

Dijital Oyun Destekli Matematik Öğretiminin Ortaokul Öğrencilerinin Matematiksel İlişkilendirme Becerisine Etkisi*

The Effect of Digital Game-Supported Mathematics Teaching on Middle School Students' Mathematical Connection Skills**

Aslı BARMAN*** ID
Elif BAHADIR**** ID

Öz

Bu çalışmada, dijital oyun destekli yapılan matematik öğretiminin ortaokul öğrencilerinin matematiksel ilişkilendirme becerisi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada eşitlenmemiş kontrol gruplu ön test-son test yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu, İstanbul'daki bir devlet ortaokulunda öğrenim gören 80 tane 6. sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Araştırma süresince, deney grubuna dijital oyun destekli matematik öğretimi yapılırken, kontrol grubuna ise geleneksel öğretim yaklaşımlarıyla matematik öğretimi yapılmıştır. Öğrencilerin becerilerini ölçmek amacıyla "İlişkilendirme Becerisi Ölçeği (İKBÖ)" kullanılmıştır. Ölçek puanlamasının nesnellliğini artırmak amacıyla, öğretmenler ölçeği doldururken öğrencilerin başarı testindeki performanslarını referans alan bir dereceli puanlama anahtarı kullanmışlardır. Verilerin ANCOVA analiz sonuçları, öğrencilerin ilişkilendirme becerisi ön test puanları kontrol edildiğinde, son test puanlarının deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiğini ve uygulamanın geniş bir etki büyüklüğüne sahip olduğunu ortaya koymuştur. Deney grubunun düzeltilmiş son test puan ortalaması, kontrol grubunun ortalamasından yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlar, dijital oyun destekli öğretim programının, öğrencilerin çeşitli kavramlar arasındaki ilişkiyi takdir etmelerine, edindikleri bilgiyi daha etkili bir şekilde organize etmelerine ve matematiksel düşünme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olduğunu

* Bu çalışma 2.yazar danışmanlığında Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde yürütülen 1. yazarın "Dijital Oyun Destekli Matematik Öğretiminin Ortaokul Öğrencilerinin Matematiksel Süreç Becerilerine Etkisi" adlı yayımlanmamış yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

** This article is produced from the first author's master's thesis, supervised by the second author at Yıldız Technical University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, and titled 'The Effect of Digital Game-Supported Mathematics Instruction on Middle School Students' Mathematical Process Skills.

*** Öğretmen, Millî Eğitim Bakanlığı, aslibarmanmat@gmail.com. ORCID: 0009-0005-7608-0355

**** Prof.Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, ebahadir@yildiz.edu.tr. ORCID: 0000-0002-1154-5853

Atf için: Barman, A., ve Bahadır, E. (2024). Dijital oyun destekli matematik öğretiminin ortaokul öğrencilerinin matematiksel ilişkilendirme becerisine etkisi. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 64(64), 279-303. <https://doi.org/10.15285/maruaeabd.1598932>

göstermektedir. Araştırmanın sonuçları, dijital oyunların matematik öğretiminde kullanılabileceğini ve öğretmenler için yeni pedagojik yaklaşımlar sunduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, derslerde dijital oyunların dahil edilmesinin öğrencilerin kavramsal anlayışını artırabileceği önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: dijital oyunlar, matematiksel ilişkilendirme becerisi, matematik öğretimi, ortaokul öğrencileri

Abstract

In this study, the effect of digital game-supported mathematics instruction on the mathematical connection skills of middle school students was examined. A quasi-experimental pre-test/post-test design with a non-equivalent control group was employed in the study. The study group consisted of 80 6th grade students studying at a state secondary school in Istanbul. During the study, the experimental group received digital game-supported mathematics instruction, while the control group received traditional teaching approaches. The Mathematical Connection Skills Scale (MCSS) was used to measure the students' skills. To increase the objectivity of the scoring, teachers utilized a rubric based on students' performance on the achievement test while completing the scale. The ANCOVA analysis results revealed that when the students' pre-test scores for connection skills were controlled, the post-test scores showed a statistically significant difference between the experimental and control groups, indicating that the intervention had a large effect size. The adjusted post-test score average of the experimental group was higher than the average of the control group. These results clearly show that the digital game-supported teaching program helped the students appreciate the connections between various concepts, organize the acquired knowledge more effectively and develop their mathematical thinking skills. The results of the study reveal that digital games can be used in teaching mathematics and offer new pedagogical approaches for teachers. In addition, it is suggested that the inclusion of digital games in lessons can increase the conceptual understanding of the students.

Keywords: digital games, mathematical connection skills, mathematics education, secondary school students

GİRİŞ

Matematik eğitimi, bireylerin analitik düşünme, problem çözme ve kavramlar arasındaki ilişkileri anlamlandırma becerilerini geliştiren temel bir disiplin olarak hayatımızda önemli bir rol oynamaktadır. Matematiksel becerilerin geliştirilmesi sadece akademik başarı için değil, aynı zamanda bireylerin günlük yaşamlarında ve kariyerlerinde karşılaştıkları problemleri çözmek için de kritiktir. Bu bağlamda, matematik eğitiminde “ilişkilendirme becerileri” öne çıkan bir bilişsel yetkinlik olarak kabul edilmektedir. Matematiksel ilişkilendirme becerisi, öğrencilerin farklı kavramlar arasında anlamlı bağlantılar kurmasını, bu bağlantıları kavramsal olarak anlamlandırmasını ve bilgiyi daha geniş bir bağlamda kullanmasını sağlayan bilişsel bir yetkinliktir. İlişkilendirme, öğrencilerin öğrendikleri bir kavramın başka bir kavramla nasıl etkileşime girdiğini anlamasını ve bu ilişkileri kullanarak problemleri daha etkili bir şekilde çözmesini içerir. Bu beceri, matematiksel anlayışın derinleşmesine ve öğrencilerin bilgiyi daha esnek ve transfer edilebilir bir şekilde kullanmasına olanak tanır (Altun, 2014). Örneğin, bir öğrenci, üçgenin alanını hesaplamayı öğrenirken, bu bilgiyi dörtgenin alanını hesaplamak için nasıl kullanabileceğini kavrayabilir. Benzer şekilde, yüzdeler ve kesirler arasındaki ilişkiyi kavrayan bir öğrenci, bu bilgiyi finansal hesaplamalarda veya oranlarla ilgili problemlerde uygulayabilir.

