



Development of Preschoolers' Mathematical Patterning Skills Test: Validity and Reliability Study

Yıldız GÜVEN¹, Esin DİBEK², Dilan BAYINDIR³, Mesut SAÇKES⁴

¹ Marmara University, Göztepe Campus, İstanbul, yguven@marmara.edu.tr,
<http://orcid.org/0000-0002-5120-7381>

² Marmara University, Göztepe Campus, İstanbul, esindibek@hotmail.com,
<http://orcid.org/0000-0002-8716-9786>

³ Balıkesir University, Necatibey Education Faculty, Balıkesir, dilanbayindir@gmail.com,
<http://orcid.org/0000-0002-6081-3690>

⁴ Balıkesir University, Necatibey Education Faculty, Balıkesir, msackes@gmail.com,
<http://orcid.org/0000-0003-3673-1668>

Received : 08.07.2019

Accepted : 25.08.2019

Doi: 10.17522/balikesirnef.588966

Abstract – Patterning knowledge and skills help to understand the order of mathematics. The use of patterns in early mathematics learning helps children to abstract and generalize mathematical thinking and relationships. Measuring the skills of children on patterning is a prerequisite for further development in this area, but the number of measurement tools assessing these skills is very limited. Therefore, the aim of this study was to develop a test for assessment of the patterning skills of preschool children and to examine its validity and reliability. As a result of the analysis, two different tests, the 26-item long form and 17-item short form, were developed. The results of the current study indicated that these forms are valid and reliable for the assessment of preschoolers' patterning skills.

Key words: patterning skills, mathematics, preschool, rasch analysis.

Corresponding author: Dr. Dilan Bayındır, Balıkesir University, Necatibey Education Faculty, Balıkesir, dilanbayindir@gmail.com

Summary

Introduction

A mathematical pattern can be defined as any predictable regularity, usually involving numerical, spatial, or logical relationships. Patterns are a view of counting and geometry. Recognizing the structure of patterns is often seen as pre-algebraic thinking, so early algebraic

thinking in preschool children begins with learning patterns (Mason, Graham, & Johnston-Wilder, 2005). Repetitive patterning knowledge supports other areas of mathematics (Warren & Cooper, 2007) and especially early algebra (Hacıbrahimoğlu, 2015; Papic, Mulligan & Mitchelmore, 2011).

Methodology

The aim of this study was to develop a test for assessment of the patterning skills of preschool children and to examine its validity and reliability. 145 children with a mean age of 67.81 months (61-76 months) participated in the study. 83 (57.2%) of the children were female and 62 (42.8%) were male.

Demographic data form and Preschoolers' Patterning Skills Test developed within the scope of this research were used to collect data. During the development of the patterning skills test, the relevant literature was examined in detail. A set of items was generated based on the literature review. These items were sent to field experts and expert opinions were acquired. As a result, an assessment tool including 29 items was developed to assess the different patterning skills. Items 1-4 are on repeating patterns (K1, K2, K3, K4), items 5-8 are on converting (D1, D2, D3, D4), items 9-12 are on finding the missing part (E1, E2, E3, E4), items 13-16 are on extension (U1, U2, U3, U4), items 17-20 are on growing patterns (G1, G2, G3, G4), item 21 is on growing extension (US1), items 22-25 are on understanding the unit of repeat (BB1, BB2, BB3, BB4) and the items 26-29 are on pattern creation (OO1, OO2, OO3, OO4).

The psychometric properties of the data collected by the preschoolers' patterning test were examined by Rasch analysis (Bond & Fox, 2007; Wright & Stone, 1979). A total of 29 items in the pattern test were analyzed using WINSTEPS version 3.65 (Linacre, 2006). In order to assess the compatibility of measurements using Rasch model, infit and outfit values were examined.

Results

Preliminary results showed that there was no variance of the two items related to the ability of repeating the pattern, and one item had an MSNQ (mean squares) value of over 2.0 (Linacre, 2002). When the analysis was repeated by removing these items (K1, K2, K3), it was observed that all of the remaining 26 items had INFIT and OUTFIT values below 2. Item measure values ranged from -4.64 to 3.17. These results show that the tool consisting of a total of 26 items is compatible with the Rasch Model. Item Separation Index calculated for

Patterning Test was 5.07 and Person Separation Index was 2.04. This result indicates that the Patterning Test can divide children into two ability groups in terms of pattern skills. The person reliability coefficient was 0.81 and the item reliability coefficient was 0.96. The reliability coefficient calculated by K-R20 was 0.86. These results indicate that the scores obtained from the Patterning Test have an acceptable level of reliability.

During the application of the 26-item form, it was observed that the application took a very long time and children had difficulty in maintaining their attention and motivation. For this reason, the distribution of items in the logit chart was examined and the number of items in the measurement tool was reduced to increase the usefulness of the scale. Taking into consideration the content validity, a total of nine items were excluded from the scale and a 17-item form was created. Observations in the data collection process and the difficulty and overlap of the items in the Wright Map were taken into consideration in reducing the number of items. By taking the content validity into consideration, a total of nine items (E1, U1, D1, U2, E3, D3, US1, BB3, and OO3) were excluded from the data set and the analysis were repeated. The results showed that all of the 17 items in the short form had INFIT and OUTFIT values of less than 2 MSNQ values. Item measure values ranged from -4.99 to 2.88. The item separation index calculated for the short form was 4.90 and the person separation index was calculated as 1.65. The person reliability coefficient was found to be 0.73 and the item reliability coefficient was found to be 0.96. The reliability coefficient calculated by K-R20 was 0.81. These results indicate that the scores obtained from the short form of the Pattern Test have an acceptable level of reliability.

The relationship between total scores obtained from short and long forms of patterning test was found to be $r = 0.98$. For the long form of the test, the stability coefficient was calculated by test-retest method using a sample of 27 children (15 girls, 12 boys). Coefficient of stability was calculated as 0.88 using the relationship between the scores obtained from the applications done with 3-week intervals. Coefficient of stability calculated for the short form was 0.84.

Conclusion

As a result of the analysis, two different forms, the 26-item long form and 17-item short form, were developed. The results also indicated that these forms produce scores that are comparable, valid, and reliable to assess the patterning skills of preschool children.

Okul Öncesi Matematiksel Örüntü Becerileri Testinin Geliştirilmesi: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması

Yıldız GÜVEN¹, Esin DİBEK², Dilan BAYINDIR³, Mesut SAÇKES⁴

¹ Marmara Üniversitesi, Göztepe Kampüsü, İstanbul, yguven@marmara.edu.tr, <http://orcid.org/0000-0002-5120-7381>

² Marmara Üniversitesi, Göztepe Kampüsü, İstanbul, esindibek@hotmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-8716-9786>

³ Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, Balıkesir, dilanbayindir@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-6081-3690>

⁴ Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, Balıkesir, msackes@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0003-3673-1668>

Gönderme Tarihi: 08.07.2019

Kabul Tarihi: 25.08.2019

Doi: 10.17522/balikesirnef.588966

Özet – Örüntü bilgisi matematiğin düzenini anlamakta yardımcı olur. Örüntülerin erken matematik öğreniminde kullanımı, matematiksel düşünce ve ilişkilerin soyutlanması ve genellenmesine yardımcıdır. Örüntüler hakkında becerilerin ölçülebilmesi bu alanda yapılacak geliştirme çalışmaları için bir ön koşuldur ancak bu becerileri değerlendiren ölçme araçlarının sayısı çok sınırlıdır. Bu nedenle bu çalışmada okul öncesi dönem çocukların örüntü becerilerini değerlendirmeyi amaçlayan bir testin geliştirilmesi ve bu testten elde edilen puanların geçerlilik ve güvenirliliğinin test edilmesi hedeflenmiştir. Yapılan analizler sonucunda 26 maddelik uzun ve 17 maddelik kısa olmak üzere 2 farklı form geliştirilmiştir. Sonuçlar, bu formların okul öncesi dönem çocukların örüntü becerilerini değerlendirmede kullanılabilecek geçerli ve güvenilir formlar olduğunu ortaya koymuştur.

