

Research Article

Open Access

The Relationship between Fractional Number Sense Behavior and Cognitive Styles from Academic Achievement Perspective

Muhammed AKBUDAK^{1*}  Pınar ANAPA SABAN² 


¹ Anadolu University, Eskişehir, Türkiye, muhammedakbudak@gmail.com

² Eskişehir Osmangazi University, Eskişehir, Türkiye, panapa@ogu.edu.tr

* Corresponding Author: muhammedakbudak@gmail.com

Article Info

Received: 28 July 2025
Accepted: 22 April 2026
Published: 04 May 2026

 10.18009/jcer.1752336

Keywords: Fraction number sense, field independent cognitive style, field dependent cognitive style

Publication Language: Turkish

This article was published under the continuous publishing model.

Abstract

The purpose of this study is to examine how students' fraction sense behaviors and cognitive styles differ from an academic achievement perspective. It was designed as a case study using qualitative research methods. The study group consisted of six students selected from among nineteen 7th grade students at a public middle school using the "maximum diversity" method. The Group Embedded Figures Test (GEFT) was used to determine students' field dependent and field independent cognitive styles. One student each from low, medium, and high academic achievement levels, based on 7th grade spring semester report card grades, was included in the study group. The data collection tool is a problem form consisting of six questions. The research results show that academic achievement alone does not have a contribution on fraction sense, but that cognitive styles play an important role in the development of fraction sense behaviors.




To cite this article: Akbudak, M., & Anapa-Saban, P. (2026). Akademik başarı perspektifinden kesir sayı hissi davranışları ve bilişsel stiller arasındaki ilişki. *J. Comp. Educ. Res.*, 14, e2614026 <https://doi.org/10.18009/jcer.1752336>

Akademik Başarı Perspektifinden Kesir Sayı Hissi Davranışları ve Bilişsel Stiller Arasındaki İlişki

Makale Bilgisi

Geliş: 28 Temmuz 2025
Kabul: 22 Nisan 2026
Yayın: 04 Mayıs 2026

 10.18009/jcer.1752336

Anahtar kelimeler: Kesir sayı hissi, alan bağımsız bilişsel stil, alan bağımlı bilişsel stil

Yayın Dili: Türkçe

Bu makale sürekli yayın modeli kapsamında yayımlanmıştır.

Öz

Bu araştırmanın amacı, akademik başarı perspektifinden öğrencilerin kesir sayı hissi davranışlarının ve bilişsel stillerinin nasıl farklılaştığını incelemektir. Nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması deseni olarak dizayn edilmiştir. Çalışma grubu, bir devlet ortaokulundaki on dokuz 7. sınıf öğrencisi arasından, "maksimum çeşitlilik" yöntemi kullanılarak seçilen altı öğrenciden oluşmaktadır. Öğrencilerin alan bağımlı ve alan bağımsız bilişsel stillerini belirlemek için Gizlenmiş Şekiller Grup Testi (GEFT) kullanılmıştır. 7. sınıf bahar dönemi karne notları dikkate alınarak alan bağımlı ve alan bağımsız bilişsel stillere sahip düşük, orta ve yüksek akademik başarı düzeylerinden birer öğrenci çalışma grubunda yer almıştır. Veri toplama aracı altı sorudan oluşan bir problem formudur. Araştırma sonuçları akademik başarının kesir sayı hissi üzerinde tek başına bir katkısının olmadığını, bilişsel stillerin kesir sayı hissi davranışlarının gelişiminde önemli rol oynadığını göstermektedir.

Summary

The Relationship between Fractional Number Sense Behavior and Cognitive Styles from Academic Achievement Perspective

Muhammed AKBUDAK ¹ *  Pınar ANAPA SABAN ² 

¹ Anadolu University, Eskişehir, Türkiye, muhammedakbudak@gmail.com

² Eskişehir Osmangazi University, Eskişehir, Türkiye, panapa@ogu.edu.tr

* Corresponding Author: muhammedakbudak@gmail.com

Introduction

In the mathematics teaching literature, it is seen that the number of studies on cognitive styles and mathematics teaching is quite limited and especially related to geometry and measurement concepts (Çeziktürk, 2019; Küpcü & Özdemir, 2012). Although number sense is a very important subject for mathematics teaching, there are very few studies examining the relationship between cognitive styles and number sense (Zainal, et al., 2018). However, cognitive styles have important roles in understanding individual differences, difficulties, and misconceptions in solving number sense problems and activities.

Examining the relationship between cognitive styles and fraction number sense is of great importance for the planning and implementation of fraction teaching. Therefore, the aim of this study is to examine the relationship between fraction number sense behaviors and cognitive styles of middle school students from the perspective of academic achievement.

Method

This research, which aims to determine the relationship between fraction number sense and cognitive styles from the perspective of academic achievement, was designed as a case study. The research was conducted with six students studying in the 7th grade of a public secondary school in Bolvadin district of Afyonkarahisar province. The “maximum diversity” sampling method, one of the purposeful sampling methods, was used to determine the study group. The study group was formed by selecting among 19 students studying in the seventh grade in the 2020-2021 academic year.

The data were analyzed using descriptive analysis technique, one of the qualitative analysis methods. Students at low, medium and high academic achievement levels with

field-dependent cognitive style were characterized with codes X1, X2 and X3, respectively. Students at low, medium and high academic achievement levels with field-independent cognitive style were characterized with codes Y1, Y2 and Y3, respectively. In the study, a fraction problem form consisting of 6 questions selected from the Fraction Number Sense Scale consisting of 15 questions developed by Kartal (2016) by considering the components of fraction number sense was used as a data collection tool. The questions that make up the problem form allow students to determine their ability to develop solutions or procedural (rule-based) solutions with fraction number sense.

Findings

The student with high academic achievement independent of the field (Y3) answered all questions except the second question by giving correct answers based on fraction number sense. However, the field-dependent high academic achievement student answered all questions except the first question by giving rule-based answers. Field-independent students with medium and low academic achievement levels gave rule-based answers as well as number sense-based answers in their correct answers. While the answers given by students with field-dependent medium and low academic achievement in their incorrect solutions were rule-based or unexplained, the answers given by students with field-independent medium and low academic achievement in their solutions were number sense-based or unexplained. Regardless of their academic achievement levels, all students with field-dependent or field-independent cognitive styles answered the second question of the problem form based on the ability to determine the fraction numbers between two fraction numbers by giving a rule-based incorrect answer.

Results, Discussion and Conclusion

All students who participated in the study answered Question 2 in the problem form incorrectly. In Question 2, students' answers about how many fraction numbers can be between two fraction numbers were "There is only $\frac{2}{5}$ ml between $\frac{1}{5}$ ml and $\frac{3}{5}$ ml" or "There are $\frac{4}{9}$, $\frac{5}{9}$, $\frac{6}{9}$, $\frac{7}{9}$ and $\frac{8}{9}$ between $\frac{3}{15}$ and $\frac{9}{15}$ ". These responses revealed that the students could not make sense of the density property of the set of fraction numbers (There are infinitely many rational numbers between two rational numbers) by continuing the disjointness property of the set of natural numbers (There are finitely many natural numbers between two natural numbers) in the set of fraction numbers. This is consistent with the

conclusion that students at the primary and secondary education levels and even at the higher education level extend the disjointness property of the set of natural numbers to the sets of rational and real numbers, and that this constitutes an important obstacle in understanding the density of the set of rational numbers (Aktaş & Cansız-Aktaş, 2012). In this context, the students did not show ordering and comparison fraction number sense behaviors in the fraction number set.

Among the high-achieving students who participated in the study, the student with field-independent cognitive style (Y3) exhibited more successful fraction number sense-based reasoning performance in the solution process of each problem than the student with field-dependent cognitive style (X3). This result supports Peker's (2017) view that cognitive styles are an important factor in explaining students' academic differences. It is also consistent with the view that individuals can approach mathematical tasks with different ways of thinking depending on their cognitive styles (Chrysostomou et al., 2013). During the research process, it was observed that students mostly used rule-based reasoning. It was concluded that one student with a field-independent cognitive style with medium and low academic achievement had various misconceptions about the structure of fraction numbers in their incorrect answers based on fraction number sense-based reasoning. For example, these students had misconceptions about interpreting the inverse relationship between fraction number size and fraction denominator size in Question 3, determining half of a fraction in Question 4, and ordering numerators in ordering fractions ($1/2 < 4/9 < 8/15$) in Question 5. This result supports the view that students tend to use rule-based reasoning in problem solving and have many misconceptions in number sense-based reasoning (Yang & Hsu 2009). At the beginning of the 6th grade, the hidden shapes group test can be carefully administered to all students and the results can be shared with the students by revealing which student has which cognitive style with the easily applicable formula developed by Alamolhodaei (1996). In this way, knowing which cognitive style the students have can create a more instructive lesson environment and a great awareness for the students themselves.

Giriş

Sayılar, bireylerin çevrelerini anlamlandırma ve nicel ilişkileri yorumlama süreçlerinde önemli bir yere sahiptir. Günlük yaşamdan bilimsel çalışmalara kadar geniş bir alanda, bireylerin sayıları kullanabilme becerileri yalnızca işlemsel beceriler ile sınırlı olmayıp, karşılaşılan problem durumlarındaki sayısal ilişkileri esnek ve anlamlı biçimde yorumlayabilme becerisi ile de ilişkilidir (Reys & Yang, 1998; Yang, 2005; Yang & Hsu, 2009). Bu bağlamda sayı hissi, sayılar ve işlemler arasındaki ilişkilerin anlaşılması, tahmin yapabilme ve uygun çözüm stratejileri geliştirebilme becerisi olarak ele alınmaktadır.