Matematikte ilişkilendirme becerisi, problem çözme, akıl yürütme ve modelleme gibi yüksek düzeyde bilişsel süreçlerin temelini oluşturur. Bu beceri, öğrencilerin matematiksel bilgiyi bağlamsallaştırmasına ve farklı konular arasında geçiş yapmasına imkân tanır (Soylu & Soylu, 2006). Örneğin, bir öğrenci, cebirsel ifadelerin geometri problemlerinde nasıl kullanılacağını anladığında veya bir fonksiyonun grafiğini analiz ederken bu grafiğin eğimi ile oranlar arasındaki bağlantıyı kurduğunda, ilişkilendirme becerilerini kullanmış olur. Bu becerinin eksik olduğu durumlarda, öğrenciler genellikle öğrendikleri bilgiyi parçalara ayırır ve matematiksel kavramları birbirinden bağımsız olarak algılar. Bu da kavramların günlük hayattaki uygulamalarını anlamakta zorluk yaşamalarına yol açar (Fidan & Baykul, 1994).

İlişkilendirme becerisi ayrıca, öğrencilerin soyut matematiksel kavramları somut durumlarla bağdaştırmasını ve bilgiyi farklı bağlamlarda kullanabilmesini de içerir. Örneğin, oran kavramını öğrenen bir öğrencinin bu bilgiyi hem geometri hem de istatistik bağlamında uygulayabilmesi, güçlü bir ilişkilendirme becerisine sahip olduğunu gösterebilir. Bu bağlamda, ilişkilendirme becerisi, öğrencilerin matematiksel düşünme kapasitelerini genişletir ve bilgiyi bir bütün olarak anlamlandırmalarına yardımcı olur. Matematiksel ilişkilendirme becerisinin gelişimi, kavramların yalıtılmış bilgi parçaları olarak değil, birbirleriyle etkileşim halindeki bir bütünün unsurları olarak öğretilmesini zorunlu kılmaktadır. Ne var ki, geleneksel öğretim yöntemleri kavramlar arasındaki bu derin bağları somutlaştırmada ve öğrenciye aktarmada çoğu zaman sınırlı kalmaktadır (Yıldırım, 2018).

Dijital oyunlar, eğitim ortamlarında uygun şekilde yapılandırıldığında, bilişsel ve duyuşsal öğrenme çıktılarına katkı sunma potansiyeli taşıyan pedagojik araçlar olarak değerlendirilmektedir (Clark vd., 2016; Mayer, 2019). Eğitimde kullanılan dijital oyunlar, öğrencilerin öğrenmeye aktif katılımını teşvik eden ve öğrenme süreçlerini zenginleştiren bir ortam sunar. Oyunlaştırma, oyun tasarımı unsurlarının (puanlar, rozetler, liderlik tabloları, seviye atlama vb.) oyun dışı bağlamlarda kullanılması olarak tanımlanmaktadır (Deterding vd., 2011). Literatürde, bu unsurların öğrencilerin içsel motivasyonunu desteklediği ve derse katılımlarını artırdığına dair güçlü kanıtlar mevcuttur (Hamari vd., 2014; Hu & Sperling, 2022). Özellikle Öz Belirleme Kuramı (Self-Determination Theory) bağlamında, dijital oyunların sağladığı anında geri bildirim ve ilerleme hissi, öğrencilerin yetkinlik (competence) ve özerklik (autonomy) ihtiyaçlarını karşılayarak öğrenme deneyimini zenginleştirmektedir (Ryan & Deci, 2000; Clark vd., 2016). Dolayısıyla oyunlar sadece eğlence aracı değil, bilişsel katılımı tetikleyen pedagojik birer destekleyici olarak işlev görmektedir. Dijital oyunların pedagojik altyapısı, öğrencilerin pasif alıcı konumundan çıkıp sürece aktif katılım gösterdikleri yapılandırmacı prensiplerle örtüşmektedir. Bu etkileşimli ortamlar, öğrencilerin matematiksel kavramları deneme-yanılma yoluyla keşfetmelerine ve kendi öğrenme hızlarına göre ilerlemelerine fırsat tanımaktadır (Ke, 2015). Alanyazında, dijital oyunların sunduğu dinamik görselleştirme imkânlarının, kavramsal anlamayı derinleştiren kritik bir unsur olduğu sıklıkla vurgulanmaktadır (Mayer, 2014; Wouters & Van Oostendorp, 2013). Örneğin, simülasyon tabanlı bir ortamda öğrencilerin geometrik şekillerin özelliklerini değiştirerek alan üzerindeki etkiyi anlık olarak gözlemleyebilmesi, soyut matematiksel ilişkilerin somutlaştırılmasını sağlar (Vogel vd., 2006). Bu etkileşimli süreç, öğrencilerin formülleri ezberlemenin ötesine geçerek kavramsal

ilişkileri keşfetmelerine, manipüle etmelerine ve matematiksel örüntüleri yapılandırmalarına olanak tanımaktadır. Bu durum, oyun tabanlı öğrenmenin bilişsel etkilerine odaklanan birçok temel çalışmada da raporlanmıştır (Clark vd., 2016; Gee, 2003; Hays, 2005; Qian & Clark, 2016; Tobias & Fletcher, 2011).