Anahtar kelimeler: örüntü becerileri, matematik, okul öncesi dönem, rasch analizi

Sorumlu yazar: Dr. Dilan Bayındır, Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, Balıkesir, dilanbayindir@gmail.com

Giriş

Amerikan Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (NCTM, 2000) ve Amerikan Ulusal Erken Çocukluk Eğitimi Derneği (NAEYC, 2002), 3-6 yaş arası çocuklar için yüksek nitelikli, zorlayıcı ve erişilebilir matematik eğitimi vermenin, gelecekteki matematik başarısı

için hayati bir temel olduğunu belirtmektedir. Araştırmacılar da bu konuyu destekleyen bulgulara ulaşmışlardır. Son yıllardaki çalışmalar çocukların matematiksel örüntüleri anlaması konusuna odaklanmışlardır (Burgoyne, Witteveen, Tolan, Malone, & Hulme, 2017). Waters (2004) örüntülerin erken çocuklukta verilmesinin matematik için çok önemli görülmesine ve programa dahil olmasının uluslararası alanda önerilmesine rağmen çok az çalışmanın yapıldığına dikkat çekmektedir. Waters (2004)'a göre örüntüler düşünmeyi sağlaması açısından da önemlidir. Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (National Council of Teachers of Mathematics-NCTM, 2000) örüntüleri küçük yaş grupları için sıralama ve düzenlemeyi kazanmanın bir yolu olarak görmektedir. Örüntülere, müzikte, sanatta ve günlük yaşamımızda, kısaca her ortamda (örn. giysiler) rastlamak mümkündür. Örüntüler; ilişkileri (ritimleri, tekrarları, kısıdan uzuna, küçükten büyüğe doğru sıraya sokmayı, sınıflama ve gruplamaları gibi) anlamaya yardımcı olur (Akman, 2002).

Örüntü, sıralama becerisinin bir üst basamağı olan ve birden çok elemanın belli bir kurala bağlı olarak gerçekleştirilen sıralaması olarak tanımlanabilen bir eylemdir. Örüntü ile ilgili yapılan tanımlarda düzenlilik ve bağıntısallıktan söz edildiği görülmektedir. Tanımlar, geometrik şekillerin, sembollerin, ses veya eylemlerin (Souviney, 1994); işitsel, görsel veya motor öğelerin (Charlesworth & Lind, 2010) düzenliliği üzerinde durur. Mulligan ve Mitchelmore (2013) örüntüyü sayı, uzay ya da ölçüm değişkenlerinin tahmin edilebilir düzenlilik içermesi durumu olarak tanımlanmıştır. Gece – gündüz oluşumu, canlıların yaşam döngüsü, ritmik sayma bunlara örnek olarak gösterilebilir. Bu durumda örüntüleme ise, bir serideki maddelerin (öğelerin) diziliş kurallarının, o seriyi takip eden diğer serilerin öğelerinde de uygulanmasını anlamayı içerir (Gadzichowski, Peterson, Pasnak, Bock, Fetterer-Robinson, & Schmerold, 2018).

Bir matematiksel örüntü, genellikle sayısal, mekânsal veya mantıksal ilişkileri içeren herhangi bir öngörülebilir düzenlilik olarak tanımlanabilir. Örüntüler, sayma ve geometrinin bir görünümüdür. Örüntülerin yapısını fark etmek, çoğunlukla cebir öncesi düşünme olarak görüldüğünden, okul öncesi çocuklarda erken cebirsel düşünme örüntülerin öğrenilmesiyle başlamaktadır (Mason, Graham, & Johnston-Wilder, 2005). Matematik alanında örüntüler bilimi olarak da tanımlanmaktadır (Steen, 1988). Örüntülerin tüm matematik öğrenmelerin ve dili öğrenmenin merkezinde olduğu ifade edilmektedir (Clements & Sarama, 2004; Fyfe, Evans, Eisenband Matz, Hunt & Alibali, 2017; Gadzichowski, vd., 2018; Heddens & Speer, 2006; Kidd vd., 2013; Kidd vd., 2014; Pasnak, 2015). Örneğin, boylamsal bir çalışmada, anasınıfı ve birinci sınıf öğrencilerinin tekrarlayan örüntü becerilerinin, onların beşinci

sınıftaki matematik başarısının en önemli yordayıcısı olduğu bulunmuştur (Rittle-Johnson v.d. 2016, akt. Fyfe, vd., 2017). Fyfe, Evans, Eisenband Matz, Hunt ve Alibali (2017) araştırma bulgularına dayanarak yaş ve işleyen/çalışan bellek kontrol edildiğinde matematiksel örüntü becerilerinin hesaplama becerilerini yordadığını görmüşlerdir. Tekrarlayan örüntü bilgisi, diğer matematik alanlarını (Warren & Cooper, 2007) ve özellikle erken cebiri (Hacııbrahimoğlu, 2015; Papic, Mulligan & Mitchelmore, 2011) desteklemektedir. Benzer şekilde Fox (2005, akt. Kidd vd, 2014) örüntülerin çocukların sayı, geometri, ölçme ve veri anlayışıyla yakından ilişkili olduğunu ileri sürmüştür. Papic (2007), örüntülerin anlaşılmasının, nesnelerdeki farklılıkları ve benzerlikleri tanımlama da dahil olmak üzere birçok soyut bilişsel beceride ustalık kazanılmasına yol açabileceğini söyler. Aynı zamanda örüntülerin; uzamsal farkındalık, ardışıklık, sıralama, sınıflama ve karşılaştırma yapma becerilerini öğrenme için de gerekli olduğunu ifade etmiştir (Papic, 2007). Diğer taraftan çocukların örüntü oluşturabilmesinin, benzeşen/analojik akıl yürütmenin gelişmesinde rol oynadığı, örüntüleri tanımlama, genişletme ve genelleştirme becerisinin ise tümevarımsal akıl yürütmeyi etkilediği bulunmuştur (English, 2004).