Matematiksel düşünmenin temel bileşenlerinden biri olarak kabul edilen sayı hissi, bireylerin problem çözme süreçlerinde kavramsal anlayış ile işlemsel bilgi arasında bir köprü görevi görmektedir. Ancak matematik öğretiminde öğrencilerin çoğunlukla kurala dayalı işlemler üzerinden ilerlediği ve bu durumun kavramsal anlamlandırmayı sınırladığı bilinmektedir. Bu özellikle kesir sayıları söz konusu olduğunda daha belirgin hale gelmektedir. Kesir sayıları, öğrenciler tarafından öğrenilmesi güç olan matematiksel kavramlardan biri olarak kabul edilmekte (Alacacı, 2010; Newstead & Murray, 1998) ve bu güçlüklerin büyük ölçüde kesirlerin büyüklük, yoğunluk ve referans ilişkilerinin yeterince kavranamamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

McIntosh vd. (1992) tarafından ortaya konulan sayı hissi bileşenlerine dayalı olarak Woodward (1998), kesir sayı hissini; kesirlerin büyüklüğünü anlama, sıralama ve karşılaştırma yapabilme, çoklu temsilleri kullanabilme ve referans noktalarından yararlanabilme gibi bileşenler üzerinden ele almıştır. Bu bileşenler, öğrencilerin kesirlerle ilgili problem durumlarında yalnızca sonuca ulaşmalarını değil, aynı zamanda çözüm sürecini anlamlandırmalarını da mümkün kılmaktadır. Bu bağlamda kesir sayı hissi, kesirlerin yalnızca sembolik işlemler olarak değil, nicel ilişkiler bağlamında anlamlandırılmasını sağlayan önemli bir yapı olarak karşımıza çıkmaktadır

Genelde sayı hissi ve özelde kesir sayı hissi, bireyler arasında farklı düzeylerde gelişebilen bir yapı olup bu farklılıklar yalnızca öğretim süreci ile açıklanamaz. Öğrencilerin problem çözme süreçlerinde farklı stratejiler geliştirmeleri, bireysel farklılıkların matematiksel düşünme üzerindeki etkisini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda bilişsel stil,

bireyin bilgiyi algılama, düzenleme ve kullanma biçimini ifade eden önemli bir değişken olarak değerlendirilmektedir (Witkin, 1977).

Alan bağımlı ve alan bağımsız bilişsel stil ayrımı, öğrencilerin matematiksel problemlere yaklaşım biçimlerinde farklılıklar ortaya koymaktadır. Alan bağımsız bilişsel stile sahip bireylerin daha analitik ve çözüm odaklı yaklaşımlar geliştirdiği; alan bağımlı bireylerin ise daha bütüncül ve bağlama duyarlı yaklaşımlar sergilediği ifade edilmektedir (Chrysostomou vd., 2013). Bu durumun özellikle kesir gibi soyut ve çok temsilli kavramların öğrenilmesinde önemli olabileceği düşünülmektedir.

Literatür incelendiğinde bilişsel stiller ile matematik başarıları arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların bulunduğu, ancak bu çalışmaların daha çok geometri ve ölçme alanlarında yoğunlaştığı görülmektedir (Çeziktürk, 2019; Küpcü & Özdemir, 2012). Buna karşın sayı hissi, özellikle de kesir sayı hissi ile bilişsel stiller arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların sınırlı olduğu dikkat çekmektedir (Zainal vd., 2018). Ayrıca çalışmaların önemli bir kısmında akademik başarı değişkeninin tek başına ele alındığı, bilişsel stil ile birlikte nasıl bir yapı oluşturduğunun yeterince incelenmediği görülmektedir.

Bu durum, kesir sayı hissi, bilişsel stil ve matematik başarı değişkenlerinin birlikte ele alındığı çalışmalara olan ihtiyacı ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, bu araştırmanın amacı ortaokul öğrencilerinin kesir sayı hissi davranışlarının bilişsel stillerine göre nasıl farklılaştığını matematik başarı perspektifinden incelemektir.

Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

1. Farklı bilişsel stillere sahip öğrencilerin kesir sayı hissi davranışları nasıl farklılaşmaktadır?
2. Matematik başarı düzeyine göre öğrencilerin kesir sayı hissi temelli ve kural temelli çözüm stratejileri nasıl değişmektedir?

Matematik öğretimi literatüründe bilişsel stil ile matematik başarıları arasındaki ilişkiye odaklandığı, ancak sayı hissi, özellikle de kesir sayı hissi bağlamında bu ilişkinin yeterince incelenmediği görülmektedir. Bu çalışma, kesir sayı hissi, bilişsel stil ve matematik başarı değişkenlerini birlikte ele alarak bu alandaki sınırlı sayıdaki çalışmalara katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Ayrıca öğrencilerin problem çözme süreçlerinde kullandıkları

stratejilerin bilişsel stil bağlamında incelenmesi, matematik öğretiminde bireysel farklılıkların daha iyi anlaşılmasına yönelik çıkarımlar sunma potansiyeli taşımaktadır.

Teorik Çerçeve

Bu araştırmada, öğrencilerin matematik başarıları perspektifinden kesir sayı hissi davranışlarını ile bilişsel stilleri arasındaki ilişki bilişsel perspektife dayalı bir kuramsal çerçeve ile incelenmiştir.

Kesir sayı hissi ve Kesir Sayı Hissi Bileşenleri

Sayı hissi, bireylerin sayılar ve işlemler arasındaki ilişkileri anlamlandırabilmesi, sayısal tahmin ve esnek zihinsel hesaplama stratejileri geliştirerek matematiksel yargılara varabilme becerisi olarak ifade edilmiştir (Burns, 1994; Markovist & Sowder, 1994; Reys, 1994; Warrington & Kamii, 1998). Bu tanım kesir sayıları özelinde ele alındığında ise kesir sayı hissi, bireylerin kesirleri ve kesirlerle yapılan işlemleri anlamlandırabilmesi ve bu anlamlandırmayı kullanarak çeşitli kesir problemlerine esnek ve anlamlı çözüm stratejileri geliştirebilmeleri olarak ifade edilebilir.

Kesir sayı hissini yapıyı açıklamak amacıyla McIntosh vd. (1992) tarafından ortaya konulan sayı hissi bileşenleri temel alınmış ve Woodward (1998) tarafından kesir sayı hissi dört temel bileşen altında ele alınmıştır. Bu bileşenler; kesirlerin büyüklüğünü anlama, kesirleri sıralama ve karşılaştırma, çoklu temsilleri kullanabilme ve referans noktalarından yararlanma olarak ifade edilmektedir.

Kesirlerin büyüklüğünü anlama, bir kesrin bir bütün veya birim ile ilişkili olarak anlamlandırılmasını içermektedir. Bu bağlamda öğrencilerin kesirleri yalnızca sembolik ifadeler olarak değil, aynı zamanda bir bütüne göre anlamlandırabilmeleri beklenmektedir. Bu anlamlandırma süreci hem fiziksel temsiller (örneğin bütünün eş parçalara bölünmesi) hem de matematiksel temsiller (alan modelleri, doğrusal modeller veya küme modelleri) aracılığıyla desteklenmektedir. Bu süreçte pay ve paydanın bir bütün ile kurduğu ilişkinin doğru şekilde kavranması, kesirlerin anlamlandırılmasında temel bir rol oynamaktadır.

Kesirlerde sıralama ve karşılaştırma becerisi, kesir sayı hissini önemli göstergelerinden biridir. Bu beceri, öğrencilerin kesirlerin göreceli büyüklüklerini anlayabilmelerini ve kesirler arasındaki ilişkileri yorumlayabilmelerini içermektedir. Özellikle pay ve payda arasındaki ilişkinin anlaşılması, kesirlerin büyüklüklerinin yorumlanmasında belirleyici olmaktadır. Bunun yanı sıra öğrencilerin kesirleri

karşılaştırırken sıfır, yarım ve bir gibi referans noktalarını kullanabilmeleri, esnek düşünme becerilerinin geliştiğine işaret etmektedir. Bu tür durumlarda öğrenciler çoğunlukla algoritmik işlemler yerine anlamlandırmaya dayalı stratejiler kullanmaktadır.

Kesir sayı hissini bir diğer önemli bileşeni çoklu temsillerin kullanımınıdır. Bu bileşen, öğrencilerin kesirleri farklı gösterim biçimleri (grafiksel, sembolik, ondalık veya yüzde gösterimleri gibi) arasında ilişki kurarak anlamlandırabilmelerini ifade etmektedir. Sayı hissine sahip bireyler, kesirlerin eşdeğer formlarını fark edebilmekte ve problem durumuna göre en uygun temsil biçimini seçebilmektedir. Ayrıca kesirleri ayrıştırma ve yeniden birleştirme gibi stratejiler de bu kapsamda değerlendirilmektedir.

