

Orantısal Akıl Yürütme Üzerine Yapılan Araştırmalar: Sistematiik Derleme

Hatice ÇETİN¹ , Aleyna KOÇ² 

¹(Sorumlu yazar) Doç. Dr., Necmettin Erbakan Üniversitesi, haticecetin@erbakan.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-0686-8049.

²Öğretmen, Milli Eğitim Bakanlığı, aleynakoc681@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2337-9629.

Makale Bilgisi	ÖZET
Geliş Tarihi: 13.05.2025	Bu çalışmanın amacı, 2007-2024 yılları arasında orantısal akıl yürütme becerileri üzerine yapılan araştırmaların sistematik bir şekilde incelenmesidir. Orantısal akıl yürütme, matematik eğitiminde önemli bir rol oynayan ve birçok ileri düzey matematiksel becerinin temeli olan bir yetkinliktir. Çalışmada Web of Science ve Scopus veri tabanlarından elde edilen 88 araştırma incelenmiştir. Bu araştırmalar, yıllara, yayımlandıkları dergilere, amaçlarına, yöntemlerine, sınıf düzeylerine, veri toplama araçlarına, veri analiz yöntemlerine ve elde edilen sonuçlara göre analiz edilmiştir. Bulgular, orantısal akıl yürütme üzerine yapılan çalışmaların son yıllarda arttığını ve en çok ortaokul düzeyindeki öğrencilere odaklandığını göstermektedir. Ayrıca, en yaygın kullanılan yöntemlerin deneysel ve ilişkisel tarama çalışmaları olduğu tespit edilmiştir. Çalışmaların çoğunluğu, orantısal akıl yürütme becerilerinin geliştirilmesinde kullanılan yaklaşımların olumlu etkiler gösterdiğini ortaya koymuştur. Orantısal akıl yürütmenin, öğrencilerin diğer matematiksel becerileriyle olan bağlantısını inceleyen araştırmalarda kullanılan değişkenlere odaklanarak daha kapsamlı ve uzun süreli çalışmalar yürütülebilir. Etkili olduğu belirlenen yaklaşım ve yöntemlerin hangi koşullarda ve nasıl uygulandığı daha derinlemesine ele alınabilir.
Kabul Tarihi: 25.10.2025	
© UEAD 2025 Tüm hakları saklıdır.	
Anahtar Sözcükler: Orantısal akıl yürütme, matematik eğitimi, sistematik derleme	

Research on Proportional Reasoning: A Systematic Review

Article Information	ABSTRACT
Received: 13 May 2025	The aim of this study is to systematically review research conducted on proportional reasoning skills between 2007 and 2024. Proportional reasoning is a critical competency in mathematics education, serving as the foundation for many advanced mathematical skills. A total of 88 studies obtained from the Web of Science and Scopus databases were analyzed. These studies were examined in terms of their publication year, the journals they appeared in, their objectives, methodologies, sample levels, data collection tools, and findings. The results indicate that research on proportional reasoning has increased in recent years, with a particular focus on middle school students. Additionally, the most commonly employed methods were found to be experimental and correlational studies. The majority of studies showed that the approaches used to develop proportional reasoning skills had positive effects. Future research could focus on conducting more comprehensive and long-term studies that examine the variables used in studies exploring the relationship between proportional reasoning and other mathematical skills. Furthermore, greater attention could be given to the conditions under which effective approaches and methods are applied and how they are implemented in practice.
Accepted: 25 October 2025	
© UEAD 2025 All rights reserved.	
Keywords: Proportional reasoning, mathematics education, systematic review.	
DOI: 10.32960/uead.1698505	
Makale Türü (Article Type): <i>Araştırma Makalesi</i>	
Kaynakça Gösterimi: Çetin, H. & Koç, A. (2025). Orantısal akıl yürütme üzerine yapılan araştırmalar: Sistematiik derleme. <i>Ulusal Eğitim Akademisi Dergisi (UEAD)</i> , 9(2), 210-231. https://doi.org/10.32960/uead.1698505	
Citation Information: Çetin, H. & Koç, A. (2025). Research on proportional reasoning: A systematic review. <i>National Journal of Education Academy</i> , 9(2), 210-231. https://doi.org/10.32960/uead.1698505	

1. GİRİŞ

Matematik dersi hayatın doğal bir gerçeği olarak karşımıza çıkar (Tall & Razali, 1993) ve birçok düşünme becerimizi geliştirir (Baykul, 2022). Matematikte önemli bir rolü olan orantısal akıl yürütme becerisi günlük hayatta karşımıza çıktığı gibi (Vanluydt vd., 2020) birçok ileri düzey matematik konusunun da temelini oluşturur (Sari vd., 2023) ve cebir, lineer cebir, olasılık, geometri, vb. birçok üst düzey matematik konularının öğretiminde kullanılır (Dooren & Vamvakoussi, 2018). Vanluydt vd., (2020), orantısal akıl yürütmeyi; iki oranın karşılaştırılması veya verilen bir orana eşit bir oranın oluşturulması ile açıklamıştır. Orantısal akıl yürütme iki oranın eşitliğiyle ifade edilir ve $a/b = c/d$ şeklinde yazılır (Resnick & Singer, 1993; Vergnaud, 1988 akt., Supply vd., 2023). Birim veya nicelikler farklı olabilir, asıl amaç sayısal olarak kıyaslanmalarıdır (Öz, 2020).

Çocukların 11 yaşından sonra orantısal akıl yürütebildiği kabul edilir (Inhelder & Piaget, 1958 akt., Supply vd., 2023). Öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerisinin 5. ve 8. sınıflar arasında geliştirilebileceği ifade edilmektedir (NCTM, 2000). Bu dönem ortaokul seviyesine karşılık gelmektedir. Ortaokul müfredatında birçok önemli matematiksel kavram vardır ve orantı kavramı en önemlilerindendir (Dooren & Vamvakoussi, 2018). Orantısal akıl yürütme becerisi ülkemize ortaokul eğitim programlarında karşımıza çıkar (MEB, 2018). İlköğretim müfredatındaki birçok konu ve kavramla ilişkisi bulunmaktadır (Sari vd., 2023). Okul öncesi dönemdeki çocuklar bile basit orantısal yargılarda bulunabilirler. Orantısal akıl yürütme becerisinin gelişimi, yıllar süren ve aşamalı olarak artan karmaşık bir süreçtir. Orantısal muhakemenin gelişimi içinse öğrencilerin ve öğretmenlerin çabaları gereklidir (Dooren & Vamvakoussi, 2018).

Orantı kavramı muhakeme gerektiren çok sayıda matematiksel işlemle ilişkilidir ve orantısal akıl yürütme çarpımsal durumları ele alır. Örneğin; “büyükannem 5 kg çilek için 3,5 kg şeker kullanıyor, 8 kg çilek için kaç kg şeker kullanır?” şeklindeki problem durumları orantısal akıl yürütme gerektiren problemlerdir (Dooren & Vamvakoussi, 2018). Çarpma işlemi tekrarlı toplama üzerinedir. Fischbein, vd. de (1985) toplamsal düşünmeyi gerçekleştirmeye çarpımsal düşünmeye geçilebileceği fikrini savunmuştur. Öğrencilerin de problemlerin türünün farklılığına rağmen problemi çözerken sıklıkla toplamsal strateji kullanmaları bu savunmaya örnek gösterilebilir (Ayan Civak vd., 2021). Çarpımsal düşüncenin gelişimini ortaya koyan araştırmalar, toplamsal düşünceden çarpımsal düşünmeye basitçe değil, meziyetli bir değişimle geçildiğini göstermiştir (Greer, 1994; Kieren, 1994; Nunes ve Bryant, 1996; Vergnaud, 1983; Verdú, 2012). Çarpma işlemi öğretilmeden önce çarpımsal düşünmenin ne olduğu anlaşılmalıdır. Toplama işleminde aynı nicelikler kullanılırken çarpma işleminde farklı nicelikler kullanılır, yani öğrenciler toplama ve çarpma işlemlerinde farklı stratejiler düşünürler (Clark & Kamii, 2024). Toplamsal düşünme, çarpımsal ve orantısal düşünmeye dayanabilir ancak çarpmanın tekrarlı toplama üzerinden anlatılması ve sıklıkla toplamsal düşünmeye yapılan vurgu öğrencileri hatalı stratejilere sevk edecektir. Öğrenciler verilen ifadeler arasındaki çarpımsal ilişki yerine toplamsal ilişkiye odaklandıklarında hataya düşerler ve ifadeleri birbirinden çıkarmaya başlarlar (Dooren & Vamvakoussi, 2018).

Problem çözme; okuduğunu anlama, yaratıcılık ve mevcut bilgileri kullanabilme becerilerinden oluşur (Hejnová vd., 2018). İki oran arasındaki ilişki kelimelerle ifade edilebilir ve bu ifadeler ile problem durumu hakkında akıl yürütülebilir (De Keersmaecker vd., 2023). Çeşitli orantısal akıl yürütme problemleri vardır ve bunlar: bilinmeyen/kayıp değer, sayısal karşılaştırma, niceliksel tahmin ve karşılaştırma problemleridir (Pakmak, 2014). Bunlardan biri ve en yaygın olan kayıp değer problemleri, aralarında orantısal ilişki bulunan üç veriden dördüncü veriyi bulmadır (Öz, 2020). Bu problemlerin çözülebilmesi

için de çeşitli stratejiler belirlenmiştir, bunlar birim oran, değişim çarpanı, içler dışlar çarpım algoritması, denk kesir stratejisidir (Cramer & Post, 1993 akt., Pakmak, 2014). Bunlara ek olarak duygusal (sezgisel) cevap verme, veri ihmalı, toplamsal ilişki ve arttırma stratejileri de vardır. Orantı problemlerinde öğrencilerin en yaygın kullandığı strateji birim oran stratejisidir (Ben-Chaim vd., 1998).