Erken okul yıllarında çocuklar; örüntüleri kopyalayabilir, uzatabilir, örüntüdeki eksik yerleri tamamlayabilir, dönüştürebilir, genişletebilir ve örüntüde tekrarlanan en küçük birimi tanımlayabilir ve kendisi yeni bir örüntü oluşturabilir (Burton, 1982; Clements, Sarama & Liu, 2008; Greeno & Simon, 1974; Mulligan & Mitchelmore, 2009; Papic vd., 2011; Smith, 2001; Starkey, Klein, & Wakeley, 2004). Üç yaş çocukları, örüntüleri fark edebilmekte ve modele bakarak kendi örüntülerini oluşturabilmektedir (Akman, 2010). Yine çalışmalar 4 yaş çocukların dörtte üçünün okula başlamadan önce tekrarlayan örüntüleri kopya edebildiklerini, yarısının örüntüleri uzatabildiklerini göstermektedir. Yine bu yaş çocukların ancak üçte birinden azı örüntüleri dönüştürebilmekte ve örüntünün en küçük birimini gösterebilmektedirler (Rittle-Johnson, Fyfe, McLean, & McEldoon, 2013; Sarama & Clements, 2008). Tekrar eden örüntü biriminin en küçük biriminin tanımlanması, bir örüntünün uzatılması, dönüştürülmesi genellikle birinci sınıf öncesinde gerçekleşebilir. Ancak örüntüdeki başarı büyük ölçüde modelin karmaşıklığına da bağlıdır (Burton 1982; Vitz & Todd, 1967). Dört-beş yaş grubu çocukları serbest oyunlarında örüntü ve şekil, büyüklük ve numaralandırma etkinliği gibi çeşitli matematik etkinliklerini gerçekleştirmektedir (Ginsburg, Inoue & Seo, 1999; Ginsburg, Pappas & Seo, 2001 akt. Ginsburg vd, 2003). Örüntü ve şekli araştırmak 4 ve 5 yaşındaki çocukların oyunlarında en sık gözlemlenen matematik etkinliğidir. Amerika'daki anaokullarında izlenen zamanın %20 ila 40'ında bu etkinlikler gözlenmiştir (Ginsburg, vd.,1999; Ginsburg, vd., 2003).

Örüntüler genel olarak; tekrarlayan, büyüyen (gelişen) ve ilişkisel olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (Smith, 2001). Tekrarlayan örüntüler, ses, sayı, şekil gibi öğelerde tekrar biriminin sonlu ya da sonsuz sayıda kopyalanması ile oluşur. Tekrarlayan örüntüler doğrusal, döngüsel veya seksek örüntüler olarak karşımıza çıkabilir (Papic, 2007). Tekrarlayan örüntülerde en basit düzey AB, AABB, ABC olurken (Rittle,- Johnson, Zippert & Boice, 2019; Fyfe, vd., 2017) daha zor olan düzey ise ABB, AAB, ABCC veya daha karmaşık olarak tekrarlayan örüntülerdir (Smith, 2001). Seksek örüntülerde bazı öğeler dikey, bazıları yatay olarak yerleştirilir. Tekrarlayan örüntüleri anlamak ve kuralı genellemenin en önemli aşaması tekrarlayan en küçük birimi keşfedebilmektir. Büyüyen örüntülerde belli bir düzene göre bir sıralama söz konusudur. Büyüyen örüntüler; sabit değişen örüntüler, artarak değişen örüntüler ve azalarak değişen örüntüler olarak gruplanabilir. Fyfe, Evans, Eisenband, Matz, Hunt ve Alibali (2017) araştırmalarında çocukların büyüyen örüntü konusundaki başarılarının onların matematik performansları ile ilişkili olduğunu bulmuşlardır. İlişkisel örüntülerde ise iki set arasında bir bağlantı söz konusudur (Smith, 2001). Örneğin; 1-10,2-20,3-30 ilişkisi gibi. İlişkisel örüntülere en güzel örnek ise günlerin, ayların sıralanışıdır.

İlk gelişen örüntü becerilerinden biri, örüntünün kopyalanmasıdır (Rittle-Johnson vd., 2013). Kopyalamada çocuğun var olan örüntünün aynısını kopyalaması istenir. Kopyalama için çocuktan kendisine sunulan bir örüntü formunun aynısını, önüne konulan farklı materyaller içinden aynı örüntüyü oluşturacak materyalleri seçerek, doğru sıra ile dizmesi beklenir. Kopyalamanın dışında bir üst örüntü becerisi, var olan bir örüntüyü uzatmaktır. Örneğin, çocuklara bir ABBABB örüntüsü gösterilir ve örüntüye devam etmesi istenir. Böyle bir beceri için uygulamada yapılan bazı farklı düzenlemeler çocukların performanslarını olumlu veya olumsuz etkileyebilmektedir. Örneğin örüntünün en küçük biriminin tamamı için yer belirtecek şekilde boşluk bırakılırsa (örn. ABCABC---), çocuklar daha az yer bırakılmış bir soruya göre (örn. ABCABC--) daha başarılı olabilmektedirler (Threlfall, 1999 akt. Ginsburg, Cannon, Eisenband & Pappas, 2008). Benzer şekilde devam eden bir örüntüyü uzatmaları istendiğinde eğer örüntünün tekrar eden en küçük birimi ortadan kesilmiş şekilde sunulursa (örn. ABCABCABCA--), okul öncesi çocukların genel eğilimi örüntüyü oluşturan en küçük birimin ilk maddesi ile başlamak şeklindedir (örn. ABCABCABCAABC) (Ginsburg vd., 2008). Örüntüleri kopyalama ve uzatma, çocuklar tarafından örüntü birimi hakkında bilgi sahibi olmadan da sadece görsel eşleştirme ile doğru şekilde yapılabilir (Threlfall, 1999 akt. Rittle-Johnson vd., 2013). Bu nedenle çocukların kopyalama ve uzatma maddelerinde daha doğru performans gösterdikleri görülmektedir.

Görsel eşleme kullanılarak çözülemeyen daha zor bir örüntüleme becerisi, farklı bir malzeme seti kullanarak örüntünün dönüştürülmesi becerisidir (Mulligan & Mitchelmore, 2009; Son, Smith & Goldstone, 2011; Warren & Cooper, 2006). Örneğin, çocuklara renkli kartlardan oluşan ABBABB sıralı bir örüntü verilir ve çocukların bu örüntüyü geometrik şekilleri kullanarak dönüştürmesi istenir. Örneğin; çocuğun sarı-mavi-mavi- sarı-mavi-mavi şeklinde dizilen bir örüntü formunu, üçgen-daire- daire-üçgen-daire-daire şeklinde bir örüntü formuna dönüştürebilmesidir. Rittle-Johnson ve arkadaşları (2013) ise küçük çocukların bu beceriyi ne kadar yapabildiklerine dair yayınlanmış bir veri olmadığını söylemektedirler.

Verilen bir örüntü içinde eksik parçalar bırakılarak çocukların bu boş olan yere hangi şekil ya da resmin gelmesi gerektiğini fark etmesi örüntü becerisi açısından bir diğer önemli sorudur. Eksik parçayı bulmak için çocukların resmin ya da şeklin birden fazla özelliğine dikkat etmeleri gerekebilir. Büyüyen örüntüler de (örn., 2, 4, 6, 8 ...) erken yıllarda öğrenilen örüntü bilgisi içinde ele alınmaktadır.

Örüntünün mantığını anlayan çocuklar, kendi örüntülerini oluştururken farklı materyalleri ve farklı zorluk derecelerinde olan birimleri kullanabilirler. Zaten örüntü oluştururken boyut-şekil veya şekil-renk gibi iki boyutu birlikte dikkate almak daha üst düzey bir beceri gerektirir ve okul öncesi çocuklar bu konuda zorlanabilirler.

