



<http://kefad.ahievran.edu.tr>

Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi

ISSN: 2147 - 1037

Validity and Reliability Evidence of the Origami-based Mathematics Lesson Plan Evaluation Rubric

Okan Arslan

Article Information



CrossMark

DOI: 10.29299/kefad.942307

Received: 24.05.2021

Revised: 19.10.2021

Accepted: 17.03.2022

Keywords:

Origami,
Mathematics,
Rubric Development,
Lesson Plan

Abstract

Origami became an instructional tool in mathematics education used for students of different ages and abilities. Developing effective lesson plans is one of the prerequisites of successful origami-based mathematics lessons. However, to our knowledge, there was no rubric in the available literature developed to evaluate the effectiveness of origami-based mathematics lesson plans. This study aimed to present validity and reliability evidence for a rubric to be used to evaluate origami-based mathematics lesson plans. The rubric items were developed after a detailed literature review and obtaining two experts' opinions. Exploratory factor analysis results indicated that the rubric had one dimension, and all the items in the rubric had satisfactory item factor loadings and communalities. Cronbach's Alpha, Pearson R and Cohen's kappa values were calculated to present reliability evidence. Calculated values indicated that the rubric had high internal consistency, and there was a high degree of agreement between two coders who coded the same lesson plans independently. Validity and reliability analyses showed that the origami-based mathematics lesson plan evaluation rubric was a valid and reliable scale that can be used to evaluate the origami-based lesson plans developed by teachers or teacher candidates.

Origami Temelli Matematik Ders Planı Değerlendirme Rubriği: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması

Makale Bilgileri



CrossMark

DOI: 10.29299/kefad.942307

Yükleme: 24.05.2021

Düzeltilme: 19.10.2021

Kabul: 17.03.2022

Anahtar Kelimeler:

Origami,
Matematik,
Rubrik Geliştirme,
Ders Planı

Öz

Origami zamanla matematik eğitiminde farklı yaş ve becerilerdeki öğrenciler için kullanılan bir öğretim aracı haline gelmiştir. Origami temelli matematik derslerinin başarıya ulaşabilmesi bu derslerin etkili bir şekilde planlanması gerekmektedir. Origami temelli matematik dersleri için hazırlanan planlar ne kadar önemli olsa da alanyazında bu ders planlarını değerlendirebilmek için hazırlanmış bir ölçme aracı olmadığı görülmektedir. Bu bağlamda, bu çalışma ile origami temelli matematik ders planlarını değerlendirmeye yönelik geçerli ve güvenilir bir rubrik geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada, detaylı bir alanyazın incelemesi ve uzman görüşleri sonrasında son hali verilen 11 maddeden ve 3 dereceden (zayıf, orta ve iyi) oluşan origami temelli matematik ders planı değerlendirme rubriğinin geçerlik ve güvenilirlik kanıtları sunulmuştur. Açıklayıcı faktör analizi sonuçları rubriğin tek faktörlü yapıda olduğunu göstermiştir. Ayrıca, faktör yük ve ortak varyans değerleri incelendiğinde tüm maddelerin rubrik için uygun olduğu görülmüştür. Güvenirlik kanıtı sağlamak adına hesaplanan Cronbach Alfa, Pearson Korelasyon ve Cohen's kappa değerleri de rubriğin iç tutarlılığının yüksek olduğunu ve ayrıca farklı kodlayıcılar tarafından değerlendirildiğinde de benzer sonuçlar verdiğini göstermiştir. Bu sebeplerle, geliştirilen rubriğin öğretmen ve öğretmen adaylarının hazırladıkları origami temelli matematik ders planlarını değerlendirme amacıyla kullanılacak geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğu sonucuna varılmıştır.

Sorumlu Yazar: Okan Arslan, Arş. Gör. Dr., Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Türkiye, oarslan@mehmetakif.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-9305-2691.

Alt Bilgi: Bu çalışmanın bir bölümü 14. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde Sözlü Bildiri olarak sunulmuştur.

Atıf için: Arslan, O. (2022). Origami temelli matematik ders planı değerlendirme rubriği: geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(Özel Sayı), 259-286.

Giriş

Kâğıt katlama sanatı olarak bilinen origami her ne kadar hobi amaçlı ortaya çıkmış olsa da zamanla eğitimde sıklıkla kullanılır bir araç haline gelmiştir. Origami aktiviteleri sırasında öğrencilerin sürece aktif olarak katılım sağlamaları, görsel, işitsel ve motor becerilerini kullanması, birbirleri ve öğretmen ile iletişim kurarak bilgiyi kendilerinin oluşturması origaminin modern eğitim ilkelerine uygun olduğunu göstermektedir (Sze, 2005; Tuğrul ve Kavici, 2002). Origaminin eğitim alanındaki kullanımlarında matematik eğitimi ön plana çıkmaktadır. Origami matematik eğitiminde soyut konuları somutlaştırarak öğrenmeyi kolaylaştırır (Budinski, Lavicza, Fenyvesi ve Milinkovic, 2020). Bu doğrultuda origami, öğrencilerin geometri bilgisini geliştirme (Boakes, 2009; Georgeson, 2011; Golan, 2011), kesirler, oran-orantı ve cebir konularının öğretimi (Georgeson, 2011; Wares ve Elstak, 2017), uzamsal düşünme becerilerini geliştirme (Arıcı ve Aslan-Tutak, 2015; Boakes, 2008; 2009; Çakmak, Işıksal ve Koç, 2014), örüntüleri bulma (Georgeson, 2011; Higginson ve Colgan, 2001), matematiksel dilin kullanımını geliştirme (Cipoletti ve Wilson, 2004) gibi çok çeşitli amaçlar ile kullanılmaktadır. Üstelik bu kullanım alanları okul öncesi dönem (bkz. Golan, 2011; Yuzawa ve Bart, 2002), ilkököl (bkz. Golan, 2011; Mastin, 2007), ortaokul (bkz. Boakes, 2009; Boz, 2015, Georgeson, 2011), lise (bkz. Budinski, Lavicza ve Fenyvesi, 2018) ve hatta üniversite yıllarındaki (bkz. Çaylan, Takunyacı, Masal, Masal ve Ergene, 2017) öğrencileri kapsamaktadır. Bu bağlamda, origaminin farklı yaş ve becerilerdeki öğrenciler için matematik eğitiminde kullanılan bir araç olduğunu söylemek mümkündür. Origaminin matematik eğitiminde kullanılması ile elde edilen bilişsel kazanımlara ek olarak bu derslerde öğrencilerin oldukça eğlendikleri ve derse karşı motivasyonlarının ve ilgilerinin arttığı görülmektedir (Boakes, 2009; Edison, 2011; Fiol, Dasquens ve Pratt, 2011).

Matematik eğitimindeki potansiyel faydaları ve modern eğitim ilkelerine uygun oluşu nedeniyle origamiye ulusal matematik öğretim programında da yer verilmiştir. Ortaokul matematik öğretim programında, kâğıt katlama etkinlikleri yardımıyla üçgenlerin iç açılarının, kenarortay, açıortay ve yükseklik gibi temel elamanlarının, çokgenlerdeki eşlik ve benzerlik kavramlarının, açı ve kenar ilişkilerinin öğretilebileceği vurgulanmıştır (MEB, 2018). Her ne kadar origami etkinlikleri matematik öğretim programında kendisine yer bulsa da bu etkinliklerin ortaokul yılları ve geometri konuları ile sınırlı kaldığını söylemek mümkündür.

Origaminin matematik eğitiminde etkili bir şekilde kullanılması ancak origamiden nasıl faydalanabileceğini bilen öğretmenler ile mümkündür. Bunu sağlayabilmek adına öğretmen adaylarına (bkz. Fiol ve diğerleri., 2011; Masal, Ergene, Takunyacı ve Masal, 2018) ve öğretmenlere (bkz. Golan, 2011; Cipoletti ve Wilson, 2004) çeşitli eğitimler (ders, seminer, profesyonel gelişim kursları gibi) verilmektedir. Origaminin matematik eğitiminde kullanımına yönelik eğitim alan kişilerin origaminin matematik eğitiminde faydaları konusunda olumlu inanış ve görüşlere sahip olduğu (Arslan ve Işıksal-Bostan, 2016; Masal ve diğerleri., 2018), derslerinde origamiyi kullanma konusunda motivasyonlarının yüksek olduğu ve kullandıkları durumlarda da hem keyif aldıkları

hem de matematik öğretimi anlamında fayda sağladıkları görülmektedir (Boakes, 2008; Cipoletti ve Wilson, 2004; Golan, 2011).

