



Analysis of Spatial Reasoning of Middle School Students According to Van Hiele Geometric Thinking Levels

Furkan Başarı¹ , Hatice Çetin¹

Necmettin Erbakan University, Konya, Türkiye

ABSTRACT

This study aims to examine the spatial reasoning skills of middle school students in the context of Van Hiele geometric thinking levels. The study was conducted using the survey model, one of the quantitative methods. The study included a total of 504 7th and 8th grade middle school students studying in Istanbul, who were selected through convenient sampling technique, which is one of the non-probability sampling methods. In the study, Van Hiele Geometric Thinking Test and Spatial Reasoning Test were used to measure students' geometric thinking and spatial reasoning skills. As a result of the analysis of the data obtained, it was determined that the Van Hiele geometric thinking levels of the students were lower than expected. In addition, it was observed that students' general spatial reasoning skills were also low. Among the subcomponents of these skills, mental rotation and spatial visualization scores were quite low, whereas spatial orientation skills were found to be at a higher level than the other components. In addition, it was revealed that there was a significant relationship between students' spatial reasoning skills and their Van Hiele geometric thinking levels. In particular, mental rotation and spatial orientation skills were found to be affected by students' geometric thinking levels. This study suggests that spatial reasoning skills play a critical role in developing students' geometric thinking levels.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 03.07.2025

Received in revised form: 21.11.2025

Accepted: 22.12.2025

Available online: 31.03.2026

Type of article: Research Paper

Keywords: geometric thinking, spatial reasoning, middle grade mathematics

© 2026 IJESIM. All rights reserved

Extended Abstract

Geometry education supports learners' ability to interpret shapes, compare structures, analyze relationships, and construct logical arguments. Yet, national and international assessment results demonstrate that geometry remains one of the most difficult mathematical domains for middle school students (TIMSS, 2019; NCTM, 2000). One of the most recognized frameworks for explaining students' geometric cognition is the Van Hiele Geometric Thinking Model, which defines five hierarchical levels of geometric thought (Crowley, 1987). Research also indicates that spatial reasoning—especially mental rotation, spatial visualization, and spatial orientation—plays a fundamental role in supporting geometric thinking and students' success in learning abstract geometric relations (Turgut, 2007; Lowrie et al., 2019).

Despite growing evidence linking spatial reasoning and geometric cognition, many studies investigate these constructs within a single grade level or rely on similar multiple-choice instruments, resulting in repetition in measurement tools and limited insight into students' actual reasoning strategies. This study differs by employing a more comprehensive spatial reasoning instrument and examining

¹Corresponding author's address: Necmettin Erbakan University, Konya, Türkiye
e-mail: haticebts@gmail.com
DOI: <https://doi.org/10.17278/ijesim.1734026>

students at two different grade levels comparatively, aiming to contribute more robust evidence for spatial reasoning–geometry learning links.

A quantitative cross-sectional survey design was used. The sample included 504 middle school students enrolled in public schools in Istanbul, selected through convenience sampling. The sample showed balanced gender representation (239 female, 265 male). The Van Hiele Geometric Thinking Test (Usiskin, 1982; adapted by Duatepe, 2000) and the Spatial Reasoning Test (Ramful, Lowrie and Logan, 2017; Turkish adaptation: Arıkan et al., 2022) were used as data collection instruments.

The general findings revealed that students' geometric thinking levels were lower than curriculum expectations. Most learners were clustered at Level 1 (Visual Recognition), while a large portion of students remained at the pre-recognition stage, meaning they could not meet the minimum performance criteria required even for Level 1 classification. Very few students reached Level 2 (Analysis) or Level 3 (Basic Inference), and importantly, no students reached Level 4 or 5, which corresponds to formal deduction and systematic geometric reasoning.

Similarly, spatial reasoning performance was generally low across students, especially in components that involve mentally transforming or reconstructing geometric objects. The most challenging subcomponent was mental rotation, followed by spatial visualization, while spatial orientation was relatively stronger, although not high overall.

Although the study intentionally did not focus on extensive numerical reporting, key descriptive means included Mental Rotation ($\bar{X} = 3.67$, $ss = 2.18$), Spatial Visualization ($\bar{X} = 1.71$, $ss = 1.16$), and Spatial Orientation ($\bar{X} = 5.42$, $ss = 1.92$).

Relational analyses demonstrated that spatial reasoning and geometric thinking are significantly associated. Students at higher Van Hiele levels consistently demonstrated stronger spatial reasoning performance. MANOVA results confirmed that Van Hiele geometric thinking level had a significant effect on spatial reasoning skills ($p < .05$). The strongest influence was observed for total spatial reasoning performance ($\eta^2 = .12$), while notable effects were also found for mental rotation ($\eta^2 = .08$) and spatial orientation ($\eta^2 = .07$). These results indicate that students' spatial reasoning performance improves as their geometric thinking level increases, and that geometric thinking acts as a predictor for spatial reasoning components that involve understanding movement and spatial position.

From a practice-oriented perspective, the study emphasizes that supporting students' spatial reasoning development requires strengthening their geometric thinking progression. However, since the multiple-choice format of the Van Hiele test limits visibility into students' reasoning strategies, future research should examine how students think during spatial transformation and geometric reasoning through qualitative or mixed methods. This study suggests that spatial reasoning is not merely a complementary skill but a cognitive foundation and bridge for advancing geometric reasoning, particularly toward formal deduction levels. The results contribute general evidence for mathematics educators, curriculum developers, and teacher educators to integrate spatial reasoning-enhancing tasks into middle school geometry instruction.

Ortaokul Öğrencilerinin Uzamsal Akıl Yürütme Becerilerinin Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeylerine Göre İncelenmesi

Furkan Başarır¹, Hatice Çetin¹

Necmettin Erbakan University, Konya, Türkiye

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, ortaokul öğrencilerinin uzamsal akıl yürütme becerilerini Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri bağlamında incelemektir. Araştırma, nicel yöntemlerden biri olan tarama (anket/survey) modeli kullanılarak yürütülmüştür. Çalışma, olasılığa dayalı olmayan örnekleme yöntemleri arasında yer alan uygun (kolay ulaşılabilir) örnekleme tekniğiyle seçilmiş, İstanbul'da öğrenim gören toplam 504 yedinci ve sekizinci sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, öğrencilerin geometrik düşünme düzeylerini ölçmek için Van Hiele Geometrik Düşünme Testi, uzamsal akıl yürütme becerilerini değerlendirmek için ise Uzamsal Akıl Yürütme Testi kullanılmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda, öğrencilerin Van Hiele geometrik düşünme düzeylerinin beklenenin altında olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde, öğrencilerin genel uzamsal akıl yürütme becerilerinin de düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bu becerilerin alt bileşenleri incelendiğinde, zihinsel döndürme (mental rotation) ve uzamsal görselleştirme (spatial visualization) puanlarının oldukça düşük olduğu; buna karşın uzamsal yönelim (spatial orientation) becerisinin diğer bileşenlere kıyasla daha yüksek bir düzeyde olduğu görülmüştür. Ayrıca, öğrencilerin uzamsal akıl yürütme becerileri ile Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki bulunduğu ortaya konmuştur. Özellikle zihinsel döndürme ve uzamsal yönelim becerilerinin, öğrencilerin geometrik düşünme düzeylerinden etkilendiği tespit edilmiştir. Bu çalışma, uzamsal akıl yürütme becerilerinin öğrencilerin geometrik düşünme düzeylerinin gelişiminde kritik bir rol üstlendiğini göstermektedir ve bu becerilerin geometrik düşünmenin güçlendirilmesinde önemli bir değişken olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışma bulguları, uzamsal akıl yürütme becerilerinin geliştirilmesine yönelik öğrenme ortamlarının ve öğretim uygulamalarının ortaokul geometrisi bağlamında daha fazla desteklenmesi gerektiğine işaret etmektedir.