Dijital oyunların pedagojik alandaki en belirgin avantajlarından biri, öğrencilerin öğrenme süreçlerine yönelik sundukları anında geri bildirim mekanizmasıdır. Gee (2003), iyi tasarlanmış oyunların oyuncuya 'tam zamanında' bilgi sunduğunu vurgularken; Shute (2008), bu anlık dönütlerin öğrencilerin hatalarını kalıcı hale gelmeden düzeltmelerine olanak tanıdığını belirtmektedir. Geleneksel öğrenme ortamlarında öğrenciler hatalarını fark etmek ve düzeltmek için genellikle uzun bir bekleme süresi yaşarken; dijital oyunlar, öğrencinin yaptığı her hataya veya doğru cevaba anında tepki verir. Bu hızlı geri bildirim döngüsü, Kim vd., (2009) de belirttiği gibi, öğrencilerin kavramlar arasındaki bağlantıları kurmalarını ve yanlış anladıkları ilişkileri anında düzeltmelerini sağlayarak ilişkilendirme becerilerinin gelişmesine önemli katkı sunar.

Dijital oyunların ilişkilendirme becerilerini geliştirmedeki potansiyel etkileri, bu oyunların öğrencilerin kavramlar arasındaki ilişkileri keşfetmelerini ve bu ilişkileri anlamlı bir şekilde yapılandırmalarını desteklemesinden kaynaklanmaktadır. Oyun tabanlı öğrenme, öğrencilerin farklı matematiksel kavramları entegre bir şekilde görselleştirmesine ve deneyimlemesine olanak tanır. Örneğin, bir matematik simülasyonu, öğrencilerin orantılar, yüzdeler ve kesirler arasındaki bağlantıları deneyimleyerek öğrenmesini sağlar. Bu tür oyunlar, öğrencilerin bilgiyi birbirinden bağımsız parçalar olarak görmek yerine, matematiksel bir bütün olarak kavramalarını teşvik eder (Squire, 2013).

Oyun tabanlı öğrenme, ilişkilendirme becerilerini geliştirmek için sadece görsel destek sunmakla kalmaz; aynı zamanda Garris ve arkadaşlarının (2002) tanımladığı 'oyun döngüsü' aracılığıyla öğrencilere aktif öğrenme deneyimleri sağlar. Bu modele göre öğrenci, pasif bir bilgi alıcısı değil; kararlar veren, eyleme geçen ve sistemden aldığı tepkilerle bilgisini yeniden yapılandıran aktif bir katılımcıdır. Öğrenciler, oyun içinde belirli bir görevi tamamlarken, farklı kavramlar arasındaki bağlantıları keşfetmek zorunda kalırlar. Örneğin, bir geometri oyununda, alan ve çevre hesaplamalarını yaparken, oran ve simetri kavramlarının bu hesaplamalarla nasıl ilişkili olduğunu anlayabilirler. Bu bağlamda, oyunlar, öğrencilerin yalnızca bilgiyi uygulamalarını değil, aynı zamanda bilgiyi ilişkilendirmelerini de teşvik eder (Horuz, 2022).

Literatürdeki araştırmalar, dijital oyunların öğrencilerin bilişsel süreçlerini ve ilişkilendirme becerilerini nasıl desteklediğine dair kapsamlı kanıtlar sunmaktadır. Özellikle Mayer (2014; 2019), oyunların çoklu ortam öğrenme ilkeleri çerçevesinde bilişsel yükü yöneterek anlamlı öğrenmeyi kolaylaştırdığını vurgular. Tobias ve Fletcher (2011) ise oyunların, öğrencilerin edindikleri bilgileri yeni bağlamlara aktarmalarında (transfer) etkili bir araç olduğunu belirtmektedir. Oyun tabanlı öğrenme süreçlerinin pedagojik tasarımına ve bu alandaki geniş literatür verilerine dikkat çeken Ritzhaupt ve diğerleri (2014) ve bu teknolojilerin eğitimde benimsenmesinin önemini vurgulayan güncel çalışmalar (Hu & Sperling, 2022), oyunların karmaşık yapıları anlaşılır kıldığını savunmaktadır. Bu teorik zeminle uyumlu olarak, Talan ve Aktürk (2021) tarafından yapılan çalışmada da dijital

oyunların, öğrencilerin kavramlar arasındaki ilişkileri keşfetmelerini kolaylaştırdığı ve derinlemesine öğrenme sağladığı rapor edilmiştir. Bu sayede öğrenciler, farklı matematiksel konular arasında geçiş yapabilmekte ve bilgiyi gerçek yaşam bağlamında daha anlamlı bir çerçevede kullanabilmektedir.

Belirtilen bu çerçeve doğrultusunda; bu çalışmanın temel amacı, dijital oyun destekli matematik öğretiminin ortaokul öğrencilerinin matematiksel ilişkilendirme becerilerine etkisini incelemektir. Araştırma, öğrencilerin farklı kavramlar arasında kurdukları bağlantıların, oyun destekli öğrenme ortamında nasıl şekillendiğini ve bu bağlamda öğretim sürecinin etkisini ortaya koymayı hedeflemektedir. Bu genel amaç doğrultusunda aşağıdaki alt problemlere yanıt aranmıştır:

1. Deney grubundaki öğrencilerin matematiksel ilişkilendirme becerisi ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
2. Deney ve kontrol gruplarının ön test puanları kontrol altına alındığında, grupların düzeltilmiş son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
3. Dijital oyun destekli matematik öğretiminin öğrencilerin matematiksel ilişkilendirme becerileri üzerindeki etki büyüklüğü nedir?