Origami temelli matematik derslerinin başarıya ulaşabilmesi için öncelikli koşullardan biri öğretmenin dersi iyi organize etmesidir (Uygun, 2019). İyi bir ders planı geliştirilmesi de bu organizasyonun en önemli parçalarından biridir. Origami temelli matematik derslerini planlarken dikkat edilmesi gereken pek çok unsur bulunmaktadır (Cipoletti ve Wilson, 2004). Doğru origami modelinin seçilmesi (Boakes, 2008; Golan ve Jackson, 2010), origami katlama adımlarının matematiksel kavramlar ile doğru ilişkilendirilmesi (Baicker, 2004; Serra, 1994), katlama adımlarının matematiksel dil ile ifade edilmesi (Sze, 2005) ve öğrencileri anlamlı düşünmeye sevk edecek soruların hazırlanması (Canadas, Molina, Gallardo, Martinez-Santaolalla ve Penas, 2010; De Young, 2009) bu unsurlara örnek olarak verilebilir. Bu gibi unsurları dikkate almadan planlanan ve uygulanan origami temelli matematik derslerinin geleneksel matematik derslerinden bir farkı olmayacaktır (bknz. Uygun, 2019).

Origami temelli matematik dersleri için hazırlanan planlar ne kadar önemli olsa da alanyazında bu ders planlarını değerlendirebilmek için hazırlanmış bir ölçme aracı olmadığı görülmektedir. Bir performansın ne ölçüde başarı ile gerçekleştirildiğini değerlendirmeye yarayan ölçme araçlarına rubrik denilmektedir (Brualdi, 1998; Goodrich, 2001). Bütüncül ve dereceli olmak üzere iki temel rubrik türü bulunmaktadır (Mertler, 2000). Ders planlarının ne ölçüde başarı ile hazırlandığını belirlemek adına rubriklere ihtiyaç bulunmaktadır (Panasuk ve Todd, 2005). Rubrikler, hem performansların geçerli ve güvenilir bir biçimde değerlendirilmesine hem de bu performansı gösteren kişilerin değerlendirme ölçütlerini önceden bilip bu doğrultuda hazırlanmalarına imkân vermektedir (Mertler, 2000). Bu bağlamda, bu çalışma ile origami temelli matematik ders planlarını değerlendirmeye yönelik geçerli ve güvenilir bir rubrik geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Geliştirilen bu rubrik, matematik öğretmen eğitimcileri tarafından öğretmen veya öğretmen adaylarının geliştirdikleri origami temelli matematik ders planlarını değerlendirme adına kullanılabileceği gibi öğretmen veya öğretmen adayları da rubrik maddelerini göz önünde bulundurarak geliştirecekleri origami temelli matematik ders planlarının daha etkili olmasını sağlayabileceklerdir.

Yöntem

Rubrik Maddelerinin Geliştirilmesi

Rubrik maddeleri geliştirilirken ilk olarak etkili bir origami temelli matematik dersinde olması gereken unsurların belirlenmesi amacıyla detaylı bir alanyazın incelemesi yapılmış ve ilgili unsurlar belirlenmiştir (bknz. Tablo 1).

Tablo 1. *Origami temelli matematik derslerinin temel öğeleri*

Madde	İlgili kaynak(lar)
Öğrencilerin yaş ve becerilerine uygun bir origami modeli seçilmelidir.	Boakes, 2008; Cipoletti ve Wilson, 2004; Golan ve Jackson, 2010
Hedef matematiksel kazanıma uygun bir origami modeli belirlenmelidir.	Baicker, 2004; Boakes, 2008; Cipoletti ve Wilson, 2004; Golan ve Jackson, 2010
Seçilen origami modeli için ayrılan ders saati yeterli olmalıdır.	Baicker, 2004
Katlama adımları ifade edilirken uygun matematiksel dilin kullanılmasına dikkat edilmelidir.	Baicker, 2004; Cipoletti ve Wilson, 2004; Robichaux ve Rodrigue, 2003; Sze, 2005
Hedef kazanımın kazandırılmasına yönelik uygun sorular hazırlanmalıdır.	Baicker, 2004; Cipoletti ve Wilson, 2004; Georgeson, 2011; Serra, 1994
Hedef kazanıma ek başka matematiksel kavramların hatırlanmasını veya öğrenilmesini destekleyecek sorular hazırlanmalıdır.	Baicker, 2004; Canadas ve diğerleri., 2010; Georgeson, 2011; Serra, 1994
Katlamalar esnasında sorulacak sorular öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeye uygun olmalıdır.	Canadas ve diğerleri., 2010; De Young, 2009; Georgeson, 2011; Sze, 2005
Katlamalar esnasında sorulacak sorular öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmeye uygun olmalıdır.	Canadas ve diğerleri., 2010; De Young, 2009; Georgeson, 2011; Higginson ve Colgan, 2001
Katlamalar esnasında matematik dışı alanlar (örneğin sanat, mühendislik) ile ilişkilendirmelere yer verilmelidir.	Higginson ve Colgan, 2001
Ders sonunda katlamalar esnasında öğrenilen matematiksel kavramların hatırlanmasına/tekrarlanmasına yönelik sorular hazırlanmalıdır.	Golan ve Jackson, 2010; Serra, 2004
Ders sonunda hedef kazanıma uygun bir değerlendirme yöntemine yer verilmelidir.	Cipoletti ve Wilson, 2004; Golan ve Jackson, 2010; Serra, 2004

Dereceli rubriklerin ölçülen performansın pek çok aşaması olduğu durumlarda tercih edilmesi daha uygun görülmektedir (Mertler, 2000). Tablo 1’de görüldüğü üzere etkili bir origami temelli matematik dersini planlamak için pek çok unsur göz önünde bulundurulmalıdır. Tüm bu unsurların ders planında yer alıp almadığını daha iyi bir şekilde değerlendirebilmek için bu çalışmada bütüncül rubrik yerine analitik rubrik geliştirilmesine karar verilmiştir. Bu doğrultuda yukarıdaki tablodaki tüm unsurları barındıracak şekilde 3 dereceden (zayıf, orta, iyi) oluşan toplam 12 rubrik maddesi ilk aşamada ölçme-değerlendirme alanından bir uzmana gönderilmiştir. Ölçme-değerlendirme uzmanının görüşleri doğrultusunda bazı maddelerdeki becerilerin birbiri ile yakından ilişkili olması nedeniyle ilgili maddelerde düzenlemeye gidilmiştir. Örneğin, problem çözme becerileri aynı zamanda üst düzey düşünme süreçlerinin parçalarından biri olduğu için bu iki beceri tek bir rubrik maddesi ile ifade edilmiştir. Bu aşamada 10 maddeye düşen rubrik, origami temelli matematik öğretimi konusunda çeşitli akademik çalışmaları ve uygulama tecrübeleri olan iki matematik eğitimi uzmanına değerlendirilmek üzere gönderilmiştir. İki uzman da rubrikteki tüm maddelerin origami temelli matematik ders planında olması gereken maddeler olduğunu ifade etmiştir. Bu maddelere ek olarak her iki uzman da öğrencilerin origami temelli matematik dersine yönelik motivasyonunun sağlanmasına yönelik bir maddenin rubriğe eklenmesini önermişlerdir. Ayrıca, uzmanlardan biri üst

düzy düşünme becerilerinin origami temelli matematik dersi bağlamında örneklendirilmesini önermiştir. Uzmanların görüşleri doğrultusunda yapılan düzenlemeler ile 11 maddeden oluşan rubrik son haline ulaşmıştır (bknz. Ek 1).

Katılımcılar

Origami temelli matematik ders planı hazırlayabilmek için öğretmen veya öğretmen adaylarının origaminin matematik eğitiminde kullanımına yönelik bir eğitim almaları gerekmektedir (Golan ve Jackson, 2010). Bu çalışmada geliştirilen rubriğin değerlendirilebilmesi için amaca uygun örnekleme yöntemi kullanılarak origami temelli matematik eğitime yönelik eğitim almış ilköğretim matematik öğretmen adaylarına ulaşılmıştır. Bu öğretmen adayları, araştırmacının çalıştığı öğretim kurumundaki alan eğitimi derslerinden “Matematik Öğrenme ve Öğretim Yaklaşımları” dersi içerisinde veya genel kültür seçmeli derslerinden “Origami” dersi içerisinde origami temelli matematik öğretimi adına bir eğitim almışlardır. Çalışma kapsamında gerekli etik kurul işlemleri tamamlandıktan sonra, öğretmen adaylarına bu çalışmanın amacı ve detayları açıklanıp tamamen gönüllülük esasına dayandığı hatırlatılmıştır. İlgili derslerde çalışmaya katılımcı olabilecek potansiyel 91 ilköğretim matematik öğretmen adayından 89’u gönüllü katılım formunu imzalayarak bu çalışmaya katılmayı kabul etmiştir. Katılımcılar hakkında daha fazla bilgi Tablo 2’de verilmektedir.

Tablo 2. *Katılımcılar*

		Katılımcı sayısı	Yüzdesi (%)
Cinsiyet	Kadın	73	82
	Erkek	16	18
Sınıf	1	1	1.1
	2	73	82
	3	14	15.7
	4	1	1.1

Tablo 2 incelendiğinde katılımcıların çoğunluğunun kadın ve 2. sınıf öğretmen adaylarından oluştuğu görülmektedir.