MAKALE BİLGİ

Makale Tarihiçesi:

Alındı: 03.07.2025

Düzeltilmiş hali alındı: 21.11.2025

Kabul edildi: 22.12.2025

Çevrimiçi yayımlandı: 31.03.2026

Makale Türü: Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler: geometrik düşünme, uzamsal akıl yürütme, ortaokul matematik

© 2026 IJESIM. Tüm hakları saklıdır

1. Giriş

Geometri, öğrencilere geometrik şekilleri anlamlandırma, farklı şekilleri karşılaştırma ve aralarındaki ilişkileri analiz etme becerisi kazandırmaktadır. Bu nedenle, geometri yalnızca şekillerden ve işlemlerden ibaret bir alan olarak değil, kendine özgü kuralları ve sembolleri bulunan bağımsız bir disiplin olarak ele alınmalıdır (Bayram ve Duatepe Paksu, 2019). Ancak, öğrenciler geometrik şekilleri kavrama ve bu şekiller arasındaki ilişkileri anlama süreçlerinde çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır (Şimşek, 2019). TIMMS (2019) sonuçları da öğrencilerin matematik alanında en fazla zorlandıkları alt boyutun geometri olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle, geometri öğretiminde yeni yaklaşımların ve stratejilerin benimsenmesi gerekliliği giderek daha fazla tartışılmaktadır (Kavaklı vd., 2023). Bu bağlamda, öğrencilere geometrik düşünme becerisi kazandırmanın; yaratıcı ve eleştirel düşünme, tahmin etme, uzamsal beceriler geliştirme ve matematiğin diğer alanlarıyla bağlantı kurma açısından önemli olduğu vurgulanmaktadır (NCTM, 2000).

Geometrik düşünme ile ilgili en yaygın kabul gören model, Van Hiele Geometrik Düşünme Modeli'dir. Bu model, öğrencilerin geometrik düşünme süreçlerini beş farklı düzeyde ele almaktadır: görsel, analiz, basit çıkarım, çıkarım ve sistematik düşünme (Van Hiele, 1984; akt. Crowley, 1987). Van Hiele modeline göre bireylerin geometrik düşünme düzeyleri, yaş faktöründen bağımsız olarak önceki eğitim ve

deneyimlere bağılı olarak gelişmektedir. Bu düzeyler, öğrencilerin geometrik kavramları anlama ve uygulama becerilerini sistematik bir biçimde değerlendirmek için kritik bir yapı sunmaktadır (Usiskin, 1982). Van Hiele düşünme seviyeleri hiyerarşik bir yapıya sahip olup, bu seviyeler arasında ilerleme, öğrencinin sınıf seviyesi ile doğrudan ilişkili değildir (Crowley, 1987). Bu durum, geometrik düşünme becerilerinin yaş faktöründen ziyade bireyin geçmişte aldığı eğitim ve deneyimlerine bağılı olarak şekillendiğini göstermektedir.

Geometrik düşünme becerilerini etkileyen en önemli faktörlerden biri olarak uzamsal yetenek kavramı ile karşılaşmaktayız (Mercan ve Kandır, 2021). Uzamsal yetenek, iki ve üç boyutlu nesnelerin farklı görünümünü algılama, zihinde döndürme ve bu nesnelere zihinsel olarak inşa edebilme becerisi olarak tanımlanmaktadır (Polat vd., 2019). Geometri eğitimi açısından uzamsal yeteneğin, öğrencilerin düşünme biçimini geliştiren önemli bir unsur olduğu belirtilmektedir (Kösa, 2011). Nesnelere zihinde canlandırma, ilişkilerini analiz etme, döndürme ve parçalayıp yeniden oluşturma gibi beceriler uzamsal yeteneğin temel bileşenleri olarak kabul edilmektedir (Arıkan vd., 2022; Turğut, 2007). Uzamsal yeteneğin önemli bir bileşeni olan uzamsal akıl yürütme becerisi, geometri eğitimi kapsamında geliştirilebilir bir zihinsel süreç olarak değerlendirilmektedir (Lowrie vd., 2019). Uzamsal akıl yürütme, bireylerin üç boyutlu nesnelere zihinsel olarak canlandırma, uzaydaki hareketlerini doğru şekilde algılama ve analiz etme becerisi olarak tanımlanmaktadır (Heyer, 2012). Bu beceri, bireylerin soyut düşünme yeteneklerini kullanarak karmaşık uzamsal ilişkileri çözümlenmelerini kolaylaştırmaktadır. Aynı zamanda, nesnelere arasındaki uzamsal ilişkileri doğru bir biçimde değerlendirme ve mantıklı sonuçlar çıkarma sürecinde önemli bir rol oynamaktadır (Kurt vd., 2023).

İlköğretim seviyesinde geometrik düşünme düzeyleri ve uzamsal akıl yürütme becerileri üzerine yapılan çalışmalar, öğrencilerin bu alanlardaki başarılarının düşük seviyelerde olduğunu göstermektedir (Bal, 2014; Ceylan Eliyeşil ve Gürkan, 2023; Er, 2019; Ersoy, 2019; Fidan ve Türnüklü, 2010; Turğut, 2007). Uzamsal akıl yürütme, bireylerin uzamsal ilişkileri anlamasını, bu ilişkileri zihinsel olarak düzenlemesini ve uzamsal problemleri çözme yeteneğini destekleyen temel bir bilişsel süreç olarak değerlendirilmektedir (Tarte, 1990). Uzamsal akıl yürütmenin, öğrencilerin Van Hiele geometrik düşünme seviyelerine ulaşmalarında önemli bir yapı taşı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, mekânsal yönelim, zihinsel döndürme ve mekânsal görselleştirme gibi uzamsal akıl yürütme becerilerinin, soyut geometri kavramlarının öğrenilmesini kolaylaştırdığı ifade edilmektedir.