Mevcut alanyazın incelendiğinde, dijital oyunların matematik başarısı ve motivasyonu üzerindeki etkilerine odaklanan çok sayıda çalışma ve meta-analiz bulunduğu görülmektedir (Clark vd., 2016; Tokac vd., 2019). Ancak, Ke (2009) yıllar önce oyunların sadece genel başarı puanlarına değil, spesifik bilişsel süreçlere etkisinin incelenmesi gerektiğine dikkat çekmiştir. Hussein ve arkadaşları (2022) tarafından yapılan güncel sistematik tarama da K-12 matematik eğitiminde oyunların derinlemesine öğrenme ve üst düzey beceriler üzerindeki etkisine dair araştırmaların hala geliştirilmeye ihtiyaç duyduğunu doğrulamaktadır. Bu bağlamda çalışmanın, dijital oyunların ilişkilendirme becerileri üzerindeki etkisi konusunda literatürdeki bu güncel boşluğu doldurarak özgün bir katkı sağlayacağı öngörülmektedir. Elde edilen bulguların, eğitimciler için pratik öneriler sunmasının yanı sıra, eğitim politikalarını geliştiren kurumlara da rehberlik etmesi beklenmektedir.

YÖNTEM

Araştırma Modeli

Bu çalışmada, dijital oyun destekli matematik öğretiminin öğrencilerin ilişkilendirme becerileri üzerindeki etkisini incelemek amacıyla nicel araştırma yöntemlerinden yarı deneysel desen kullanılmıştır. Katılımcıların gruplara rastgele atanmasının mümkün olmadığı eğitim ortamlarında, sınıf bütünlüğünü bozmadan uygulama yapmaya imkân tanıdığı için 'eşitlenmemiş kontrol gruplu ön test-son test deseni' tercih edilmiştir. Bu desende, yansız atama olmasa da bir deney ve bir kontrol grubunun bulunması ve her iki gruba da ön test ve son test uygulanması esastır. Kontrol grubunun varlığı, iç geçerliliği tehdit eden (tarih, olgunlaşma vb.) faktörlerin kontrol altına alınmasını sağladığından; bu desen, tek gruplu veya kontrol grubu olmayan desenlere kıyasla uygulamanın etkisine dair daha geçerli ve güvenilir sonuçlar sunmaktadır (Creswell, 2014; Cohen vd., 2018).

Araştırmanın Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2023-2024 eğitim-öğretim yılında İstanbul ili Gaziosmanpaşa ilçesinde bulunan bir devlet ortaokulunun altıncı sınıfında öğrenim gören toplam 80 öğrenci oluşturmaktadır. Okulun belirlenmesinde, araştırmacının ulaşılabilirliği ve uygulama izni kolaylığı göz önünde bulundurulmuş uygun örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Belirlenen okulda, halihazırda oluşturulmuş şubelerin yapısı bozulmadan; yansız atama yoluyla iki şube çalışma kapsamında değerlendirilmiştir. Bu şubelerden biri deney grubu (n=40), diğeri ise kontrol grubu (n=40) olarak belirlenmiştir.

Araştırma sürecinde bilimsel araştırma ve yayın etiği kurallarına titizlikle uyulmuştur. Bu kapsamda, uygulama öncesinde Yıldız Teknik Üniversitesi Akademik Etik Kurulu'ndan 06.06.2024 tarihli ve 2024.06 sayılı etik kurul onayı ve İstanbul İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden yasal uygulama izni temin edilmiştir. Çalışma grubu ortaokul öğrencilerinden oluştuğu için, uygulama öncesinde tüm öğrenci velilerine “ Deneklerin Gönüllülüğü ve Aydınlatılmış Onam Formu, Araştırma Amaçlı Çalışma İçin Çocuk Rıza Formu “ gönderilmiş ve yalnızca veli onayı alınan öğrenciler araştırmaya dahil edilmiştir. Ayrıca, öğrencilere çalışmanın amacı sözlü olarak açıklanmış ve katılımın tamamen gönüllülük esasına dayalı olduğu, istedikleri zaman çalışmadan ayrılacakları belirtilmiştir.

Grupların denkleğini test etmek amacıyla demografik özellikler ve ön test başarı puanları karşılaştırılmıştır. Tablo 1'de katılımcıların cinsiyet dağılımına ve akademik başarılarına ilişkin veriler sunulmuştur.

Tablo 1.

Araştırma Grubuna Yönelik Bilgiler

Değişken	Deney		Kontrol		Toplam		Ki-kare testi	
	n	%	n	%	n	%		
Cinsiyet	Kız	21	52,5	22	55,0	43	53,8	$\chi^2(1) = 0,050$ p = ,823
	Erkek	19	47,5	18	45,0	37	46,3	
	Toplam	40	100,0	40	100,0	80	100,0	
Değişken	Ort.	ss	Ort.	ss	Ort.	ss	T-testi	
Akademik Başarı	76,83	14,36	75,95	15,03	76,39	14,61	t(78) = 0,266 p = ,791	

Tablo 1 incelendiğinde, deney grubunda 21 kız (%52,5) ve 19 erkek (%47,5); kontrol grubunda ise 22 kız (%55,0) ve 18 erkek (%45,0) öğrenci bulunduğu görülmektedir. Yapılan Ki-kare analizi sonucunda, gruplar arasında cinsiyet dağılımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($\chi^2(1) = 0,050$; p > ,05). Bu bulgu, grupların cinsiyet değişkeni açısından homojen bir dağılım sergilediğini göstermektedir.

Öğrencilerin akademik başarı düzeylerini belirlemek amacıyla bir önceki yılın matematik not ortalamaları esas alınmıştır. Analiz öncesinde verilerin normal dağılım varsayımını sağladığı kontrol edilmiş (Shapiro-Wilk, p> .05) ve varyansların homojenliği (Levene Testi) doğrulanmıştır. Yapılan bağımsız örneklem t-testi sonucunda, deney (Ort. = 76,83) ve kontrol (Ort. = 75,95) gruplarının akademik başarıları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (t (78) = 0,266; p > ,05). Elde edilen bu sonuçlar, deney ve kontrol gruplarının deneysel işlem öncesinde birbirine denk olduğunu kanıtlar niteliktedir.