Langrall ve Swafford (2000) orantısal akıl yürütme problemlerinin çözümünde öğrencilerin kullandıkları stratejiler için dört düzey belirlemiştir.

Seviye 0: Bu seviyedeki stratejilerde orantısal muhakeme yoktur. Stratejiler toplamsal karşılaştırmaları ya da sayıların rastgele kullanımını içerir.

Seviye 1: Bu seviyedeki stratejiler resmi olmayan akıl yürütmelerdir. Öğrenciler orantısal durumları anlamlandırmak için görsel, tablo veya modelleri kullanırlar.

Seviye 2: Bu seviyedeki öğrenciler materyaller olmadan da orantısal akıl yürütme kullanabilir. Modelleri hesaplamalarla ilişkilendirebilir.

Seviye 3: Öğrenciler orantı kurabilir ve çeşitli stratejileri kullanabilirler. Orantılar arasındaki ilişkileri anlayıp değerlendirebilirler.

İlgili literatür incelendiğinde öğrencilerin yukarıdaki gibi orantısal akıl yürütme düzeylerinin belirlenmesi (Burgos & Godino, 2019b; Demir, 2019; Sari vd., 2023; Steinhorsdottir & Sriraman, 2009; Supply vd., 2023), gelişimi (Dooren vd., 2010; Işıksal Bostan vd., 2020; Vanluydt vd., 2020; Verdú, 2012), farklı becerilerle ilişkisi (Ayan & Işıksal Bostan, 2019; De Keersmaecker vd., 2023; Gea vd., 2023; Öztürk, 2020; Uçar & Bozkuş, 2016) ve bu becerinin öğretiminde kullanılan model ve yaklaşımların çeşitliliği (Ayan Civak vd., 2021; Ergene & Karaboğaz, 2024; Fernandez & Llinares, 2012; Fielding-Wells vd., 2014; Kahraman vd., 2018) dikkat çekmektedir. Uçar (2022), orantısal akıl yürütmeyi sistematik derleme yöntemiyle incelediği yüksek lisans tezinde konuyu kapsamlı şekilde ele almıştır. Bu çalışma, önceki araştırmalara ek olarak, yalnızca öğrencilerle yürütülen çalışmalara odaklanması, son dört yıl içinde yayımlanan makaleleri kapsamı ve Scopus ile Web of Science gibi yüksek nitelikli veri tabanlarından seçilen makaleleri incelemesi bakımından literatürdeki benzer çalışmalardan ayrılmaktadır. Bu yönleriyle güncel ve kapsamlı bir çerçeve sunan çalışma, mevcut literatüre tamamlayıcı ve bütünleyici bir bakış açısı kazandırmaktadır. Bu doğrultuda, çalışma kapsamında 2007-2024 yılları arasında ilkökulda orantısal akıl yürütme becerileri konulu araştırmalar derlenmiştir. Okuyucu ve ilgili konudaki araştırmacılara geniş bir perspektif sunması, çalışmaların yılları, yayın yerleri, amaçları, yöntemleri, örneklemeleri, veri analizleri, orantısal akıl yürütme becerilerinin ölçüm araçları, orantısal akıl yürütme makalelerinin önemli bulguları ve önerileri ile bütün resmini ortaya koymak ve alandaki boşlukların tespiti bakımından matematik eğitimi literatürüne katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Buradan hareketle çalışmamızda aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır:

1. Orantısal akıl yürütme ile ilgili makalelerin yıllara göre dağılımı nasıldır?
2. Orantısal akıl yürütme ile ilgili makalelerin yayınlandıkları dergilere göre dağılımı nasıldır?
3. Orantısal akıl yürütme ile ilgili makalelerin amaçlarına göre dağılımı nasıldır?
4. Orantısal akıl yürütme ile ilgili makalelerin yöntemlerine göre dağılımı nasıldır?
5. Orantısal akıl yürütme ile ilgili makalelerin örneklemelerine göre dağılımı nasıldır?
6. Öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerileri hangi ölçme araçlarıyla belirlenmeye çalışılmıştır?
7. Orantısal akıl yürütme ile ilgili makalelerin veri analiz yöntemlerine göre dağılımı nasıldır?
8. Orantısal akıl yürütme becerisi ile ilgili makalelerin önemli bulguları nelerdir?
9. İlgili araştırmalar hangi önerilerde bulunmaktadır?

2. YÖNTEM

Bu çalışmada orantısal akıl yürütme becerisi ile ilgili çalışmaların; yılları, amaçları, türleri, yöntemleri, veri toplama araçları, sonuçları ve önerilerinin incelenmesi ve değerlendirilmesi amacıyla sistemik derleme yöntemi kullanılmıştır. “Sistemik derleme; alanında uzman kişiler tarafından elde edilebilir en iyi araştırma kanıtını belirlemek için benzer yöntemler ile yapılmış çok sayıda araştırmanın yapılandırılmış ve kapsamlı bir sentezidir” (Karaçam, 2013, s. 1).

Sistemik derleme makaleleri okuyuculara geniş bir perspektif sunar (Haddaway vd., 2015). Sistemik derlemeler literatürdeki boşlukları ve gelecekteki araştırmalar için potansiyel alanları belirler. Dolayısıyla bu çalışma kapsamında inceledikleri 88 makale ile araştırmacılar, orantısal akıl yürütme literatürüne ilişkin kapsamlı ve bütüncül bir resmi ortaya koymaya çalışmıştır.

2.1. Veri Toplama Süreci

Çalışmada 2007-2024 yılları arasında orantısal akıl yürütme ile ilgili makaleler incelenmiştir. 2024 yılından geriye giderek en güncel makalelerden taranmaya başlanılmıştır. Bu amaçla Web of Science ve Scopus veri tabanları incelenmiştir. İki veri tabanında da 2007 yılından sonra orantısal akıl yürütme makaleleri üzerine gözle görülür farkla artıştan sonra 2007 yılı başlangıç yılı olarak seçilmiştir. Hem Web of Science hem de Scopus, geniş bir disiplin yelpazesinde çok sayıda dergi ve makale içerir. Bu veri tabanları, akademik araştırmaların büyük bir bölümünü kapsar ve farklı alanlarda derinlemesine araştırma yapmayı mümkün kılar (Zhu & Liu, 2020). Her iki veri tabanı da yüksek kaliteli ve güvenilir bilgiler sunar. Bu veri tabanlarında yer alan makaleler genellikle titiz hakem değerlendirme süreçlerinden geçer ve bilimsel literatürde saygın bir yer edinmiştir (Falagas vd., 2008). Bu veri tabanları, dünya çapındaki birçok önemli dergiyi kapsadığından (Mongeon & Paul-Hus, 2016) araştırma kapsamında dâhil edilmiştir. Araştırma kapsamında matematik eğitimi alanında yayınlanan dergilerde “orantısal akıl yürütme (proportional reasoning)” anahtar kavramıyla tarama yapılmıştır. Bu şekilde 88 araştırmaya ulaşılmıştır.

2.2. Geçerlik ve Güvenirlik

Veri tabanı seçimi ve kapsayıcılık: Çalışmada yalnızca nitelikli indeksler (Scopus ve Web of Science) taranmış, böylece kapsamın uluslararası standartlara uygunluğu güvence altına alınmıştır. Dahil etme ve dışlama ölçütleri önceden belirlenmiş, araştırma sorusu ile uyumlu olmayan veya yöntemsel açıdan yetersiz bulunan makaleler sistemik biçimde elenmiştir. Bu süreç, araştırmacı ve alan uzmanı tarafından bağımsız olarak yürütülmüş ve görüş birliği sağlanarak tamamlanmıştır.

Kodlama süreci: Verilerin analizi aşamasında iki bağımsız kodlayıcı (araştırmacı ve matematik eğitimi alanında bir uzman) çalışmış, kodlar literatür ışığında geliştirilmiş ve eş zamanlı olarak tartışılarak yenilenmiştir. Kodlayıcılar arası uyum Miles ve Huberman (1994) formülü kullanılarak hesaplanmış, %80’in üzerinde bir uyum oranı yakalanması çalışmanın güvenilirliğini artırmıştır.

Uzman görüşleri ve doğrulama: Analiz sürecinin her aşaması matematik eğitimi alanında uzman bir akademisyenin görüşlerine sunulmuş, öneriler doğrultusunda kod, tema ve kategoriler gözden geçirilmiştir. Bu uygulama, iç geçerlik açısından çalışmanın bulgularının güvenilirliğini pekiştirmiştir.

Sonuç olarak, veri toplama, seçme, kodlama ve raporlama süreçlerinde izlenen bu prosedürler sayesinde çalışmanın geçerlik ve güvenilirliği sağlanmış, elde edilen bulguların literatüre güvenilir bir katkı sunması garanti altına alınmıştır.

2.3. Verilerin Analizi

Literatür tarama işlemi Şubat 2024 tarihinden Haziran 2024 tarihine kadar sürmüştür. Taramada ulaşılan çalışmaların aktarımı Temmuz 2024 tarihinde olmuştur. Tarama sonucunda ulaşılan çalışmalar numaralar ile dosyalanmış ve kodlanmıştır. Her bir çalışma türüne, yılına, amacına, yöntemine, örneklemine, veri toplama aracına, bulgularına ve önerilerine göre kodlanmıştır. Veriler, araştırmacılar tarafından analiz edilmiştir.