Van Hiele geometrik düşünme düzeylerini belirlemeye yönelik çalışmaların ağırlıklı olarak ortaokul seviyesinde gerçekleştirildiği görülmektedir (Fidan, 2009; Kılıç, 2003; Yılmaz, 2011). Bu araştırmalar, öğrencilerin geometrik düşünme süreçlerini anlamayı ve bu süreçlerde karşılaştıkları zorlukları tespit etmeyi amaçlamaktadır. Van Hiele modeli, öğrencilerin geometrik kavramları öğrenme süreçlerini sistematik olarak inceleyerek, hangi aşamalardan geçtiklerini ve bu aşamaların nasıl geliştiğini ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, uzamsal akıl yürütme becerilerinin ölçüldüğü ve ortaokul öğrencileri üzerinde yürütülen çalışmalar da bulunmaktadır (Emül, 2013; Turğut, 2007; Yolcu ve Kurtuluş, 2010). Bu çalışmalar, uzamsal yeteneklerin öğrencilerin geometri başarısı üzerindeki etkisini değerlendirmekte ve bu becerilerin geliştirilmesine yönelik öneriler sunmaktadır. Bununla birlikte, Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ile uzamsal akıl yürütme becerilerini birlikte ele alan araştırmaların çoğunlukla tek bir sınıf düzeyinde gerçekleştirildiği görülmektedir (Anıkaydın, 2017; Fidan ve Türnüklü, 2010; Gül, 2014; Kösa ve Kalay, 2018; Misnasanti ve Mahmudi, 2018; Turğut, 2010; Uzun, 2019). Bu çalışmalar, belirli bir yaş grubundaki öğrencilerin geometrik düşünme seviyelerini ve uzamsal akıl yürütme becerilerini inceleyerek iki değişken arasındaki ilişkiyi değerlendirmiştir. Yine, uzamsal akıl yürütme becerisi ile Van Hiele Geometrik Düşünme Modeli'nin birlikte ele alındığı çalışmaların yöntem, örneklem ve ölçme araçları açısından farklılık göstermekte, kullanılan ölçme araçları zamanla tekrara düştüğü görülmüştür.

Bu araştırmada, uzamsal akıl yürütme becerilerini değerlendirmek için matematik eğitiminde daha önce kullanılmamış kapsamlı bir ölçme aracı tercih edilmiştir. Bu çalışma, kapsamlı bir ölçme aracının kullanılması ve farklı sınıf düzeylerindeki öğrencilerin uzamsal akıl yürütme becerilerinin karşılaştırmalı olarak ele alınması yönüyle diğer çalışmalardan farklılık göstermektedir. Bu doğrultuda,

ortaokul öğrencilerinin Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ve uzamsal akıl yürütme becerileri belirlenerek, uzamsal akıl yürütme becerilerinin Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre farklılaşıp farklılaşmadığının incelenmesi amaçlanmıştır.

Bu doğrultuda, araştırmada aşağıdaki sorulara yanıt aranmış ve hipotezler test edilmiştir.

1. Ortaokul 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin geometrik düşünme düzeyleri nedir?
2. Ortaokul 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin uzamsal akıl yürütme beceri puanları nedir?
3. Geometrik düşünme düzeyleri, cinsiyet ve sınıf seviyesine göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

H₀: Öğrencilerin geometrik düşünme düzeyleri cinsiyet değişkenine göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir.

H₁: Öğrencilerin geometrik düşünme düzeyleri cinsiyet değişkenine göre anlamlı bir farklılık göstermektedir.

H₀: Öğrencilerin geometrik düşünme düzeyleri sınıf seviyesi değişkenine göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir.

H₁: Öğrencilerin geometrik düşünme düzeyleri sınıf seviyesi değişkenine göre anlamlı bir farklılık göstermektedir.

4. Uzamsal akıl yürütme puanları, cinsiyet ve sınıf seviyesine göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

H₀: Öğrencilerin uzamsal akıl yürütme puanları cinsiyet değişkenine göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir.

H₁: Öğrencilerin uzamsal akıl yürütme puanları cinsiyet değişkenine göre anlamlı bir farklılık göstermektedir.

H₀: Öğrencilerin uzamsal akıl yürütme puanları sınıf seviyesi değişkenine göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir.

H₁: Öğrencilerin uzamsal akıl yürütme puanları sınıf seviyesi değişkenine göre anlamlı bir farklılık göstermektedir.

5. Uzamsal akıl yürütme becerileri, Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

H₀: Öğrencilerin uzamsal akıl yürütme becerileri Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir.

H₁: Öğrencilerin uzamsal akıl yürütme becerileri Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre anlamlı bir farklılık göstermektedir.

2. Yöntem

Bu araştırmada, geniş bir örneklem grubunun değerlendirilmesi ve yapılandırılmış testlerin kullanılması gerektiğinden kesitsel tarama modeli tercih edilmiştir. Kesitsel tarama, belirli bir zaman diliminde veri toplamayı gerektiren bir araştırma modelidir (Fraenkel vd, 2018).

2.1. Araştırma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu, 2023-2024 eğitim-öğretim yılında İstanbul'da Millî Eğitim Bakanlığı'na bağlı beş farklı devlet ortaokulunda öğrenim gören 7. ve 8. sınıf düzeyindeki 504 öğrenciden oluşmaktadır. Katılımcılar, olasılığa dayalı olmayan örnekleme yöntemlerinden biri olan uygun örnekleme tekniğiyle belirlenmiştir. Bu yöntem, araştırmacının kolay erişebileceği, çalışmaya katılmaya istekli ve uygun görülen bireylerin seçilmesine dayanmaktadır (Büyüköztürk ve ark., 2010).

Tablo 1. Katılımcıların cinsiyet ve sınıf düzeyine göre dağılımı

Sınıf Düzeyleri	Kadın	Erkek	Toplam
7. sınıf	121	153	274
8. sınıf	118	112	230
Toplam	239	265	504

Tablo 1'e göre, katılımcıların cinsiyet ve sınıf seviyelerine göre dağılımı aşağıda sunulmaktadır. Örneklemede, öğrencilerin %47,4'ü kız (N = 239), %52,6'sı ise erkek (N = 265) olup, bu oranlar cinsiyet açısından dengeli bir dağılım göstermektedir. Sınıf düzeyi açısından değerlendirildiğinde, katılımcıların %54,4'ü 7. sınıf (N = 274), %45,6'sı ise 8. sınıf öğrencisidir (N = 230). Bu araştırmada,

öğrencilerin uzamsal akıl yürütme becerileri ile geometrik düşünme seviyelerini incelemek amacıyla yalnızca 7. ve 8. sınıf öğrencileri seçilmiştir. Bu tercihin bilimsel ve pedagojik gerekçeleri şu şekildedir:

Soyut Düşünme Becerisi: Bu yaş grubundaki öğrenciler, somut işlemlerden soyut kavramlara geçiş sürecindedir. Geometrik ilişkileri anlamlandırma ve uzamsal düşünme yetenekleri bu dönemde daha belirgin hale gelmektedir.

Geometri Eğitiminin Yoğunluğu: Türkiye'deki ortaokul müfredatında geometri konuları, özellikle 7. ve 8. sınıflarda yoğun şekilde ele alınmaktadır. Bu seviyedeki öğrenciler, temel geometrik kavramları öğrenirken aynı zamanda uygulamalı problemlerde bu bilgilerini kullanmaktadırlar. Bu nedenle, öğrencilerin bu süreçteki geometrik düşünme düzeylerini değerlendirmek, öğretim programlarının etkinliğini analiz etmek açısından önemlidir (Millî Eğitim Bakanlığı, 2018).

Homojenlik ve Geçerlilik: 7. ve 8. sınıf öğrencileri, akademik içerik açısından benzer eğitim süreçlerinden geçtikleri için, bu grupların karşılaştırılması daha sağlıklı ve anlamlı bulgular sunmaktadır (Creswell, 2014).

2.2. Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada ölçme aracı olarak, Usiskin'in (1982) geliştirdiği "Van Hiele Geometrik Düşünme Testi" ile Ramful, Lowrie ve Logan'ın (2017) tarafından oluşturulan "Mekânsal Akıl Yürütme Testi" kullanılmıştır.