Referans sistemlerinin kullanımı ise kesir sayı hissini en güçlü göstergelerinden biri olarak kabul edilmektedir. Bu bağlamda öğrencilerin kesirleri sıfır, yarım ve bir gibi temel referans noktaları ile karşılaştırarak değerlendirmeleri, kesirlerin büyüklükleri hakkında hızlı ve doğru çıkarımlar yapmalarını sağlamaktadır. Bu tür referans kullanımı, öğrencilerin işlem yapmadan da kesirleri anlamlandırabilmelerine olanak tanımaktadır. Bu bileşenler birlikte ele alındığında, kesir sayı hissini yalnızca işlemsel doğruluğa dayalı bir beceri olmadığı; aksine kavramsal anlamlandırma, esnek düşünme ve stratejik karar verme süreçlerini içeren çok boyutlu bir yapı olduğu görülmektedir. Bu nedenle öğrencilerin kesirlerle ilgili problem çözme süreçlerinde kullandıkları stratejilerin incelenmesi, onların kesir sayı hissi düzeyleri hakkında önemli ipuçları sunmaktadır

Bilişsel stil kavramı

Bireylerin sayılar ve sayısal ilişkileri anlamlandırma süreçlerinde gözlenen farklılıklar yalnızca öğretim süreci ile açıklanamaz. Aynı öğrenme ortamında bulunmalarına ve benzer matematiksel deneyimlere sahip olmalarına rağmen öğrencilerin problem çözme süreçlerinde farklı stratejiler geliştirdikleri görülmektedir. Bu farklılıklar, bireysel bilişsel özelliklerle yakından ilişkilidir. Bu bağlamda bilişsel stil, bireyin bilgiyi algılama, düzenleme, işleme ve kullanma sürecinde tercih ettiği yöntemleri ifade eden bir kavram olarak ele alınmaktadır (Witkin, 1977). Bilişsel stil kavramı ilk olarak Allport (1937) tarafından bireyin algılama, düşünme ve problem çözme süreçlerinde benimsediği genel yaklaşım olarak tanımlanmış, daha sonraki çalışmalarda bu kavram bireyin bilgi işleme sürecine yönelik kalıcı tercihleri olarak ele alınmıştır. Bu yönüyle bilişsel stil, bireyin nasıl düşündüğü ve problemleri nasıl ele aldığı ile doğrudan ilişkili bir yapı olarak

değerlendirilmektedir. Bireyler bilgiyi algılama, düzenleme ve problem çözme süreçlerinde farklı yaklaşımlar sergilemekte ve bu yaklaşımlar zaman içerisinde belirli bir süreklilik göstermektedir. Bu durum, bilişsel stilin problem çözme süreçlerinde kullanılan stratejilerin niteliği üzerinde belirleyici olabileceğini göstermektedir.

Literatürde farklı bilişsel stil sınıflamaları bulunmakla birlikte, en yaygın kullanılan yaklaşımlardan biri alan bağımlı ve alan bağımsız bilişsel stil ayrımıdır. Bu ayrım, bireylerin çevreyi algılama ve bilgiyi yapılandırma biçimlerine dayanmaktadır. Alan bağımlı bilişsel stile sahip bireyler, çevresel bağlama daha duyarlı olup bilgiyi bütünsel bir şekilde değerlendirme eğilimindedirler. Bu bireyler genellikle genel yapı üzerinden hareket etmekte ve detayları ayırt etmede zorlanabilmektedirler. Buna karşılık alan bağımsız bilişsel stile sahip bireyler, bilgiyi daha analitik bir şekilde ele almakta ve bütünü oluşturan parçaları ayırt etmede daha başarılı olmaktadır. Bu farklılıklar, matematiksel problem çözme süreçlerinde de kendini göstermektedir. Alan bağımsız bilişsel stile sahip bireylerin daha çok analitik ve çözüm odaklı yaklaşımlar geliştirdikleri; alan bağımlı bireylerin ise daha çok bütünsel ve bağlama dayalı yaklaşımlar sergiledikleri ifade edilmektedir. Bu durum, özellikle kesir gibi çok temsilli ve kavramsal anlamlandırma gerektiren konularda daha belirgin hale gelmektedir.

Kesir sayı hissi bağlamında, bilişsel stilin öğrencilerin problem çözme süreçlerinde kullandıkları stratejilerle ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Alan bağımlı ve alan bağımsız bilişsel stil farklılıklarının, öğrencilerin kesirleri ele alış biçimlerinde ve tercih ettikleri çözüm yaklaşımlarında farklılıklar ortaya çıkarabileceği öngörülmektedir. Bununla birlikte, bu ilişkinin doğası ve nasıl ortaya çıktığı yalnızca bilişsel stil ile açıklanamayıp, öğrencilerin akademik başarı düzeyleri gibi diğer değişkenlerle birlikte ele alınmasını gerektirmektedir.

Bu araştırmada bilişsel stil, öğrencilerin problem çözme süreçlerinde tercih ettikleri stratejileri etkileyen bir değişken olarak ele alınmakta; kesir sayı hissi davranışlarının ortaya çıkışında dolaylı bir rol oynadığı kabul edilmektedir. Bu bağlamda araştırmanın amacı bilişsel stil, kesir sayı hissi ve akademik başarı değişkenleri birlikte değerlendirilerek öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerinin daha bütüncül bir şekilde anlaşılmasını sağlamaktır. Bu noktadan hareketle kesir sayı hissi, bilişsel stil ve akademik başarı değişkenleri arasındaki ilişki aşağıda Şekil 1 de sunulmuştur.



Şekil 1: Bilişsel stil, çözüm stratejileri ve kesir sayı hissi davranışları

Bu modelde bilişsel stil, öğrencilerin matematiksel durumları yapılandırma, bilgiyi organize etme ve problem çözme sürecinde uygun stratejileri seçme biçimlerini yönlendiren temel bir bilişsel eğilim olarak ele alınmaktadır. Alan bağımlı ve alan bağımsız bilişsel stil farklılıklarının, bireylerin sayı hissi temelli ya da kural temelli stratejilere yönelimlerinde belirleyici bir rol oynayabilecek bir mekanizma oluşturduğu varsayılmaktadır. Bu bağlamda çözüm stratejileri, bilişsel stil ile gözlemlenebilir kesir sayı hissi davranışları arasında aracı (mediating) bir yapı olarak konumlandırılmakta; başka bir ifadeyle, bilişsel stilin kesir sayı hissi üzerindeki etkisinin doğrudan değil, öğrencilerin problem çözme sürecinde benimsedikleri stratejiler aracılığıyla dolaylı olarak gerçekleştiği kabul edilmektedir.

Yöntem

Araştırma Modeli

Öğrencilerin kesir sayı hissi davranışlarının bilişsel stil ve akademik başarı bağlamında nasıl ortaya çıktığını derinlemesine incelemeyi amaçlayan bu araştırma nitel bir çalışma olarak tasarlanmıştır. Araştırmada, belirli bir bağlam içerisinde yer alan sınırlı sayıda katılımcının çok yönlü olarak analiz edilmesine olanak tanıyan gömülü tek durum çalışması (embedded single case study) deseni kullanılmıştır (Merriam, 2013; Yin, 2014).

Araştırmanın temel durumunu, bir ortaokul sınıfındaki öğrencilerin kesir sayı hissi davranışları ile bilişsel stilleri arasındaki ilişkinin incelenmesi oluşturmaktadır. Bu durum içerisinde yer alan alt analiz birimleri ise öğrencilerin bilişsel stilleri (alan bağımlı / alan bağımsız) ile akademik başarı düzeyleri (düşük, orta, yüksek) olarak belirlenmiştir. Bu yapı, Yin'in (2014) ortaya koyduğu gömülü tek durum çalışması yaklaşımıyla uyumlu biçimde, tek bir durum içerisinde birden fazla analiz biriminin birlikte ele alınmasına imkân tanımaktadır. Ayrıca Merriam'ın (2013) da vurguladığı gibi, aynı durum içerisinde farklı özelliklere sahip öğrencilerin karşılaştırmalı olarak incelenmesi, öğrencilerin problem çözme süreçlerinin bağlam içerisinde daha derinlemesine anlaşılmasına katkı sağlamaktadır.

Çalışma Grubu

Araştırma, Afyonkarahisar ili Bolvadin ilçesinde yer alan bir devlet ortaokulunun 7. sınıf düzeyinde aynı sınıfta öğrenim gören öğrencilerle gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubu, amaçlı örnekleme yöntemlerinden maksimum çeşitlilik örnekleme kullanılarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda, aynı sınıfta yer alan 19 öğrenci arasından bilişsel stil (alan bağımlı / alan bağımsız) ve akademik başarı düzeyi (düşük, orta, yüksek) dikkate alınarak toplam altı öğrenci seçilmiştir.

Öğrencilerin bilişsel stilleri, Gizlenmiş Şekiller Grup Testi (Group Embedded Figures Test-GEFT) kullanılarak belirlenmiştir. GEFT, bireylerin alan bağımlı ve alan bağımsız bilişsel özelliklerini ortaya koymada yaygın olarak kullanılan bir ölçme aracıdır (Witkin vd., 1971). Araştırmada öğrencilerin bilişsel stilleri, Alamolhodaie (1996) tarafından önerilen hesaplama yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Öğrencilerin GEFT puan ortalaması 7,84, standart sapması ise 6,4 olarak hesaplanmıştır. Öğrencilerin alan bağımlı ya da alan bağımsız olarak belirlenmesinde bu örnekleme ait ortalama ve standart sapma değerleri esas alınmıştır. Buna göre ortalama değerden standart sapmanın %25'inin çıkarılmasıyla elde edilen değerlerin altında kalan öğrenciler alan bağımlı; ortalamaya standart sapmanın %25'inin eklenmesiyle elde edilen değerlerin üzerinde kalan öğrenciler ise alan bağımsız olarak değerlendirilmiştir.