Bazı dönemlerde uzmanlar erken çocuklukta örüntülerin müfredatta önemli görüldüğü için yer alması gerektiğini savunurken, bazı dönemlerde ise çok önemli olmadığı konusunda fikir belirterek farklı tartışmalar içerisinde olmuşlardır (National Mathematics Advisory Panel, 2008 akt. Rittle- Johnson, Zippert & Boice, 2019). Bir çalışmada öğretmenler, çocukların örüntü çalışmalarından çok keyif aldıklarını, bu nedenle de örüntü becerilerinin müfredattan çıkarılmasını istemediklerini ifade etmişlerdir (Rittle-Johnson, Zippert & Boice, 2019). Amerikan Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (NCTM) (2000)'nin cebirle ilgili standartlarına bakıldığında, okul öncesi eğitim programı için örüntüleri, ilişkileri ve işlevlerini anlayabilmek ve örüntüleri kullanarak niceliksel ilişkileri anlayabilmek becerilerinin kazandırılmasının beklendiği görülmektedir. Benzer şekilde Türkiye'de uygulanan Milli Eğitim Bakanlığı 2013 yılı Okul Öncesi Eğitimi Programında örüntü becerileri kazanım ve göstergelerde yer almaktadır (MEB, 2013). PASMAT, ASP, Building Blocks gibi programlarda örüntüyü kopyalama, tekrar birimini tanımlama, örüntüyü devam ettirme, örüntüyü tamamlama, bir örüntü oluşturma gibi etkinlikler ile cebir öğretimine başlandığı görülmektedir (Clements & Sarama, 2004; Papic & Mulligan, 2007; Papic, 2007). Papic, Mulligan ve Mitchelmore (2011) 3-5 yaş çocuklarla yaptıkları çalışmada, erken müdahale

grubundaki çocukların ve normal gelişim gösteren çocukların 1 yıllık sürede okulda uygulanan örüntü eğitiminden oldukça yararlandıklarını görmüşlerdir. Bu araştırmada erken müdahale grubu çocukları, tekrarlayan örüntülerdeki tekrarlayan birimin ne olduğunu büyük ölçüde anlamışlar hatta bir yıl sonra büyüyen örüntüleri yapabilir ve açıklayabilir düzeye gelmişlerdir. Normal gelişim gösteren çocuklar ise tekrarlayan örüntüleri başka bir örüntüye dönüştürebilmişlerdir. Araştırmacılar çalışmaları neticesinde okul öncesinde çocukların örüntüler konusunda yeterince desteklenmediklerini, desteklendiklerinde ise karmaşık örüntüleri de çözümleyebileceklerini düşünmektedirler.

Nitelikli eğitimin verilmesinin önemli bir aşaması ise, eğitimin değerlendirilebilmesidir. Bu nedenle geçerli ve güvenilebilir puanlar üreten ölçme araçlarına gereksinim duyulmaktadır. Örüntüler hakkında becerilerin ölçülebilmesi, çocuğun matematiksel gelişiminde önemli bir nokta olarak görülen örüntü becerileri ile ilgili yapılacak geliştirme çalışmalarına yön vermek adına büyük önem taşımaktadır. Okul öncesi çocukların örüntü becerilerinin ölçülmesi, matematik yeteneklerinin ölçülmesinde olduğu gibi; çocuğun bilişsel beceri düzeyini tanıma açısından alternatif bir yol olarak düşünülebilir. Örüntü becerilerine ilişkin güçlük alanlarını görme, bireyin gelişimini izleme, bireyin matematiksel düşünme tarzını görme, eğitim programını çocuğun beceri düzeyini dikkate alarak oluşturma açısından yardımcı olacaktır (Güven & Oktay, 1999).

Diğer taraftan okul öncesi öğretmenleri örüntü etkinliklerine önem vermekte (Clarke, Clarke, & Cheeseman, 2006), örüntü etkinliklerini matematik programının temel parçalarından biri olarak görmektedirler (Economopolous, 1998). Fakat Waters'a (2004) göre, öğretmenler örüntülerin önemini bilmelerine ve örüntüler konusundaki bilgilerini de yeterli görmelerine rağmen sınıflarında çocuklarla sınırlı sayıda nitelikle örüntü çalışmaları yapmaktadırlar. Bu bağlamda yapılacak çalışmalar için de örüntü becerilerini ölçen bir ölçme aracına ihtiyaç duyulduğu açıktır. Özellikle okul öncesi dönem çocuklarla yapılacak çalışmalar erken müdahale fırsatlarına olanak vermesi bakımından da önemlidir. Erken çocuklukta matematiksel gelişim açısından örüntü becerilerine verilen önem doğrultusunda okul öncesi dönem çocukların örüntü becerilerini ölçen bir teste ihtiyaç duyulmuştur.

Yurt dışında, okul öncesi dönem çocukların matematiksel örüntü becerileri değerlendiren ölçme araçlarına rastlamak mümkündür. Örneğin Mulligan, Mitchelmore, Marston, Highfield ve Kemp (2008) tarafından geliştirilen 4-7 yaş grubu çocuklarla kullanılan Örüntü ve Yapı Değerlendirme Ölçeği (Pattern and Structure Assesment - PASA) ve Papic (2015) tarafından geliştirilen ve 4-5 yaş grubu çocuklarla uygulanan Erken

Matematiksel Örüntüleme Değerlendirme Ölçeği (Early Mathematical Patterning Assessment - EMPA) örnek olarak verilebilir. Ancak, Türkiye’de, okul öncesi grup çocukların örüntü becerilerini değerlendirmek için geliştirilmiş veya uyarlanmış bir ölçme aracına rastlanmamıştır. Araştırmanın amacı, erken matematik başarısı için önemli role sahip örüntü becerilerinin okul öncesi dönemde değerlendirilmesinde yol gösterici olacak geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı geliştirmektedir. Ölçek, kopyalama, dönüştürme, eksik parçayı tamamlama, uzatma, genişletme ve örüntü oluşturma sorularından oluşmaktadır.

Yöntem

Araştırmanın Modeli:

Okul öncesi dönemde örüntü becerilerini belirleyebilmek için geçerli ve güvenilir bir test geliştirilmesini amaçlayan bu araştırma, bir ölçek geliştirme çalışmasıdır.

Örnekleme:

Araştırmaya toplam yaş ortalaması 67.81 ay olan (61-76 ay arası) 145 çocuk katılmıştır. Çocukların, 83’ü (%57.2) kız, 62’si (%42.8) erkektir. Çocukların 91’i (62.8%) 1 yıldır, 33’ü (22.8%) 2 yıldır ve 2’si (1.4%) 3 yıldır okul öncesi eğitim almaktadır (19 çocuğun okul öncesi eğitim alma süresi belirtilmemiştir). Çocukların ailelerinin öğrenim düzeyi ise şu şekilde rapor edilmiştir. Annelerin 22’si (15.2%) ilkokul, 51’i (35.2%) ortaokul ve 62’si (42.8%) lise mezunudur (10 anne öğrenim düzeyini rapor etmemiştir). Babaların ise 17’si (11.7%) ilkokul, 45’i (31.0%) ortaokul ve 71’i (49.0%) lise mezunudur (12 baba öğrenim düzeyini rapor etmemiştir).