2.2.1. Van Hiele Geometrik Düşünme Testi

Bu test, Usiskin (1982) tarafından geliştirilmiş olup, Duatepe (2000) tarafından Türkçeye uyarlanmıştır (Ek-1). Toplamda 25 maddeden oluşan testte, her soru 5 seçenektir. Test, bireylerin geometrik düşünme seviyelerini belirlemek amacıyla beş farklı düzeye ayrılmıştır. Buna göre, 1-5 numaralı sorular görsel düşünme düzeyini, 6-10 numaralı sorular analiz düzeyini, 11-15 numaralı sorular basit çıkarım düzeyini, 16-20 numaralı sorular çıkarım düzeyini, 21-25 numaralı sorular ise sistematik düşünme düzeyini ölçmektedir.

Bir seviyede başarılı kabul edilebilmek için ilgili düzeydeki 5 sorudan en az 3'üne doğru yanıt verilmesi gerekmektedir. Testin Türkçeye uyarlamasını yapan Duatepe (2000), tarafından hesaplanan güvenilirlik katsayıları birinci, ikinci ve üçüncü düzeyler için sırasıyla .82, .51 ve .70 'tir. Testin güvenilirlik katsayısı bu araştırma kapsamında 0,46 olarak hesaplanmıştır. Genellikle, KR-20 değeri 0,50'nin altında olduğunda düşük güvenilirlik olarak yorumlanmaktadır. Ancak, 0,46 gibi bir değer kabul edilebilir olduğu durumlar da mevcuttur. Bu durum, testin geliştirilme süreci, araştırmanın bağlamı ve testin kullanım amacına bağlı olarak değişiklik gösterebilir. KR-20'nin düşük olması, test maddeleri arasındaki iç tutarlılığın düşük olduğuna işaret etmektedir. Bununla birlikte, bazı araştırma koşullarında bu değer belirli bir seviyede kabul edilebilir bulunabilmektedir (De Vellis, 2017; Kline, 2000).

2.2.2. Mekânsal Akıl Yürütme Testi

Bu test, Ramful, Lowrie ve Logan (2017) tarafından geliştirilmiş olup, Arıkan, vd. (2022) tarafından Türkçeye uyarlanmıştır (Ek-2). Çoktan seçmeli 30 maddeden oluşan testte, 28 soru dört seçenekli, kalan iki soru (2. ve 5. madde) ise iki seçenektir. Test, üç temel alt boyuttan oluşmaktadır: Zihinsel Döndürme, Mekânsal Yönelim ve Mekânsal Görselleştirme. Her alt boyutta 10 soru yer almaktadır.

Türkçeye uyarlanma sürecinde, testin geçerliliğini ve güvenilirliğini artırmak amacıyla 6 soru çıkarılmıştır (Arıkan, vd., 2022). Bu araştırmada testin 24 maddelik son hâli uygulanmıştır. Bu doğrultuda, mekânsal yönelim alt boyutu 9 madde, zihinsel döndürme alt boyutu 10 madde ve mekânsal görselleştirme alt boyutu 5 madde içermektedir.

Testin puanlaması, doğru yanıtlar için 1 puan, yanlış yanıtlar için 0 puan olacak şekilde yapılmıştır. Arıkan, vd. (2022) testin genel güvenilirlik katsayısını 0,85 olarak hesaplamıştır. Alt boyutlara ait güvenilirlik katsayıları ise zihinsel döndürme için 0,73, mekânsal yönelim için 0,66 ve mekânsal

görselleştirme için 0,67 olarak bulunmuştur. Bu araştırma kapsamında Mekânsal Akıl Yürütme Testi'nin güvenilirlik katsayısı ise 0,74 olarak belirlenmiştir. 0.70- 0.79 arasındaki bir değer, "iyi" düzeyde olduğu belirtilmektedir (Nunnally ve Bernstein, 1994; Kline, 2000).

2.3. Verilerin Analizi

Bu araştırmada, betimsel istatistikler kullanılarak verilerin temel özellikleri incelenmiştir. Merkezî eğilim ölçütleri (ortalama, frekans) ve dağılım ölçütleri (standart sapma, varyans) analiz edilmiştir. Kategorik değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek için Pearson Ki-Kare testi uygulanmıştır.

Farklılıkları değerlendirmek amacıyla MANOVA analizi kullanılmıştır. Bağımlı değişkenler olarak mekânsal yönelim, zihinsel döndürme ve mekânsal görselleştirme ele alınmış, cinsiyet, sınıf düzeyi ve geometrik düşünme seviyelerine göre farklar incelenmiştir. Normallik analizleri sonucunda Skewness değerlerinin -1 ile +1 aralığında, Kurtosis değerlerinin ise -1 ile +2 arasında yer aldığı; ayrıca Kolmogorov-Smirnov testinde $p>0,05$ olduğu belirlenmiştir. Bu ölçütler doğrultusunda verilerin normal dağılım varsayımını karşıladığı kabul edilmiştir. Huck (2008), bu değer aralıklarının normal dağılım için uygun olduğunu ifade etmektedir. Öte yandan varyans-kovaryans matrislerinin homojenliğini değerlendirmek amacıyla Box's M testi ($p>0,05$) ve her bir alt boyut için gerçekleştirilen Levene testi sonuçları ($p>0,05$) incelenmiş ve ilgili varsayımların sağlandığı görülmüştür. Bu bulgular doğrultusunda çok değişkenli varyans analizi (MANOVA) yapılmasının uygun olduğuna karar verilmiştir.

3. Bulgular

Araştırmanın "Ortaokul 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin geometrik düşünme düzeyleri nedir?" sorusuna ilişkin bulgular incelenmiş ve öğrencilerin Van Hiele Geometrik Düşünme Testi toplam puanları 1 ile 16 arasında değişmiş, ortalama puan 7,32 ve standart sapma 2,60 olarak bulunmuştur. Araştırmanın "Ortaokul 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin geometrik düşünme düzeyleri nasıldır?" sorusuna yönelik olarak, öğrencilerin geometrik düşünme seviyelerine ilişkin frekans dağılımları Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Öğrencilerin Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine ait frekans tablosu

Düzye	f	%
Tanıma öncesi düzey	154	30,6
Görsel düzey	319	63,3
Betimsel düzey	17	3,4
Basit çıkarım düzeyi	14	2,8
Çıkarım düzeyi	0	0
Sistematik düşünme düzeyi	0	0

Tablo 2, öğrencilerin geometrik düşünme düzeylerine göre dağılımını göstermektedir. Veriler incelendiğinde, öğrencilerin büyük bir kısmının (%63,3) Görsel Düzeyde bulunduğu görülmektedir. Tanıma Öncesi Düzey kategorisinde yer alan öğrenciler %30,6 oranıyla ikinci sıradadır. Bu kategori görsel düzeye de dahil olmayan öğrencilerin testten görsel düzey için gereken minimum puanı alamayan öğrencileri açıklamaktadır. Betimsel Düzey (%3,4) ve Basit Çıkarım Düzeyi (%2,8) seviyelerinde çok az öğrenci bulunurken, Çıkarım Düzeyi ve Sistematik Düşünme Düzeyi kategorilerinde herhangi bir öğrenciye rastlanmamıştır.

