social Work and Research, 1*(2), 99-103. <https://doi.org/10.5243/jsswr.2010.8>.
- Comrey, A. L., & Lee, H. B. (2016). *A first course in factor analysis* (2nd Edition). Psychology Press.
- Çakmak, Z., Çetin, Ö. F., & Bekdemir, M. (2016). Sekizinci sınıf öğrencilerinin istatistik konusundaki matematiksel dil becerilerinin yapısal eşitlik modeli ile incelenmesi. *İlköğretim Online, 15*(2), 299-317. <https://doi.org/10.17051/ilo.2016.73927>
- Çakmak, Z., Baş, F., & Bekdemir, M. (2014). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının örüntüler konusundaki matematiksel dil becerileri. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 16*(1), 204-223. <https://doi.org/10.17556/jef.17653>
- Çalikoğlu Bali, G. (2003). Matematik öğretmen adaylarının matematik öğretiminde dile ilişkin görüşleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25*, 19-25.
- Çalikoğlu Bali, G. (2002). Matematik öğretiminde dil ölçüğü. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23*, 57-61.
- Çetin, H. (2020). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının kesir kavramına ilişkin tanımlarının incelenmesi. *Eurasian Journal of Teacher Education, 1*(3), 172-185.
- Denisse, R. T. & Sharon, L. S. (2017) Examining content validity of tests using teachers' reported opportunity to learn, *Investigations in Mathematics Learning, 9*(3), 148-155. <https://doi.org/10.1080/19477503.2017.1310572>
- Erkuş, A. (2012). *Psikolojide ölçme ve ölçek geliştirme-I: Temel kavramlar ve işlemler*. Pegem Akademi.
- Ferrari, L., P. (2004). Mathematical language and advanced mathematics learning, *Proceedings of the 28<sup>th</sup> Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, 2*, 383–390.
- Fırat, Z. S., & Dinçer, Ç. (2018). Okul öncesi öğretmenlerin doğal matematiksel dil kullanımlarının incelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 18*(2), 895-914. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2018-396525>
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2015). *How to design and evaluate research in education*. New York: McGraw-hill.
- Gözen, Ş. (2001). *Matematik ve öğretimi*. İstanbul: Evrim.
- Güzel, S., & Yılmaz, S. (2020). 8. Sınıf Öğrencilerinin üslü ifadeler konusundaki matematiksel dil kullanım düzeyleri ve dile ilişkin görüşleri. *International Journal of Active Learning, 5*(1), 33-56.
- Hinkin, T. R. (1995). A review of scale development practices in the study of organizations. *Journal of management, 21*(5), 967-988. <https://doi.org/10.1177/014920639502100509>
- Hornburg, C. B., Schmitt, S. A., & Purpura, D. J. (2018). Relations between preschoolers' mathematical language understanding and specific numeracy skills. *Journal of experimental child psychology, 176*, 84-100. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2018.07.005>
- Houston, K. (2009). *How to think like a mathematician*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Howard, M. C. (2016). A review of exploratory factor analysis decisions and overview of current practices: What we are doing and how can we improve? *International Journal of Human-Computer Interaction, 32*(1), 51-62. <https://doi.org/10.1080/10447318.2015.1087664>
- Lansdell, J. M. (1999). Introducing young children to mathematical concepts: Problems with 'new' terminology. *Educational Studies, 25*(3), 327-333. <https://doi.org/10.1080/03055699997837>
- Monroe, E. E. (1997). *Using graphic organizers to teach vocabulary: How does available research inform mathematics instruction?* (ERIC Document Reproduction Service No. ED414256).
- Morin, J. E. & Franks, D. J. (2010). Why do some children have difficulty learning mathematics? Looking at language for answers. *Preventing School Failure, 54*, 111–118.



- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Orton, A., & Frobisher, L. (1996). *Insights into teaching mathematics*. Cassell. London.
- Özgen, K., Aydın, M., Geçici, M. E., & Bayram, B. (2017). Sekizinci sınıf öğrencilerinin problem kurma becerilerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 8(2), 323-351.
- Öztürk, M., Akkan, Y., & Kaplan, A. (2020). Reading comprehension, mathematics self-efficacy perception, and mathematics attitude as correlates of students' non-routine Mathematics problem-solving skills in Turkey. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 51(7), 1042-1058.
- Powell, S. R., Stevens, E. A., & Hughes, E. M. (2019). Math language in middle school: Be more specific. *Teaching Exceptional Children*, 51(4), 286-295.
- Riccomini, P. J., Smith, G. W., Hughes, E. M., & Fries, K. M. (2015). The language of mathematics: The importance of teaching and learning mathematical vocabulary. *Reading & Writing Quarterly*, 31(3), 235-252.
- Schleppegrell, M. J. (2007). The linguistic challenges of mathematics teaching and learning: A research review. *Reading and Writing Quarterly*, 23, 139-159. <https://doi.org/10.1080/10573560601158461>
- Seethaler, P. M., Fuchs, L. S., Star, J. R., & Bryant, J. (2011). The cognitive predictors of computational skill with whole versus rational numbers: An exploratory study. *Learning and Individual Differences*, 21, 536-542.
- Seçer, İ. (2013). *SPSS ve LISREL ile pratik veri analizi: Analiz ve raporlaştırma*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- TC Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Matematik dersi öğretim programı*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Toptaş, V. (2015). Matematiksel dile genel bir bakış. *International Journal of NewTrends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE)*, 4(1), 18-22.
- Türkdoğan, A. , Güler, M. & Özdemir, M. (2021). Günlük hayatta kullanılan bazı kavramların matematik sınıflarındaki kullanımları üzerine bir çalışma. *Fen Matematik Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi*, 4(1), 46-59.
- Ünal, Z. (2013). *7. sınıf öğrencilerinin geometri öğrenme alanında matematiksel dil kullanımlarının incelenmesi*. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Wakefield, D. V. (2000). Math as a second language. *Educational Forum*, 64, 272-279.
- Yeşildere, S. (2007). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Alan Dilini Kullanma Yeterlikleri. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 24(2), 61-70.

## Extended Abstract

### Introduction

Language is a means of precise expression of thoughts. Students' language skills are believed to support their mathematical thinking (Hornburg, Schmitt, & Purpura, 2018; Riccomini, Smith, Hughes, & Fries, 2015). In this context, the language of mathematics provides an explanation, transmission, and perception of mathematical ideas. The language of mathematics plays an essential role in forming mathematical knowledge (Güzel, & Yılmaz, 2020). Since the language of mathematics used by teachers in the classroom dramatically influences the formation of a child's mathematical knowledge throughout their academic life, it can say that a child's mathematical input is a mathematical language (Firat & Dinçer, 2018). The language of mathematics, an essential factor in understanding mathematics, is regarded as a critical skill in mathematics education and a tool for understanding the terminology of mathematics itself. It is argued that people who know the language of mathematics develop a positive attitude towards mathematics and do not experience difficulties understanding concepts. Understanding and using the language of mathematics is not limited to the school environment, but its impact on everyday life is undeniable. People who use math language well may have fewer problems understanding concepts in math classes (Açıl, & Zeybek, 2017). Because depending on the language of mathematics, their mathematical thinking will develop. Because language and thought are related concepts, people with a developed mathematical language can also be expected to have a developed mathematical mind (Lansdell, 1999).

For this reason, it is essential to test students' ability to understand and use the language of mathematics. A review of the literature found that there is a minimal number of studies examining the ability of students to understand and use the language of mathematics (Yeşildere, 2007). One of the main reasons for this limitation is the lack of a measurement tool that can measure the ability of students to understand and use the language of mathematics. The study developed a

measurement tool that can measure the ability to understand and use the language of mathematics. In this regard, the study is expected to be a source for future research.