Veri Toplama Araçları:

Bilgi Formu: Çocuk, ailesi ve sınıftaki matematik etkinliklerinin sayısı hakkında sorular içeren bilgi formu toplamda 7 soru içermektedir. Bu sorular: çocuğun cinsiyeti, okula devam süresi, doğum tarihi, çocuğun yaşı, sınıfta uygulanan matematik etkinliklerinin sıklığı, anne ve babanın öğrenim süreleridir.

Okul Öncesi Örüntü Becerileri Testi:

Ölçme Aracını Geliştirme Çalışmaları: Test geliştirme sürecinde, öncelikle ilgili alan yazın ayrıntılı biçimde taranmış, kullanılan ölçek, test ve yapılmış araştırmalar incelenmiştir. Alan yazın incelemesi sonucu 29 ölçek maddesi belirlenmiştir. Ölçek maddelerinin

belirlenmesinin ardından uzman görüş formu oluşturulmuştur. Uzman görüş formu okul öncesi eğitim ve matematik alanlarında çalışmaları bulunan 5 öğretim elemanına ve alanda tecrübeli 5 okul öncesi öğretmenine gönderilmiştir. Hiçbir uzman madde çıkartılmasını önermemiştir. Ancak uzmanlar maddeler üzerinde bazı düzenlemeler yapılması için görüş bildirmişlerdir. Öneriler doğrultusunda düzenlemeler yapıldıktan sonra 29 maddelik ölçek uygulamaya hazır hale geçmiştir.

Testte bulunan 29 soru farklı örüntü becerilerini içermektedir. Bunlar: 1-4. sorular arası kopyalama (K1, K2, K3,K4), 5-8. sorular dönüştürme (D1, D2, D3, D4), 9-12. sorular eksik parçayı bulma (E1, E2,E3,E4), 13-16. sorular uzatma (U1,U2,U3,U4), 17-20.sorular genişletme (G1,G2,G3,G4), 21. soru seksek uzatma (US1), 22-25.sorular örüntüyü oluşturan en küçük birimi bulma (BB1,BB2,BB3,BB4) ve 26.-29. sorular örüntü oluşturma (OO1,OO2,OO3,OO4) sorularıdır. Örüntüleri oluşturan sorular; materyal olarak çeşitli renkte küpler, çeşitli nesne resimleri, çeşitli geometrik şekiller kullanılmaktadır. Örüntülerin zorluk dereceleri kolaydan zora doğru sıralanmıştır.

Çocukların sorulara verdikleri yanıtlar her bir soru için belirlenen puanlama kriterleri dikkate alınarak doğru ya da yanlış olarak puanlanır.

Verilerin Toplanması:

Uygulayıcı eğitimi: Araştırmanın verileri, Marmara Üniversitesi Okul Öncesi Öğretmenliği Bölümü dördüncü sınıfında okuyan ve araştırma projesi dersine kayıtlı 4 öğretmen adayının çocuklar ile birebir uygulamaları yoluyla toplanmıştır. Araştırmanın amacı ve geliştirilen ölçme aracı hakkında bilgilendirilen öğrenciler araştırmacılar tarafından ölçme aracının uygulanması konusunda eğitim almışlardır. Bu eğitimler önce üniversitede verilen eğitimler şeklinde, daha sonra ise çocuklarla birebir pilot uygulamalar şeklinde olmuştur. Her öğretmen adayı bir araştırmacı tarafından okul öncesi eğitim kurumundaki uygulama sürecinde gözlenmiş ve gerekli destekle uygulama konusunda tecrübe kazanması sağlanmıştır.

Okullarda uygulama: Verilerin toplanma aşamasına geçilmeden önce İstanbul İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden gerekli izinler alınmıştır. Sonrasında araştırmaya dahil edilmesi planlanan okulların yöneticileri ve öğretmenleri ile iletişime geçilmiş, onay verilen okullarda uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Her çocuk ile testin uygulanması ortalama 40 dakika sürmüştür. Uygulayıcılar çocukların cevaplarını puan kağıtları üzerinde işaretlemişlerdir.

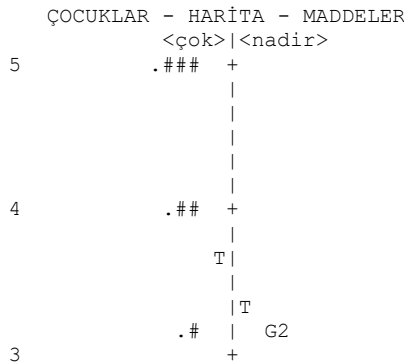
Uygulamalar için okullardan, sessiz ve uygulayıcının çocukla birebir çalışacağı bir ortam talep edilmiştir.

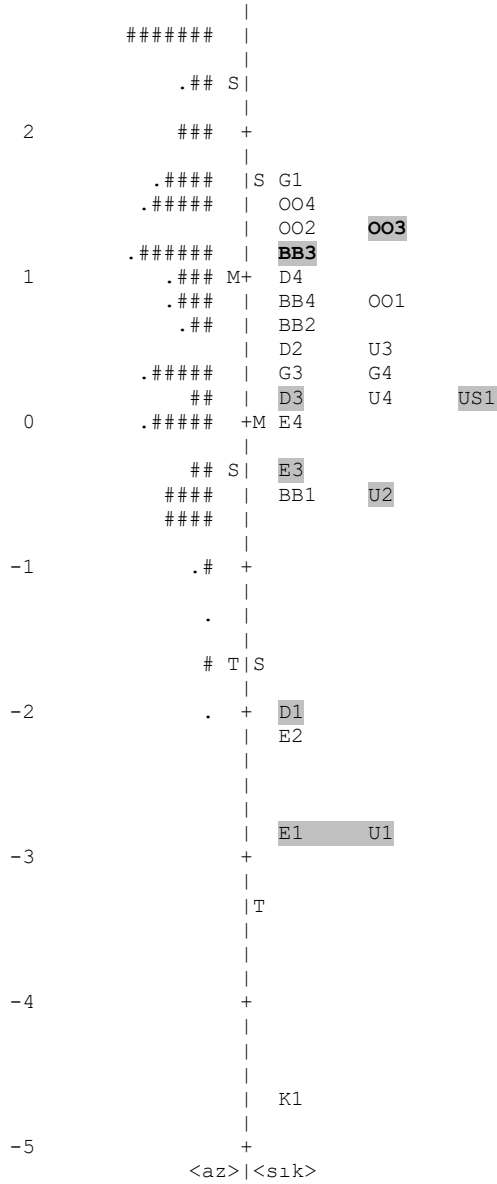
Verilerin Analizi

Örüntü testi ile toplanan verilerin psikometrik özellikleri Rasch analizi ile incelenmiştir (Bond & Fox, 2007; Wright & Stone, 1979). Örüntü testindeki toplam 29 madde WINSTEPS sürüm 3.65 kullanılarak analiz edilmiştir (Linacre, 2006). Ölçümlerin Rasch modeli ile uyumlu olup olmadığının değerlendirilmesinde Birey ve Madde uygunluk içi (infit) ve uygunluk dışı (outfit) değerleri incelenmiştir.