3. BULGULAR

“Orantısal akıl yürütme ile ilgili makalelerin yıllara göre dağılımı nasıldır?” problem cümlesine ilişkin bulgular Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo1. *Yayınlanan Makalelerin Yıllara Göre Dağılımı*

Tema	Yıllar	<i>f</i>
Yıllara göre makalelerin dağılımı	2007	2
	2008	1
	2009	1
	2010	1
	2011	8
	2012	6
	2013	3
	2014	5
	2015	6
	2016	3
	2017	2
	2018	4
	2019	6
	2020	7
	2021	10
	2022	12
	2023	9
	2024	2
Toplam		88

Tablo 1’de incelenen makaleler yıllarına göre ayrılmıştır. 2007-2024 arasında araştırmanın amacına uygun makaleler seçilmiştir. 2007 yılından 2, 2008 yılından 1, 2009 yılından 2, 2010 yılından 1, 2011 yılından 8, 2012 yılından 6, 2013 yılından 3, 2014 yılından 5, 2015 yılından 6, 2016 yılından 3, 2017 yılından 2, 2018 yılından 4, 2019 yılından 6, 2020 yılından 7, 2021 yılından 10, 2022 yılından 12, 2023 yılından 9, 2024 yılından 2 makaleye ulaşılmıştır.

“Orantısal akıl yürütme ile ilgili makalelerin yayınlandıkları dergilere göre dağılımı nasıldır?” problem cümlesine ilişkin bulgular Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. *Yayınlanan Makalelerin Yayınlandıkları Dergilere Göre Dağılımı*

Tema	Yayınlandığı Dergi	f
Yayınlandıkları Dergiler	Technology, Knowledge and Learning	1
	Journal of Experimental Child Psychology	3
	Frontiers in Psychology	1
	International Journal of Assessment Tools in Education	1
	International Journal of STEM Education	1
	Turkish Journal of Education, Learning and Instruction	1
	International Journal of Science and Mathematics Education	4
	International Journal of Mathematical Education in Science and Technology	2
	Educational Studies in Mathematics	
	International Journal of Environmental Research and Public Health	7
	Statistics Education Research Journal	1
	Instructional Science	1
	Cogent Education	1
	Australian Journal of Education	1
	Bolema: Boletim de Educação Matemática	1
	Educación Matemática	1
	The Journal of Mathematical Behavior	1
	Interactive Learning Environments	5
	Mathematics Education Research Journal	1
	Applied Measurement in Education	5
	International Journal of Instruction	1
	Cognitive Development	1
	Early Childhood Research Quarterly	2
	Pamukkale University Journal of Education	2
	European Journal of Psychology of Education	1
	Infancia y Aprendizaje	2
	Studia Psychologica	1
	Cognition	1
	Journal of Numerical Cognition	2
	Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science	3
	Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education	1
	Research in Mathematics Education	2
	Developmental Science	1
	The Journal of Experimental Education	1
	Journal of Research on Educational Effectiveness	1

Journal of Qualitative Research in Education	1
Frontiers in Education	1
Journal of Science Education and Technology	1
International Electronic Journal of Mathematics Education	1
Perspectivas em Diálogo: revista de educação e sociedade	1
Educational Psychology	1
Mathematical Thinking and Learning	1
Developmental Psychology	1
ZDM Mathematics Education	1
Energy Education Science and Technology	1
TED Eğitim ve Bilim	1
Mathematics	1
Investigations in Mathematics Learning	1
Journal on Mathematics Education	1
Learning and Instruction	1
Education 3-13	2
International Journal of Science Education	1
Journal of Computer Assisted Learning	1
Journal of Intelligence	1
Journal for Research in Mathematics Education	1
Enseñanza de las ciencias	1
Journal of Mathematics Teacher Education	1
	1
Toplam	88

Tablo 2’de ulaşılan makaleler yayımlandıkları dergilere göre ayrılmıştır. En fazla makaleye Educational Studies in Mathematics dergisinde ulaşılmıştır ($f=7$). Mathematics Education Research Journal ve The Journal of Mathematical Behavior dergilerinden 5’er makaleye ulaşılmıştır. International Journal of Science and Mathematics Education dergisinden 4 makaleye ulaşılmıştır. Journal of Experimental Child Psychology, Journal of Numerical Cognition dergilerinden 3’er makaleye ulaşılmıştır. “Orantısal akıl yürütme ile ilgili makalelerin amaçlarına göre dağılımı nasıldır?” problem cümlesine ilişkin bulgular Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. *Yayınlanan Makalelerin Amaçlarına Göre Dağılımı*

Tema	Kategoriler	Kodlar	<i>f</i>
Amaçlar	Kullanılan Yaklaşımlar	Modeller(23)	37
		Yöntemler(14)	
	İlişkili Olduğu Beceriler	Problem Çözme Becerisi(32)	52
		Matematiksel Beceri(20)	
Toplam			89*

*Frekans değerlerinin fazla olması bazı çalışmalarda birden fazla amaç olmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 3'e göre amaçlar için 2 farklı kategori ve bunlara bağlı olarak kodlar elde edilmiştir. İncelenen çalışmalar Orantısal akıl yürütme sürecinde kullanılan yaklaşımlar ve orantısal akıl yürütmenin ilişkili olduğu beceriler olmak üzere iki kategoriye ayrılmıştır. Kullanılan yaklaşımlar için Modeller ve Yöntemler olmak üzere 2 kod elde edilmiştir. İlişkili olduğu beceriler için problem çözme becerisi ve matematiksel beceri olmak üzere 2 kod elde edilmiştir.

“Orantısal akıl yürütme ile ilgili makalelerin yöntemlerine göre dağılımı nasıldır?” problem cümlesine ilişkin bulgular Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. *Yayınlanan Makalelerin Yöntemlerine Göre Dağılımı*

Tema	Kategoriler	Kodlar	<i>f</i>
Yöntem	Nitel	Durum Çalışması(5)	24
		Görüşme(2)	
		Gözlem(3)	
		Tasarım Tabanlı(3)	
		Vaka Çalışması(11)	
	Nicel	Boylamsal(3)	52
		Deneyssel(27)	
		İlişkisel Tarama(3)	
		Kesitsel(17)	
		Korelasyonel(2)	
	Karma	Açıklayıcı Sıralı Desen(7)	12
		Aşamalı Desen(4)	
		Eş Zamanlı Triangülasyon Desen(1)	
Toplam			88

Tablo 4'e göre incelenen çalışmaların 22 tanesi nitel, 52 tanesi nicel, 14 tanesi karma yöntem araştırmasıdır. Nitel araştırmaların 5 tanesi durum, 2 tanesi görüşme, 3 tanesi gözlem, 3 tanesi tasarım tabanlı, 11 tanesi vaka çalışması olarak desenlenmiştir. Nicel çalışmaların 3 tanesi boylamsal, 27 tanesi deneysel, 3 tanesi ilişkisel tarama, 17 tanesi kesitsel, 2 tanesi korelasyon olarak desenlenmiştir. Karma yöntem araştırmaların 7 tanesi açıklayıcı-sıralı, 4 tanesi aşamalı, 1 tanesi eş zamanlı triangülasyon olarak desenlenmiştir.

“Orantısal akıl yürütme ile ilgili makalelerin örneklemlerine göre dağılımı nasıldır?” problem cümlesine ilişkin bulgular Tablo 5 ve Tablo 6'da sınıf düzeyi ve frekans olarak verilmiştir.

Tablo 5. *Yayınlanan Makalelerin Sınıf Düzeyine Göre Dağılımı*

Tema	Kod	f
	Okul Öncesi	9

Sınıf Düzeyi	İlkokul	29
	Ortaokul	55
	Lise	11
Toplam		104*

*Frekans değerlerinin fazla olması bazı çalışmalarda birden fazla sınıf düzeyi olmasındandır.

Tablo 5'e göre incelenen çalışmalar sınıf düzeylerine göre ayrılmıştır. En fazla ortaokul düzeyinde araştırma yapıldığı görülmektedir ($f=55$). İlkokul düzeyinde 29, lise düzeyinde 11, okul öncesi düzeyde 9 çalışma olduğu görülmektedir.

Tablo 6. *Yayınlanan Makalelerin Örneklem Sayılarına Göre Dağılımı*

Tema	Kod	f
Örneklem Sayısı	0-100	31
	100-200	16
	200-300	8
	300-400	14
	400-500	2
	500-600	6
	600-700	0
	700-800	2
	800-900	0
	900-1000	2
	1000-5000	5
	5000-10.000	1
	Belirtilmemiş	1
Toplam		88

Tablo 6'ya göre en fazla 0-100 örneklem sayısı ile makale yayınlanmıştır ($f=31$). 100-200 arası 16, 200-300 arası 8, 300-400 arası 14, 400-500 arası 2, 500-600 arası 6, 700-800 arası 2, 900-1000 arası 2, 1000-5000 arası 5, 5000-10.000 arası 1 örneklem sayılı makaleler yayınlanmıştır. 1 makalede örneklem sayısı belirtilmemiştir.

“Öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerileri hangi ölçme araçlarıyla belirlenmeye çalışılmıştır?” problem cümlesine ilişkin bulgular Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. *Yayınlanan Makalelerin Ölçme Araçlarına Göre Dağılımı*

Tema	Kod	f
Veri Toplama Araçları	Video	6
	Ses Kaydı	3
	Görüşme	17
	Orantısal Akıl Yürütme Başarı Testi	4
	Orantılı Muhakeme Problem Testi	34
	Orantılı Muhakeme Görevi	28
	Orantılı Akıl Yürütme Beceri Testi	4
	Çalışma Kağıdı	5
	Anket	7
	Gözlem	1
	Öğrenci Günlükleri	2
	Araştırmacı Alan Notları	5
	Proje	1
	İnternet Sitesi	1
	Aritmetik Testi	4
	Bilişsel Yetenek Testi	1
	iView X RED göz izleme sistemi	1
Toplam		95*

*Frekans değerlerinin fazla olması, aynı çalışmada birden fazla veri toplama aracı kullanılmasından dolayıdır

Tablo 7'ye göre veri toplama aracı olarak en fazla orantılı muhakeme problem testinden yararlanılmıştır (f=34), onu orantılı muhakeme görevi takip etmektedir (f=28). İncelenen makalelerde veri toplama aracı olarak 6 video, 3 ses kaydı, 17 görüşme, 4 Orantısal akıl yürütme başarı testi, 4 orantılı akıl yürütme beceri testi, 5 çalışma kağıdı, 7 anket, 1 gözlem, 2 öğrenci günlüğü, 5 araştırmacı alan notu, 1 proje, 1 internet sitesi, 4 aritmetik testi, 1 bilişsel yetenek testi, 1 iView X RED göz izleme sistemi kullanılmıştır. Veri toplama araçlarında en sık karşımıza çıkan orantılı muhakeme görevlerinde öğrencilerin orantılı durumlar arasında kurdukları ilişkiler, geliştirdikleri stratejiler ve düşünme biçimleri görülmek istenmiştir.