Öğrencilerin akademik başarı düzeyleri, matematik dersi yıl sonu notları dikkate alınarak belirlenmiştir. Buna göre 55–70 arası düşük, 70–85 arası orta ve 85–100 arası yüksek başarı düzeyi olarak kabul edilmiştir. Bu doğrultuda çalışma grubu, her bir bilişsel stil

türünden ve her bir başarı düzeyinden birer öğrenci olacak şekilde oluşturulmuştur. Katılımcılar anonimlik sağlanarak X1, X2, X3 ve Y1, Y2, Y3 kodları ile temsil edilmiştir.

Veri Toplama Araçları


Araştırmada veri toplama aracı olarak, Kartal (2016) tarafından geliştirilen Kesir Sayı Hissi Ölçeği temel alınarak oluşturulan altı soruluk bir problem formu kullanılmıştır. Problem formunda yer alan sorular, kesir sayı hissini temel bileşenlerini (kesirlerin büyüklüğünü anlama, karşılaştırma, referans kullanımı ve çoklu temsiller) kapsayacak şekilde seçilmiştir (Woodward, 1998). Bu doğrultuda, her bir sorunun ilgili bileşeni temsil etmesine dikkat edilmiştir.

Problem formunun kapsam geçerliği, kesir sayı hissi bileşenleri dikkate alınarak ve alan yazındaki kuramsal çerçeveye uygunluk gözetilerek sağlanmıştır. Ayrıca soruların öğrencilerin düşünme süreçlerini ortaya çıkaracak nitelikte olmasına özen gösterilmiştir.

Veriler, öğrencilerle gerçekleştirilen bireysel görev temelli görüşmeler aracılığıyla toplanmıştır. Her bir öğrenci ile yapılan görüşmeler, öğrencilerin kendi sınıf ortamlarında gerçekleştirilmiş ve süreç boyunca öğrencilerin çözüm yollarını açıklamaları teşvik edilmiştir. Görüşmeler sırasında öğrencilerin yalnızca doğru veya yanlış yanıtları değil, aynı zamanda kullandıkları stratejiler ve düşünme süreçleri de veri olarak ele alınmıştır. Tüm görüşmeler video kaydına alınmış ve daha sonra yazılı dökümlere dönüştürülerek analiz sürecine dahil edilmiştir.

Problem formundaki sorular ve ilgili kesir sayı hissi bileşenleri Tablo 1’de ortaya konmuştur.

Tablo 1. Problem formundaki sorular ile ilgili kesir sayı hissi bileşenleri

Sorular	Problemler	Kesir Sayı Hissi Bileşenleri
Soru 1	 Yandaki görselde verilen mısır ekmeğinin $\frac{7}{8}$ 'ini gösteriniz.	Fiziksel temsilin (Mısır ekmeği) karşılık geldiği matematiksel temsili (alan modeli) kullanarak, pay ve paydanın bütünle ilişkisini kurup kesir sayısının parça-bütün anlamını fark edebilme becerisi(1.1,1.2,1.3,3.1*)
Soru 2	Aspirine tatlandırması için $\frac{1}{5}$ ml ile $\frac{3}{5}$ ml arasında şeker ilave edilebiliyor. İlaç imalatçıları kaç farklı miktarda şeker ilavesi ile üretim yapabilirler? A) Hiç ilave yapılamaz.	$\frac{1}{2}$ referans değerini, kesir sayılarının göreceli büyüklüklerini anlayarak, kesirleri karşılaştırma ve

	B) Bir tek miktarda ilave yapılabilir. C) Bir kaç farklı miktarda ilave yapılabilir. D) Birçok farklı miktarda ilave yapılabilir, niçin?	iki kesir arasındaki sayıyı belirleyebilme becerisi (2.1,2.2,2.3, 4*)
Soru 3	Sadece 1/2 kg ölçeklenen mutfak terazisinde 4/9 kg ve 8/15 kilogramlık un paketlerinden hangisini tarttığımızda ibre 1/2 ye daha yakın olacaktır? A)4/9 B)8/15 C) İkisi de eşit mesafede olur. D) Diğer yanıt.	1/2 referans değerini, kesir sayılarının göreceli büyüklüklerini anlayarak, kesirleri karşılaştırma ve iki kesir arasındaki sayıyı belirleyebilme becerisi (2.1,2.2,2.3, 4*)
Soru 4	Bir bahçenin 14/32'ü sulanmıştır. Sulanmış bölümün 7/14'lik miktarına çekirdek ekilmiştir. Bahçenin çekirdek ekilen bölümüyle ilgili bütün bahçeyi göz önüne alarak ne sonuca ulaşırsınız? A) Bütün bahçenin 14/32'ünden çok, B) Bütün bahçenin 14/32'ünden az, C) Bütün bahçenin 14/32'ü D) Diğer cevap, neden?	7/14 kesir değerinin 1/2 kesir değerine denk olduğunu algılayarak, bir kesir sayısının 1/2 sinin göreceli büyüklüğünü anlamlandırabilme becerisi (3.2, 1*)
Soru 5	Yeni doğmuş kertenkelelerin boylarının ölçüleri seçeneklerde cm türünden yazılmıştır. Seçeneklerin hangisinde küçükten büyüğe olan doğru sıralama yer almaktadır? Niçin? A)1/3<3/8<2/3<3/5 B)3/8<1/3<3/5<2/3 C)1/3<3/8<3/5<2/3 D)Diğer Cevap?	Verilen kesir sayılarını karşılaştırma, 1/2 referans değerini kullanma, sıralama (2.1,2.2,2.3*)
Soru 6	Bir sınıftaki kız öğrencilerin sayısı 24 kişidir. Bu sayı, sınıfta yer alan erkek öğrenci sayısının 8/7 sine eşit olmaktadır. Buna göre sınıfta yer alan erkek öğrencilerin sayısı kaçtır? A) 24'ten çok B) 24'ten az C) 24 D)Başka Cevap?:? Nedeni:?	Sınıftaki erkek öğrenci sayısı ile kız öğrenci sayısı arasındaki ilişkiyi kurarak, 7/8 kesir değerinin mutlak büyüklüğünün 1 referans değerinden küçük olduğunu algılayıp erkek öğrenci sayısı hakkında karara varmak (2.1, 2.2, 4*)

*Parantez içindeki numaralandırmalar bu çalışmada giriş bölümünde yer alan Woodward (1998) tarafından paylaşılan kesir sayı hissini dört temel bileşeninden ve alt bileşenlerinden hangilerini ilgili sorunun içerdiğini ifade etmektedir.

Verilerin Analizi

Verilerin toplanması sürecinde kullanılan problem formu, öğrencilerle bireysel olarak gerçekleştirilen görev temelli görüşmeler aracılığıyla uygulanmıştır. Görüşmeler öğrencilerin kendi sınıf ortamlarında, ders saatleri dışında gerçekleştirilmiş ve her bir oturum yaklaşık 20–25 dakika sürmüştür. Uygulama sürecinde öğrencilere sorular yazılı olarak sunulmuş, çözüm süreçlerini sesli olarak ifade etmeleri istenmiş ve gerektiğinde düşüncelerini derinleştirmek amacıyla yönlendirici olmayan ek sorular sorulmuştur. Tüm görüşmeler video kaydına alınmış ve daha sonra ayrıntılı biçimde yazılı dökümlere dönüştürülmüştür.

Elde edilen verilerin analizinde nitel veri analiz yöntemlerinden betimsel analiz yaklaşımı benimsenmiştir (Creswell & Poth, 2016). Analiz sürecinde öğrencilerin problem çözme süreçlerinde kullandıkları stratejiler, alan yazın temel alınarak üç kategori altında incelenmiştir: (i) sayı hissine dayalı stratejiler, (ii) kural temelli stratejiler ve (iii) açıklanamayan stratejiler. Sayı hissine dayalı stratejiler, öğrencilerin kesir sayı hissi bileşenlerinden (büyüklük algısı, referans kullanımı, çoklu temsiller vb.) en az birini kullanarak geliştirdikleri çözümleri; kural temelli stratejiler, işlemsel kuralların doğrudan uygulanmasına dayanan ve kavramsal gerekçelendirme içermeyen çözümleri; açıklanamayan stratejiler ise öğrencinin çözüm sürecini açık biçimde ifade edemediği durumları kapsamaktadır.

Kodlama süreci, tüm görüşme kayıtlarının yazılı dökümlerinin oluşturulmasının ardından gerçekleştirilmiştir. İki araştırmacı verileri bağımsız olarak inceleyerek her bir öğrenci yanıtını ilgili kategoriye göre kodlamıştır. Kodlama sürecinde kategorilerin tutarlılığını sağlamak amacıyla öncelikle örnek veri üzerinde birlikte çalışma yapılmış, ardından tüm veri seti bağımsız olarak kodlanmıştır. Kodlayıcılar arası güvenilirlik, Miles ve Huberman (1994) tarafından önerilen Güvenirlik = Görüş Birliği / (Görüş Birliği + Görüş Ayrılığı) formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Yapılan hesaplama sonucunda kodlayıcılar arası güvenilirlik katsayısının %92 olarak belirlenmiştir. Görüş ayrılığı bulunan durumlar araştırmacılar arasında tartışılarak uzlaşılı yoluyla giderilmiştir.