Veri Toplama Aracı

Araştırmada, öğrencilerin matematiksel ilişkilendirme becerilerini ölçmek için İlişkilendirme Becerisi Ölçeği (İKBÖ) kullanılmıştır (EK 2). Bu ölçek, Özpınar (2012) tarafından geliştirilmiştir. Bu araştırmada ise ölçeğin Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı 0.957 olarak tespit edilmiştir. Ölçek, öğrencilerin matematiksel kavramlar arasındaki bağlantıları anlama, açıklama ve gerçek yaşamla ilişkilendirme becerilerini değerlendiren 8 maddeden oluşur. Dörtlü Likert tipindeki (1=Hiç Katılmıyorum, 2=Katılmıyorum, 3=Katılıyorum, 4=Tamamen Katılıyorum) ölçekte ters kodlu madde yer almamaktadır.

Söz konusu ölçek öğretmen tarafından her bir öğrenci için ayrı ayrı doldurulmuştur. Ölçeklerden elde edilecek verilerin öğretmenlerin öznel değerlendirmelerinin yanı sıra, daha nesnel ölçümlerle de desteklenebilmesi amacıyla araştırmacı tarafından ölçeklerdeki maddelerle eşleşecek şekilde performans temelli başarı testi ve dereceli puanlama anahtarı geliştirilmiştir. Bu başarı testi (açık uçlu sorular), araştırmacı tarafından hazırlanmış ve Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu tarafından onaylanmış 6. Sınıf Matematik Ders Kitabından (Özçelik, 2023) alınan sorular kullanılarak oluşturulmuştur. Test sorularının ölçek maddeleriyle uyumu ve kapsam geçerliği; iki alan uzmanı akademisyen ve iki deneyimli matematik öğretmeninden alınan uzman görüşleri doğrultusunda teyit edilmiştir.

Kullanılan başarı testinin değerlendirilmesi amacıyla oluşturulan dereceli puanlama anahtarı ve ölçekte değerlendirilecek madde ile hangi sorunun ilişkili olduğu Tablo 2’de verilmiştir. Başarı testlerinden elde edilen veriler, öğretmenlerin ölçekleri doldurma sürecinde nesnel bir referans olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 2.

Başarı Testi Soruları ile İlişkilendirme Becerisi Ölçeği Maddelerinin Eşleştirilmesi ve Puanlama Kriterleri

SORU	ÖLÇEKTEKİ İLGİLİ MADDE	ZAYIF CEVAP	ORTA CEVAP	YETERLİ CEVAP	ÇOK İYİ CEVAP
1. Soru: Günlük Yaşam İlişkisi	Madde 1, 3, 6 (<i>Farklı disiplinler, Günlük yaşam, Örnek verme</i>)	Yanıt eksik ya da yanlış; günlük yaşam bağlamı kurulmamış.	Alanı doğru hesaplar ancak günlük yaşam durumu için değerlendirme yapmaz.	Alanı doğru hesaplar ve uygunluk durumunu belirtir, ancak gerekçesi yüzeyseldir.	Alanı hesaplar ve “birim alana düşen ürün” gibi gerçekçi verilerle kapsamlı bir uygunluk analizi yapar.
2. Soru: Matematiksel İfade	Madde 2, 5 (<i>Gösterimler arası geçiş, Uygun gösterimi seçme</i>)	Kenar ve yükseklik ilişkisi yanlış veya alakasız.	İlişki fark edilmiş ancak hesaplama veya formül ifadesinde hatalar var.	Kenar ve yükseklik ilişkisi doğru ifade edilmiş ancak bazı matematiksel notasyon eksikleri var.	Kenar uzunluğu ve yüksekliği kullanarak alan bağıntısını eksiksiz, doğru formül ve birimlerle ifade eder.
3. Soru: Geometrik Modelleme	Madde 4, 7, 8 (<i>Matematik içi ilişki, Farklı gösterimler</i>)	Şekil çizimi yok veya geometrik özellikler (alan korunumu) yanlış.	Şekil çizilmiş ancak dikdörtgen-paralelkenar dönüşümündeki alan ilişkisi hatalı.	Geometrik şekil doğru çizilmiş ancak dönüşüm süreci tam açıklanmamış.	Dikdörtgenden paralelkenara geçişi (alan korunumu) şekil üzerinde doğru gösterir ve ilişkiyi eksiksiz açıklar.

Tablo 2’de görüldüğü üzere başarı testinde sorulan her soru, kullanılacak İlişkilendirme Becerisi Ölçeğinde bulunan maddeler ile eşleştirilerek rubriğe göre puanlanmıştır. Böylece ölçeklerin doldurulma sürecinde nesnellığın artırılması gerçekleştirilmiştir.

Bunun yanı sıra, araştırmada dijital oyunlar da bir veri toplama ve öğretim aracı olarak kullanılmıştır. Bu oyunlar, öğrencilerin matematiksel süreç becerilerinin geliştirilmesine yönelik olarak araştırmacı tarafından tasarlanmış ve derslerde uygulanmıştır. Her bir oyun belirli bir matematiksel konuyu işleyerek öğrencilerin becerilerini ölçmek ve geliştirmek için yapılandırılmıştır. Kullanılan dijital oyunların detaylı açıklamaları EK 1’de yer alan ders planlarında ve uygulama süreci başlığında anlatılmıştır.

Oyunların kapsam geçerliğini sağlamak amacıyla, oyun içerisindeki matematiksel problemler ve yönergeler, matematik eğitimi alanında uzman iki akademisyen ve iki ortaokul matematik öğretmeni tarafından incelenmiş; gelen dönütler doğrultusunda oyunların kazanımlara ve öğrenci seviyesine uygunluğu teyit edilmiştir. Ayrıca, oyunların teknik hatalardan arındırılması için uygulama öncesinde çalışma grubu dışındaki öğrencilerle pilot uygulama gerçekleştirilmiştir.