“Orantısal akıl yürütme ile ilgili makalelerin veri analiz yöntemlerine göre dağılımı nasıldır?” problem cümlesine ilişkin bulgular Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. *Yayınlanan Makalelerin Veri Analiz Yöntemlerine Göre Dağılımı*

Tema	Kategoriler	Kod	f
Veri Analiz Yöntemi	Nitel	İçerik Analizi	14
		Betimsel Analiz	13
		Tematik Analiz	6
		Faktör Analizi	13
		Regresyon Analizi	10

Nicel	Korelasyon Analizi	16
	Betimsel İstatistiksel Analiz	31
	Wilcoxon Sıralı İşaretler Testi	3
	Mann Whitney U Testi	1
	ANOVA	12
	T Testleri	7
	Ki-kare testi	1
	Scheffé Testi	1
	Kruskal Wallis Testi	2
	ANCOVA	3
	Nemenyi- Damico- Wolfe- Dunn Testi	1
	Eye-Tracking Analizi	1
Belirtilmemiş		2
Toplam		137*

*Frekans değerlerinin fazla olması, aynı çalışmada birden fazla veri analiz yöntemi olmasından dolayıdır.

Tablo 8'e göre incelenen çalışmalarda en fazla nicel yöntem veri analiz yöntemleri kullanıldığı görülmüştür. Buna bağlı olarak en fazla betimsel istatistiksel analiz kullanılmıştır ($f=31$). Diğer nicel çalışmalar 13 faktör analizi, 10 regresyon analizi, 16 korelasyon analizi, 3 Wilcoxon Sıralı İşaretler Testi, 1 Mann-Whitney U Testi, 12 ANOVA, 7 T Testi, 1 Ki-kare Testi, 1 Scheffé Testi, 2 Kruskal Wallis Testi, 3 ANCOVA, 1 Nemenyi- Damico- Wolfe- Dunn Testi ve 1 Eye-Tracking Analizi kullanıldığı görülmüştür. Nitel çalışmalarda ise 14 içerik analizi, 13 betimsel analiz, 6 tematik analiz kullanıldığı görülmüştür. Eye-Tracking Analizi öğrencilerin görsel dikkatleri ve bilgi işleme yoğunlukları gibi bilişsel göstergelerini göz takip verileri ile sayısal olarak ölçüp analiz etme yöntemidir.

“Orantısal akıl yürütme becerisi ile ilgili makalelerin önemli bulguları nelerdir?” problem cümlesine ilişkin bulgular Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. *Yayınlanan Makalelerin Bulgularına Göre Dağılımı*

Tema	Kategoriler	Kod	<i>f</i>
Sonuçlar	Orantısal Akıl Yürütme Süreci, Kullanılan Yaklaşımların Etkililiği, Becerilerle İlişkisi	Anlamli İlişki(20)	98
		Anlamli Olmayan İlişki(3)	
		Olumlu Etki(32)	
		Olumsuz Etki(1)	
		Problem Çözme Sürecindeki Performansları Açığa Çıkarma(42)	
Toplam			98*

*Frekans değerlerinin fazla olması, aynı çalışmada birden fazla sonuç olmasından dolayıdır.

Tablo 9’a göre sonuçlar tek kategori altında birleştirilmiştir. Orantısal akıl yürütmede kullanılan yaklaşımların olumlu, olumsuz etkileri, orantısal akıl yürütmenin ilişkili olduğu beceriler ile anlamli, anlamli olmayan ilişkisi ve orantısal akıl yürütme problem çözme sürecindeki performansları açığa çıkarma olarak 5 farklı kod elde edilmiştir.

“İlgili araştırmalar hangi önerilerde bulunmaktadır?” problem cümlesine ilişkin bulgular Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 10. *Yayınlanan Makalelerin Önerilerine Göre Dağılımı*

Tema	Kategori	Kod	<i>f</i>
Öneriler	Öğretmenler için	Çeşitli öğretim modellerine hâkim olunmalı	1
		Öğrenciler problem çözme sürecinde incelenmeli	1
		Farklı yöntem ve örneklerle zengin ders içeriği sağlanmalı	3
	Araştırmacılar için	Farklı yöntemde araştırmalar yapılmalı	3
		Örneklem daha geniş olmalı ve uzun vadeli seçilmeli	4
		Farklı değişken ve becerilerle orantısal akıl yürütme ilişkisi incelenmeli-	14
		Farklı bağlamlarda araştırmalar yapılmalı	
		Yeni araç-yazılım geliştirilmeli	4
		Çeşitli araçlar-yazılımlar kullanılmalı	1
		Problem türleri çeşitlendirilmeli	5
		Örneklem düzeyine uygun orantısal akıl yürütme teşvik araştırmaları yapılmalı	4
			1
Toplam			41

Tablo 10’ a göre incelenen makaleler öğretmenler ve araştırmacılar için öneriler sunmuştur. 88 makaleden 41 öneri çıkmasının sebebi her makalenin öneri vermemesinden kaynaklanmaktadır. Öğretmenlere verilen önerilerde en fazla farklı yöntem ve örneklerle zengin ders içeriği sağlanmalı yer almaktadır ($f=3$). Araştırmacılara yönelik daha fazla öneri olduğu görülmektedir. En fazla öneri farklı değişken ve becerilerle orantısal akıl yürütme ilişkisi incelenmesi gerekliliği olmuştur ($f=14$).

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada orantısal akıl yürütme ile ilgili makaleler incelenmiştir. Makaleler yayın yıllarına, yayımlandıkları dergilere, amaçlarına, sınıf düzeylerine, örneklem sayılarına, yöntemlerine, veri toplama araçlarına, sonuçlarına ve önerilerine göre analiz edilmiştir.

Orantısal akıl yürütme ile ilgili 88 makale incelenmiştir. Sadece öğrencilerle yapılan çalışmalar değerlendirilmiştir. Makalelere Web of Science ve Scopus veri tabanlarından ulaşılmış, buradaki makalelerde 2007 yılından sonra orantısal akıl yürütme çalışmalarındaki artış görülmüş ve 2007-2024 arası makaleler incelenmeye alınmıştır. Makalelerin yıllara göre yayınlanmalarında genel olarak bir dalgalanma olduğu ancak 2019 yılından sonra bir artış gösterdiği görülmüştür. 2021, 2022, 2023 yıllarında en fazla makale yayınlandığı görülmektedir. Makalelerin yıllara göre dağılımları araştırmaya dâhil edilme kriterlerine göre değişmiş olabilir. Yine de orantısal akıl yürütme becerisi üzerine olan makalelerin son yıllarda artış gösterdiği söylenebilir. Yeni nesil teknoloji destekli öğretimle matematiksel becerilerin daha çok önem kazanması (Karaboğaz, 2023) orantısal akıl yürütme becerisinin ileri birçok üst düzey matematik konusunu etkileyebileceğinden öğrenciler tarafından yanlış anlamlandırılması durumuna engel olma çabası (Çetiner, 2022; Gürler Karakoca, 2019) açısından son yıllarda orantısal akıl yürütme üzerinde daha fazla

araştırma yapıldığı düşünülebilir. Orantısal kavram ve durumların daha anlaşılabilir olması ve sorunların ortadan kaldırılıp matematiğin daha iyi anlamlandırılması için araştırma sayılarının artışı olumlu bir durum olarak söylenebilir (Uçar, 2022).

Makalelerin yayın yerleri incelendiğinde en fazla makale yayımlanan dergi, 7 makale ile Educational Studies in Mathematics olmuştur. Bu dergi, matematik eğitimi alanında önemli bir yayın organı olarak öne çıkmaktadır. Derginin 2024 yılı için etki faktörü 3.65 olarak açıklanmıştır (Educational Studies in Mathematics, 2025). Etki faktörü, son iki yıl içinde dergide yayımlanan makalelerin aldıkları ortalama atıf sayısını ifade etmektedir. Derginin SCImago Journal Rank (SJR) skoru 2024 yılı için 1.589 olarak açıklanmıştır (Educational Studies in Mathematics, 2025). SCImago Journal Rank, bir derginin atıflarının sayısını ve atıfların alındığı kaynakların önemini belirtir. Atıfların alındıkları kaynaklar derginin saygınlığını gösterir. Bu nedenle dergi birçok araştırmacı tarafından tercih edilmiş olabilir. Birçok farklı dergide de tek makale yayımlanmıştır. Bu çeşitlilik, akademik dünyada farklı perspektiflerin ve araştırma konularının değer gördüğünü ve desteklendiğini göstermektedir.