Veri Analizi

Öğretmen adaylarının hazırlamış oldukları origami temelli matematik ders planlarının bu çalışmada geliştirilen rubrik yardımıyla değerlendirilmesinden elde edilen notlar bu çalışmanın veri setini oluşturmaktadır. Geliştirilen rubriğin yapı geçerliğine kanıt sağlamak amacıyla elde edilen verilerin açımlayıcı faktör analizi SPSS programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Rubriğin kullanımı ile elde edilen verilerin iç tutarlığını ölçmek adına Cronbach Alfa katsayısı hesaplanmıştır. Ayrıca, rubriğin güvenilirliğini test etmek adına, farklı bir araştırmacı, veri setinden rastgele seçilen 30 ders planını geliştirilen rubriği kullanarak değerlendirmiştir. Uzmanlar arası uyumu değerlendirmek için Pearson Korelasyon katsayısı ve Cohen’s kappa katsayısı hesaplanarak rubriğin güvenilirliği incelenmiştir.

Araştırmanın Etik İzinleri

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

Etik kurul izin bilgileri: Etik değerlendirmeyi yapan kurul adı = Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Etik değerlendirme kararının tarihi = 06.01.2021

Etik değerlendirme belgesi sayı numarası = GO 2021/22

Bulgular

Açımlayıcı Faktör Analizi

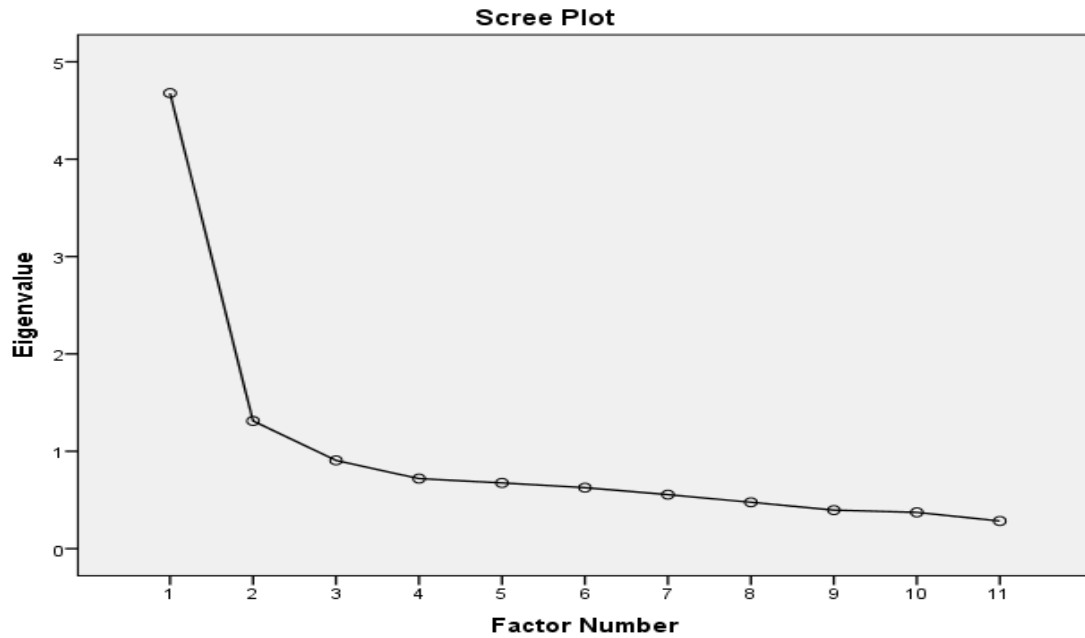
Rubriğin kullanımı ile elde edilen veri setinin açımlayıcı faktör analizine uygun olup olmadığını değerlendirebilmek adına öncelikle Kaiser Meyer Olkin (KMO) değeri hesaplanmış ve Bartlett Küresellik Testi incelenmiştir. Hesaplanan KMO değeri (0.860) ve Bartlett Küresellik Testi'nin istatistiksel olarak anlamlı çıkması (BTS=332,268, $p<0.001$) neticesinde veri setinin açımlayıcı faktör analizi için uygun olduğuna karar verilmiştir (Büyüköztürk, 2002; Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2010; Pallant, 2007). Maksimum olabilirlik yönteminin faktör analizi için daha uygun sonuçlar vermesi nedeniyle faktör döndürme yöntemi olarak bu yöntem seçilmiş ve açımlayıcı faktör analizi gerçekleştirilmiştir (Costello ve Osborne, 2005).

Alanyazında açımlayıcı faktör analizine göre faktör sayısına karar verebilmek için Öz Değer tablosunun ve Yamaç Birikinti Grafiğinin incelenmesi tavsiye edilmektedir. Geliştirilen rubrik için elde edilen Öz Değer tablosu Tablo 3 ile verilmiştir.

Tablo 3. Öz değer tablosu

Faktör	Öz değer	Açıklanan varyans (%)
1	4.678	42.530
2	1.311	11.921
3	0.906	8.237

Tablo 3 incelendiğinde öz değeri 1'den yüksek iki faktörün olduğu görülmüştür. Aynı zamanda birinci faktörün öz değerinin ikinci faktörden oldukça yüksek olması dikkat çekmiştir. Bu durum rubriğin 1 veya 2 faktörlü yapıdan oluştuğu şeklinde yorumlanmıştır. Faktör sayısına daha net karar verebilmek adına Yamaç Birikinti Grafiği incelenmiştir.



Şekil 1. Yamaç birikinti grafiği

Yamaç Birikinti Grafiği incelendiğinde eğimin ikinci nokta itibariyle düzleşmeye başladığı görülmektedir, bu nedenle de tek faktörlü yapının rubrik için en uygun faktör yapısı olduğuna karar verilmiştir (Çokluk ve diğerleri., 2010; Pallant, 2007).

Rubriğin faktör sayısına karar verilmesinin ardından rubrik maddelerinin uygunluğunu değerlendirebilmek adına öncelikle Ortak Varyans değerleri (bknz. Tablo 4), sonrasında da faktör yük değerleri (bknz. Tablo 5) incelenmiştir.

Tablo 4. Ortak varyans tablosu

Madde numarası	Ortak varyans değeri
1	0.527
2	0.425
3	0.455
4	0.379
5	0.263
6	0.471
7	0.471
8	0.385
9	0.471
10	0.445
11	0.302

Tablo 4 incelendiğinde Ortak Varyans Değeri 0.10 dan düşük bir rubrik maddesine rastlanmamış ve bu durum da rubrik maddelerinin uygun olduğu şeklinde yorumlanmıştır (Çokluk ve diğerleri., 2010). Ayrıca, Tablo 5 ile verilen Faktör Matris değerleri incelendiğinde tüm maddelerin

faktör yük değerlerinin istenilen 0.30 değerinden yüksek olduğu görülmüştür (Pallant, 2007; Stevens, 2002).

Tablo 5. Faktör yük değerleri

Madde numarası	Faktör yükü
1	0.760
2	0.609
3	0.670
4	0.620
5	0.425
6	0.650
7	0.625
8	0.624
9	0.601
10	0.487
11	0.553

Açımlayıcı faktör analizi sonuçları doğrultusunda geliştirilen ölçeğin tek faktörlü yapıda olduğu, bu faktörün toplam varyansın %42.5'ni açıkladığı ve rubrikteki tüm maddelerin ortak varyans ve faktör yük değerleri açısından değerlendirildiğinde geliştirilen rubrik için uygun olduğu görülmüştür.

Güvenirlilik Analizi

Rubrik kullanımı ile elde edilen verilerin iç tutarlılığını değerlendirebilmek için Cronbach Alfa katsayısı hesaplanmıştır. Hesaplanan Cronbach Alfa katsayısı (0.83) yüksek iç tutarlılık göstergesi olarak kabul edilmiştir (Pallant, 2007). Ayrıca, ikinci bir araştırmacı veri setinden rastgele seçilmiş 30 ders planını geliştirilen rubriği kullanarak değerlendirmiştir. Yapılan değerlendirmelerin tutarlılığını incelemek amacıyla Pearson Korelasyon katsayısı ve Cohen's kapa değeri rubrik maddeleri için hesaplanmıştır (bknz. Tablo 6).

Tablo 6. Rubrik maddeleri kodlayıcılar arası uyum indeksleri

Madde	Pearson korelasyon	Cohen's kapa
1	1.00	1.00
2	1.00	1.00
3	.90	.78
4	.75	.67
5	.92	.91
6	1.00	1.00
7	1.00	1.00
8	1.00	1.00
9	.97	.95
10	.98	.94
11	1.00	1.00
Toplam puan	.99	.63

Cohen (1988), Pearson Korelasyon katsayısının 0.10 ila 0.29 arasında olması durumunda düşük ilişki, 0.30 ila 0.49 arasında olması durumunda orta seviye ilişki ve 0.50 ila 1.00 arasında olması durumunda da yüksek ilişki şeklinde yorumlanması gerektiğini belirtmiştir. Geliştirilen rubriğin tümü ve maddeleri için ayrı ayrı hesaplanan Pearson Korelasyon katsayısı incelendiğinde iki farklı kodlayıcının değerlendirmeleri arasında oldukça yüksek pozitif bir ilişki olduğu görülmüştür.