Analiz sürecinde yalnızca kodlama sonuçları değil, öğrencilerin çözüm süreçlerine ilişkin doğrudan ifadeleri de dikkate alınmış; bu ifadeler ilgili kategorilerle ilişkilendirilerek yorumlanmıştır. Bu yaklaşım, öğrencilerin kesir sayı hissi davranışlarının yalnızca sonuç düzeyinde değil, süreç ve muhakeme düzeyinde de incelenmesine olanak sağlamıştır.

Bulgular

Problem formunda yer alan altı sorunun her biri için gerçekleştirilen görüşmelerden elde edilen bulgular Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Görüşmelerde sorulara verilen doğru ve yanlış cevapların nitelikleri

Sorular	Strateji	Alan Bağımlı			Alan Bağımsız		
		Yüksek	Orta	Düşük	Yüksek	Orta	Düşük
Matematik Başarısı							
1. Soru	Doğru	X_3		X_1	Y_3	Y_2	Y_1
	Yanlış		X_2				
	Boş						
Doğru cevaplar	Sayı hissine dayalı	X_3		X_1	Y_3	Y_2	Y_1
	Kurala dayalı						
	Açıklanamayan						
Yanlış Cevaplar	Sayı hissine dayalı		X_2				
	Kurala dayalı						
	Açıklanamayan						
2. Soru	Doğru						
	Yanlış	X_3	X_2	X_1	Y_3	Y_2	Y_1
	Boş						
Doğru cevaplar	Sayı hissine dayalı						
	Kurala dayalı						
	Açıklanamayan						
Yanlış Cevaplar	Sayı hissine dayalı						
	Kurala dayalı	X_3	X_2	X_1	Y_3	Y_2	Y_1
	Açıklanamayan						
3. Soru	Doğru				Y_3		
	Yanlış	X_3	X_2			Y_2	Y_1
	Boş			X_1			
Doğru cevaplar	Sayı hissine dayalı				Y_3		
	Kurala dayalı						
	Açıklanamayan						
Yanlış Cevaplar	Sayı hissine dayalı					Y_2	Y_1
	Kurala dayalı	X_3					
	Açıklanamayan		X_2				
4. Soru	Doğru				Y_3	Y_2	Y_1
	Yanlış	X_3	X_2	X_1			
	Boş						
Doğru cevaplar	Sayı hissine dayalı				Y_3		
	Kurala dayalı					Y_2	Y_1
	Açıklanamayan						
Yanlış	Sayı hissine dayalı						

Cevaplar	Kurala dayalı	X_3		X_2	X_1			
	Açıklanamayan							
5. Soru	Doğru					Y_3	Y_2	
	Yanlış	X_3		X_2				Y_1
	Boş				X_1			
Doğru cevaplar	Sayı hissine dayalı					Y_3		
	Kurala dayalı						Y_2	
	Açıklanamayan							
Yanlış Cevaplar	Sayı hissine dayalı							
	Kurala dayalı	X_3						
	Açıklanamayan			X_2				Y_1
6. Soru	Doğru					Y_3		
	Yanlış	X_3		X_2	X_1		Y_2	Y_1
	Boş							
Doğru cevaplar	Sayı hissine dayalı					Y_3		
	Kurala dayalı							
	Açıklanamayan							Y_1
Yanlış Cevaplar	Sayı hissine dayalı	X_3					Y_2	
	Kurala dayalı			X_2	X_1			
	Açıklanamayan							

Tablo 2 öğrencilerin her bir problem için kullandıkları stratejilerinin bilişsel stil ve akademik başarı düzeyine göre dağılımını göstermektedir. Tablo 2'den elde edilen göstergeler şunlardır:

- 1) Alan bağımsız yüksek akademik başarıya sahip öğrenci (Y_3) ikinci soru dışındaki tüm soruları kesir sayı hissi temelli doğru yanıtlar vererek cevaplamıştır. Ancak; alan bağımlı yüksek akademik başarıya sahip öğrenci (X_3) ise birinci soru dışındaki doğru yanıt verdiği soruları kural temelli yanıtlar vererek cevaplamıştır.
- 2) Alan bağımsız orta ve düşük akademik başarısına sahip öğrenciler doğru cevaplarında sayı hissi temelli yanıtlarla birlikte kural temelli yanıtlar da vermişlerdir.
- 3) Alan bağımlı orta ve düşük akademik başarısına sahip öğrencilerin yanlış çözümlerinde verdikleri yanıtlar kural temelli veya açıklanamayan olurken; alan bağımsız orta ve düşük akademik başarıya sahip öğrencilerin çözümlerinde verdikleri yanıtlar ise sayı hissi temelli veya açıklanamayandır.
- 4) Akademik başarı düzeyleri fark etmeksizin alan bağımsız veya alan bağımlı bilişsel stilde olan öğrencilerin tümü iki kesir sayısı arasındaki kesir sayılarını belirleme becerisine

dayanan problem formunun ikinci sorusunu kural temelli yanlış yanıt vererek cevaplamışlardır.

Tablo 2 den elde edilen göstergeler, öğrencilerin kesir sayı hissi davranışlarının bilişsel stillere göre belirgin biçimde farklılaştığını işaret etmektedir. Alan bağımsız bilişsel stille sahip öğrencilerin problem çözme süreçlerinde daha çok kesir sayı hissi temelli stratejiler kullanma eğilimlerine karşın alan bağımlı bilişsel stille sahip öğrencilerin kural temelli stratejiler kullanma eğiliminde oldukları görülmektedir.

Öğrencilerin kullandıkları stratejileri ve düşünme biçimlerini daha iyi anlayabilmek için problem formunda yer alan her bir soruya vermiş oldukları yanıtlar detaylı bir şekilde analiz edilmiştir.

Soru 1'den Elde Edilen Bulgular

Kesir sayı hissi bileşenlerinden kesirlerin göreceli ve mutlak büyüklüklerini tanıyabilme davranışı ile ilişkili olan sorulan Soru 1, alan bağımlı orta akademik başarısına sahip öğrenci (X_2) dışında tüm öğrenciler tarafından doğru olarak yanıtlanmıştır. Soru 1'i doğru olarak cevaplayan öğrenciler, soruda görseli verilen mısır ekmeğini (fiziksel temsil) daire alan modeli (matematiksel temsil) olarak çizmiş, sekiz eş parçaya bölüp saymadan biri hariç tümünü taramışlardır. Bu durum, öğrencilerin parçanın bütüne göre büyüklüğünü; fiziksel ve matematiksel temsilleri anlamlı bir şekilde kullanarak anlamlandırdıkları, pay ve paydanın bütünlü ilişkisini kurabildiklerinin bir göstergesidir.

Soru 1'i yanlış olarak cevaplayan alan bağımlı orta akademik başarıya sahip öğrenci (X_2) mısır ekmeğinin (fiziksel temsil) daire alan modeli (matematiksel model) olarak temsilini çizmiştir. Ancak öğrenci daire alan modelini eş olmayan sekiz parçaya ayırmış ve sayarak biri hariç tümünü taramıştır. Böylece alan bağımlı orta düzey akademik başarılı öğrencinin kesir sayısının parça-bütün anlamını tam olarak anlamlandırmada güçlük yaşaması, bireysel farklılıkların olabileceğinin bir göstergesidir.

Soru 2'den Elde Edilen Bulgular

Kesir sayı hissi bileşenlerinden iki kesir sayısını karşılaştırabilme ve iki kesir sayısı arasındaki kesir sayılarını belirleyebilme davranışları ile ilişkili olan Soru 2, tüm öğrenciler tarafından yanlış çözümlenmiştir. Soru 2'de bir ilaç firmasının aspirini tatlandırmak için $\frac{1}{5}$ ml ile $\frac{3}{5}$ ml arasında şeker ekleyebildikleri bilgisi verilerek, öğrencilerden kaç farklı miktarda

şeker eklemesi yapılabileceğini belirlemeleri istenmiştir. Bu soru kesir sayılarının yoğunluk özelliği ile de ilişkilidir.

Soru 2'nin çözüm sürecinde araştırmacı ve alan bağımsız yüksek akademik başarıya sahip öğrenci (Y_3) arasında geçen diyalog aşağıda verilmiştir:

Y_3 : Tek bir ekleme yapılabilir.

A: Lütfen cevabının gerekçesini açıkla mısın?

Y_3 : $\frac{1}{5}$ ml ile $\frac{3}{5}$ ml arasında sadece $\frac{2}{5}$ ml olduğu için tek bir ekleme yapılabilir.

Öğrenci Y_3 'ün Soru 2'ye dair cevabının gerekçesi dikkate alındığında, doğal sayılarda sıralama bilgisi temelinde olduğu görülmektedir. Tablo 2 de bilişsel stil ve akademik başarıdan bağımsız olarak tüm öğrencilerin Soru 2'yi yanlış çözümlemişlerdir.

Soru 2'nin çözüm sürecinde araştırmacı ve alan bağımlı orta akademik başarıya sahip öğrenci (X_2) arasında geçen diyalog aşağıda verilmiştir.

X_2 : Birkaç şekilde ekleme yapılabilir.

A: Neden birkaç şekilde ekleme yapılabileceğini açıkla mısın?