Makalelerin amaçlar bölümü incelendiğinde orantısal akıl yürütme sürecinde kullanılan yaklaşımlarla model kullanımı (Abrahamson vd., 2012; Ayan-Civak vd., 2023; Begolli vd., 2020; Hackenberg vd., 2023; Hernández-Solís vd., 2023; Howe vd., 2015; Hurst & Cordes, 2019; Im & Jitendra, 2020; Liu & Shen, 2011; Lundberg, 2022; Lundberg & Kilhamn, 2018; Modestou vd., 2010; Nunokawa, 2012; Tomaz & David, 2015) yöntem kullanımı (Abreu-Mendoza vd., 2021; Alfieri vd., 2015; Arıcan, 2019; Bakker vd., 2014; Basu & Nguyen, 2021; Begolli vd., 2021; Bentley & Yates, 2017; Burgos & Godino, 2019b; Canoğulları & Erbaş, 2024; M. B. Carney vd., 2016; Fielding-Wells vd., 2014; Ham & Gunderson, 2019; Hilton vd., 2013, 2016; Jitendra vd., 2013, 2021; Kaplan & Ozturk, 2012; Khasawneh vd., 2022; Scheibling-Sève vd., 2022; Stemn, 2008; Ter Vrugte vd., 2015, 2017; Vanluydt vd., 2023) orantısal akıl yürütmenin ilişkili olduğu becerilerle problem çözme becerisiyle ilişkili olanlar (Abreu-Mendoza vd., 2020; Asterhan vd., 2014; Ayan & Işıksal Bostan, 2018; Burfitt, 2021; Burgos & Godino, 2019a; Che vd., 2012; Ching & Kong, 2022; Cortina vd., 2014; Çelik & Özdemir, 2011; Dominguez vd., 2014; Fielding-Wells vd., 2014; Haja & Clarke, 2011; Hamamouche & Cordes, 2023; Hejnová vd., 2018; Hurst vd., 2022; Hurst & Levine, 2022; Karlı & Yıldız, 2022; Khasawneh vd., 2022; Magalhães Teixeira, 2021; Modestou & Gagatsis, 2007; Ng vd., 2011; Obersteiner vd., 2015; Ricart & Estrada, 2022; Riehl & Steinhorsdottir, 2019; Sari vd., 2023; Schwarz & Linchevski, 2007; Shin vd., 2020; Supply vd., 2023; Thurn vd., 2022; Tjoe & De La Torre, 2014; Warshauer, 2015) matematiksel beceri ile ilişkili olanlar (Açıkgül, 2021; Ayan & Işıksal Bostan, 2019; Batanero vd., 2023; Callingham & Siemon, 2021; M. Carney vd., 2022; Chernyak vd., 2020; Çetin & Ertekin, 2011; De Keersmaecker vd., 2023; Fernández vd., 2011; Fernández & Llinares, 2011; Gouet vd., 2020; Howe vd., 2011; Proulx, 2023; Resnick vd., 2023; Taylor & Jones, 2009; Vanluydt, Supply, vd., 2021; Vanluydt vd., 2022b, 2022a; Vanluydt, Wijns, vd., 2021; Verdú, 2012; Wilkie, 2016) üzerinde durulmuştur. Araştırmaların birçoğunun orantısal akıl yürütmenin diğer becerilerle ilişkisini araştırmayı amaçladığı görülmektedir. Bu beceri ilişkilerinden de problem çözme becerisi ile ilişkisi daha çok göze çarpmaktadır. Orantısal akıl yürütme ve problem çözmenin var olan bilgileri kullanarak strateji geliştirme özellikleri aralarındaki güçlü ilişkinin nedeni olabilir. Orantısal akıl yürütme sürecinde kullanılan yaklaşımlarda yöntemlerin modellere göre daha fazla olduğu görülmüştür. Bu durum araştırmaların birçoğunun uygulama odaklı olduğunu göstermektedir. Yeni araştırmalarda model kullanımına önem verilerek eğitim sürecinde uygulama rehberliği sağlanabilir.

İncelenen çalışmaların büyük bir kısmı nicel araştırma yöntemlerine dayanmaktadır ($f=52$), ardından nitel araştırmalar ($f=24$) ve karma yöntem araştırmaları ($f=12$) gelmektedir. Nitel araştırmalar genellikle vaka çalışmaları ve durum çalışmaları olarak desenlenmişken, nicel araştırmalar daha çok deneysel çalışmalardan oluşmaktadır. Karma yöntem araştırmalarında ise açıklayıcı-sıralı çalışmalar öne çıkmaktadır. Bu dağılım, eğitim ve bilim araştırmalarında farklı yöntemlerin ve desenlerin nasıl kullanıldığını ve bu yöntemlerin araştırma süreçlerindeki önemini vurgulamaktadır. Nitel çalışmalardaki çeşitlilik, nitel araştırmaların esnekliğini ve farklı bağlamlarda katılımcıların deneyimlerini keşfetme kapasitesini göstermektedir. Vaka çalışmaları ve durum çalışmaları, belirli olayları veya durumları derinlemesine incelemek için yaygın olarak kullanılmıştır, bu da eğitim araştırmalarında belirli vakaların ayrıntılı analizine olan ihtiyacı yansıtmaktadır. Nicel çalışmalarda deneysel çalışmaların ağırlıklı olması, araştırmacıların nedensel ilişkileri belirleme ve hipotezleri test etme konusundaki ilgisini yansıtmıştır. Kesitsel ve ilişkisel tarama çalışmaları, belirli bir zaman diliminde mevcut durumları ve olası ilişkileri anlamak için kullanılmıştır. Karma yöntem araştırmalarda açıklayıcı-sıralı çalışmaların ön plana çıkması, araştırmacıların önce nicel verilerle genel eğilimleri belirlemek ve ardından nitel verilerle bu bulguları derinlemesine incelemek istemelerinden kaynaklanabilir. Bu inceleme sonuçları, eğitim ve bilim araştırmalarında farklı yöntem ve desenlerin geniş bir yelpazede kullanıldığını göstermektedir. Nicel araştırmaların yüksek oranı, bu alandaki araştırmacıların genellikle sayısal veriler ve istatistiksel analizlere güvenme eğiliminde olduğunu göstermektedir. Nitel ve karma yöntem araştırmaları ise, katılımcıların deneyimlerini derinlemesine anlamak ve nicel bulguları desteklemek için önemli bir rol oynamaktadır. Bu çeşitlilik, eğitim araştırmalarının çok yönlü doğasını ve farklı araştırma sorularını yanıtlamak için çeşitli yaklaşımların gerekliliğini vurgulamaktadır.

Çalışmalar örneklem grubu ve sayısına göre incelendiğinde ortaokul düzeyindeki öğrencilere daha fazla odaklanıldığı görülmektedir. Uçar (2022), orantısal akıl yürütme üzerine sistematik derleme çalışması yaptığı yüksek lisans tezinde ortaokul düzeyi için benzer bir çoğunluğa ulaşmıştır. Piaget gibi bazı önemli araştırmacıların orantısal akıl yürütme becerisinin 11 yaşından sonra geliştiği fikrini ifade etmeleri (Inhelder & Piaget, 1958 akt., Supply vd., 2023) bu araştırmaların örneklem seçimini etkilemiş olabilir. Örneklem sayılarına göre incelendiğinde genel olarak 0-100 arasında 31 makale olacak şekilde daha küçük sayılarla araştırma yapıldığı 100-200 arası 16, 200-300 arası 8, 300-400 arası 14, 400-500 arası 2, 500-600 arası 6, 700-800 arası 2, 900-1000 arası 2, 1000-5000 arası 5, 5000-10.000 arası 1 çalışmanın yapıldığı gözlemlenmiştir. Makalelerin genel olarak daha küçük sayıdaki gruplarda yoğunlaştığı görülmektedir.

İncelenen çalışmalarda veri toplama aracı olarak en fazla Orantısal muhakeme problem testi ($f=34$), orantısal muhakeme görevi ($f=28$), ve görüşme ($f=17$) kullanıldığı görülmüştür. Yapılan araştırmalarda nicel yöntemin daha fazla kullanılması bu durumu etkilemiş olabilir. Nitel araştırmaların daha az olması kullanılan nitel yöntem araçların daha az olmasına neden olmuştur. Karma yöntem araştırmalarda kullanılan veri toplama araçları nitel ve nicel yöntem veri toplama araçlarının sayısını artırmıştır.

Çalışmaların veri analiz yöntemleri incelendiğinde nicel araştırmalarda betimsel istatistiksel analizin en fazla kullanıldığı görülmüştür. Eksik veya aykırı verilerin temizlenmesi, teknolojik yazılımların artarak karmaşık analizlerde kolaylık sağlaması, hipotez çeşitliliğinin farklı analizler gerektirmesi, yayınlarda kapsamlı ve şeffaf analizin yapılması için istatistiksel analize başvurulması kullanımını artırmış olabilir. Nitel araştırmalarda içerik ve betimsel analiz öne çıkmaktadır. Verilerin anlamlandırılması, derinlemesine çözümlenmesi, bulguları anlaşılır ve sistematik şekilde aktarması, detaylı veriler toplamaya

elverişli olması nedeniyle çokça tercih edilmiş olabilir. Yapılan araştırmalarda nicel yöntemin daha çok olması veri analiz yöntemlerini de etkilemiş olabilir.

Çalışmaların sonuç bölümleri incelendiğinde orantısal akıl yürütme sürecinde kullanılan yaklaşımların büyük çoğunun olumlu etkiler gösterdiği yalnızca bir araştırmada olumsuz etkiyle sonuçlandığı görülmüştür. Orantısal akıl yürütmenin ilişkili olduğu düşünülen becerilerin yine büyük çoğunluğunun anlamlı ilişkiler gösterirken üç makalede sunulan beceriyle anlamlı bir ilişkisi bulunamamıştır. Problem çözme sürecinde öğrencilerin performanslarının açığa çıktığı sonucuna da ulaşılmıştır.

Çalışmaların öneriler bölümü analiz edilmiş, 2 kategoriye ayrılmış öğretmenler ve araştırmacılar için öneriler sunulmuştur. Araştırmacılara yönelik öneriler çoğunlukta olmuştur ($f=36$). Farklı değişken ve becerilerle orantısal akıl yürütme ilişkisinin incelenmesi ($f=14$), Çeşitli araç-yazılımların kullanılması ($f=5$), örneklemin daha geniş ve uzun vadeli olması ($f=4$), farklı bağlamlarda araştırmalar yapılması ($f=4$), problem türlerinin çeşitlendirilmesi ($f=4$) en fazla frekansa sahip önerilerdir.