Kodlayıcılar arası uyumu değerlendirmenin bir başka yöntemi olan Cohen's kappa değerlerinin yorumlanmasına yönelik ölçütler Cohen (1960) tarafından belirlenmiş ve Tablo 7 ile verilmiştir.

Tablo 7. Cohen's kappa değerlendirme ölçütleri

Kappa değeri (κ)	Uyum değerlendirmesi
$\kappa \leq .20$	Zayıf Uyum
$.20 \leq \kappa \leq .40$	Kabul Edilebilir Uyum
$.40 \leq \kappa \leq .60$	Orta Derece Uyum
$.60 \leq \kappa \leq .80$	İyi Uyum
$.80 \leq \kappa \leq 1$	Çok İyi Uyum

Rubrik maddeleri için hesaplanan Cohen's kappa değerleri Cohen (1960) tarafından belirtilen ölçütler kapsamında değerlendirildiğinde, iki kodlayıcı arasında 2 madde (4 ve 5) üzerinde iyi uyum olduğu, kalan 9 madde (1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10 ve 11) için de çok iyi uyum olduğu görülmüştür. Ayrıca, rubrikten alınan toplam puan için kodlayıcılar arası uyum değerlendirildiğinde de iyi uyum olduğu görülmüştür.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Origaminin matematik eğitimindeki çeşitli faydaları alanyazındaki araştırmalarda ortaya koyulmuştur. Bu faydaları doğrultusunda origami matematik öğretmenlerinin giderek artan bir şekilde tercih ettiği bir öğretim aracı haline gelmiştir. Aynı şekilde, öğretmen adaylarının origamiyi matematik eğitiminde etkili bir şekilde kullanabilmesine yönelik dersler üniversitelerde verilerek onların da öğretmenlik hayatlarında origamiyi matematik derslerinde etkin bir şekilde kullanması hedeflenmektedir. Origaminin matematik eğitiminde etkili bir şekilde kullanılabilmesinin temel koşullarından biri de bu derslerin etkili bir şekilde planlanmasıdır. Fakat, alanyazın incelendiğinde origami temelli matematik ders planlarını değerlendirmeye yönelik bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Bu doğrultuda, bu çalışma ile birlikte origami temelli matematik derslerini değerlendirmeye yönelik bir rubrik geliştirilmesi ve geliştirilen rubriğin geçerlik ve güvenirlik kanıtlarının sunulması amaçlanmıştır.

Rubrik geliştirme aşamalarında öncelikle etkili origami temelli matematik derslerinde olması gereken unsurların belirlenebilmesine yönelik detaylı bir alanyazın incelemesi yapılmıştır. Bu alanyazın incelemesi sonrasında hazırlanan rubrik maddeleri öncelikle bir ölçme değerlendirme uzmanı tarafından, sonrasında ise origaminin matematik eğitiminde kullanılmasına yönelik çeşitli akademik çalışmaları ve uygulamaları bulunan iki matematik eğitimcisi uzmanı tarafından

değerlendirilmiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda rubrik maddeleri üzerinde gerekli değişiklikler yapılmıştır. Rubrik maddeleri geliştirilirken takip edilen bu detaylı süreç, rubriğin kapsam geçerliliği açısından oldukça olumlu olarak değerlendirilebilir (Moskal ve Leydens, 2001).

Rubriğin yapı geçerliliğine kanıt sağlamak amacıyla açımlayıcı faktör analizi uygulanmıştır (bkz. Moskal ve Leydens, 2001). Açımlayıcı faktör analizinde faktör sayısına karar vermek için öz değer tablosundan ve yamaç birikinti grafiğinden faydalanılarak rubriğin tek faktörlü yapıda olduğu sonucuna varılmıştır. Tek faktörlü ölçeklerde ilgili faktörün toplam varyansın %30'unu açıklıyor olması yeterli olarak görülmektedir (Çokluk ve diğerleri., 2010). Bu bağlamda, bu çalışmada geliştirilen rubriğin tek boyutunun toplam varyansın %42.5'ini açıklıyor olması rubriğin yapı geçerliliği adına oldukça olumlu bir durum olarak yorumlanmıştır. Ayrıca, açımlayıcı faktör analizi sonucunda tüm faktör yük değerlerinin istenilen 0.30 değerinden yüksek, ayrıca hiçbir maddenin ortak varyans değerinin 0.10'dan düşük olmaması rubriğin yapı geçerliliği adına olumlu durumlar olarak değerlendirilmiştir (Çokluk ve diğerleri., 2010; Pallant, 2007).

Geliştirilen rubriğin geçerlik çalışmalarına ek olarak güvenilirliğini test edebilmek adına çeşitli analizler yapılmıştır. Bu doğrultuda, öncelikle rubriğin kullanımı ile elde edilen verilerin iç tutarlılığını yorumlayabilmek adına Cronbach Alfa değeri hesaplanmış ve 0.83 olarak bulunmuştur. Bu değer geliştirilen rubrik kullanılarak elde edilen verilerin oldukça yüksek bir iç tutarlılığa sahip olduğu anlamına gelmektedir (Pallant, 2007). Ayrıca, bir rubriğin güvenilir olması farklı kodlayıcıların onu kullandığında benzer sonuçlara ulaşması ile mümkündür ve bu durum da kodlayıcılar arası güvenilirlik şeklinde ifade edilmektedir (Moskal ve Leydens, 2001). Bu çalışma ile geliştirilen rubriktan alınan toplam puan ve rubrik maddeleri için Pearson Korelasyon katsayısı ve Cohen's kappa değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler, Cohen (1960, 1988) tarafından belirlenen ölçütler bağlamında değerlendirildiğinde kodlayıcılar arasında oldukça yüksek bir uyum olduğunu göstermiştir. Bir başka deyişle, geliştirilen rubriğin kodlayıcılar arası güvenilirlik kistasını sağladığı görülmüştür. Bu bağlamda, geliştirilen rubrik için hesaplanan Cronbach Alfa, Pearson Korelasyon ve Cohen's kappa değerlerinin rubriğin güvenilirliği açısından güçlü kanıtlar olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

Bu çalışma ile origami temelli matematik derslerini değerlendirme amaçlı geliştirilen rubriğin geçerliği ve güvenilirliğine yönelik çeşitli kanıtlar sunulmuştur. İlk aşamada bu kanıtların oldukça kuvvetli olduğu alanyazındaki çalışmalar ışığında görülmektedir. Fakat, rubriğin geçerliği ve güvenilirliği hakkında daha kesin değerlendirmeler yapabilmek adına bu çalışma ile sunulan kanıtlara ek başka kanıtların farklı örneklerle sunulmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Bu doğrultuda ileriki çalışmalarda farklı öğretmen veya öğretmen adaylarının geliştirmiş oldukları origami temelli matematik ders planlarının bu çalışmada sunulan rubrik ile değerlendirilmesi yoluyla ek geçerlik ve güvenilirlik analizlerinin yapılması önerilmektedir.

Bu çalışma ile geliştirilen origami temelli matematik ders planı değerlendirme rubriği matematik öğretmen veya öğretmen adaylarının geliştirdikleri ders planlarını değerlendirmek üzere

araştırmacılar tarafından kullanılabilir. Aynı şekilde, origami temelli matematik ders planı geliştiren sınıf ve okul öncesi öğretmenlerinin ders planlarını değerlendirmek amacıyla kullanımı mümkündür. Her ne kadar geliştirilen rubrik matematik derslerine yönelik geliştirilmiş olsa da origaminin eğitimde kullanım alanı matematik dersleri ile sınırlı değildir. Bu nedenle matematik harici dersler için bu çalışma ile geliştirilen rubrik maddeleri üzerinde çeşitli düzenlemeler yapılarak ilgili dersler için uygun hale getirilebilir. Bu çalışma ile geliştirilen rubrik sadece araştırmacıların kullanımı amacıyla değil, aynı zamanda origami temelli matematik ders planı geliştiren öğretmen ve öğretmen adaylarının kullanabilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Bu doğrultuda, origami temelli matematik ders planı hazırlayan matematik öğretmen ve öğretmen adayları rubrik maddelerini göz önünde bulundurarak ders planları geliştirebilir, geliştirmiş oldukları ders planlarını daha etkili hale getirebilirler.