X_2 : $\frac{1}{5}$ ve $\frac{3}{5}$ kesirlerini 3 ile genişletirsek $\frac{3}{15}$ ve $\frac{9}{15}$ kesirlerini elde ederiz. $\frac{3}{15}$ ile $\frac{9}{15}$ arasında $\frac{4}{9}, \frac{5}{9}, \frac{6}{9}, \frac{7}{9}$ ve $\frac{8}{9}$ vardır. Bu nedenle birkaç farklı şekilde yani beş farklı şekilde ekleme yapılabilir.

Alan bağımlı ve orta akademik başarıya sahip öğrenci (X_2) de tıpkı alan bağımsız yüksek akademik başarıya sahip (Y_3) gibi doğal sayılar kümesindeki ayrıklık özelliğini kesirler kümesine genelleyerek sonlu sayıda değer olduğu yönünde akıl yürüttüğü görülmektedir.

Soru 3'den Elde Edilen Bulgular

Kesir sayı hissi davranışlarından kesir sayılarını karşılaştırma ve iki kesir sayısından hangisinin üçüncü kesir sayısına daha yakın olduğunu belirleyebilme davranışına ait bir sorudur. Soru 3'te sadece $\frac{1}{2}$ kg un ölçebilen mutfak terazisinde $\frac{4}{9}$ kg ve $\frac{8}{15}$ kg'lık un paketlerinden hangisi tartılırsa ibrenin $\frac{1}{2}$ ye daha yakın olacağı sorulmuştur.

Soru 3'ü sadece alan bağımsız yüksek akademik başarılı öğrenci (Y_3) kesir sayı hissi temelli yanıt ile doğru olarak cevaplamıştır. Alan bağımsız orta ve düşük akademik başarılı öğrenciler ise kesir sayı hissi temelli yanlış yanıtlar ile soruyu cevaplamışlardır. Alan bağımsız yüksek akademik başarılı öğrenci (Y_3) yanıtının gerekçesini şöyle açıklamıştır:

Y_3 : $\frac{4}{9}$ un iki katı $\frac{8}{9}$ olur, $\frac{8}{15}$ in iki katı $\frac{16}{15}$ olur. İki katı bir tama daha yakın olanın kendisi yarıma daha yakındır. $\frac{16}{15}$ sayısı $\frac{8}{9}$ a göre 1'e daha yakınsa; $\frac{8}{15}$ de $\frac{4}{9}$ a göre yarıma daha yakındır. Çünkü $\frac{16}{15}$ sayısı 1'den $\frac{1}{15}$ fazla. $\frac{8}{9}$ da 1'den $\frac{1}{9}$ eksiktir.

Öğrencinin cevabının gerekçesi incelendiğinde, $\frac{4}{9}$ kg ve $\frac{8}{15}$ kg kesir sayılarının ikişer katını bulduğu görülmektedir. Üstelik verilen kesir sayılarını yarım ile karşılaştırırken zihinden esnek bir şekilde orantısal bir muhakeme yaparak $\frac{4}{9}$ ve $\frac{8}{15}$ den hangisinin $\frac{1}{2}$ ye daha yakın olduğuna karar vermiştir. Alan bağımsız düşük akademik başarılı öğrencinin (Y_1) kesir sayı hissi temelli yanlış cevabına dair gerekçesi şu şekildedir:

Y_1 : $\frac{4}{9}$ kesrinde dokuz paydasının yarısı 4,5 olur. $\frac{8}{15}$ kesrinde 15 paydasının yarısı 7,5 olur. 4 ile 4,5 arasında 0,5 ve 8 ile 7,5 arasında 0,5 mesafe vardır. Bu nedenle her ikisi de ($\frac{4}{9}$ ve $\frac{8}{15}$) yarıma eşit uzaklıktadır.

Alan bağımsız düşük akademik başarılı öğrenci (Y_1), $\frac{1}{2}$ kesrinin denk kesirleri olarak $\frac{4,5}{9}$ ve $\frac{7,5}{15}$ sayılarını bulup, $\frac{4,5}{9}$ ile $\frac{4}{9}$ u ve $\frac{7,5}{15}$ ile $\frac{8}{15}$ i karşılaştırmaktadır. Bu strateji kesir sayı hissi bileşenleri ile uyumludur. Ancak bu karşılaştırmada ilk olarak; her bir kesir sayı çiftinin paydaları eşit olduğundan pay kısmındaki değerleri karşılaştırmış ve daha sonra $\frac{0,5}{9}$ ile $\frac{0,5}{15}$ kesir sayılarının $\frac{1}{2}$ ye yakınlıklarının karşılaştırılması yapılmamıştır.

Alan bağımlı bilişsel stile sahip öğrencilerin tümü soru 3 ü yanlış cevaplamıştır. Alan bağımlı yüksek akademik başarılı öğrencinin (X_3) yanıtı " $\frac{4,5}{9}$ yarımdır. 15'in yarısı 7,5 olduğu için $\frac{7,5}{15}$ yarımdır. $\frac{4}{9}$ kesir sayısında bütün dokuz bölündüğü için $\frac{8}{15}$ e göre yarıma daha yakın olacaktır " X_3 ün $\frac{1}{2}$ kesir sayısının denk formlarını kullanması kesir sayı hissi bileşenleri ile uyumludur. Ancak $\frac{1}{9}$ ile $\frac{1}{15}$ değerlerini karşılaştırırken kesir değeri ile paydanın değeri arasındaki ters ilişkiyi anlamlandıramamıştır. Bu nedenle alan bağımlı yüksek matematik başarısı olan X_3 soru 3'e kesir sayı hissi temelli yanlış cevap vermiştir.

Alan bağımlı orta akademik başarılı öğrenci (X_2) soru 3'ü şu şekilde yanıtlamıştır. " $\frac{1}{2}$ yarımdır. $\frac{4}{9}$ kesri $\frac{8}{15}$ kesrine göre yarıma daha yakındır. Çünkü $\frac{4}{9}$ kesri $\frac{1}{2}$ ile kıyaslandığında 4 sayısı 1 e 9 da 2 ye $\frac{8}{15}$ e göre daha yakındır." Alan bağımlı orta akademik başarıya sahip (X_2) 'nin yanıtında yatan gerekçe $1 < 4 < 8$ ve $2 < 9 < 15$ sıralamasıdır. Bu öğrencide kesirlerde sıralamada doğal sayılarda sıralamadan gelen alışkanlıklarının sürdüğünü işaret etmektedir.

Soru 4'ten Elde Edilen Bulgular

Problem formunun dördüncü sorusu olan Soru 4, denk sayısal temsilleri kullanabilme ve kesir sayılarını karşılaştırabilme kesir sayı hissi bileşenlerini temel alan bir sorudur. Soru 4'te öğrencilerin $\frac{14}{32}$ ü sulanan ve sulanan kısmının $\frac{7}{14}$ lik kısmına ekim yapılan bahçenin, ekim yapılan kısmını tüm bahçeye göre yorumlamaları istenmiştir. Öğrencilerden ilk olarak, $\frac{7}{14}$ nin denk sayısal temsiline $\frac{1}{2}$ olduğunu düşünmeleri beklenmiştir. İkinci olarak; bahçenin sulanan kısmının $\frac{7}{14}$ sinin, sulanan kısmın yarısına (tüm bahçenin $\frac{7}{32}$ si) eşit olduğunu fark edebilmeleri ve bahçenin ekim yapılan kısmının tüm tarlanın $\frac{14}{32}$ sinden az olduğunu yorumlamaları beklenmiştir.

Araştırmaya katılan öğrencilerden sadece alan bağımsız yüksek akademik başarılı öğrenci “ $\frac{14}{32}$ nin $\frac{7}{14}$ ü yarısı kadardır, bu nedenle bahçenin ekim yapılan kısmı $\frac{14}{32}$ sinden azdır.” yorumunu yaparak kesir sayı hissi temelli doğru yanıt vermiştir. Alan bağımsız orta ve düşük akademik başarılı öğrenciler ise açıklanamayan yanlış yanıtlar vermişlerdir.

Alan bağımlı bilişsel stile sahip öğrencilerin tümü soruyu yanlış yanıtlamışlardır. Alan bağımlı, yüksek akademik başarıya sahip olan öğrencilerin $\frac{14}{32}$ kesir sayısının yarısını belirlemede kavram yanılığine sahip oldukları tespit edilmiştir. Alan bağımlı yüksek akademik başarıya sahip öğrenci (X_3) vermiş olduğu çözümü aşağıdaki gibi açıklamıştır:

“ $\frac{14}{32}$ nin yarısı $\frac{7}{16}$ dir ve $\frac{7}{16}$ kesri $\frac{7}{14}$ den az olduğu için; $\frac{7}{14}$ tüm bahçenin $\frac{14}{32}$ sinden fazlayı ifade eder.”

Alan bağımlı orta akademik başarıya sahip öğrenci (X_2) ise soru 4'ü şu şekilde cevaplamıştır:

X_2 : Bahçe 32 eş parçaya bölünmüş, sulanan kısmın yarısına çekirdek ekilmiştir. Bahçenin yarısı $\frac{16}{32}$ ediyor ama cevaplarda yok. Bu yüzden kafam karıştı.