### **Method**

The study used a survey model, one of the quantitative research designs. The study sample was formed by a simple random sampling method. To do this, firstly, two provinces of Turkey were randomly selected and obtained permission for research from the Ministry of National Education for these provinces. The study was conducted in two stages, which are explained separately, and collected phase 1 data from 359 secondary school students studying in a region in northern Turkey. We ordered phase 2 data from secondary school students in public schools and the province located in eastern Turkey.

The researchers studied the literature on understanding and using mathematical language to collect research data. Then, evaluating the results obtained during the study, prepared 26 questions to measure students' experience and use of mathematics. All prepared questions consisted of positive items and were written to measure one characteristic. The questionnaire, composed of 26 questions, was shown to two faculty members (two assistant professors) who are experts in the field of mathematics education and who conducted a study on the understanding and use of the language of mathematics and their opinions on whether the items of the questionnaire served the tool purpose of measurement. The experts suggested that the five things were closely related to problem-solving and that they should write more general for mathematics. After that, five points were corrected, and again took, conclusions from the same experts stated that the test was prepared according to its purpose. The test was then presented to a language expert (Associate Professor in Turkish Education), who asked to rate whether the language of the trial was understandable. In one of the questions, the expert stated that it should replace subject and object. Following this feedback, the relevant item was corrected and presented to the Evaluator and Evaluator, who was asked to evaluate whether the things were appropriate. The evaluator stated that the questions followed the rules for writing assignments. In a 26-item draft form, a 5-point Likert-type scale as "Always (5)", "Often (4)", "Sometimes (3)", "Sometimes (2)", and "Never (1)" Rated. Applied the form to 25 high school students who did not include in this study's sample, and the students were asked to name the parts they did not understand. All students stated that the tasks were straightforward. After this step, the draft form was applied to the sample's first group and performed Exploratory Factor Analysis (EFA). As a result of the study, 17 items were removed from the form, and the remaining nine-item scale was to collect data from the second sample group. They performed Confirmatory Factor Analysis (CFA) on these collected data.

### **Results**

As a result of this study, which aims to develop a valid and reliable measurement tool that can measure the level of understanding and use of mathematical language by secondary school students, the "Scale of Understanding and Using of Mathematical Language" was developed, the validity and reliability of which was ensured. The nine-item scale consists of two dimensions: "understanding the language of mathematics" and "use of the language of mathematics".

**EK 1. Matematik Dilini Anlama ve Kullanma Ölçeği**

Kıymetli Öğrenciler,

Aşağıda yer alan ölçek, ortaokul öğrencilerinin matematik dilini anlama ve kullanma becerilerini tespit etmek amacıyla geliştirilmiştir. Lütfen maddeleri dikkatlice okuyunuz ve size en uygun olan seçeneği işaretleyiniz. Ölçeği doldurmak yaklaşık beş dakikanızı alacaktır. Ölçeği sadece gönüllü katılımcılar dolduracaktır. Katılım için gönüllü değilseniz, lütfen uygulayıcıya bildirin. Ayrıca ekte yer alan onam formunu doldurmayı da unutmayınız.

Katılımınız için teşekkür ederiz.

Maddeler	Hiçbir zaman	Ara sıra	Bazen	Genellikle	Her zaman
1. Grafik ile gösterilen durumların matematiksel ifadesini anlayabilirim.					
2. Şekil çizerek gösterilen matematiksel durumları anlayabilirim.					
3. Verilen gerçek yaşam durumlarını matematiksel olarak ifade edebilirim.					
4. Gerek duyarsam matematik öğretmenimin söylediklerini özetleyebilirim.					
5. Matematiksel ifadeleri şekil çizerek gösterebilirim.					
6. Matematik dersinde öğretmenimin kullandığı kavramları anlarım.					
7. Matematik dersinde kavramlar arasındaki ilişkileri belirleyebilirim.					
8. Sembollerin matematiksel karşılıklarını anlayabilirim.					
9. Düşüncelerimi ifade etmek için matematiksel kavramlar kullanabilirim.					