ENGLISH VERSION

Introduction

Although origami, known as the art of paper folding, has emerged for hobby purposes, it has become a frequently used tool in education over time. Origami is considered an educational tool appropriate for contemporary education principles since it enables students to actively engage in the activity, use visual, auditory, and motor skills, communicate with each other and with the teacher and create knowledge by themselves (Sze, 2005; Tuğrul & Kavici, 2002). Mathematics education comes to the fore in the use of origami in education. Origami supports mathematical learning by making abstract constructs more concrete (Budinski, Lavicza, Fenyvesi, & Milinkovic, 2020). In this sense, origami can be used in improving students' geometry knowledge (Boakes, 2009; Georgeson, 2011; Golan, 2011), teaching fractions, ratio-proportionality, and algebra topics (Georgeson, 2011; Wares & Elstak, 2017), and improving spatial thinking skills (Arıcı & Elstak, 2017; Aslan-Tutak, 2015; Boakes, 2008; 2009; Çakmak, Işıksal, & Koç, 2014), finding patterns (Georgeson, 2011; Higginson & Colgan, 2001), improving the use of mathematical language (Cipoletti & Wilson, 2004). Moreover, the use of origami in mathematics education varies concerning school periods: Pre-school (see Golan, 2011; Yuzawa & Bart, 2002), primary school (see Golan, 2011; Mastin, 2007), secondary school (see Boakes, 2009; Boz, 2015, Georgeson, 2011), high school (see Budinski, Lavicza, & Fenyvesi, 2018) and even university years (see Çaylan, Takunyacı, Masal, Masal, & Ergene, 2017). Therefore, it is possible to say that origami is a tool used in mathematics education for students of different ages and skills. In addition to the cognitive gains obtained using origami in mathematics education, it is explored that students have much fun in these lessons, and their motivation and interest in the lesson increase (Boakes, 2009; Edison, 2011; Fiol, Dasquens, & Pratt, 2011).

Origami has also been included in the national mathematics education curriculum due to its potential benefits in mathematics education and its compatibility with contemporary education principles. In the secondary school mathematics curriculum, it was emphasized that the basic elements of triangles (e.g., interior angles, median, bisector, and height), the concepts of congruency, similarity, angle, and side relations of polygons could be taught via using paper folding activities (MEB, 2018). Although origami activities have a place in the mathematics education curriculum, it is possible to say that these activities are limited to secondary school years and geometry subjects.

The effective use of origami in mathematics education is only possible with teachers who know how to benefit from origami. To achieve this, various types of training activities (e.g., lectures, seminars and professional development courses) are provided to pre-service (see Fiol et al., 2011; Masal, Ergene, Takunyacı, & Masal, 2018) and in-service teachers (see Golan, 2011; Cipoletti & Wilson, 2004). Teachers or teacher candidates who have been trained for the effective use of origami in mathematics education have positive beliefs and opinions about the benefits of origami in mathematics education (Arslan & Işıksal-Bostan, 2016; Masal et al., 2018) are highly motivated to use origami in their lessons, and when they use it in their mathematics lessons, they interpreted origami as educationally beneficial and enjoyable activity (Boakes, 2008; Cipoletti & Wilson, 2004; Golan, 2011).

One of the primary conditions for the success of origami-based mathematics lessons is the good organization of the lesson (Uygun, 2019). Developing an effective lesson plan is one of the essential parts of this organization. There are many factors to consider when planning origami-based mathematics lessons (Cipoletti & Wilson, 2004). Choosing the right origami model (Boakes, 2008; Golan & Jackson, 2010), correctly associating origami folding steps with mathematical concepts (Baicker, 2004; Serra, 1994), using mathematical language in expressing the folding steps (Sze, 2005), and developing questions that support students' mathematically thinking process (Canadas, Molina, Gallardo, Martinez-Santaolalla, & Penas, 2010; De Young, 2009) can be given as examples of these factors. Origami-based mathematics lessons, planned and implemented without considering such factors, will be no different from traditional mathematics lessons (e.g., Uygun, 2019).

Although the plans developed for origami-based mathematics lessons are essential for effective instruction, there is no measurement tool in the accessible literature that is prepared to evaluate these lesson plans. The measurement tools used to evaluate the extent to which performance has been successfully performed are called rubrics (Brualdi, 1998; Goodrich, 2001). There are two basic types of rubrics as follows: holistic and analytic (Mertler, 2000). Rubrics are used to determine how successfully lesson plans are prepared (Panasuk & Todd, 2005). Rubrics allow the performances to be evaluated in a valid and reliable way and enable the people who show this performance to know the evaluation criteria in advance and prepare accordingly (Mertler, 2000). In this context, this study aims to develop a valid and reliable rubric for evaluating origami-based mathematics lesson plans. The developed rubric can be used by mathematics teacher educators to evaluate origami-based mathematics lesson plans developed by in-service or pre-service teachers. Furthermore, in-service or pre-service teachers can make their origami-based mathematics lesson plans more effective by considering the rubric items.

Method

Development Process of Rubric Items

Firstly, a detailed literature review was conducted to determine the factors that should be in an effective origami-based mathematics lesson (see Table 1).

Table 1. *Essential factors in effective origami-based mathematics lessons*

Item	Reference(s)
An origami model should be chosen according to the age and skills of the students.	Boakes, 2008; Cipoletti & Wilson, 2004; Golan & Jackson, 2010
An origami model should be chosen in accordance with the mathematical objective of the lesson.	Baicker, 2004; Boakes, 2008; Cipoletti & Wilson, 2004; Golan & Jackson, 2010
The lesson time allocated for the selected origami model should be sufficient.	Baicker, 2004
The appropriate mathematical language should be used in expressing the folding steps.	Baicker, 2004; Cipoletti & Wilson, 2004; Robichaux & Rodrigue, 2003; Sze, 2005
The appropriate questions should be developed in accordance with the mathematical objective of the lesson.	Baicker, 2004; Cipoletti & Wilson, 2004; Georgeson, 2011; Serra, 1994
In addition to the main mathematical objective, questions should be prepared to support the remembering or learning other mathematical concepts.	Baicker, 2004; Canadas et al., 2010; Georgeson, 2011; Serra, 1994
The questions to be asked during the folding steps should be appropriate to develop students' higher-order thinking skills.	Canadas et al., 2010; De Young, 2009; Georgeson, 2011; Sze, 2005
The questions to be asked during the folding steps should be appropriate to develop the problem-solving skills of the students.	Canadas et al., 2010; De Young, 2009; Georgeson, 2011; Higginson & Colgan, 2001
Associations with non-mathematical fields (such as art and engineering) should be included during the folding steps.	Higginson & Colgan, 2001
At the end of the lesson, questions should be prepared to remember/repeat the mathematical concepts learned during folding steps.	Golan & Jackson, 2010; Serra, 2004
At the end of the course, an assessment method suitable for the mathematical objective of the lesson should be included.	Cipoletti & Wilson, 2004; Golan & Jackson, 2010; Serra, 2004

Using analytical rubrics is preferable when the assessed performance has multiple steps (Mertler, 2000). As can be seen in Table 1, many factors should be considered to plan an effective origami-based mathematics lesson. To better evaluate whether all these elements are included in the lesson plan, it was decided to develop an analytical rubric instead of a holistic rubric. In the first stage, a total of 12 rubric items, including all the elements in the above table, consisting of 3 grades (poor, moderate, good), were sent to an expert in the field of assessment and evaluation. In line with the opinions of the assessment and evaluation expert, some items were revised since the skills in some items were closely related to each other. For instance, problem-solving skills are also one of the parts of higher-order thinking processes; thus, these two skills were expressed with a single rubric item. At

this stage, the rubric, which had 10 items, was sent for evaluation to two mathematics education experts who had various academic studies and practical experiences in origami-based mathematics teaching. Both experts stated that all items in the rubric were items that should be in an origami-based mathematics lesson plan. In addition to these items, both experts suggested adding an item to the rubric to ensure the evaluation of students' motivation for the origami-based mathematics lesson. In addition, one of the experts suggested exemplifying higher-order thinking skills in the context of an origami-based mathematics lesson. With the arrangements made in line with the experts' opinions, the rubric consisting of 11 items was reached its final form (see Appendix 1).

Participants

Teachers or teacher candidates need to receive training on origami in mathematics education to develop an origami-based mathematics lesson plan (Golan & Jackson, 2010). To evaluate the rubric developed in this study, middle school mathematics teacher candidates who received training in origami-based mathematics education were reached using the purposeful sampling method. These pre-service teachers received training on origami-based mathematics teaching in the "Mathematics Learning and Teaching Approaches" course, one of the field education courses in the educational institution where the researcher works, or in the "Origami" course, one of the general culture elective courses. After the necessary ethics committee procedures were completed within the scope of this study, the purpose and details of this study were explained to the pre-service teachers, and they were reminded that it was completely voluntary. Among the 91 pre-service middle school mathematics teachers who could participate in the present study in the relevant courses, 89 agreed to participate in this study by signing the voluntary participation form. More information about the participants is given in Table 2.

Table 2. *Participants*

		Number of participants	Percent (%)
Gender	Female	73	82
	Male	16	18
Grade	1	1	1.1
	2	73	82
	3	14	15.7
	4	1	1.1

As can be seen in Table 2, most of the participants were female and were 2nd graders.

Data Analysis

The data set of this study was the grades obtained from the evaluation of the origami-based mathematics lesson plans prepared by the pre-service teachers using the rubric developed in this study. Exploratory factor analysis of the obtained data was carried out with the help of the SPSS program to provide evidence for the construct validity of the developed rubric. Cronbach's alpha coefficient was calculated to check the internal consistency of the data obtained using the rubric.