Bulgular ve Yorumlar

İlk sonuçlar kopyalama becerisiyle ilişkili iki maddenin varyansının olmadığını ve bir maddenin de MSNQ (ortalama kareler) değerinin 2.0'ın üstünde uygunluk dışı değere sahip olduğunu göstermiştir (Linacre, 2002). Bu maddeler (K1, K2, K3) çıkarılarak analiz tekrarlandığında kalan 26 maddenin tümünün MSNQ değerinin 2'nin altında uygunluk içi ve dışı değerlere sahip olduğu gözlenmiştir. Madde güçlük değerlerinin (item measure) -4.64 ile 3.17 arasında değiştiği gözlenmiştir. Bu sonuçlar toplam 26 maddeden oluşan aracın Rasch Modeli ile uyumlu olduğunu göstermektedir. Örüntü Testi için hesap edilen Madde Ayırma İndeksi 5.07 ve Birey Ayırma İndeksi 2.04 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç Okul Öncesi Matematiksel Örüntü Becerileri Testi'nin çocukları örüntü becerileri açısından iki gruba ayırabildiğine işaret etmektedir. Birey güvenirlilik katsayısı 0.81 ve madde güvenirlilik katsayısı 0.96 olarak bulunmuştur. K-R20 ile hesaplanan güvenirlilik katsayısı ise 0.86 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar Okul Öncesi Matematiksel Örüntü Becerileri Testi'nden elde edilen puanların kabul edilebilir güvenirlilik düzeyine sahip olduğuna işaret etmektedir. Teste ilişkin Wright haritası Şekil 1'de sunulmuştur.

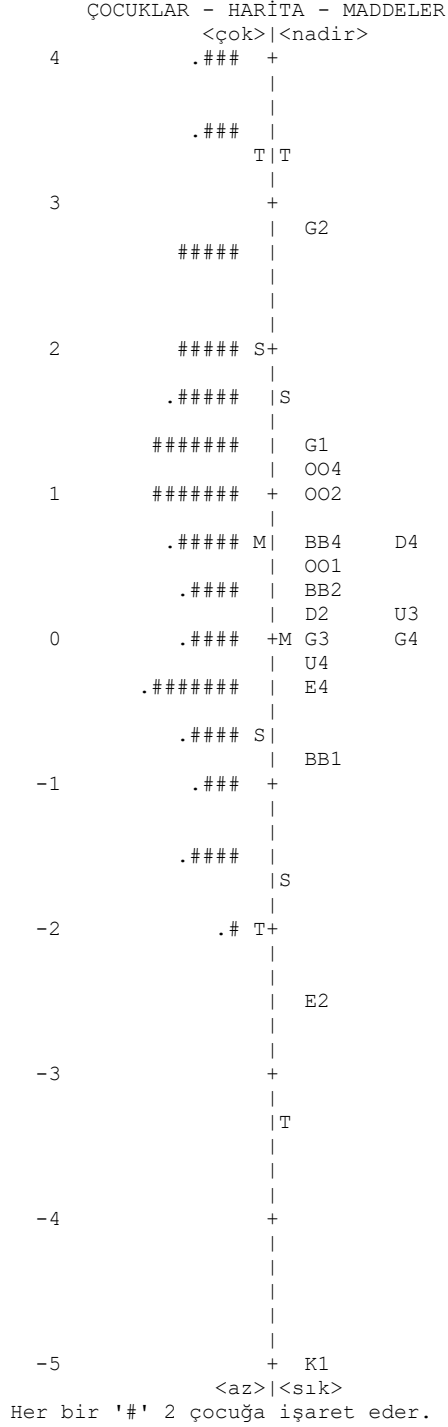




Şekil 1. Okul Öncesi Matematiksel Örüntü Becerileri Testi (26 Madde) Wright Haritası

Toplam 26 maddeden oluşan testin uygulama kolaylığı sağlaması amacıyla daha az madde içeren kısa bir formunun oluşturulması da hedeflenmiştir. Madde sayısının azaltılmasında veri toplama sürecindeki gözlemler ve Wright Haritasında (Şekil 1) yer alan maddelerin güçlük ve binişiklik durumları göz önünde bulundurulmuştur. İçerik geçerliği de dikkate alınarak toplam dokuz madde (E1, U1, D1, U2, E3, D3, US1, BB3 ve OO3) veri setinden çıkarılarak analizler tekrarlanmıştır. Sonuçlar kısa formda yer alan 17 maddenin tümünün MSNQ değerinin 2'nin altında uygunluk içi ve dışı değerlere sahip olduğunu göstermiştir. Madde güçlük değerlerinin (item measure) -4.99 ile 2.88 arasında değiştiği gözlenmiştir. Kısa form için hesap edilen Madde Ayırma İndeksi 4.90 ve Birey Ayırma

İndeksi 1.65 olarak hesaplanmıştır. Birey güvenirlilik katsayısı 0.73 ve madde güvenirlilik katsayısı 0.96 olarak bulunmuştur. K-R20 ile hesaplanan güvenirlilik katsayısı ise 0.81 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar Örüntü Testinin Kısa formundan da elde edilen puanların kabul edilebilir güvenirlilik düzeyine sahip olduğuna işaret etmektedir. Testin kısa formuna ilişkin Wright haritası Şekil 2’de sunulmuştur.



Şekil 2. Okul Öncesi Matematiksel Örüntü Becerileri Testi Kısa Formu (17 Madde) Wright Haritası

Örüntü testinin kısa ve uzun formlarından elde edilen toplam puanlar arasındaki ilişkinin $r=0.98$ olduğu görülmüştür. Testin uzun formu için 27 çocukluk (15 kız, 12 erkek) bir örneklem grubu kullanılarak test-tekrar test yöntemi ile kararlılık katsayısı hesaplanmıştır. 3 hafta ara ile yapılan uygulamalardan elde edilen puanlar arasındaki ilişki hesaplanarak elde edilen kararlılık katsayısı 0.88 bulunmuştur. Kısa formu için hesaplanan kararlılık katsayısı ise 0.84 bulunmuştur.

Sonuç ve Tartışma

Okul öncesi dönem çocukların örüntü becerilerinin tespit edilmesi ve gelişiminin gözlenmesi önemlidir. Bu nedenle bu araştırmada, çocukların örüntü becerilerini ölçmede geçerli ve güvenilir puanlar üreten bir ölçme aracı geliştirilmesi amaçlanmıştır. Ölçek, kopyalama, dönüştürme, eksik parçayı tamamlama, uzatma, genişletme ve örüntü oluşturma becerilerine yönelik maddelerden oluşmuştur. Geliştirilen testin psikometrik özellikleri Rasch analizi kullanılarak incelenmiştir. Rasch analizi, ölçme araçlarının oluşturulması, gözden geçirilmesi ve araçların güvenilirlik, yapı geçerliliği gibi psikometrik özelliklerinin incelenmesine yönelik prosedürler önermektedir. Rasch teknikleri doğrusal olmayan ham verilerin doğrusal bir ölçeğe dönüştürülmesine izin vererek, elde edilen puanların parametrik istatistiksel testler kullanılarak değerlendirilebilme olasılığını arttırmaktadır (Boone, 2016).