Öğretmenler, orantısal akıl yürütme sürecinde ters yüz öğrenme vb. teknikleri kullanabilme, yazılımlarla geliştirilen oyunları sınıfa uyarlayabilme, kesir etiketleri, vb. çeşitli materyalleri kullanabilme gibi farklı öğretim modellerine ve stratejilerine hâkim olmalı ve ders içeriklerini zenginleştirmek için çeşitli stratejiler kullanabilmelidir. Öğrencilerin orantısal akıl yürütme sürecinde problem çözme yetenekleri incelenmeli ve eksiklikler tespit edilerek giderilebilir. Orantısal düşünme becerilerinin geliştirilmesi için öğrencilere daha fazla somut örnekler ve modeller sunulabilir.

Orantısal akıl yürütme ile ilgili araştırmalarda farklı yöntemler kullanılmalı ve bu çalışmalar daha geniş örneklem grupları üzerinde yapılabilir. Orantısal akıl yürütmenin, öğrencilerin diğer matematiksel becerileriyle olan ilişkisini tespit eden çalışmalarda yer verilen değişkenler üzerinde uzun vadeli ve kapsamlı araştırmalar yapılabilir. Çalışmalarda etkisi görülen yaklaşım ve yöntemlerin neler olduğu ve nasıl uygulandığı üzerinde durulabilir.

Yazar Katkı Beyanı:

Hatice ÇETİN: Kavramsallaştırma, metodoloji, derleme, veri toplama ve analizi, kodlama, düzenleme.

Aleyna KOÇ: Literatür tarama, veri toplama ve analizi, derleme, kodlama, ön-taslak yazma.

4. KAYNAKÇA

- Abrahamson, D., Gutiérrez, J., Charoenying, T., Negrete, A., & Bumbacher, E. (2012). Fostering hooks and shifts: tutorial tactics for guided mathematical discovery. *Technology, Knowledge and Learning*, 17(1-2), 61-86. <https://doi.org/10.1007/s10758-012-9192-7>
- Abreu-Mendoza, R. A., Coulanges, L., Ali, K., Powell, A. B., & Rosenberg-Lee, M. (2020). Children's discrete proportional reasoning is related to inhibitory control and enhanced by priming continuous representations. *Journal of Experimental Child Psychology*, 199, 104931. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2020.104931>
- Abreu-Mendoza, R. A., Coulanges, L., Ali, K., Powell, A. B., & Rosenberg-Lee, M. (2021). From non-symbolic to symbolic proportions and back: a cuisenaire rod proportional reasoning intervention enhances continuous proportional reasoning skills. *Frontiers in Psychology*, 12, 633077. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.633077>

- Açıkgül, K. (2021). Developing a two-tier proportional reasoning skill test: validity and reliability studies. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 8(2), 357-375. <https://doi.org/10.21449/ijate.909316>
- Alfieri, L., Higashi, R., Shoop, R., & Schunn, C. D. (2015). Case studies of a robot-based game to shape interests and hone proportional reasoning skills. *International Journal of STEM Education*, 2(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0017-9>
- Arıcan, M. (2019). A diagnostic assessment to middle school students' proportional reasoning. *Turkish Journal of Education*, 8(4), 237-257. <https://doi.org/10.19128/turje.522839>
- Asterhan, C. S. C., Schwarz, B. B., & Cohen-Eliyahu, N. (2014). Outcome feedback during collaborative learning: Contingencies between feedback and dyad composition. *Learning and Instruction*, 34, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2014.07.003>
- Ayan Civak, R., Işıksal Bostan, M., & Yemen Karpuzcu, S. (2021). Erken orantısal akıl yürütmeye yönelik öğrenme rotasının geliştirilmesi: bir tasarı araştırması. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(3), 433-461. <https://doi.org/10.17860/mersinefd.949263>
- Ayan, R., & Işıksal Bostan, M. (2018). Middle school students' reasoning in nonlinear proportional problems in geometry. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(3), 503-518. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9777-z>
- Ayan, R., & Işıksal Bostan, M. (2019). Middle school students' proportional reasoning in real life contexts in the domain of geometry and measurement. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 50(1), 65-81. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2018.1468042>
- Ayan-Civak, R., Işıksal-Bostan, M., & Yemen-Karpuzcu, S. (2023). From informal to formal understandings: Analysing the development of proportional reasoning and its retention. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 55(7), 1704-1726. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2022.2160384>
- Bakker, A., Groenveld, D., Wijers, M., Akkerman, S. F., & Gravemeijer, K. P. E. (2014). Proportional reasoning in the laboratory: An intervention study in vocational education. *Educational Studies in Mathematics*, 86(2), 211-221. <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9393-y>
- Basu, D., & Nguyen, H. B. (2021). Eating healthy: understanding added sugar through proportional reasoning. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(23), 12821. <https://doi.org/10.3390/ijerph182312821>
- Batanero, C., Hernández-Solís, L. A., & Gea, M. M. (2023). Analysing costa rican and spanish students' comparisons of probabilities and ratios. *Statistics Education Research Journal*, 22(3), 7. <https://doi.org/10.52041/serj.v22i3.659>
- Baykul, Y. (2022). *İlkokulda matematik öğretimi*. 11. baskı, Pegem Akademi.
- Begolli, K. N., Booth, J. L., Holmes, C. A., & Newcombe, N. S. (2020). How many apples make a quarter? The challenge of discrete proportional formats. *Journal of Experimental Child Psychology*, 192, 104774. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2019.104774>
- Begolli, K. N., Dai, T., McGinn, K. M., & Booth, J. L. (2021). Could probability be out of proportion? Self-explanation and example-based practice help students with lower proportional reasoning skills learn probability. *Instructional Science*, 49(4), 441-473. <https://doi.org/10.1007/s11251-021-09550-9>
- Ben-Chaim, D., Fey, J. T., Fitzgerald, W. M., Benedetto, C., & Miller, J. (1998). Proportional reasoning among 7th grade students with different curricular experiences. *Educational Studies in Mathematics*, 36(3), 247-273. <https://doi.org/10.1023/A:1003235712092>
- Bentley, B., & Yates, G. C. R. (2017). Facilitating proportional reasoning through worked examples: Two classroom-based experiments. *Cogent Education*, 4(1), 1297213. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2017.1297213>
- Burfitt, J. (2021). Using partial knowledge to inform the creation of learning progressions. *Australian Journal of Education*, 65(3), 299-312. <https://doi.org/10.1177/00049441211037409>

- Burgos, M., & Godino, J. D. (2019a). Emergencia de razonamiento proto-algebraico en tareas de proporcionalidad en estudiantes de primaria. *Educación Matemática*, 31(3), 117-150. <https://doi.org/10.24844/EM3103.05>
- Burgos, M., & Godino, J. D. (2019b). Trabajando juntos situaciones introductorias de razonamiento proporcional en primaria. Análisis de una experiencia de enseñanza centrada en el profesor, en el estudiante y en el contenido. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 33(63), 389-410. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v33n63a19>
- Burnham, J. F. (2006). Scopus database: A review. *Biomedical Digital Libraries*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.1186/1742-5581-3-1>
- Callingham, R., & Siemon, D. (2021). Connecting multiplicative thinking and mathematical reasoning in the middle years. *The Journal of Mathematical Behavior*, 61, 100837. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2020.100837>
- Canoğulları, A., & Erbaş, A. K. (2024). Students' use of dragging modalities in solving proportional problems supported with interactive simulations: A multiple case study with sixth and seventh-grade students. *Interactive Learning Environments*, 1-17. <https://doi.org/10.1080/10494820.2024.2312943>
- Carney, M. B., Smith, E., Hughes, G. R., Brendefur, J. L., & Crawford, A. (2016). Influence of proportional number relationships on item accessibility and students' strategies. *Mathematics Education Research Journal*, 28(4), 503-522. <https://doi.org/10.1007/s13394-016-0177-z>
- Carney, M., Paulding, K., & Champion, J. (2022). Efficient Assessment of Students' Proportional Reasoning. *Applied Measurement in Education*, 35(1), 46-62. <https://doi.org/10.1080/08957347.2022.2034825>
- Che, M., Wiegert, E., & Threlkeld, K. (2012). Problem solving strategies of girls and boys in single-sex mathematics classrooms. *Educational Studies In Mathematics*, 79(2), 311-326. <https://doi.org/10.1007/s10649-011-9346-x>
- Chernyak, N., Turnbull, V., Gordon, R., Harris, P. L., & Cordes, S. (2020). Counting promotes proportional moral evaluation in preschool-aged children. *Cognitive Development*, 56, 100969. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2020.100969>
- Ching, B. H.-H., & Kong, K. H. C. (2022). Development of children's informal understanding of division through sharing: Contributions of reasoning demands and problem situations. *Early Childhood Research Quarterly*, 59, 228-242. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2021.12.013>
- Clark, F. B., & Kamii, C. (2024). *Identification of Multiplicative Thinking in Children in Grades 1-5*.
- Cortina, J. L., Visnovska, J., & Zuniga, C. (2014). Unit fractions in the context of proportionality: Supporting students' reasoning about the inverse order relationship. *Mathematics Education Research Journal*, 26(1), 79-99. <https://doi.org/10.1007/s13394-013-0112-5>
- Çelik, A., & Özdemir, E. Y. (2011). İlköğretim öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerileri ile oran-orantı problemi kurma becerileri arasındaki ilişki. *Pamukkale University Journal of Education*, 30.
- Çetin, H., & Ertekin, E. (2011). The Relationship Between Eighth Grade Primary School Students' Proportional Reasoning Skills And Success In Solving Equations. *International Journal of Instruction*.
- Çetiner, S. (2022). *Kavram Karikatürlerinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Orantısal Akıl Yürütme Becerilerine Etkisi* [Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi].
- De Keersmaecker, K., Vanluydt, E., Onghena, P., & Van Dooren, W. (2023). The relation between proportional vocabulary and proportional reasoning abilities in young children. *European Journal of Psychology of Education*. <https://doi.org/10.1007/s10212-023-00767-5>
- Demir, Ü. (2019). Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Orantısal Akıl Yürütme Süreçlerinin Bilişsel Açıdan İncelenmesi [Yüksek Lisans Tezi]. Bayburt Üniversitesi.
- Dominguez, H., LopezLeiva, C. A., & Khisty, L. L. (2014). Relational engagement: Proportional reasoning with bilingual Latino/a students. *Educational Studies In Mathematics*, 85(1), 143-160. <https://doi.org/10.1007/s10649-013-9501-7>