Furthermore, a different researcher graded 30 randomly selected lesson plans from the data set using the developed rubric to test the inter-rater reliability of the rubric. The inter-rater reliability of the rubric was examined by calculating the Pearson Correlation coefficient and Cohen's kappa coefficient values.

Ethical Permission

In this study, all the rules specified to be followed within the scope of the "Higher Education Institutions Scientific Research and Publication Ethics Directive" were complied with. None of the actions specified under "Actions Contrary to Scientific Research and Publication Ethics" which is the second part of the directive, have been taken.

Ethics committee permission information: Name of the committee that made the ethical evaluation = Burdur Mehmet Akif Ersoy University Non-Interventional Clinical Research Ethics Committee

Date of ethical review decision = 06.01.2021

Ethics assessment document issue number = GO 2021/22

Results

Exploratory Factor Analysis

To evaluate whether the data set obtained by using the rubric was suitable for exploratory factor analysis, first, the Kaiser Meyer Olkin (KMO) value was calculated, and the Bartlett Test of Sphericity was examined. As the calculated KMO value (0.860) was high, and the Bartlett Test of Sphericity was statistically significant (BTS=332.268, $p<0.001$), it was decided that the data set was suitable for exploratory factor analysis (Büyüköztürk, 2002; Çokluk, Şekercioğlu, & Büyüköztürk, 2010; Pallant, 2007). Since the maximum likelihood method gives more suitable results for factor analysis, in this study, this method was chosen as the factor rotation method and exploratory factor analysis was performed (Costello & Osborne, 2005).

In the literature, it is recommended to examine the eigenvalue table and scree plot to decide on the number of factors in the exploratory factor analysis. The eigenvalue table obtained for the developed rubric is given in Table 3.

Table 3. *The eigenvalue table*

Factor	Eigen value	Explained variance (%)
1	4.678	42.530
2	1.311	11.921
3	0.906	8.237

When Table 3 is examined, it was seen that there were two factors with an eigenvalue higher than 1. However, it was noteworthy that the eigenvalue of the first factor was considerably higher than the second factor. This situation was interpreted as that the rubric consisted of a structure either with 1 or 2 factors. To decide more clearly on the number of factors, the Scree plot was examined.

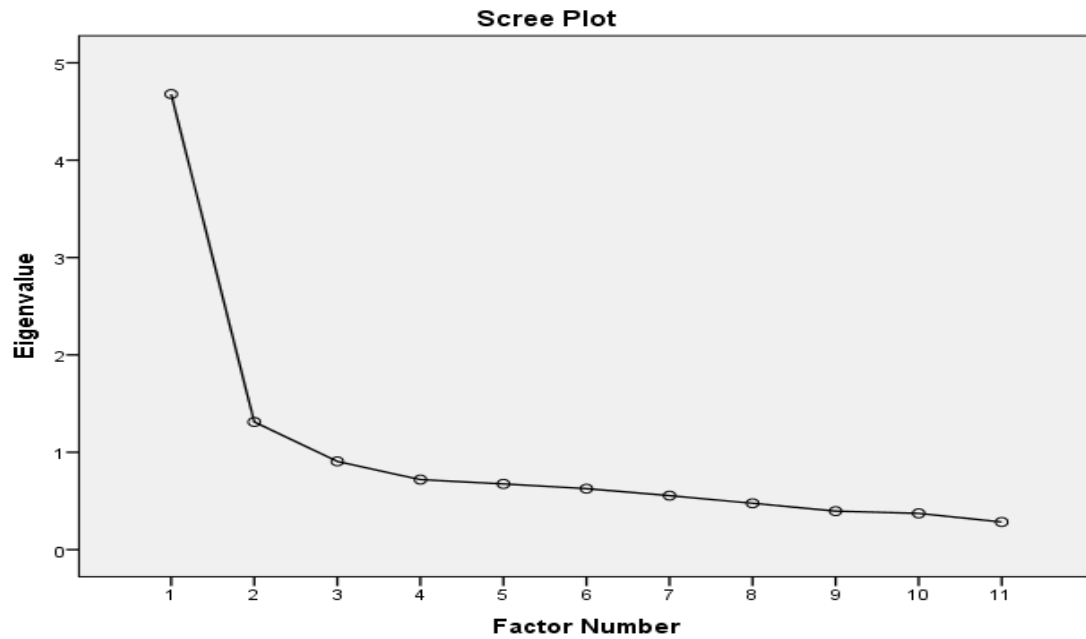


Figure 1. Scree plot

When the scree plot was examined, it was seen that the slope started to flatten as of the second point. Thus, it was decided that the single factor structure was the most appropriate factor structure for the rubric (Çokluk et al., 2010; Pallant, 2007).

After deciding on the factor number of the rubric, first the Common Variance values (see Table 4) and then the factor loadings (see Table 5) were examined to evaluate the suitability of the rubric items.

Table 4. Common variance values

Item number	Common variance
1	0.527
2	0.425
3	0.455
4	0.379
5	0.263
6	0.471
7	0.471
8	0.385
9	0.471
10	0.445
11	0.302

As shown in Table 4, no rubric item with a common variance value of less than 0.10 was found, and this was interpreted as the rubric items being appropriate (Çokluk et al., 2010). Moreover, when the Factor Matrix values given in Table 5 were examined, it was seen that the factor loadings of all items were higher than the desired value of 0.30 (Pallant, 2007; Stevens, 2002).

Table 5. *Item factor loadings*

Item number	Factor loading
1	0.760
2	0.609
3	0.670
4	0.620
5	0.425
6	0.650
7	0.625
8	0.624
9	0.601
10	0.487
11	0.553

Exploratory factor analysis results indicated that the rubric had a single factor that explains the 42.5% of the total variance. When all items in the rubric were evaluated concerning common variance and factor loadings, it was decided that all items were appropriate for the developed rubric.

Reliability Analysis

To evaluate the internal consistency of the data obtained using the rubric, the Cronbach's alpha coefficient was calculated. The calculated Cronbach's alpha coefficient (0.83) was accepted as an indicator of high internal consistency (Pallant, 2007). In addition, the Pearson Correlation coefficient and Cohen's kappa value were calculated for the rubric items to examine the consistency of the evaluations made by two different researchers to provide additional evidence for the reliability of the rubric (see Table 6).

Table 6. *Interrater reliability indexes for the rubric items*

Item	Pearson correlation	Cohen's kappa
1	1.00	1.00
2	1.00	1.00
3	.90	.78
4	.75	.67
5	.92	.91
6	1.00	1.00
7	1.00	1.00
8	1.00	1.00
9	.97	.95
10	.98	.94
11	1.00	1.00
Total score	.99	.63

Cohen (1988) stated that if the Pearson Correlation coefficient is between 0.10 and 0.29, it should be interpreted as a low correlation, between 0.30 and 0.49 as a moderate relationship, and between 0.50 and 1.00 as a high relationship. When the Pearson Correlation coefficient, which was calculated separately for the entire rubric and its items, was examined, it was seen that there was a very high positive correlation between the evaluations of the two different coders.

Calculating Cohen's kappa values is another method of assessing the agreement between coders. The criteria for interpreting Cohen's kappa values were determined by Cohen (1960) and are given in Table 7.

Table 7. *Cohen's kappa values evaluation criteria*

Kappa value (κ)	Agreement
$\kappa \leq .20$	Poor agreement
$.20 \leq \kappa \leq .40$	Acceptable agreement
$.40 \leq \kappa \leq .60$	Moderate agreement
$.60 \leq \kappa \leq .80$	Good agreement
$.80 \leq \kappa \leq 1$	Very good agreement

When the Cohen's kappa values calculated for the rubric items were evaluated within the scope of the criteria specified by Cohen (1960), it was found that there was good agreement between the two coders on two items (4 and 5), and very good agreement for the remaining nine items (1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10 and 11). In addition, when the inter-coder agreement was evaluated for the total score obtained from the rubric, it was observed that there was good agreement between the two coders.

Discussion, Conclusion and Recommendations

Various benefits of origami in mathematics education have been revealed in studies in the literature. In line with these benefits, origami has become an increasingly used teaching tool by mathematics teachers. In a similar vein, it is aimed to train teacher candidates to effectively use mathematics lessons in their teaching lives. One of the basic conditions for the effective use of origami in mathematics education is the detailed planning of these lessons. However, when the literature was examined, to our knowledge, there was no rubric to evaluate the effectiveness of origami-based mathematics lesson plans. Therefore, this study aimed to develop a rubric to evaluate origami-based mathematics lessons and to present the validity and reliability evidence of the developed rubric.

The first stage of the rubric development process was a detailed literature review to determine the factors that should be in effective origami-based mathematics lessons as reported above. The rubric items prepared after this literature review were first evaluated by an assessment and evaluation expert and then by two mathematics educator experts who had various academic studies and practices on the use of origami in mathematics education. Necessary changes were made on the rubric items in line with expert opinions. This detailed process followed while developing rubric items can be considered quite positive concerning the rubric's content validity (Moskal & Leydens, 2001).