Uygulama Süreci

Araştırma, İstanbul ili Gaziosmanpaşa ilçesindeki bir devlet ortaokulunun altıncı sınıf öğrencileri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Uygulama süreci beş hafta sürmüştür ve her hafta belirlenen matematik kazanımlarına yönelik dijital oyun destekli matematik öğretimi uygulanmıştır.

Öğretim süreci, her dersin başında ilgili matematiksel kazanımın ve oyunun temel mantığının akıllı tahta üzerinden tüm sınıfa tanıtılmasıyla başlamıştır. Ardından, araştırmacı tarafından geliştirilen oyunların internet bağlantı adresleri öğrencilerle paylaşılmıştır. Uygulama esnasında her öğrenci, laboratuvardaki bilgisayarlar üzerinden kendi hızında ve bireysel olarak oyunları oynamıştır. Akıllı tahta, uygulama süresince hem öğretmen tarafından kritik kavramların görselleştirilmesinde hem de öğrencilerin oyun içerisindeki zorlayıcı aşamalarda ortak bir tartışma platformu olarak kullanılmıştır. Oyunlar, Genially platformu üzerinden etkileşimli sunumlar, sürükle-bırak simülasyonları ve anlık geri bildirim veren görevlerle zenginleştirilmiştir. Uygulamanın ve kullanılan oyunların haftalık detayları Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3.

Dijital Oyunların Haftalara, Kazanımlara ve İçeriklerine Göre Dağılımı

Hafta	Dijital Oyun	İlgili Kazanım (MEB, 2018)	Amaç ve İçerik Özeti
1. Hafta	Oyun 1: Üçgende Alan	M.6.3.2.1. “Üçgenin alan bağıntısını oluşturur, ilgili problemleri çözer.”	Dikdörtgenin köşegeninden kesilmesiyle üçgen alanı arasındaki ilişkiyi görselleştirir. Görsel ve sembolik gösterimler arası geçişi amaçlar.
2. Hafta	Oyun 2: Paralelkenarın Alanı	M.6.3.2.2. “Paralelkenarın alan bağıntısını oluşturur, ilgili problemleri çözer.”	“Alan korunumu” ilkesini esas alır. Kes-yapıştır yöntemiyle paralelkenarı dikdörtgene dönüştürerek matematik içi ilişkilendirmeyi sağlar.
3-4. Hafta	Oyun 3: Alan ve Arazi Ölçme Birimleri	M.6.3.2.3. / M.6.3.2.4. “Alan ve arazi ölçme birimlerini tanıır, dönüşümler yapar.”	Alan ve arazi birimleri arasındaki kat ilişkilerini görselleştiren etkileşimli görevler içerir.
5. Hafta	Oyun 4: Alan Problemleri	M.6.3.2.4. “Alan ile ilgili problemleri çözer.”	Gerçek hayat senaryoları (tarla ekimi, maliyet hesabı) üzerinden matematiksel modelleme ve günlük yaşamla ilişkilendirme becerisine odaklanır.

Tablo 3'e göre uygulama süreci toplam beş hafta olarak planlanmıştır. Üçüncü ve dördüncü haftalarda "Alan ve Arazi Ölçme Birimleri" kazanımlarının kapsamlı yapısı nedeniyle aynı dijital oyunun farklı modülleri kullanılarak konu derinleştirilmiştir. Uygulama süresince kontrol grubuna herhangi bir dijital oyun etkinliği uygulanmamış, dersler geleneksel öğretim yöntemleriyle işlenmiştir. Her iki gruba da uygulama öncesinde ve sonrasında İKBÖ uygulanarak yöntemin etkisi ölçülmüştür.

Verilerin Analizi

Araştırmada, dijital oyun destekli matematik öğretiminin ortaokul öğrencilerinin matematiksel ilişkilendirme becerisine etkisini incelemek amacıyla ANCOVA kullanılmış ve tüm analizler SPSS v27 paket programı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın başında yapılan analizlerde deney ve kontrol gruplarının ön test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamış ve grupların denk olduğu tespit edilmiştir. Grupların başlangıçta denk olmasına rağmen, deneysel işlemin etkililiğini test etmek için t-testi yerine ANCOVA'nın tercih edilmesinin temel nedeni, hata varyansını kontrol altına alarak istatistiksel gücü artırmaktır.

Büyüköztürk'ün (1998) de belirttiği üzere ANCOVA, sadece gruplar arası başlangıç farklılıklarını gidermekle kalmaz, aynı zamanda bağımlı değişkenle ilişkili olan ortak değişkenin (ön test) varyansını hata varyansından arındırır. Bu durum, deneysel işlemin etkisinin daha hassas ve güçlü bir şekilde kestirilmesini sağlar. Bu nedenle, gruplar homojen olsa dahi sonuçların güvenilirliğini artırmak ve deneyin saf etkisini izole etmek amacıyla ön test puanları ortak değişken olarak modele dahil edilmiştir.

Analiz sürecinde, ANCOVA'nın temel varsayımları olan normallik, doğrusallık, regresyon eğimlerinin homojenliği ve varyansların homojenliği test edilmiş ve varsayımların sağlandığı doğrulandıktan sonra ana analizlere geçilmiştir. İstatistiksel anlamlılık düzeyi .05 olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Araştırmada belirlenen alt problemlere yanıt aramak amacıyla öncelikle ANCOVA testinin temel varsayımları incelenmiş, ardından analiz işlemlerine geçilmiştir.

İlk olarak, bağımlı değişken olan ilişkilendirme becerileri son test puanlarının normal dağılım gösterip göstermediği değerlendirilmiştir. Yapılan analiz sonucunda, çarpıklık katsayısı 0,317 ve basıklık katsayısı -0,332 olarak bulunmuş; bu değerler -1.5 ile +1.5 aralığında yer aldığından verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir (Kline, 2011).