"Ortaokul 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin uzamsal akıl yürütme beceri puanları nedir?" sorusuna yönelik bulgular Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Mekansal (uzamsal) akıl yürütme testine ait bulgular

Alt boyut	N	Madde sayısı	E.K.	E.B.	\bar{X}	Ss
Mekansal yönelim	504	9	0	9	5,42	1,92
Zihinsel döndürme		10	0	10	3,67	2,18
Mekansal görselleştirme		5	0	5	1,71	1,16
Mekansal akıl yürütme		24	2	23	10,82	4,18

Öğrencilerin Mekânsal Akıl Yürütme Testi ve alt bileşenlerine ilişkin betimsel istatistikler incelendiğinde, Mekânsal Yönelim becerisi için ($\bar{X} = 5,42$; $ss = 1,92$), Zihinsel Döndürme becerisi için ($\bar{X} = 3,67$; $ss = 2,18$), Mekânsal Görselleştirme becerisi için ($\bar{X} = 1,71$; $ss = 1,16$) değerleri elde edilmiştir. Genel test puanı ise ($\bar{X} = 10,82$; $ss = 4,18$) olarak hesaplanmıştır. Bu bulgular, öğrencilerin uzamsal akıl yürütme becerileri arasında farklı seviyelerde performans sergilediğini göstermektedir.

Ortaokul 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri, cinsiyetleri ve sınıf seviyelerine göre anlamlı farklılık göstermekte midir?" sorusuna yönelik olarak gerçekleştirilen çapraz tablo analizi ve Ki-Kare bağımsızlık testi sonuçları Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Geometrik düşünme düzeyleri ile cinsiyete ve sınıf düzeyine ilişkin çapraz tablo ve kıkare bağımsızlık testi

		Tanıma öncesi	Görsel	Betimsel	Basit çıkarım	Toplam	χ^2	p
Cinsiyet	Kadın	72	156	5	6	239	2,63	0,45
	Erkek	82	163	12	8	265		
Sınıf düzeyi	7. sınıf	86	171	9	8	274	0,26	0,96
	8. sınıf	68	148	8	6	230		
	Toplam	154	319	17	14	504		

$p < 0,05$

Cinsiyet ile geometrik düşünme düzeyi arasındaki ilişkiye yönelik çapraz tablo ve Ki-Kare testi sonuçları değerlendirildiğinde, kadın öğrencilerin %65,3'ünün (156/239) ve erkek öğrencilerin %61,5'inin (163/265) "Görsel" düzeyde yer aldığını göstermektedir. "Tanıma öncesi" düzeyi kategorisinde ise kadınların %30,1'i (72/239), erkeklerin ise %30,9'u (82/265) bulunmaktadır. "Betimsel" ve "Basit Çıkarım" düzeylerinde ise iki grup arasında belirgin bir farklılık gözlemlenmemiştir. Pearson Ki-Kare testi sonucunda, $\chi^2_{(3)} = 2,63$, $p = 0,45$ değeri elde edilmiştir. p-değeri 0,05'ten büyük olduğu için, cinsiyet değişkenine göre anlamlı bir farklılık olmadığı sonucuna ulaşılmıştır ($p > 0,05$).

Diğer taraftan, öğrencilerin geometrik düşünme düzeylerinin sınıf düzeyi değişkenine göre dağılımları incelendiğinde, 7. sınıf öğrencilerinin %62,4'ü (171/274) ve 8. sınıf öğrencilerinin %64,3'ü (148/230) "Görsel" düzeyde yer almaktadır. "Tanıma Öncesi" düzeyinde, yani Van Hiele sınıflandırmasına göre herhangi bir kategoriye dâhil edilmeyen öğrencilerin oranı, 7. sınıf için %31,4 (86/274), 8. sınıf için %29,6 (68/230) olarak hesaplanmıştır. Diğer düzeylerde ise sınıf seviyeleri arasında belirgin bir fark tespit edilmemiştir. Ki-Kare testi ile sınıf düzeyi ve geometrik düşünme düzeyi arasındaki ilişki incelenmiş ve Pearson Ki-Kare testi sonucu, $\chi^2_{(3)} = 0,268$; $p = 0,966$ olarak bulunmuştur. $p > 0,05$ değeri, sınıf seviyesine göre geometrik düşünme düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir.

Ortaokul 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin uzamsal akıl yürütme puanları, cinsiyet ve sınıf seviyelerine göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?" sorusuna yönelik olarak, cinsiyet değişkenine göre yapılan betimsel istatistikler ve bağımsız örneklem t-testi sonuçları Tablo 5'te sunulmaktadır.

Tablo 5. Uzamsal akıl yürütme becerilerinin cinsiyet değişkenine göre t testi bulguları

	Cinsiyet	N	\bar{X}	Ss	t	p
Uzamsal akıl yürütme	Kadın	239	0,42	0,16	-3,34	0,001
	Erkek	265	0,47	0,18		
Mekansal yönelim	Kadın	239	0,57	0,20	-3,06	0,002
	Erkek	265	0,63	0,21		
Zihinsel döndürme	Kadın	239	0,32	0,19	-3,89	0,000
	Erkek	265	0,40	0,23		
Mekansal görselleştirme	Kadın	239	0,34	0,22	0,33	0,740
	Erkek	265	0,34	0,23		

$p < 0,05$

Toplam Uzamsal Akıl Yürütme Puanında erkek öğrenciler ($\bar{X} = 0,47$, $s = 0,18$); $t_{(502)} = -3,34$, $p = 0,00$). Erkek öğrenciler, istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek puan almıştır. Mekânsal Yönelim alt boyutunda erkek öğrenciler anlamlı bir şekilde daha yüksek puan almıştır ($t_{(502)} = -3,06$, $p = 0,00$).

Testin Zihinsel Döndürme alt boyutunda da erkek öğrenciler ($\bar{X} = 0,40$, $s = 0,23$); $t_{(502)} = -3,89$, $p = 0,00$). Kadın öğrencilere göre anlamlı düzeyde daha yüksek puan almıştır ($p < 0,05$). Mekânsal Görselleştirme alt boyutunda ise cinsiyetler arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($t_{(502)} = 0,33$, $p = 0,74$).

Ortaokul 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin uzamsal akıl yürütme puanlarının, sınıf seviyelerine göre t testi bulguları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Uzamsal akıl yürütme becerilerinin sınıf düzeyi değişkenine ilişkin t testi sonuçları

	Sınıf	N	\bar{X}	Ss	t	p
Uzamsal akıl yürütme	7.sınıf	274	0,45	0,16	-0,08	0,93
	8.sınıf	230	0,45	0,18		
Mekansal yönelim	7.sınıf	274	0,61	0,20	1,78	0,07
	8.sınıf	230	0,58	0,22		
Zihinsel döndürme	7.sınıf	274	0,36	0,21	-0,81	0,41
	8.sınıf	230	0,37	0,22		
Mekansal görselleştirme	7.sınıf	274	0,32	0,23	-1,74	0,08
	8.sınıf	230	0,36	0,23		

$p < 0,05$

Toplam Uzamsal Akıl Yürütme puanında 7. sınıf ve 8. sınıf düzeyleri arasında. İki sınıf düzeyi arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($t_{(502)} = -0,08$; $p = 0,93$). Mekânsal Yönelim alt boyutunda 7. sınıf ($\bar{X} = 0,61$, $s = 0,20$), 8. sınıf ($\bar{X} = 0,58$; $ss = 0,22$); $t_{(502)} = 1,78$; $p = 0,07$. Anlamlı bir fark tespit edilmemiştir, ancak p değeri 0,05'e yakın olup sınırda anlamlılık gösterebilir. Yine aynı şekilde, Mekânsal Görselleştirme alt boyutunda 7. sınıf ($\bar{X} = 0,32$; $ss = 0,23$), 8. sınıf ($\bar{X} = 0,36$; $ss = 0,23$); $t_{(502)} = -1,74$; $p = 0,08$. İki grup arasında anlamlı bir fark bulunmama ile birlikte, p değeri 0,05 sınırına yakın hesaplanmıştır. Zihinsel Döndürme her iki sınıf düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($t_{(502)} = -0,81$; $p = 0,41$).