In this study, exploratory factor analysis was used to provide evidence for the construct validity of the rubric (see Moskal & Leydens, 2001). In the exploratory factor analysis, the eigenvalue table and scree plot were used to decide the number of factors, and it was concluded that the rubric was in a single factor structure. In single-factor scales, it is considered sufficient that the relevant factor explains 30% of the total variance (Cokluk et al., 2010). In this sense, the single dimension of the rubric developed in this study accounts for 42.5% of the total variance. Hence, it was interpreted as a very positive situation for the construct validity of the rubric. Furthermore, exploratory factor analysis results indicated that factor loadings of all items were higher than the desired value of 0.30, and there was no item having a common variance value lower than 0.10. These results obtained in the exploratory factor analysis were considered positive conditions for the construct validity of the rubric (Cokluk et al., 2010; Pallant, 2007).

In addition to the validity evidence for the developed rubric, various analyses were performed to test its reliability. In this sense, the Cronbach's alpha value was calculated to interpret the internal consistency of the data obtained using the rubric, and it was 0.83. This value means that the data obtained using the developed rubric has a very high internal consistency (Pallant, 2007). In addition, the reliability of a rubric is possible when different coders reach similar results when they use it, which is expressed as inter-coder reliability (Moskal & Leydens, 2001). Pearson Correlation coefficient and Cohen's kappa values were calculated for the total score and individual rubric items. When the calculated values were evaluated in the context of the criteria determined by Cohen (1960, 1988), it showed that there was a very high agreement between the coders. In other words, it was seen that the developed rubric met the inter-coder reliability criterion. In this context, the Cronbach's Alpha, Pearson Correlation, and Cohen's kappa values calculated for the developed rubric were interpreted as strong evidence for the reliability of the rubric.

In this study, various types of evidence for the validity and reliability of the rubric, which was developed to evaluate origami-based mathematics lessons, were presented. The evidence here could be considered quite strong when the related literature is considered. However, to conduct more precise assessments about the validity and reliability of the rubric, additional evidence to the evidence presented in this study needs to be obtained with different samples. In this direction, it is recommended to conduct additional validity and reliability analyses by evaluating origami-based mathematics lesson plans developed by different in-service or pre-service teachers in future studies with the rubric presented in this study.

The origami-based mathematics lesson plan evaluation rubric developed with this study can be used by researchers to evaluate the lesson plans developed by mathematics in-service or pre-service teachers. Likewise, it can be used to evaluate origami-based mathematics lesson plans developed by classroom and pre-school teachers. Although the developed rubric was developed for mathematics lessons, the use of origami in education is not limited to mathematics lessons. Thus,

modifications can be made to the rubric items developed with this study for non-mathematics courses, and they can be made suitable for the relevant courses. The rubric developed in this study was developed not only for researchers but also for in-service and pre-service teachers who develop an origami-based mathematics lesson plan. In this direction, mathematics in-service and pre-service teachers who prepare origami-based mathematics lesson plans can develop them by considering rubric items and making their lesson plans more effective.

Kaynakça

- Arıcı, S. & Aslan-Tutak, F. (2015). The effect of origami based instruction on spatial visualization, geometry achievement, and geometric reasoning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13, 179-200. doi: 10.1007/s10763-013-9487-8
- Arslan, O. & Işıksal-Bostan, M. (2016). Turkish prospective middle school mathematics teachers' beliefs and perceived self-efficacy beliefs regarding the use of origami in mathematics education. *Euresia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(6), 1533-1548.
- Baicker, K. (2004). *Origami math: Grades 2–3*. New York, NY: Teaching Resources.
- Boakes, N. (2008). Origami-mathematics lessons: Paper folding as a teaching tool. *Mathidues*, 1(1), 1-9.
- Boakes, N. (2009). Origami instruction in the middle school mathematics classroom: Its impact on spatial visualization and geometry knowledge of students. *Research in Middle Level Education Online*, 32(7), 1-12. <https://doi.org/10.1080/19404476.2009.11462060>
- Boz, B. (2015). İki boyutlu kâğıtlardan üç boyutlu origami küpüne yolculuk. *Journal of Inquiry Based Activities*, 5(1), 20-33.
- Brualdi, A. (1998). Implementing performance assessment in the classroom. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 6(2), 1-6. <https://doi.org/10.7275/kgwx-6q70>
- Budinski, N., Lavicza, Z. & Fenyvesi, K. (2018). Ideas for using GeoGebra and Origami in teaching regular polyhedrons lessons. *K-12 STEM Education*, 4(1), 297-303.
- Budinski, N., Lavicza, Z., Fenyvesi, K. & Milinković, D. (2020). Developing primary school students' formal geometric definitions knowledge by connecting origami and technology. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 15(2), 1-10. doi: 10.29333/iejme/6266
- Büyüköztürk, S. (2002). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı*, Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Canadas, M., Molina, M., Gallardo, S., Martinez-Santaolalla, M. & Penas, M. (2010). Let's teach geometry. *Mathematics Teaching*, 218, 32-37.
- Cipoletti, B. & Wilson, N. (2004). Turning origami into the language of mathematics. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 10(1), 26-31. <https://doi.org/10.5951/MTMS.10.1.0026>
- Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20(1), 37-46. <https://doi.org/10.1177/001316446002000104>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillside, NJ: Erlbaum.
- Costello, A. B. & Osborne, J. (2005). Best practices in exploratory factor analysis: four recommendations for getting the most from your analysis. *Practical Assessment Research and Evaluation*, 10(7), 1-9. <https://doi.org/10.7275/jyj1-4868>

- Çakmak, S., Işıksal, M. & Koç, Y. (2014). Investigating effect of origami based mathematics instruction on elementary students' spatial skills and perceptions. *The Journal of Educational Research*, 107, 59-68. <https://doi.org/10.1080/00220671.2012.753861>
- Çaylan, B., Takunyacı, M., Masal, M., Masal, E. & Ergene, Ö. (2017). Origami ile matematik dersi süresince ilköğretim matematik öğretmenleri adaylarının Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ile origami inançları arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Journal of Multidisciplinary Studies in Education*, 1(1), 24-35.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. & Büyüköztürk, Ş. (2010). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve Lisrel uygulamaları*. Ankara: Pegem A Yayıncılık
- DeYoung, M. J. (2009). Math in the box. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 15(3), 134-141. <https://doi.org/10.5951/MTMS.15.3.0134>
- Edison, C. (2011). Narratives of success: Teaching origami in low-income/urban communities. In P. Wang-Iverson, R. J. Lang ve M. Yim (Eds.), *Origami 5: Fifth international meeting of origami science, mathematics and education* (pp.165-175). New York: CRC Press.
- Fiol, M. L., Dasquens, N. & Prat, M. (2011). Student teachers introduce origami in kindergarten and primary schools: Froebel revisited. In P. Wang-Iverson, R. J. Lang ve M. Yim (Eds.), *Origami 5: Fifth international meeting of origami science, mathematics and education* (pp. 151-165). New York: CRC Press.
- Georgeson, J. (2011). Fold in origami and unfold math. *Mathematics Teaching in Middle School*, 16(6), 354-361. <https://doi.org/10.5951/MTMS.16.6.0354>
- Golan, M. (2011). Origametry and the Van Hiele Theory of teaching geometry. In P. Wang-Iverson, R. J. Lang ve M. Yim (Eds.), *Origami 5: Fifth international meeting of origami science, mathematics and education* (pp. 141-151). New York: CRC Press.
- Golan, M. & Jackson, P. (2010). *Origametry: A program to teach geometry and to develop learning skills using the art of origami*. Retrieved from: http://www.emotive.co.il/origami/db/pdf/996_golan_article.pdf
- Goodrich, A. H. (2001). The effects of instructional rubrics on learning to write. *Current Issues in Education*, 4(4), 1-22.
- Higginson, W. & Colgan, L. (2001). Algebraic thinking through origami. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 6(6), 343-349. <https://doi.org/10.5951/MTMS.6.6.0343>
- Masal, M., Ergene, Ö., Takunyacı, M. & Masal, E. (2018). Öğretmen adaylarının origaminin matematik derslerinde kullanımı hakkındaki görüşleri. *International Journal of Educational Studies in Mathematics*, 5(2), 56-65.
- Mastin, M. (2007). Storytelling + origami = storigami mathematics. *Teaching Children Mathematics*, 14(4), 206-212. <https://doi.org/10.5951/TCM.14.4.0206>