İkinci olarak, ortak değişken (ön test) ile bağımlı değişken (son test) arasındaki ilişkinin doğrusallığı incelenmiştir. Pearson korelasyon analizi sonucunda, ön test ile son test puanları arasında güçlü, pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir doğrusal ilişki saptanmıştır ($r = 0,671$;

$p < 0,001$). Bu bulgu, ortak değişkenin modele dahil edilmesinin uygunluğunu ve doğrusallık varsayımının sağlandığını göstermektedir.

Üçüncü olarak, regresyon eğimlerinin homojenliği varsayımı test edilmiştir. Yapılan analizde, Grup x Ön Test etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($F = 2,564$; $p > 0,05$) görülmüştür. Bu sonuç, regresyon doğrularının paralel olduğunu ve eğimlerin homojenliği varsayımının karşılandığını kanıtlamaktadır.

Son olarak, varyansların homojenliği varsayımı Levene testi ile incelenmiştir. Test sonucunda, grupların hata varyanslarının eşit olduğu yönündeki yokluk hipotezi reddedilememiştir ($F = 2,759$; $p > 0,05$). Bu durum, grupların varyanslarının homojen olduğunu göstermektedir.

Tüm varsayımların karşılanmasının ardından gerçekleştirilen ANCOVA analizi sonuçları Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4.

Dijital Oyun Destekli Matematik Öğretiminin İlişkilendirme Becerilerine Etkisine Yönelik ANCOVA Analizi Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	Etki Büyüklüğü
Düzeltilmiş Model	17,600	2	8,800	114,775	,000	-
Kesişim	12,765	1	12,765	166,491	,000	-
İKBÖ Ön Testi	10,843	1	10,843	141,418	,000	-
Dijital Oyun Destekli Matematik Öğretimi	7,025	1	7,025	91,630	,000	0,543
Hata	5,904	77	,077			
Toplam	693,406	80				
Düzeltilmiş Toplam	23,503	79				

Araştırmanın birinci alt problemi kapsamında deney grubunun puanları incelendiğinde; öğrencilerin son test puan ortalamalarının (3,19), ön test puanlarına göre anlamlı bir artış gösterdiği ve dijital oyun destekli öğretimin grup içi gelişimde etkili olduğu görülmüştür.

Araştırmanın ikinci alt problemi olan “gruplar arası farkın anlamlılığı” için Tablo 4 incelendiğinde; ön test puanları kontrol altına alındığında, uygulanan öğretim yönteminin son test puanları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark yarattığı görülmektedir ($F = 91,630$; $p < 0,001$). Deney grubunun düzeltilmiş son test puan ortalaması (3,19), kontrol grubunun ortalamasından (2,60) anlamlı düzeyde yüksektir.

Araştırmanın üçüncü alt problemi olan etki büyüklüğüne ilişkin bulgular incelendiğinde; kısmi etki büyüklüğü değerinin 0,543 olduğu görülmektedir. Bu değer, uygulanan yöntemin bağımlı değişken üzerindeki varyansın yaklaşık %54'ünü açıkladığını ve dijital oyun destekli öğretimin geniş bir etki büyüklüğüne sahip olduğunu göstermektedir. Bu bulgular ışığında, dijital oyun destekli matematik öğretiminin, öğrencilerin ilişkilendirme becerilerini geliştirmede geleneksel yöntemden daha etkili olduğu söylenebilir.

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Sonuç ve Tartışma

Bu araştırmada, dijital oyun destekli matematik öğretiminin ortaokul öğrencilerinin ilişkilendirme becerileri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucunda, öğrencilerin ön test puanları kontrol edildiğinde, deney grubunun son test puanlarının kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu ve hesaplanan etki büyüklüğünün “geniş” düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bu bulgu, dijital oyun destekli öğretimin, öğrencilerin matematiksel ilişkilendirme becerilerini geliştirmede geleneksel yöntemden daha etkili olduğunu göstermektedir.

Araştırmada elde edilen bu başarı, çalışmada kullanılan dijital oyunların tasarım özellikleri ile yakından ilişkilendirilebilir. Hakemlerin de dikkat çektiği üzere, oyunların görsel ve etkileşimli yapısı bu süreçte belirleyici olmuştur. Örneğin, uygulama sürecinde kullanılan “*Oyun-2: Paralelkenarın Alanı*” etkinliğinde yer alan ve Genially platformu üzerinden tasarlanan “sürükle-bırak” ve “kes-yapıştır” simülasyonları, öğrencilerin paralelkenarı dikdörtgene dönüştürerek alan korunumunu bizzat deneyimlemelerini sağlamıştır. Mayer’in (2019) Çoklu Ortam Öğrenme Kuramı’nda belirttiği gibi, metin ve görselin dinamik etkileşimi bilişsel yükü yöneterek derinlemesine öğrenmeyi destekler. Dolayısıyla, deney grubundaki puan artışı; öğrencilerin soyut formülleri ezberlemek yerine, oyun içindeki bu somut manipülasyonlar sayesinde geometrik şekiller arasındaki ilişkileri görsel kanıtlarla yapılandırmasından kaynaklanmış olabilir.

Deney grubunun başarısını açıklayan bir diğer kritik faktörün, oyunların sağladığı anlık geri bildirim mekanizması olduğu düşünülmektedir. Çalışmada kullanılan oyunlar, öğrenci hatalı bir seçim yaptığında (örneğin; yanlış yükseklik seçimi) sistem tarafından anında uyarı verecek ve doğru ipucuna yönlendirecek şekilde programlanmıştır. Prensky (2001) ve Gee (2003), bu tür döngülerin öğrenme sürecini “deneme-yanılma” yoluyla güçlendirdiğini vurgular. Bu çalışmada da nicel puanlardaki artış, oyunların öğrencilere kendi hatalarını anında görme ve düzeltme fırsatı sunarak kavramsal eksikliklerini gidermelerine olanak tanıdığı şeklinde yorumlanabilir.