Ortaokul 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin uzamsal akıl yürütme becerileri, Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?" sorusuna yönelik olarak, uzamsal akıl yürütme alt boyutları (mekânsal yönelim, zihinsel döndürme ve mekânsal görselleştirme) çok değişkenli analiz kapsamında değerlendirilmiş ve MANOVA analizi sonuçları Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Manova analizi bulguları

	Bağımlı değişken	Ort. Toplamı	sd	Ort.karesi	F	p	η^2
Geometrik düşünme düzeyi	Mekansal yönelim	1,63	3,504	0,54	12,84	0,00	0,07
	Zihinsel döndürme	2,08		0,69	15,85	0,00	0,08
	Mekansal görselleştirme	1,90		0,63	12,41	0,00	0,06
	Uzamsal akıl yürütme	1,85		0,61	23,05	0,00	0,12

$p < 0,05$

Geometrik düşünme düzeyinin mekânsal yönelim üzerindeki etkisi anlamlıdır ($F_{(3, 504)} = 12,84$, $p < 0,001$). Etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0,07$), bu değişkenin varyansın %7'sini açıkladığını göstermektedir. Geometrik düşünme düzeyine bağlı olarak zihinsel döndürme puanlarında anlamlı bir farklılaşma gözlemlenmiştir ($F_{(3, 504)} = 15,85$, $p < 0,001$). Etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0,08$) olup, zihinsel döndürme becerilerindeki varyansın %8'inin açıklanabildiği görülmektedir. Mekânsal Görselleştirme alt boyutunda, geometrik düşünme düzeyine bağlı olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($F_{(3, 504)} = 12,41$, $p < 0,001$). Etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0,06$) olup, mekânsal görselleştirme puanlarındaki varyansın %6'sı geometrik düşünme düzeyi tarafından açıklanmaktadır. Geometrik düşünme düzeyine göre öğrencilerin toplam uzamsal akıl yürütme puanları anlamlı farklılık göstermektedir ($F_{(3, 504)} = 23,05$, $p < 0,001$). Bu durum, etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0,12$) ile varyansın %12'sinin geometrik düşünme düzeyi

tarafından açıklandığını göstermektedir. Bu bulgular, geometrik düşünme düzeyinin öğrencilerin uzamsal becerilerinin tamamında ve her bir alt boyutta anlamlı bir farklılaşmaya yol açtığını ortaya koymaktadır. Etki büyüklükleri (η^2) incelendiğinde, toplam uzamsal yetenek üzerindeki etkinin, alt boyutlara kıyasla daha güçlü olduğu görülmektedir.

4. Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada, ortaokul 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ile uzamsal akıl yürütme becerileri incelenmiş ve uzamsal akıl yürütme becerilerinin geometrik düşünme düzeylerine göre nasıl değiştiği araştırılmıştır. İlk olarak öğrencilerin geometrik düşünme seviyeleri ve uzamsal becerileri analiz edilmiş, ardından bu değişkenlerin cinsiyet ve sınıf seviyesi açısından farklılık gösterip göstermediği değerlendirilmiştir. Bulgular, öğrencilerin geometrik düşünme ve uzamsal akıl yürütme becerilerinin genellikle orta seviyede olduğunu ve bu becerilerin geliştirilmesine yönelik çalışmaların gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Öğrencilerin büyük bir kısmının Van Hiele Geometrik Düşünme Modeli'ne göre görsel düzeyde olduğu bulunmuştur. Bu bulgu, literatürdeki diğer araştırmalarla tutarlıdır (Al Mamarı, 2023; Mei vd., 2018; Prayito vd., 2019). Örneğin, Prayito vd. (2019), 7. sınıf öğrencilerinin çoğunluğunun görsel düzeyde olduğunu ve bu seviyede öğrencilerin geometrik şekilleri tanıyabildiklerini ancak özelliklerini tam olarak anlayamadıklarını belirtmiştir. Al Mamarı (2023) ise 8. sınıf öğrencilerinin de büyük ölçüde bu seviyede kaldığını ve ileri aşamalara geçemediğini vurgulamıştır. Bu durum, eğitim programlarının gözden geçirilmesi ve geometrik düşünme becerilerinin ilerletilmesine yönelik öğretim stratejilerinin geliştirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Öğrencilerin geometrik düşünme seviyelerinin cinsiyete göre anlamlı bir farklılık göstermediği bulunmuştur. Kız ve erkek öğrenciler benzer oranlarda görsel düzeyde yer almakta, daha ileri seviyelerde ise kayda değer bir fark gözlenmemektedir. Bu sonuç, literatürdeki bazı çalışmalarla paralellik göstermektedir (Mei vd., 2018; Wahab vd., 2016). Wahab vd. (2016), yaptığı araştırmada cinsiyetin geometrik düşünme düzeyleri üzerinde belirleyici bir faktör olmadığını raporlamıştır. Halat (2006) da benzer şekilde, cinsiyetin Van Hiele seviyelerinin edinimi üzerinde anlamlı bir fark yaratmadığını belirtmiştir.

Sınıf seviyesinin geometrik düşünme becerileri üzerindeki etkisi incelendiğinde, 7. ve 8. sınıf öğrencileri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Öğrencilerin daha üst sınıflara geçtikçe geometrik düşünme becerilerinde doğal bir artış beklenmesine rağmen, bu gelişimin gözlemlenmemesi mevcut öğretim programlarının öğrencileri daha ileri seviyelere taşımada yeterli olmayabileceğini düşündürmektedir. Bu bulgu, Haviger ve Vojkůvková (2014) tarafından yapılan çalışmada da desteklenmekte olup, geometrik düşünme seviyelerinin sınıf düzeyine bağlı olmaktan çok, doğrudan eğitim yaklaşımlarına bağlı olarak gelişmesi gerektiğini göstermektedir.

Araştırmada, uzamsal akıl yürütme becerilerinde cinsiyetin belirleyici bir faktör olduğu bulunmuştur. Erkek öğrencilerin uzamsal akıl yürütme toplam puanları, mekânsal yönelim ve zihinsel döndürme alt boyutlarında kadın öğrencilere göre anlamlı derecede daha yüksek puan aldıkları görülmüştür. Bu bulgu, literatürde cinsiyetin uzamsal beceriler üzerindeki etkisini vurgulayan araştırmalarla uyumludur. Örneğin, Boakes (2009), erkek öğrencilerin mekânsal yeteneklerde daha iyi performans gösterdiğini ve bu durumun cinsiyet farkı olarak ele alınabileceğini belirtmiştir. Maharani vd. (2019) ise benzer şekilde, erkek öğrencilerin görsel-uzamsal becerilerde genellikle daha yüksek performans gösterdiğini raporlamıştır.