Soru 4'de verilen bahçenin $\frac{14}{32}$ sinin sulandığı bilgisine dayanarak, alan bağımlı orta akademik başarıya sahip öğrenci X_2 , bahçenin 32 eş parçaya bölündüğünü ifade ediyor. Bu öğrencinin $\frac{14}{32}$ kesir sayısında pay ve paydanın bütün ile ilişkisini yorumlayabildiğinin göstergesidir. Ayrıca X_2 soruda verilen sulanan kısmın $\frac{7}{14}$ sine çekirdek ekildiği bilgisini kullanarak, “Sulanan kısmın yarısına çekirdek ekilmiştir.” yorumuyla $\frac{7}{14} = \frac{1}{2}$ denkleğini

kullanabilmektedir. Bunlara ek olarak; “Bahçenin yarısı $\frac{16}{32}$ ediyor. Ama cevaplarda yok.” söylemi ise, X_2 nin bir kesir sayısının yarısını belirleme konusundaki kavram yanlışlığının göstergesidir. Bu göstergelerin ışığında, X_2 kesir sayı hissi temelli akıl yürütme becerisini göstermekle birlikte bir kesir sayısının yarısını belirleyebilme konusunda kavram yanlışlığına sahip olduğu söylenebilir.

Soru 5'ten Elde Edilen Bulgular

Soru 5'in temellendiği kesir sayı hissi bileşenlerinden biri $\frac{n}{m}$ sembolik gösteriminde pay ve paydanın kesir sayısının büyüklüğü ile ilişkisini kurabilme iken diğeri $\frac{1}{2}$ referans değerini kullanabilme ve kesir sayılarını sıralayabilmedir. Kısaca Soru 5 kesir sayılarında sıralama bileşeni ile ilişkili bir sorudur.

Soru 5'te öğrencilerden verilen kertenkele yavrularının boy uzunluklarını küçükten büyüğe doğru sıralamaları istenmektedir. Öğrencilerden beklenen kesir sayı hissi davranışı; verilen kesir sayılarının pay ve paydaları eşit olanlarını, ayrıca $\frac{1}{2}$ referansını dikkate alarak sıralama yapabilmeleridir.

Alan bağımsız yüksek akademik başarılı öğrenci (Y_3), kâğıt kalem kullanmadan “ $\frac{1}{3} = \frac{8}{24}$ ve $\frac{3}{8} = \frac{9}{24}$ olduğundan $\frac{1}{3} < \frac{3}{8}$ ve bu kesirler yarımdan az, $\frac{3}{5} = \frac{9}{15}$ ve $\frac{2}{3} = \frac{10}{15}$ olur ve bu kesirler de yarımdan fazladır. Bu nedenle cevap $\frac{1}{3} < \frac{3}{8} < \frac{3}{5} < \frac{2}{3}$ dır.” açıklamasını yaparak kesir sayı hissi temelli olarak soruyu doğru yanıtlamıştır.

Alan bağımsız orta akademik başarılı öğrenci Y_2 payda eşitleyerek sıralama yapmış ve soru 5'i kural temelli olarak doğru yanıtlamıştır. Alan bağımsız düşük başarılı öğrenci Y_1 ve tüm alan bağımlı öğrenciler çözümlerinde; kesir sayılarının payda büyüklüğü ile kesir sayı büyüklükleri arasındaki ters ilişkiyi kuramayarak yanlış yanıtlamışlardır. Örneğin, alan bağımlı yüksek akademik başarılı öğrenci X_3 , “ $\frac{1}{3}$ kesri $\frac{3}{8}$ 'den fazladır. Çünkü daha büyük parçalıyorum $\frac{1}{3}$ kesrinde” yorumu ile sadece $\frac{1}{3}$ ve $\frac{3}{8}$ yi karşılaştırarak ve $\frac{1}{2}$ referans değerini hiç kullanmadan sadece şıkları kontrol ederek doğru sıralamanın $\frac{3}{8} < \frac{1}{3} < \frac{3}{5} < \frac{2}{3}$ olduğunu söylemiştir.

Soru 6'dan Elde Edilen Bulgular

Soru 6'nın dayandığı kesir sayı hissi bileşenlerinden biri pay ve payda büyüklükleri ile kesir sayı büyüklüklerini 1 referans değerini kullanarak ilişkilendirebilme iken diğeri

çarpma işleminin kesir sayı kümesi üzerindeki etkisini anlayabilmedi. Soru 6' da bir sınıftaki kız öğrenci sayısının 24 olduğu ve bu sayının sınıftaki erkek öğrenci sayısının $\frac{8}{7}$ sine denk geldiği bilgileri verilmiştir. Öğrencilerden bu bilgileri kullanarak sınıftaki erkek öğrenci sayısını yorumlamaları istenmiştir.

Araştırmaya katılan öğrencilerden sadece alan bağımsız yüksek akademik başarıya sahip olan öğrenci Y₃, $\frac{8}{7}$ kesir sayısının büyüklüğünü "Bir bütünü yedi eş parçaya ayırıp sekiz tane $\frac{1}{7}$ almaktır. Bu nedenle $\frac{8}{7} > 1$ dir." şeklinde doğru olarak yorumlamıştır. Bu yorumdan sonra, "Bu yüzden kızlar erkeklerin $\frac{8}{7}$ si olduğuna göre erkeklerin sayısı kızlardan azdır. Yani 24' den azdır" yorumu ile $\frac{8}{7}$ kesir değerinin *Kız Öğrenci sayısı = 24 = Erkek öğrenci sayısı* $\times \left(\frac{8}{7}\right)$ eşitliği üzerindeki etkisini işlem yapmadan değerlendirebilmiştir. Alan bağımsız bilişsel stile sahip yüksek akademik başarılı öğrencinin bu yanıtı, öğrencinin bir kesir sayısının pay ve payda değerinin kesir sayı büyüklüğü ile ilişkisini kurabildiği ve referans sistemlerini kullanarak muhakeme yapabildiğini göstermektedir.

Alan bağımsız orta ve düşük akademik başarılı birer öğrenci ile alan bağımlı bilişsel stile sahip tüm öğrencilerin çözümlerinde, $\frac{8}{7}$ kesir büyüklüğünü anlamlandıramayarak; sınıftaki kız ve erkek öğrenci sayı değerleri arasındaki ilişkiyi belirleyemedikleri tespit edilmiştir. Bu öğrenciler Soru 6'ya yanlış ve açıklanmayan yanıtlar vermişlerdir.

Tartışma, Sonuç ile Öneriler

Bu araştırmada, akademik başarı perspektifinden öğrencilerin kesir sayı hissi davranışları ve bilişsel stilleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırmada elde edilen bulgular, kesir sayı hissini yalnızca akademik başarıya bağlı olmadığını; aksine, büyük ölçüde bilişsel stil tarafından yönlendirilen yapısal bir süreç olduğunu ortaya koymaktadır.

Akademik başarı düzeyleri fark etmeksizin alan bağımsız bilişsel stile sahip öğrenciler problem çözümlerinde referans noktası kullanma ve kesirler arası ilişkileri anlamlandırma gibi kesir sayı hissi temelli stratejilere yönelirken alan bağımlı öğrenciler kural temelli stratejilere yönelmişlerdir. Bu bulgu, akademik başarının tek başına sayı hissi temelli düşünmeyi garanti etmediğinin ve bilişsel stilin öğrencilerin problem çözme süreçlerinde kullandıkları stratejilerin niteliğini belirleyen temel etken olduğunun bir göstergesi olarak yorumlanabilir. Bu sonuç, Peker'in (2017) bilişsel stillerin öğrencilerin akademik farklılıklarını açıklama noktasında önemli bir etken olduğunu görüşünü

desteklemektedir. Ayrıca bireylerin sahip oldukları bilişsel stillere bağlı olarak matematiksel görevlere farklı düşünme yolları ile yaklaşabileceği görüşü ile uyumludur (Chrysostomou vd., 2013).

Araştırmada kesir sayı hissi temelli stratejileri kullanan alan bağımsız bilişsel stile sahip öğrencilerde kesir sayılarının yapısına dair çeşitli kavram yanılgıları tespit edilmiştir. Tespit edilen kavram yanılgılarına, Soru 3 de kesir sayı büyüklüğü ile kesrin payda büyüklüğü arasındaki ters ilişkiyi yorumlama, Soru 4' de bir kesrin yarısını belirleme ve Soru 5 de kesirleri sıralamada payları sıralama $\left(\frac{1}{2} < \frac{4}{9} < \frac{8}{15}\right)$ örnek olarak verilebilir. Bu sonuç, öğrencilerin sayı hissi temelli strateji kullandıkları çözümlerinde birçok kavram yanılgısına sahip oldukları görüşünü desteklemektedir (Yang, 2005; Yang & Hsu 2009).

Araştırmanın bir diğer önemli bulgusu, tüm öğrencilerin iki kesir arasında sonsuz kesir bulunduğunu kavrayamamasıdır. Soru 2' de öğrencilerin iki kesir sayısı arasında ne kadar kesir sayısının olabileceğine dair yanıtları " $\frac{1}{5}ml$ ile $\frac{3}{5}ml$ arasında sadece $\frac{2}{5}ml$ vardır" veya " $\frac{3}{15}$ ile $\frac{9}{15}$ arasında $\frac{4}{9}, \frac{5}{9}, \frac{6}{9}, \frac{7}{9}$ ve $\frac{8}{9}$ vardır" şeklinde olmuştur. Bu yanıtlar, öğrencilerin, doğal sayılar kümesinin ayrıklık (iki doğal sayı arasında sonlu sayıda doğal sayı vardır) özelliğini kesir sayı kümesinde de devam ettirerek, kesir sayı kümesinin yoğunluk özelliğini (iki rasyonel sayı arasında sonsuz çoklukta rasyonel sayı vardır) anlamlandıramadıkları sonucunu ortaya koymuşlardır. Bu, ilköğretim ve ortaöğretim düzeyinde ve hatta yüksek öğretim düzeyindeki öğrencilerin, doğal sayılar kümesine ait olan ayrıklık özelliğini rasyonel ve reel sayılar kümelerine genişlettiklerini ve bunun rasyonel sayılar kümesinin yoğunluğunu anlamada önemli bir engel teşkil ettiği sonucu ile uyumludur (Aktaş ve Cansız-Aktaş, 2012; Malara, 2001; Merenluoto ve Lehtinen, 2004).