- Mertler, C. A. (2000). Designing scoring rubrics for your classroom. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 7(25), 1-8. <https://doi.org/10.7275/gcy8-0w24>
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2018). Matematik dersi öğretim programı: İlkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı: Ankara. Erişim adresi: <https://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201813017165445-MATEMAT%C4%B0K%20%C3%96%C4%9ERET%C4%B0M%20PROGRAMI%202018v.pdf>
- Moskal, B. M., & Leydens, J. A. (2001). Scoring rubric development: Validity and reliability. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 7(10), 1-6. <https://doi.org/10.7275/q7rm-gg74>
- Pallant, J. (2007). *SPSS Survival manual: A step by step guide to data analysis using SPSS for windows* (3rd edition). Berkshire, England: Open University Press.
- Panasuk, R. M. & Todd, J. (2005). Effectiveness of lesson planning: Factor analysis. *Journal of Instructional Psychology*, 32(3), 215-232.
- Serra, M. (1994). *Patty paper geometry*. Emeryville: Key Curriculum Press
- Stevens, J. (2002). *Applied multivariate statistics for the social sciences*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Sze, S. (2005). *An analysis of constructivism and the ancient art of origami*. Dunleavy: Niagara University. Retrieved from: <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED490350.pdf>
- Tuğrul, B. & Kavici, M. (2002). Kağıt katlama sanatı ve öğrenme. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(11), 1-17.
- Uygun, T. (2019). Implementation of middle school mathematics teachers' origami-based lessons and their views about student learning. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38(2), 154-171.
- Wares, A. & Elstak, I. (2017). Origami, geometry and art. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 48(2), 317-324. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2016.1238521>
- Yuzawa, M. & Bart, W. M. (2002). Young children's learning of size comparison strategies: Effect of origami exercises. *The Journal of Genetic Psychology*, 163(4), 459-478. <https://doi.org/10.1080/00221320209598696>

Ekler

Ek 1. Origami temelli matematik ders planı değerlendirme rubriği

Madde Numarası	Zayıf (0 Puan)	Orta (1 Puan)	İyi (2 Puan)
1	Öğrencilerin yaş ve psikomotor becerilerinden oldukça aşağıda/yukarıda bir origami modeli seçilmiştir.	Öğrencilerin yaş ve psikomotor becerilerinden biraz aşağıda/yukarıda bir origami modeli seçilmiştir.	Öğrencilerin yaş ve psikomotor becerilerine uygun bir origami modeli seçilmiştir.
2	Hedeflenen matematiksel kazanıma uygun olmayan bir origami modeli seçilmiştir.	Hedeflenen matematiksel kazanıma kısmen uygun bir origami modeli seçilmiştir.	Hedeflenen matematiksel kazanıma uygun bir origami modeli seçilmiştir.
3	Seçilen origami modeli için ayrılan ders saati oldukça azdır/fazladır.	Seçilen origami modeli için ayrılan ders saati biraz azdır/fazladır.	Seçilen origami modeli için ayrılan ders saati yeterlidir.
4	Ders başlangıcında öğrencilerin derse ilgisini ve motivasyonunu artırmaya yönelik bir giriş yapılmamıştır.	Ders başlangıcında öğrencilerin derse ilgisini ve motivasyonunu artırmaya yönelik yetersiz bir giriş yapılmıştır.	Ders başlangıcında öğrencilerin derse ilgisini ve motivasyonunu artırmaya yönelik etkili bir giriş yapılmıştır.
5	Diagramda verilen katlama adımlarının çoğunluğu/tamamı açık ve anlaşılır değildir.	Diagramda verilen katlama adımlarının bazıları açık/anlaşılır değildir.	Diagramda verilen katlama adımlarının tamamı açık ve anlaşılırdır.
6	Origami modelinin katlama adımları ifade edilirken matematiksel dil nadiren kullanılmıştır/hiç kullanılmamıştır.	Origami modelinin katlama adımları ifade edilirken matematiksel dil bazen kullanılmıştır.	Origami modelinin katlama adımları ifade edilirken matematiksel dil çoğunlukla/daima kullanılmıştır.
7	Origami modelinin katlama adımlarında, hedeflenen kazanımı öğretmeye yönelik sorulardan nadiren faydalanılmıştır/hiç faydalanılmamıştır.	Origami modelinin katlama adımlarında, hedeflenen kazanımı öğretmeye yönelik sorulardan bazen faydalanılmıştır.	Origami modelinin katlama adımlarında, hedeflenen kazanımı öğretmeye yönelik sorulardan çoğunlukla/daima faydalanılmıştır.
8	Origami modelinin katlama adımlarında, hedeflenen kazanıma ek başka matematiksel kavramların hatırlanmasını veya öğrenilmesini destekleyecek sorulardan nadiren faydalanılmıştır/hiç faydalanılmamıştır.	Origami modelinin katlama adımlarında, hedeflenen kazanıma ek başka matematiksel kavramların hatırlanmasını veya öğrenilmesini destekleyecek sorulardan bazen faydalanılmıştır.	Origami modelinin katlama adımlarında, hedeflenen kazanıma ek başka matematiksel kavramların hatırlanmasını veya öğrenilmesini destekleyecek sorulardan çoğunlukla/daima faydalanılmıştır.

9	Origami modelinin katlama adımlarında sorulacak sorular öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeye nadiren uygundur/uygun değildir. *	Origami modelinin katlama adımlarında sorulacak sorulardan bazıları öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeye uygundur. *	Origami modelinin katlama adımlarında sorulacak soruların çoğunluğu/tamamı öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeye uygundur. *
10	Origami modelinin katlama adımlarında matematik dışı alanlar (örneğin sanat, mühendislik) ile ilişkilendirmelere yer verilmemiştir.	Origami modelinin katlama adımlarında matematik dışı alanlar (örneğin sanat, mühendislik) ile ilişkilendirmelere nadiren yer verilmiştir.	Origami modelinin katlama adımlarında matematik dışı alanlar (örneğin sanat, mühendislik) ile ilişkilendirmelere yeterince yer verilmiştir.
11	Ders sonunda hedef kazanıma uygun bir değerlendirme yöntemine yer verilmemiştir.	Ders sonunda hedef kazanıma yönelik verilen değerlendirme yöntemi yetersizdir.	Ders sonunda hedef kazanıma uygun bir değerlendirme yöntemine yer verilmiştir.

* Üst düzey düşünme becerilerini desteklemeye yönelik sorular için bazı örnekler:

- Elinizdeki kare kâğıdı en fazla kaç farklı şekilde iki eşit parçaya katlayabilirsiniz? Nasıl?
- Tamamladığınız origami modelinin yüksekliğini iki katına çıkarmak için ilk kullandığınız kâğıdın ölçüsünü ne kadar artırmanız gerekir? Neden?

Appendices

Appendix 1. Origami-based mathematics lesson evaluation rubric

Item Number	Poor (0)	Average (1)	Good (2)
1	An origami model was chosen that was quite above/below the age and psychomotor skills of the students.	An origami model was chosen slightly above/below the students' age and psychomotor skills.	An origami model suitable for the age and psychomotor skills of the students was chosen.
2	An origami model that was not suitable for the mathematical objective was chosen.	An origami model that was partially suitable for the mathematical objective was chosen.	An origami model that was not suitable for the mathematical objective was chosen.
3	The lesson time allocated for the chosen origami model was very less/more.	The lesson time allocated for the chosen origami model was a little	The lesson time allocated for the selected origami model was sufficient.
4	At the beginning of the lesson, no introduction was made to increase the interest and motivation of the students in the lesson.	At the beginning of the lesson, an insufficient introduction was made to increase the interest and motivation of the students	At the beginning of the lesson, an effective introduction was made to increase the interest and motivation of the students
5	Most/all of the folding steps given in the diagram were not clear and understandable.	Some of the folding steps given in the diagram were not clear.	All of the folding steps given in the diagram were clear and understandable.
6	Mathematical language was rarely/never used when expressing the folding steps of the origami	Mathematical language was sometimes used when expressing the folding steps of the origami model.	Mathematical language was mostly/always used when expressing the folding steps of the origami
7	In the folding steps of the origami model, questions for teaching the mathematical objective of the lesson were rarely/never used.	In the folding steps of the origami model, questions for teaching the mathematical objective of the lesson were sometimes used.	In the folding steps of the origami model, questions for teaching the mathematical objective of the lesson were mostly/always used.
8	In the folding steps of the origami model, questions to support remembering or learning other mathematical concepts in addition to the main mathematical objective were rarely/never used.	In the folding steps of the origami model, questions to support remembering or learning other mathematical concepts in addition to the main mathematical objective were sometimes used.	In the folding steps of the origami model, questions to support remembering or learning other mathematical concepts in addition to the main mathematical objective were mostly/always used.

9	The questions to be asked in the folding steps of the origami model were rarely appropriate/not appropriate to develop students' higher-order thinking skills. *	Some of the questions to be asked in the folding steps of the origami model were appropriate for developing students' higher-order thinking skills. *	Most/all of the questions to be asked in the folding steps of the origami model were appropriate for developing students' higher-order thinking skills. *
10	In the folding steps of the origami model, associations with non-mathematical fields (such as art and engineering) are not included.	In the folding steps of the origami model, associations with non-mathematical fields (such as art and engineering) were rarely included.	In the folding steps of the origami model, associations with non-mathematical fields (such as art and engineering) were sufficiently included.
11	An assessment method appropriate for the mathematical objective was not included.	The assessment method used was insufficient.	An assessment method appropriate for the mathematical objective was included.

* Some examples of questions to support higher-order thinking skills:

- In how many different ways can you fold the square paper in your hand into two equal parts? How?
 - To double the height of the completed origami model, how much should you increase the paper size you first used? Why?
-