Buna karşılık, sınıf seviyesine göre yapılan analizlerde, uzamsal akıl yürütme becerilerinde anlamlı bir fark bulunmamıştır. 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin uzamsal becerilerde benzer performans sergilediği belirlenmiştir. Bu sonuç, uzamsal becerilerin gelişiminin sınıf seviyesiyle doğrudan ilişkili olmadığını, bunun yerine bireysel yetenekler ve eğitim yöntemlerinin belirleyici olduğunu göstermektedir. Fitriyani vd. (2020) tarafından yapılan araştırma da benzer bir sonuca ulaşarak, uzamsal becerilerin Van

Hiele geometrik düşünme seviyeleriyle uyumlu olarak geliştiğini, ancak doğrudan sınıf seviyesiyle ilişkili olmadığını ortaya koymuştur.

Araştırma sonuçları, zihinsel döndürme becerilerinin Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre anlamlı bir farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu bulgu, öğrencilerin geometrik düşünme seviyeleri yükseldikçe zihinsel döndürme becerilerinin de geliştiğini göstermektedir. Kurt vd. (2023) tarafından yapılan bir çalışma da bu sonucu desteklemekte ve zihinsel döndürme becerilerinin, öğrencilerin geometrik kavramları daha derinlemesine anlamalarıyla doğrudan bağlantılı olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, mekânsal yönelim becerilerinin de geometrik düşünme düzeylerine göre anlamlı farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Seah ve Horne (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, öğrencilerin mekânsal yönelim becerilerinin, geometrik düşünme seviyeleri arttıkça önemli ölçüde iyileştiği belirtilmiştir. Bu sonuç, geometrik düşünme seviyelerinin desteklenmesinin, uzamsal yönelim becerilerinin gelişimine katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Van Hiele Geometrik Düşünme Modeli'nin uzamsal akıl yürütme becerilerini geliştirmede etkili bir çerçeve sunduğu gözlemlenmiştir. Lutfi ve Jupri (2020) tarafından yapılan çalışmada da öğrencilerin Van Hiele seviyelerindeki ilerlemenin, uzamsal becerilerinin gelişimiyle doğrudan ilişkili olduğu belirtilmiştir.

Sonuç olarak, araştırmanın bulguları, öğrencilerin uzamsal akıl yürütme becerilerinin, Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre anlamlı farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Özellikle zihinsel döndürme ve mekânsal yönelim becerilerinin, geometrik düşünme seviyeleriyle ilişkili olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, uzamsal becerilerin geliştirilmesi için geometrik düşünme düzeylerinin yükseltilmesinin önemli olduğunu göstermektedir.

Araştırmada cinsiyetin uzamsal akıl yürütme becerileri üzerinde belirgin bir etkisi olduğu, ancak geometrik düşünme becerileri üzerinde belirleyici bir rol oynamadığı tespit edilmiştir. Erkek öğrencilerin uzamsal akıl yürütme puanlarının, özellikle mekânsal yönelim ve zihinsel döndürme alt boyutlarında kadın öğrencilere kıyasla anlamlı derecede daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ancak, sınıf seviyesinin hem geometrik düşünme hem de uzamsal akıl yürütme becerileri üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmadığı gözlenmiştir.

Sınırlılıklar ve Öneriler

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Öncelikle, araştırma yalnızca 7. ve 8. sınıf öğrencilerini kapsamakta olup, daha geniş yaş gruplarında ve farklı eğitim seviyelerinde benzer bir inceleme yapılmamıştır. Gelecekteki çalışmaların farklı yaş gruplarında ve farklı eğitim ortamlarında bu ilişkiyi nasıl değiştiğini incelemesi, bulguların genellenebilirliğini artırabilir. Bunun yanı sıra, çalışmada yalnızca cinsiyet ve sınıf seviyesi değişkenleri ele alınmış olup, bilişsel stiller, öğrenme stratejileri veya motivasyon gibi bireysel faktörlerin etkisi incelenmemiştir. Gelecekte yapılacak araştırmalar, bireysel farklılıkların geometrik düşünme ve uzamsal akıl yürütme becerileri üzerindeki etkisini daha ayrıntılı bir şekilde inceleyerek eğitim programlarının daha özelleştirilmesine katkı sağlayabilir. Pratik uygulamalar açısından, bu çalışma öğrencilerin uzamsal becerilerinin geliştirilmesi için Van Hiele geometrik düşünme seviyelerinin desteklenmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Diğer yandan Van Hiele geometrik düşünme düzeylerini belirlemek için kullanılan testin çoktan seçmeli yapısı, öğrencilerin düşünme süreçlerini ayrıntılı olarak ortaya çıkarmadığı için problem durumu nitel bir araştırmayla derinlemesine ele alınabilir.

1. Yazar: Tarama, uygulama, veri toplama ve analizi, ön taslak yazımı ve düzenleme
2. Yazar: Kavramsallaştırma, metodoloji, danışmanlık ve denetim (öğretim materyali, ölçme aracı, veri analizi), inceleme-yazma ve düzenleme

Kaynaklar

Al Mamari, A. (2023). Geometric thinking levels of middle school students in the sultanate of Oman. *International Journal of Humanities and Educational Research*,5(1),487-501. <http://dx.doi.org/10.47832/2757-5403.18.27>

- Anıkaydın, Ö. (2017). *Öğrencilerin geometriye yönelik öz-yeterlik algıları, geometri tutumları ve geometrik düşünme düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Adnan Menderes Üniversitesi.
- Arıkan, A., Çetin, T., ve Akkaya Yılmaz, M. (2022). Mekânsal akıl yürütme testi'nin türkçe'ye uyarlanması: geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Tarih Okulu Dergisi*, 15(56), 435-458. <http://dx.doi.org/10.29228/foh.52285>
- Bal, A. P. (2014). İlkokul ve ortaokul öğrencileri için van hiele geometrik düşünme düzeyleri ni yordayan değişkenler. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*. 10(1), 259-278.
- Bayram, G., ve Duatepe Paksu, A. (2019). Altıncı sınıf öğrencilerinin paralel ve dik doğru/doğru parçalarını belirleme ve çizme durumları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(1), 115-145. <https://doi.org/10.17152/gefad.346360>
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2010). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Boakes, N. (2009). Origami instruction in the middle school mathematics classroom: its impact on spatial visualization and geometry knowledge of students. *RMLE Online*. 32(7), 1- 12. <https://doi.org/10.1080/19404476.2009.11462060>
- Ceylan Eliyeşil, B., ve Tuna, G. (2023). Uzaktan eğitim sürecinde öğrencilerin geometri başarıları ve van hiele geometrik düşünme düzeyleri. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 14(2), 802-828. <https://doi.org/10.51460/baebd.1256738>
- Creswell, J. W. (2014). *research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage Publications.
- Crowley, M. L. (1987). The van hiele model of the development of geometric thought. In *National Council of Teachers of Mathematics*, 1-16.
- De Vellis, R. F. (2017). *Scale development: theory and applications*. (4. Baskı). Sage Publications.
- Duatepe, A. (2000). An investigation of the relationship between van hiele geometric level of thinking and demographic variable for pre-service elementary school teacher. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Ortadoğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Emül, N. (2013). *İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin 3-boyutlu geometride uzamsal yeteneklerini kullanma durumları*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Er, G. (2019). *Ortaokul öğrencilerinin van hiele geometri düşünme düzeylerinin ve geometriye yönelik tutumlarının incelenmesi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Trabzon Üniversitesi.
- Ersoy, M. (2019). *7. sınıf öğrencilerinin dörtgenler konusundaki matematiksel başarıları ile van hiele geometrik düşünme düzeyleri ilişkisinin incelenmesi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Erciyes Üniversitesi.
- Fidan, Y. (2009). *İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinin geometrik düşünme düzeyleri ve buluş yoluyla geometri öğretiminin öğrencilerin geometrik düşünme düzeylerine etkisi*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Fidan, Y., ve Türnüklü, E. (2010). İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinin geometrik düşünme düzeylerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 27(27), 185-197.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., ve Hyun, H. H. (2018). *How to design and evaluate research in education*. McGraw-Hill Education.
- Fuys, D. (1985). Van Hiele levels of thinking in geometry. *Education and Urban Society*. 17(4), 447-462.