Gelişmiş sayı duyusuna sahip bir birey sayılar ve sayılar üzerinde tanımlı işlemleri esnek ve akıcı bir şekilde kullanabilme becerisine sahiptir. Bu, bireyin muhakeme becerisini olumlu olarak etkilemektedir. Bu nedenle, matematik öğretim süreçlerinde yalnızca doğru cevaba ulaşma değil, öğrencilerin kullandıkları stratejiler merkeze alınmalıdır. Alan bağımlı öğrenciler için kavramsal anlamayı destekleyen yapılandırılmış etkinlikler, alan bağımsız öğrenciler için esnek düşünme becerilerini destekleyecek açık uçlu problemlerle zenginleştirilmiş etkinlikler geliştirilmelidir. Tüm öğrencilerde görülen kesir sayılarının yoğunluk özelliğine dair kavramsal eksiklik özel olarak ele alınmalıdır. Sayı doğrusu ve

dinamik modeller üzerine kurulu etkilere yer verilmelidir. Ayrıca kesir sayılarının farklı temsil biçimleri arasında geçiş yapabilme becerisinin gelişimi için çoklu temsillerin kullanımı desteklenmelidir.

Etik Kurul Belgesi

Etik Kurul Komisyon Adı: Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler İnsan Araştırmaları Etik Kurulu

Etik Kurul Belge Tarihi ve Numara: 24.05.2022/ E-64075176-050.01.04

Bilgilendirme

Bu çalışma, birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında hazırladığı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Yazar Katkı Beyanı

Muhammed AKBUDAK: Kavramsallaştırma, uygulama, verilerin toplanması, işlenmesi, analizi, yorumlanması, denetim, inceleme- yazma ve düzenleme.

Pınar ANAPA SABAN: Kavramsallaştırma, uygulama, verilerin analizi, yorumlanması, denetim, inceleme- yazma ve düzenleme.

Kaynaklar

- Akbudak, M. (2022). *Yedinci sınıf öğrencilerinin kesir sayı hislerinin bilişsel stilleri açısından incelenmesi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi.
- Aktaş, D. Y., & Cansız-Aktaş, M. (2012). Öğrencilerin rasyonel sayılar kümesinin yoğunluğunu anlamaları. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 103-110.
- Alacacı, C. (2010). Öğrencilerin kesirler konusundaki kavram yanılgıları. E. Bingölbali ve M. F. Özmantar, (Ed.), *İlköğretimde karşılaşılan matematiksel zorluklar ve çözüm önerileri* (2. Baskı) içinde (63-95). Pegem Akademi.
- Alamolhodaie, H. (1996). *A study in higher education calculus and students' learning styles* [Yayınlanmamış doktora tezi]. University of Glasgow.
- Ayvaz, Ü., Gündüz, N., Durmuş, S., & Dündar, S. (2016). Subtraction performances of primary school prospective mathematics teachers having different cognitive styles. *Universal Journal of Educational Research*, 4(12A), 167-172.
- Chrysostomou, M., Pitta-Pantazi, D., Tsingi, C., Cleanthous, E., & Christou, C. (2013). Examining number sense and algebraic reasoning through cognitive styles. *Educational Studies in Mathematics*, 83(2), 205-223.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2016). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage publications.
- Çeziktürk, Ö. (2019). Matematik öğretmen adaylarında bilişsel stil, görsel matematik okuryazarlığı ve matematik başarısı ilişkisinin incelenmesi: Simetri örneği. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, 589-606.

- Çakan, M. (2003). Cross-cultural aspect of the group embedded figures test: Norms for Turkish eighth graders. *Perceptual and Motor Skills*, 97(2), 499–509.
- Dehaene, S. (1997). *The number sense: How the mind creates mathematics*. Oxford University.
- Farmaki, C., Sakkalis, V., Loesche, F., & Nisiforou, E. A. (2019). Assessing field dependence–independence cognitive abilities through EEG-based bistable perception processing. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13, 345.
- Forte, J. M. G., Verdú, C. F., Van Hoof, J., & Van Dooren, W. (2022). Profiles in understanding the density of rational numbers among primary and secondary school students. *Avances de Investigación en Educación Matemática: AIEM*, (22), 48-70.
- Kartal, A. (2016). *8. sınıf öğrencilerinin kesirlerde sayı duyularının incelenmesi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi.
- Küpcü, A. R., & Özdemir, A. Ş. (2012). İlköğretim öğrencilerinin bilişsel stil, cinsiyet ve orantısal düşünme seviyelerine göre orantı ilişkili problem çözme başarıları. *Kastamonu Education Journal*, 20(2), 451-472.
- Mariana, R., Khabibah, S., & Amin, S. M. (2020). Profile number sense of 5th grade students subject based on field-dependent and field-independent cognitive style. *International Journal for Educational and Vocational Studies*, 2(12).
- McIntosh, A., Reys, B. J., & Reys, R. E. (1992). A proposed framework for examining basic number sense. *For the Learning of Mathematics*, 12(3), 2–9.
- Merriam, S. B. (2013). Reminiscence and life review: The potential for educational intervention. In *Introduction to Educational Gerontology* (pp. 41-58). Taylor & Francis.
- Mousavi, S. A., & Mahmoodi, F. (2022). The effect of constructivist-based approach of teaching in sciences course on students' cognitive styles. *Journal of Educational Psychology Studies*, 19(45), 86–99. <https://doi.org/10.22111/jeps.2022.6574>
- Newstead, K., & Murray, H. (1998, November 16-17). *Young students' constructions of fractions* [Paper presentation]. In PME Conference. Paris, France.
- Nisiforou, E., & Laghos, A. (2016). Field dependence–independence and eye movement patterns: investigating users' differences through an eye tracking study. *Interacting with Computers*, 28(4), 407-420.
- Peker, E. (2017). *Alan bağımlı ve alan bağımsız bilişsel stillerdeki yedinci sınıf öğrencilerinin geometri problemi çözme ve mantıksal süreç gelişiminin incelenmesi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Reys, R. E., & Yang, D. C. (1998). Relationship between computational performance and number sense among sixth-and eighth-grade students in Taiwan. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(2), 225-237. <https://doi.org/10.2307/749900>
- Söğüt, M. (2019). *Five- to 8-year-old Turkish children's number sense and cognitive flexibility* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Koç Üniversitesi.
- Stafylidou, S., & Vosniadou, S. (2004). The development of students' understanding of the numerical value of fractions. *Learning and Instruction*, 14(5), 503-518.

- Şahin, F., & Şaşmaz Ören, F. (2022). Laboratory as an instrument in improving the scientific reasoning skills of pre-service science teachers with different cognitive styles. *Science Insights Education Frontiers*, 13(2), 1875-1897. <https://doi.org/10.15354/sief.22.or072>
- Trigka, M., Papadoulis, G., Dritsas, E., & Fidas, C. (2023, August). Influences of cognitive styles on EEG-based activity: An empirical study on visual content comprehension. In *Proceedings of the IFIP Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 496-500).
- Witkin, H. A., Oltman, P. K., Raskin, E., & Karp, S. A. (1971). *Embedded figures test, children's embedded figures test, group embedded figures test: Manual*. Consulting Psychologists.
- Witkin, H. A., Moore, C. A., Goodenough, D. R. & Cox, & P. W. (1977). Field-dependent and field independent cognitive styles and their educational implications. *Review of Educational Research*, 47. 1-68. <https://doi.org/10.1002/j.2333-8504.1977.tb01141.x>
- Woodward, T. L. (1998). *An exploration of grade 8 students' fraction sense [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]*. Simon Fraser University.
- Xie, Q., Yang, K., Ji, R., Qian, Y., Tong, L., Chao, C. N. G., & Sin, K. F. K. (2025). Cognitive style and students' academic achievement: A meta-analysis. *Frontiers in Education*, 10, Article 1606625. <https://doi.org/10.3389/educ.2025.1634732>
- Yang, D. C. (2002). Teaching and learning number sense: one successful process oriented activity with sixth grade students in Taiwan. *School Science and Mathematics*, 102(4), 152-157. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2002.tb18197.x>
- Yang, D. C., & Hsu, C. J. (2009). Teaching number sense for 6th graders in Taiwan. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 4(2), 92-109.
- Ye, M., & Li, J. (2025). Computerized continuous scoring of the cognitive style figure test: Embedded figure test as an example. *Behavior Research Methods*, 57(3), 84.
- Zainal, Z., Masriyah, M., & Wijayanti, P. (2018, July). 7th grade students' number sense based on reflective and impulsive cognitive styles. In *Mathematics, Informatics, Science, and Education International Conference (MISEIC 2018)* (pp. 210-212). Atlantis Press.