Çalışmanın bulguları ve madde özelliklerinin incelenmesi sonucunda, orijinal 29 maddeden 3'ü silinmiş, 26 maddelik test Rasch modeline uygunluk göstermiştir. Bazı maddelerin uyumsuzluk göstermesinin nedeni, soruların her çocuk tarafından cevaplanacak kadar kolay olması olabilir. Elde edilen bulgular, toplam 26 maddeden oluşan testten elde edilen puanların kabul edilebilir güvenilirlik düzeyine sahip olduğuna işaret etmektedir. 26 maddelik uzun formun içerdiği maddelerin dağılımı şu şekildedir; Kopyalama 1 soru (K1), dönüştürme 4 soru (D1, D2, DE, D4), eksik parçayı bulma 4 soru (E1, E2, E3, E4), Uzatma, 4 soru (U1, U2, U3, U4), genişletme 4 soru (G1, G2, G3, G4), seksek uzatma 1 soru (US1), en küçük birimi bulma 4 soru (BB1, BB2, BB3, BB4), örüntü oluşturma 4 soru (OO1, OO2, OO3, OO4).

Rasch analizi, aynı kapsamı ölçmeye yönelik olan, ölçekten çıkarılması durumunda geçerlik ve güvenilirlik konusunda olumsuz etkileri olmayacak, anlamlı bir kayıp yaşanmadan ölçekten çıkarılabilecek maddelerin belirlenmesine olanak sağlamaktadır (Brinthaup & Kang,

2014). Ölçekteki madde sayısının fazla olduğu düşünüldüğü durumlarda, Wright haritasında madde dağılımlarına bakılarak madde sayısında azaltmaya gidilebilir. Bu işlem sırasında Wright haritasında aynı noktada bulunan ve benzer güçlüğüne sahip maddeler incelenebilir. Aynı özelliği ölçen maddelerden yalnızca birinin kalmasıyla, hem kapsam geçerliğinde ve ayırt edicilikte herhangi bir eksilmeye yol açmayacak (McCamey; 2014; Milliken, Ludlow, DeSanto-Madeya & Grace, 2018), hem de daha kolay uygulanabilir bir ölçme aracının elde edilmesi sağlanabilir. 26 maddelik form ile yapılan uygulamalar sırasında, uygulamanın çok uzun sürdüğü ve çocukların uygulama sırasında dikkatlerini ve motivasyonları sürdürme konusunda zorlandıkları gözlemlenmiştir. Bu nedenle logit cetvelde madde dağılımları incelenmiş, ölçeğin kullanılabilirliğinin artırılabilmesi için ölçme aracındaki madde sayısının azaltılması yoluna gidilmiştir. Kapsam geçerliği de dikkate alınarak toplam dokuz madde ölçekten çıkartılarak 17 maddelik form oluşturulmuştur. 17 maddelik kısa formun içerdiği maddelerin dağılımı şu şekildedir; Kopyalama 1 soru (K1), dönüştürme 2 soru (D2, D4), eksik parçayı bulma 2 soru (E2,E3), Uzatma, 2 soru (U3, U4), genişletme 4 soru (G1, G2, G3, G4), en küçük birimi bulma 3 soru (BB1, BB2, BB4), örüntü oluşturma 3 soru (OO1, OO2, OO4). Örüntü testinin kısa ve uzun formlarından elde edilen toplam puanlar arasındaki ilişkinin yüksek olduğu görülmüştür. Test-tekrar test yöntemi ile kararlılık katsayısı uzun form için 0.88, kısa formu için 0.84 olarak hesaplanmıştır.

Sonuç olarak hem uzun (26 madde) hem de kısa (17 madde) formdan elde edilen puanların geçerli ve güvenilir olduğu ortaya çıkmıştır. Bulgulara göre Okul Öncesi Matematiksel Örüntü Becerileri Testi okul öncesi dönem çocukların örüntü becerilerini değerlendirmek amacıyla kullanılabilir. Ancak ölçeğin farklı yaş grupları üzerinde uygulanması durumunda geçerlik ve güvenilirlik analizlerinin tekrar yapılması önerilebilir. Ayrıca ölçme aracının farklı örneklemeler üzerinde uygulanmasının ölçeğin geçerliğine ve güvenilirliğine katkı sağlayacağı da düşünülmektedir. Ölçeğin farklı yaş gruplarında standardizasyon çalışması yapılarak, uygun normlar oluşturulabilir. Bu çalışmanın sonuçlarının ülkemizdeki çocukların örüntü becerilerinin değerlendirilmesine yönelik yeni ölçme araçlarının geliştirilmesine ve bu alanda yapılacak yeni araştırmalara katkı sağlaması beklenmektedir.

Kaynakça

- Akman, B. (Ed.). (2010). *Okul öncesi matematik eğitimi*. Ankara: Pegem
- Akman, B. (2002). Okul öncesi dönemde matematik, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 244-248.
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2007). *Applying the Rasch model*. NJ: L.
- Boone, W.J. (2016). Rasch analysis for instrument development: Why, When and How?, *CBE Life Sciences Education*, 15(4): doi: 10.1187/cbe.16-04-0148.
- Brinthaup, T.M., & Kang, M. (2014). Many-faceted rasch calibration: An example using the self-talk scale. *Assessment*, 21(2) 241-249. doi: 10.1177/1073191112446653
- Burgoyne, K., Witteveen, K., Tolan, A., Malone, S., & Hulme, C. (2017). Pattern understanding: Relationships with arithmetic and reading development. *Child Development Perspectives*, 1-6.
- Burton, G. (1982). Patterning: Powerful play. *School Science and Mathematics*, 82(1), 39-44.
- Charlesworth, R., & Lind, K. K. (2010). *Math and science for young children*. (6th ed.). Belmont, CA: Wadsworth, Cengage Learning.
- Clarke, B., Clarke, D., & Cheeseman, J. (2006). The mathematical knowledge and understanding young children bring to school. *Mathematics Education Research Journal*, 18, 78–102.
- Clements, D. H., Sarama, J. H., & Liu, X. H. (2008). Development of a measure of early mathematics achievement using the Rasch model: The research-based early maths assessment. *Educational Psychology*, 28, 457–482. doi:10.1080=01443410701777272.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2004). Building Blocks for early childhood mathematics. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 181–189.
- Economopoulos, K. (1998). What comes next? The mathematics of pattern in kindergarten. *Teaching Children Mathematics*, 5, 230–233.
- English, L. D. (2004). Promoting the development of young children's mathematical and analogical reasoning. In L. D. English (Ed.), *Mathematical and analogical reasoning of young learners* (pp. 201–213). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Fyfe, E.R., Evans, J.L., Eisenband Matz, L., Hunt, K.M., & Alibali, M.W. (2017). Relations between patterning skill and differing aspects of early mathematics knowledge. *Cognitive Development*, 44,1-11.
- Gadzichowski, K.M., Peterson, M. S., Pasnak, R., Bock, A. M., Fetterer-Robinson, S. O. J. M., & Schmerold, K. L. (2018). A Place for patterning in cognitive development. *Psychology*, 9, 2073-2082. doi: 10.4236/psych.2018.98118
- Ginsburg, H.P., Cannon, J., Eisenband, J., & Pappas, S. (2008). Mathematical thinking and learning, İçinde *Blackwell Handbook of Early Childhood Development* (Edi, K. McCartney ve D. Phillips) pp.. 208-229, Blackwell: Singapur.
- Ginsburg, H.P., Inoue, N., & Seo, K.H. (1999). Young children doing mathematics: Observation of every day activities. İçinde J. Copley (Ed.), *Mathematics in the early years*.(pp.88-99). Reston, V.A.:National Council of Teachers of Mathematics.
- Ginsburg, H. P., Lin, C., Ness, D., & Seo, K. H. (2003). Young American and Chinese children's everyday mathematical activity, *Mathematical Thinking and Learning*, 5(4), 235-258, doi: 10.1207/S15327833MTL0504_01
- Greeno, J., & Simon, H. (1974). Processes for sequence production. *Psychological Review*, 81(3), 187-198.
- Güven, Y., & Oktay, A. (1999). Erken Matematik Testi 2'nin (Test of Early Mathematics Ability- 2) Türkiye uyarlaması: Geçerlik, güvenirlik ve norm çalışması, *Marmara*

- Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi, 11, 163-182.
- Hacıbrahimoğlu, Y.B. (2015). Örüntü ve fonksiyon. İçinde B. Akman (Ed.). *Okul Öncesi matematik eğitimi* (s.121-122). Ankara: Pegem Akademi.
- Heddens, J. W., & Speer, W. R. (2006). *Today's mathematics: Concepts, classroom methods and instructional activities* (pp.109-110). NJ: John Wiley & Sons., Inc.
- Kidd, J. K., Pasnak, R., Gadzichowski, K. M., Gallington, D. A., McKnight, P., Boyer, C. E., & Carlson, A. (2014). Instructing first-grade children on patterning improves reading and mathematics. *Early Education and Development*, 25, 134–151, doi: 10.1080/10409289.2013.794448
- Kidd, J. K., Carlson, A.G., Gadzichowski, K. M., Boyer, C. E., Gallington, D. A., & Pasnak, R. (2013). Effects of patterning instruction on the academic achievement of 1st-grade children, *Journal of Research in Childhood Education*, 27(2), 224-238, doi: 10.1080/02568543.2013.766664
- Linacre, J. M. (2002). What do infit and outfit, mean-square and standardized mean. *Rasch Measurement Transactions*, 16(2), 878.
- Linacre, J. M. (2006). A user's guide to WINSTEPS MINISTEP Rasch-model computer programs. *Chicago IL: Winsteps. com.*
- McCamey, R. (2014). A primer on the one-parameter Rasch model. *American Journal of Economics and Business Administration*, 6(4), 159-163. <http://dx.doi.org/10.3844/ajebasp.2014.159.163>.
- Mason, J., Graham, A., & Johnston-Wilder, S. (2005). *Developing thinking in algebra*. The Open University in Association with Paul Chapman Publishing.
- MEB, (2013). Okul Öncesi Eğitim Programı. <http://tegm.meb.gov.tr/dosya/okuloncesi/ooproram.pdf>
- Milliken, A., Ludlow, L., DeSanto-Madeya, S., & Grace, P. (2018). The development and psychometric validation of the ethical awareness scale. *Research Methodology: Instrument Development*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1111/jan.13688>
- Mulligan, J., Mitchelmore, M., Kemp, C., Marston, J., & Highfield, K. (2008). Encouraging mathematical thinking through pattern and structure: an intervention in the first year of schooling. *Australian Primary Mathematics Classroom, (AMPC)*, 13(3), 10-15
- Mulligan, J., & Mitchelmore, M. (2009). Awareness of pattern and structure in early mathematical development. *Mathematics Education Research Journal*, 21, 33–49. doi:10.1007=BF03217544.
- Mulligan, J. T., & Mitchelmore, M. C. (2013). Early awareness of mathematical pattern and structure. İçinde *Reconceptualizing early mathematics learning* (pp. 29-45). Springer Netherlands.
- NCTM (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- NAEYC (National Council of Teachers of Mathematics) (2002). Early childhood mathematics: Promoting good beginnings. Washington, DC: National Association for the Education of Young Children. Retrieved from. <http://www.naeyc.org/files/naeyc/file/positions/psmath.pdf>.
- Papic, M. (2007). Promoting repeating patterns with young children—More than just alternating colors. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 12, 8–13.
- Papic, M. M., Mulligan, J. T., & Mitchelmore, M. C. (2011). Assessing the development of preschoolers' mathematical patterning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 42, 237–268.
- Papic, M., & Mulligan, J. T. (2007). The growth of early mathematical patterning: An intervention study. İçinde J. Watson & K. Beswick (Ed.), *Proceedings of the 30th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*.

- Mathematics: Essential research, essential practice* (Vol. 2, pp. 591–600). Adelaide, Australia: MERGA.
- Papic, M. (2015). An Early Mathematical Patterning Assessment: identifying young Australian Indigenous children's patterning skills. *Mathematics Education Research Journal*, 27(4), 519-534.
- Pasnak, R., Kidd, J. K., Gadzichowski, K. M., Gallington, D. A., Schmerold, K. L., & West, H. M. (2015). Abstracting sequences: Reasoning that is a key to academic achievement. *Journal of Genetic Psychology*, 176, 171-193.
- Rittle-Johnson, B., Zippert, E.L., & Boice, K.L. (2019). The roles of patterning and spatial skills in early mathematics development. *Early Childhood Research Quarterly*, 46, 166-178.
- Rittle-Johnson, B., Fyfe, E.R., McLean, L. E., & McEldoon, K. L. (2013). Emerging understanding of patterning in 4-Year-Olds, *Journal of Cognition and Development*, 14:3, 376-396, doi: 10.1080/15248372.2012.689897
- Sarama, J. & Clements, D.H. (2008). Mathematics in early childhood. içinde O.N.Saracho ve B.Spodek (Eds). *Contemporary perspectives on mathematics in early childhood education*. Charlotte, NC: Information Age Publishing, Inc.
- Smith, S. S. (2001). *Early Childhood Mathematics*. 2nd edition. Boston: Pearson
- Son, J. Y., Smith, L. B., & Goldstone, R. L. (2011). Connecting instances to promote children's relational reasoning. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108, 260–277. doi:10.1016/J.jecp.2010.08.011
- Starkey, P., Klein, A., & Wakeley, A. (2004). Enhancing young children's mathematical knowledge through a pre-kindergarten mathematics intervention. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 99–120. doi:10.1016=j.ecresq.2004.01.002
- Steen, L. A. (1988). The science of patterns. *Science*, 240, 611–616.
- Souviney, R. J. (1994). *Learning to teach mathematics*. 2nd ed-New York: Merrill.
- Vitz, P., & Todd, T. (1967). A model of learning for simple repeating binary pattern. *Journal of Experimental Psychology*, 75(1), 108-117.
- Warren, E., & Cooper, T. (2006). Using repeating patterns to explore functional thinking. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 11, 9–14.
- Warren, E., & Cooper, T. (2007). Repeating patterns and multiplicative thinking: Analysis of classroom interactions with 9-year-old students that support the transition from the known to the novel. *Journal of Classroom Interaction*, 41, 7–17.
- Waters, J. (2004). Mathematical patterning in early childhood settings. The 27 th Annual Conference of the mathematics education of research group of Australasia 2, 321-328. Townsville: Australia
- Wright, B. D., & Stone, M. H. (1979). *Best test design*. Chicago, IL Mesa Press.