- Gutiérrez, A. (1992). Exploring the links between van hiele levels and 3-dimensional geometry, *Structural Topology* 18, 31-48. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Gül, B. (2014). *Ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin üçgenler konusundaki matematiksel başarıları ile Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ilişkisinin incelenmesi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Halat, E. (2006) Sex-related differences in the acquisition of the van hiele levels and motivation in learning geometry. *Asia Pacific Education Review*. 7, 173–183. <https://doi.org/10.1007/BF03031541>
- Haviger, J., & Vojkůvková, I. (2014). The van hiele geometry thinking levels: gender and school type differences. *Procedia- Social and Behavioral Sciences*. 112, 977-981.
- Heyer, I. (2012). Establishing the empirical relationship between non-science majoring undergraduate learners' spatial thinking skills and their conceptual astronomy knowledge. [Yayımlanmamış doktora tezi]. University of Wyoming, Wyoming.
- Huck, S. W. (2008). Reading statistics and research. Pearson Education.
- Kavaklı, A., Su Özenir, Ö., Özden, D., Kurt, G. (2023). Geometri Öğretiminde Yeni Yaklaşımlar: Bir TÜBİTAK 4004 Projesi Sonuçlarının Değerlendirilmesi. *Uluslararası Temel Eğitim Çalışmaları Dergisi*, 4(3), 138-151. <https://doi.org/10.59062/ijpes.1379845>
- Kılıç, Ç. (2003). *İlköğretim 5. sınıf matematik dersinde van hiele düzeylerine göre yapılan geometri öğretiminin öğrencilerin akademik başarıları, tutumları ve hatırdı tutma düzeyleri üzerindeki etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Eskişehir Üniversitesi.
- Kline, P. (2000). *The handbook of psychological testing*. (2. Baskı). Routledge.
- Kösa, T. (2011). *Ortaöğretim öğrencilerinin uzamsal becerilerinin incelenmesi*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Kösa, T., ve Kalay, H. (2018). 7. sınıf öğrencilerinin uzamsal yönelim becerilerini geliştirmeye yönelik tasarlanan öğrenme ortamının değerlendirilmesi. *Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26(1), 83-92. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.348100>
- Kurt, G., Önel, F., ve Çakıoğlu, Ö. (2023). An investigation of middle school students' spatial reasoning skills. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 16(1), 123– 141. <https://doi.org/10.26822/iejee.2023.319>
- Lowrie, T., Logan, T. ve Hegarty, M. (2019). Uzamsal görselleştirme eğitiminin öğrencilerin uzamsal muhakeme ve matematik performansı üzerindeki etkisi. *Biliş ve Gelişim Dergisi*, 20, 729- 751. <https://doi.org/10.1080/15248372.2019.1653298>
- Lutfi, M. & Jupri, A. (2020). Analysis of junior high school students' spatial ability based on van hiele's level of geometrical thinking. *Journal of Educational Research*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/3/032026>
- Maharani, A., Sulaiman, H., Saifurrohman, Aminah, N., & Rosita, C. D. (2019). Analyzing the student's cognitive abilities through the thinking levels of geometry van hiele reviewed from gender perspective. *Journal of Physics: Conference Series*, 1188(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1188/1/012066>
- Mei, A., & Sa'o, F. Y. N. S. (2018). An Analysis on Male and Female Junior High School Students' Van Hiele Levels of Geometric Thinking from Mathematical Ability. *Research on Humanities and Social Sciences*,8(16),
- Mercan, Z., Kandır, A. (2021). 5–8 yaş çocuklar için görsel uzamsal akıl yürütme becerileri testinin geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *e-Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 8(1),45-66. <https://doi.org/10.30900/kafkasegt.800816>

- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB] (2018). *Ortaokul matematik müfredatı*. Ankara: MEB Yayınları
- Misnasanti, ve Mahmudi, A. (2018). Van hiele thinking level and geometry visual skill towards field dependent-independent students in junior high school. *Journal of Physics: Conference Series*, 1097(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012133>
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric Theory*. (3. Baskı). McGrawHill.
- Polat, K., Oflaz, G., Akgün, L. (2019). Görsel ispat becerisinin, van hiele geometrik düşünme düzeyleri ve uzamsal yetenek ile ilişkisi. *Erciyes Journal of Education*. 3(2), 105-122. <https://doi.org/10.32433/eje.604126>
- Prayito, M., Suryadi, D., Mulyana, E. (2019). Geometric thinking level of the Indonesian seventh grade students of junior high school. *The Sixth Seminar Nasional Pendidikan Matematika Universitas Ahmad Dahlan*
- Ramful, A., Lowrie, T., ve Logan, T. (2017). Measurement of spatial ability: construction and validation of the spatial reasoning instrument for middle school Students. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 35(7), 709-727. <https://doi.org/10.1177/0734282916659207>
- Seah, W. T., & Horne, M. (2018). Perceiving and Reasoning about Geometric Objects in the Middle Years. *Mathematics Education Research Group of Australasia*.
- Şimşek, Z. Z. (2019). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının dörtgenler ve geometrik cisimleri hiyerarşik sınıflandırma düzeylerinin incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 10(3), 680-710.
- Tarte, L. A. (1990). Spatial orientation skill and mathematic problem solving. *Journal for Research in Mathematical Education*, 21, 216-229
- TIMMS (2019). Third International Study of Science and Mathematics (Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması)
- Turğut, M. (2007). *İlköğretim II. kademedeki öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin incelenmesi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Turğut, M. (2010). *Teknoloji destekli lineer cebir öğretiminin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerine etkisi*. [Doktora Tezi]. Dozuz Eylül Üniversitesi.
- Usiskin, Z. (1982). Van Hiele levels and achievement in secondary school geometry (Final report of the Cognitive Development and Achievement in Secondary School Geometry Project). University of Chicago
- Uzun, Z. B. (2019). *Ortaokul öğrencilerinin geometrik düşünme düzeyleri, uzamsal yetenekleri ve geometriye yönelik tutumları*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Balıkesir Üniversitesi.
- Wahab, R. A., & Halim, A. (2016). A case study on visual spatial skills and level of geometric thinking in learning 3d geometry among high achievers. *Man In India*. 96 (1-2), 489- 499
- Yılmaz, S. (2011). 7. sınıf öğrencilerinin doğrular ve açılar konusundaki hata ve kavram yanlışlarının van hiele geometri anlama düzeyleri açısından analizi. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Kastamonu Üniversitesi.
- Yolcu, B., ve Kurtuluş, A. (2010). A Study on developing sixth-grade students' spatial visualization ability. *İlköğretim Online*, 9.