- Dooren, W. V., Bock, D. D., & Verschaffel, L. (2010). From addition to multiplication ... and back: the development of students' additive and multiplicative reasoning skills. *Cognition and Instruction*, 28(3), 360-381. <https://doi.org/10.1080/07370008.2010.488306>
- Dooren, W. V., & Vamvakoussi, X. (2018). *Proportional reasoning*. Educational Practices Series. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/file:///C:/Users/lenovo/Downloads/educational-practices-30-v9.pdf
- Educational Studies in Mathematics (2025). *Impact IF 2024-2025*, h-indeks, SJR ve diğer metrikler. *Resurchify*. Erişim tarihi — 12 Ağustos 2025, <https://www.resurchify.com/impact/details/25961>
- Ergene, Ö., & Karaboğaz, Y. (2024). The effect of the flipped classroom model on students proportional reasoning. *Journal of Pedagogical Research*, 1. <https://doi.org/10.33902/JPR.202425424>
- Falagas, M. E., Pitsouni, E. I., Malietzis, G. A., & Pappas, G. (2008). Comparison of pubmed, scopus, web of science, and google scholar: strengths and weaknesses. *The FASEB Journal*, 22(2), 338-342. <https://doi.org/10.1096/fj.07-9492LSF>
- Fernández, C., & Llinares, S. (2011). De la estructura aditiva a la multiplicativa: Efecto de dos variables en el desarrollo del razonamiento proporcional. *Infancia y Aprendizaje*, 34(1), 67-80. <https://doi.org/10.1174/021037011794390111>
- Fernandez, C., & Llinares, S. (2012). Implicative relations between strategies used in solving proportional and non-proportional problems. *Revista Latinoamericana De Investigacion En Matematica Educativa-Relime*, 15(1), 9-33.
- Fernández, C., Llinares, S., Dooren, W. V., Bock, D. D., & Verschaffel, L. (2011). Effect of number structure and nature of quantities on secondary school students' proportional reasoning. *Studia Psychologica*.
- Fielding-Wells, J., Dole, S., & Makar, K. (2014). Inquiry pedagogy to promote emerging proportional reasoning in primary students. *Mathematics Education Research Journal*, 26(1), 47-77. <https://doi.org/10.1007/s13394-013-0111-6>
- Fischbein, E., Deri, M., Nello, M. S., & Marino, M. S. (1985). The role of implicit models in solving verbal problems in multiplication and division. *Journal for Research in Mathematics Education*, 16(1), 3-17.
- Gea, M. M., Hernández-Solís, L. A., Batanero, C., & Álvarez-Arroyo, R. (2023). Relating students' proportional reasoning level and their understanding of fair games. *Journal on Mathematics Education*, 14(4), 663-682. <https://doi.org/10.22342/jme.v14i4.pp663-682>
- Gouet, C., Carvajal, S., Halberda, J., & Peña, M. (2020). Training nonsymbolic proportional reasoning in children and its effects on their symbolic math abilities. *Cognition*, 197, 104154. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2019.104154>
- Gürler Karakoca, A. (2019). *Ortaokul Öğrencilerinin Orantısal Akıl Yürütme Becerilerinin Gelişiminin Varsayım Dayalı Öğrenme Rotası Kapsamında İncelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi].
- Hackenberg, A. J., Aydeniz-Temiz, F., & Borowski, R. S. (2023). Middle school students at three stages of units coordination learn to make same speeds. *The Journal of Mathematical Behavior*, 72, 101085. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2023.101085>
- Haddaway, N. R., Woodcock, P., Macura, B., & Collins, A. (2015). Making literature reviews more reliable through application of lessons from systematic reviews. *Conservation Biology*, 29(6), 1596-1605. <https://doi.org/10.1111/cobi.12541>
- Haja, S., & Clarke, D. (2011). Middle school students' responses to two-tier tasks. *Mathematics Education Research Journal*, 23(1), 67-76. <https://doi.org/10.1007/s13394-011-0004-5>
- Ham, L., & Gunderson, E. A. (2019). Utilizing analogical reasoning to aid children's proportional reasoning understanding. *Journal of Numerical Cognition*, 5(2), 140-157. <https://doi.org/10.5964/jnc.v5i2.193>

- Hamamouche, K., & Cordes, S. (2023). Winning or losing: Children's proportional reasoning across motivational contexts. *Cognitive Development*, 68, 101390. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2023.101390>
- Hejnová, E., Eisenmann, P., Cihlář, J., & Příbyl, J. (2018). Relations between scientific reasoning, culture of problem solving and pupil's school performance. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, 11(2), 38-44. <https://doi.org/10.7160/eriesj.2018.110203>
- Hernández-Solís, L. A., Batanero, C., & Gea, M. M. (2023). Costa Rican students' proportional reasoning and comparing probabilities in spinners. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(12), em2373. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13869>
- Hilton, A., Hilton, G., Dole, S., & Goos, M. (2013). Development and application of a two-tier diagnostic instrument to assess middle-years students' proportional reasoning. *Mathematics Education Research Journal*, 25(4), 523-545. <https://doi.org/10.1007/s13394-013-0083-6>
- Hilton, A., Hilton, G., Dole, S., & Goos, M. (2016). Promoting middle school students' proportional reasoning skills through an ongoing professional development programme for teachers. *Educational Studies in Mathematics*, 92(2), 193-219. <https://doi.org/10.1007/s10649-016-9694-7>
- Hino, K., & Kato, H. (2019). Teaching whole-number multiplication to promote children's proportional reasoning: A practice-based perspective from Japan. *ZDM-Mathematics Education*, 51(1, SI), 125-137. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0993-6>
- Howe, C., Luthman, S., Ruthven, K., Mercer, N., Hofmann, R., Ilie, S., & Guardia, P. (2015). Rational number and proportional reasoning in early secondary school: Towards principled improvement in mathematics. *Research in Mathematics Education*, 17(1), 38-56. <https://doi.org/10.1080/14794802.2015.1019914>
- Howe, C., Nunes, T., & Bryant, P. (2011). Rational number and proportional reasoning: using intensive quantities to promote achievement in mathematics and science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(2), 391-417. <https://doi.org/10.1007/s10763-010-9249-9>
- Hurst, M. A., & Cordes, S. (2019). Talking about proportion: Fraction labels impact numerical interference in non-symbolic proportional reasoning. *Developmental Science*, 22(4), e12790. <https://doi.org/10.1111/desc.12790>
- Hurst, M. A., & Levine, S. C. (2022). Children's understanding of most is dependent on context. *Cognition*, 225, 105149. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2022.105149>
- Hurst, M. A., Wong, A., Gordon, R., Alam, A., & Cordes, S. (2022). Children's gesture use provides insight into proportional reasoning strategies. *Journal of Experimental Child Psychology*, 214, 105277. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2021.105277>
- Im, S., & Jitendra, A. K. (2020). Analysis of proportional reasoning and misconceptions among students with mathematical learning disabilities. *The Journal of Mathematical Behavior*, 57, 100753. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2019.100753>
- İşıksal Bostan, M., Yemen Karpuzcu, S., & Ayan Civak, R. (2020). Orantısal akıl yürütmenin gelişimine yönelik varsayıma dayalı öğrenme rotasının geliştirilmesi. *Hacettepe University Journal of Education*, 1-21. <https://doi.org/10.16986/HUJE.2020063485>
- Jitendra, A. K., Harwell, M. R., Karl, S. R., Im, S., & Slater, S. C. (2021). Investigating the generalizability of schema-based instruction focused on proportional reasoning: a multi-state study. *The Journal of Experimental Education*, 89(4), 587-604. <https://doi.org/10.1080/00220973.2020.1751580>
- Jitendra, A. K., Star, J. R., Dupuis, D. N., & Rodriguez, M. C. (2013). Effectiveness of schema-based instruction for improving seventh-grade students' proportional reasoning: a randomized experiment. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 6(2), 114-136. <https://doi.org/10.1080/19345747.2012.725804>
- Kahraman, H., Kul, E., & Aydoğdu İskenderoglu, T. (2018). Strategies 7th and 8th graders employ for quantitative proportional reasoning problems. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*. <https://doi.org/10.16949/turkbilmat.333046>

- Kaplan, A., & Ozturk, M. (2012). The effect of computer based instruction method on instruction of ratio-proportion and development of proportional reasoning. *Energy Education Science And Technology Part B-Social And Educational Studies*, 4(3), 1663-1672.
- Karaçam, Z. (2013). Sistematik derleme metodolojisi: Sistematik derleme hazırlamak için bir rehber. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, 6(1), 26-33.
- Karaboğaz, Y. (2023). *Ters Yüz Öğrenme Modeli İle Gerçekleştirilen Bir Öğretim Süreci: Orantısal Akıl Yürütme Becerisinin İncelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi].
- Karlı, M. G., & Yıldız, E. (2022). Incorrect strategies developed by seventh- grade students to solve proportional reasoning problems. *Journal of Qualitative Research in Education*, 22(29). <https://doi.org/10.14689/enad.29.5>
- Khasawneh, A. A., Al-Barakat, A. A., & Almahmoud, S. A. (2022). The effect of error analysis-based learning on proportional reasoning ability of seventh-grade students. *Frontiers in Education*, 7, 899288. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.899288>
- Langrall, C. W., & Swafford, J. (2000). Three balloons for two dollars: Developing proportional reasoning. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 6(4), 254-261.
- Liu, C.-J., & Shen, M.-H. (2011). The influence of different representations on solving concentration problems at elementary school. *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 621-629. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9293-4>
- Lundberg, A. L. V. (2022). Encountering proportional reasoning during a single algebra lesson: a microgenetic analysis. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 17(1), em0673. <https://doi.org/10.29333/iejme/11571>
- Lundberg, Anna. L. V., & Kilhamn, C. (2018). Transposition of knowledge: encountering proportionality in an algebra task. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(3), 559-579. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9781-3>
- Magalhães Teixeira, P. J. (2021). Mobilizando o raciocínio proporcional na resolução de questões percentuais via uso de funções lineares. *Perspectivas em Diálogo: revista de educação e sociedade*, 8(17), 506-527. <https://doi.org/10.55028/pdres.v8i17.12578>
- Miles, M. B. (1994). Qualitative data analysis: An expanded sourcebook. *Thousand Oaks*.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). *Matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1-8. sınıflar)*.
- Modestou, M., & Gagatsis, A. (2007). Students' improper proportional reasoning: A result of the epistemological obstacle of "linearity". *Educational Psychology*, 27(1), 75-92. <https://doi.org/10.1080/01443410601061462>
- Mongeon, P., & Paul-Hus, A. (2016). The journal coverage of Web of Science and Scopus: A comparative analysis. *Scientometrics*, 106(1), 213-228. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1765-5>
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). Principles and standards for school mathematics. Reston, VA: NCTM Publications.
- Ng, R., Heyman, G. D., & Barner, D. (2011). Collaboration promotes proportional reasoning about resource distribution in young children. *Developmental Psychology*, 47(5), 1230-1238. <https://doi.org/10.1037/a0024923>
- Nunokawa, K. (2012). Multi-relation strategy in students' use of a representation for proportional reasoning. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 8(4). <https://doi.org/10.12973/eurasia.2012.842a>
- Obersteiner, A., Bernhard, M., & Reiss, K. (2015). Primary school children's strategies in solving contingency table problems: The role of intuition and inhibition. *ZDM-Mathematics Education*, 47(5), 825-836. <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0681-8>
- Öz, E. (2020). *Ortaöğretim Öğrencilerinin Orantısal Akıl Yürütme Becerilerinin İncelenmesi* [Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi].

- Öztürk, M. (2020). The relationship between self-regulation and proportional reasoning: the mediating role of reflective thinking towards problem solving. *TED Eğitim ve Bilim* <https://doi.org/10.15390/EB.2020.8480>
- Pakmak, G. S. (2014). 6. Sınıf Öğrencilerinin Niceliksel ve Niteliksel Orantısal Akıl Yürütme Problemlerinin Çözümündeki Anlayışlarının İncelenmesi [Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi].
- Proulx, J. (2023). Relative proportional reasoning: transition from additive to multiplicative thinking through qualitative and quantitative enmeshments. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 22(2), 353-374. <https://doi.org/10.1007/s10763-023-10373-y>
- Resnick, I., Newcombe, N., & Goldwater, M. (2023). Reasoning about fraction and decimal magnitudes, reasoning proportionally, and mathematics achievement in Australia and the United States. *Journal of Numerical Cognition*, 9(1), 222-239. <https://doi.org/10.5964/jnc.8249>
- Ricart, M., & Estrada, A. (2022). Combinatorial and proportional task: looking for intuitive strategies in primary education. *Mathematics*, 10(8), 1340. <https://doi.org/10.3390/math10081340>
- Riehl, S. M., & Steinthorsdottir, O. B. (2019). Missing-value proportion problems: The effects of number structure characteristics. *Investigations in Mathematics Learning*, 11(1), 56-68. <https://doi.org/10.1080/19477503.2017.1375361>
- Sari, Y. M., Fiangga, S., Milla, Y. I. E., & Puspaningtyas, N. D. (2023). Exploring students' proportional reasoning in solving guided-unguided area conservation problem: A case of Indonesian students. *Journal on Mathematics Education*, 14(2), 375-394. <https://doi.org/10.22342/jme.v14i2.pp375-394>
- Scheibling-Sève, C., Gvozdic, K., Pasquinelli, E., & Sander, E. (2022). Enhancing cognitive flexibility through a training based on multiple categorization: Developing proportional reasoning in primary school. *Journal of Numerical Cognition*, 8(3), 443-472. <https://doi.org/10.5964/jnc.7661>
- Schwarz, B. B., & Linchevski, L. (2007). The role of task design and argumentation in cognitive development during peer interaction: The case of proportional reasoning. *Learning and Instruction*, 17(5), 510-531. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.009>
- Shin, J., Lee, S. J., & Steffe, L. P. (2020). Problem solving activities of two middle school students with distinct levels of units coordination. *The Journal of Mathematical Behavior*, 59, 100793. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2020.100793>
- Steinthorsdottir, O. B., & Sriraman, B. (2009). Icelandic 5th-grade girls' developmental trajectories in proportional reasoning. *Mathematics Education Research Journal*, 21(1), 6-30. <https://doi.org/10.1007/BF03217536>
- Stemn, B. S. (2008). Building middle school students' understanding of proportional reasoning through mathematical investigation. *Education* 3-13, 36(4), 383-392. <https://doi.org/10.1080/03004270801959734>
- Supply, A.-S., Vanluydt, E., Van Dooren, W., & Onghena, P. (2023). Out of proportion or out of context? Comparing 8- to 9-year-olds' proportional reasoning abilities across fair-sharing, mixtures, and probability contexts. *Educational Studies in Mathematics*, 113(3), 371-388. <https://doi.org/10.1007/s10649-023-10212-5>
- Tall, D., & Razali, M. R. (1993). Diagnosing Students' Difficulties In Learning Mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 24(2), 209-222. <https://doi.org/10.1080/0020739930240206>
- Taylor, A., & Jones, G. (2009). Proportional Reasoning Ability and Concepts of Scale: Surface area to volume relationships in science. *International Journal of Science Education*, 31(9), 1231-1247. <https://doi.org/10.1080/09500690802017545>
- Ter Vrugte, J., De Jong, T., Vandercruysse, S., Wouters, P., Van Oostendorp, H., & Elen, J. (2017). Computer game-based mathematics education: Embedded faded worked examples facilitate knowledge acquisition. *Learning and Instruction*, 50, 44-53. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.11.007>

- Ter Vrugte, J., De Jong, T., Wouters, P., Vandercruysse, S., Elen, J., & Van Oostendorp, H. (2015). When a game supports prevocational math education but integrated reflection does not. *Journal of Computer Assisted Learning*, 31(5), 462-480. <https://doi.org/10.1111/jcal.12104>
- Thurn, C., Nussbaumer, D., Schumacher, R., & Stern, E. (2022). The Role of Prior Knowledge and Intelligence in Gaining from a Training on Proportional Reasoning. *Journal of Intelligence*, 10(2), 31. <https://doi.org/10.3390/jintelligence10020031>
- Tjoe, H., & De La Torre, J. (2014). On recognizing proportionality: Does the ability to solve missing value proportional problems presuppose the conception of proportional reasoning? *The Journal of Mathematical Behavior*, 33, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2013.09.002>
- Tomaz, V. S., & David, M. M. (2015). How students' everyday situations modify classroom mathematical activity: the case of water consumption. *Journal for Research in Mathematics Education*, 46(4), 455-496. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.46.4.0455>
- Uçar, R. (2022). *Orantısal Akıl Yürütme Üzerine Sistemik Derleme Çalışması* [Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi].
- Uçar, Z., & Bozkuş, F. (2016). İlkokul ve ortaokul öğrencilerinin orantısal durumları orantısal olmayan durumlardan ayırt edebilme becerileri. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(3), 281-299.
- Vanluydt, E., De Keyser, L., Verschaffel, L., & Van Dooren, W. (2023). Stimulating early proportional reasoning: An intervention study in second graders. *European Journal of Psychology of Education*. <https://doi.org/10.1007/s10212-023-00696-3>
- Vanluydt, E., Degrande, T., Verschaffel, L., & Van Dooren, W. (2020). Early stages of proportional reasoning: A cross-sectional study with 5- to 9-year-olds. *European Journal of Psychology of Education*, 35(3), 529-547. <https://doi.org/10.1007/s10212-019-00434-8>
- Vanluydt, E., Supply, A.-S., Verschaffel, L., & Van, W. (2021). The importance of specific mathematical language for early proportional reasoning. *Early Childhood Research Quarterly*, 55, 193-200. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2020.12.003>
- Vanluydt, E., Verschaffel, L., & Van Dooren, W. (2022a). The early development of proportional reasoning: A longitudinal study of 5- to 8-year-olds. *Journal of Educational Psychology*, 114(6), 1343-1358. <https://doi.org/10.1037/edu0000734>
- Vanluydt, E., Verschaffel, L., & Van Dooren, W. (2022b). The role of relational preference in word-problem solving in 6-to 7-year-olds. *Educational Studies In Mathematics*, 110(3), 393-411. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10139-9>
- Vanluydt, E., Wijns, N., Torbeyns, J., & Van Dooren, W. (2021). Early childhood mathematical development: The association between patterning and proportional reasoning. *Educational Studies in Mathematics*, 107(1), 93-110. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-10017-w>
- Verdú, F. (2012). Características Del Desarrollo Del Razonamiento Proporcional En La Educación Primaria Y Secundaria. *enseñanza de las ciencias*, 30(1), 129-142.
- Warshauer, H. K. (2015). Productive struggle in middle school mathematics classrooms. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 18(4), 375-400. <https://doi.org/10.1007/s10857-014-9286-3>
- Wilkie, K. J. (2016). Students' use of variables and multiple representations in generalizing functional relationships prior to secondary school. *Educational Studies in Mathematics*, 93(3), 333-361. <https://doi.org/10.1007/s10649-016-9703-x>
- Zhu, J., & Liu, W. (2020). A tale of two databases: The use of Web of Science and Scopus in academic papers. *Scientometrics*, 123(1), 321-335. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03387-8>