Diğer taraftan, başarı testinde özellikle günlük yaşamla ilişkilendirme gerektiren sorularda deney grubunun daha yüksek performans göstermesi, oyun senaryolarının etkisiyle açıklanabilir. Uygulanan ve içerisinde tarla ekimi, maliyet hesabı gibi gerçek hayat durumlarını barındıran “*Oyun-4: Alan Problemleri*” gibi senaryo tabanlı oyunlar, matematiksel bilginin günlük problemlere transferini zorunlu kılmıştır. Squire (2013) ve Devlin (2011), oyunların bağlamsal öğrenmeyi desteklediğini belirtmektedir. Bu çalışmanın nicel bulguları da literatürdeki bu görüşü destekler niteliktedir; oyun içindeki görevleri tamamlamak için matematiği bir araç olarak kullanan öğrenciler, bu sayede ilişkilendirme becerilerini geliştirmişlerdir. Özetle; istatistiksel analizler, dijital oyun destekli öğretimin akademik başarı ve ilişkilendirme becerisi üzerinde güçlü bir etkisi olduğunu kanıtlamaktadır.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma, İstanbul ili Gaziosmanpaşa ilçesindeki bir devlet ortaokulunun 6. sınıf öğrencileri ile ve Matematik dersi “Alan Ölçme” konusu ile sınırlıdır. Uygulama süreci 5 hafta olarak belirlenmiştir. Araştırmanın sonuçları, kullanılan örneklem grubu ve belirlenen konu kapsamı ile sınırlı olup, farklı okul türlerine veya matematik konularına genellenemez. Ayrıca veriler, başarı testini referans alan öğretmen gözlemlerine dayalı ilişkilendirme Becerisi Ölçeği (İKBÖ) ile toplanmıştır; öğrencilerin oyun sürecindeki anlık motivasyon, tutum ve duyuşsal değişimlerine yönelik doğrudan nitel veri (görüşme, gözlem vb.) toplanmamış olması çalışmanın bir diğer sınırlılığıdır.

Öneriler

Araştırmadan elde edilen bulgular, dijital oyunların özellikle soyut kavramların somutlaştırılmasında etkili olduğunu gösterdiğinden, uygulayıcıların matematik öğretiminde ilişkilendirme becerisi gerektiren (geometri, dönüşümler, ölçme vb.) konularda sadece pratik yapmaya dayalı oyunlar yerine, kavramsal yapıyı görselleştiren simülasyon tabanlı dijital materyalleri derslerine entegre etmeleri önerilmektedir. Eğitim teknolojisi alanında çalışan içerik geliştiricilerin de oyun tasarımlarında “eğlence” unsuru kadar, matematiksel ilişkilendirmeyi destekleyecek pedagojik senaryolara (disiplinler arası geçişler, gerçek yaşam problemleri) öncelik vermeleri materyallerin eğitsel niteliğini artıracaktır. Mevcut çalışma nicel verilerle sınırlandırıldığından, dijital oyunların öğrenci motivasyonu, derse katılımı ve duyuşsal süreçleri üzerindeki etkilerini daha net görebilmek adına, gelecek araştırmalarda gözlem, öğrenci görüşmeleri ve günlük tutma gibi nitel veri toplama araçlarını içeren karma desenli çalışmaların yapılması literatüre önemli katkı sağlayacaktır. Son olarak, bu çalışmanın ortaokul 6. sınıf düzeyi ile sınırlı olması nedeniyle, yöntemin etkililiğinin genellenebilmesi için farklı sınıf düzeylerinde ve farklı öğrenme alanlarında boylamsal çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Veri Kullanılabilirliği Beyanı: Bu çalışma sırasında oluşturulan veya analiz edilen veriler, talep üzerine yazarlardan temin edilebilir.

Dil ve Yazım Denetimi için Yapay Zekâ Kullanımı: Bu çalışmada dil düzenleme ve APA 7 kaynakça biçimlendirme desteği için yapay zekâ tabanlı bir dil asistanından yararlanılmıştır.

Etik Beyan: Bu araştırma, Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu tarafından 06.06.2024 tarihli ve 2024.06 numaralı karar ile etik kurul izni kapsamında yürütülmüştür.

Kaynakça

- Altun, M. (2014). *Matematik öğretimi*. Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş. (1998). Kovaryans analizi (varyans analizi ile karşılaştırmalı bir inceleme). *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 31(1), 91–105. https://doi.org/10.1501/Egifak_000.000.0247
- Clark, D. B., Tanner-Smith, E. E., & Killingsworth, S. S. (2016). Digital games, design, and learning: A systematic review and meta-analysis. *Review of Educational Research*, 86(1), 79–122. <https://doi.org/10.3102/003.465.4315582065>

- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research methods in education* (8th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/978.131.5456539>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications. <https://books.google.com.tr/books?id=4uAmAwAAQBAJ>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining gamification. *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference*, 9–15. <https://doi.org/10.1145/2181.037.2181040>
- Devlin, K. (2011). *Mathematics education for a new era: Video games as a medium for learning*. A K Peters/CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b10816>
- Fidan, N., ve Baykul, Y. (1994). *Eğitimde matematiksel düşünme ve öğretim stratejileri*. Alfa Yayınları.
- Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & Gaming*, 33(4), 441–467. <https://doi.org/10.1177/104.687.8102238607>
- Gee, J. P. (2003). *What video games have to teach us about learning and literacy*. Palgrave Macmillan. <http://dx.doi.org/10.1145/950.566.950595>
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification. *47th Hawaii International Conference on System Sciences*, 3025–3034. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377>
- Hays, R. T. (2005). *The effectiveness of instructional games: A literature review and discussion* (Technical Report No. 2005-004). Naval Air Warfare Center Training Systems Division. <https://doi.org/10.21236/ADA441935>
- Horuz, O. R. (2022). Matematik dersinde kullanılan dijital eğitsel oyunların 6. sınıf öğrencileri tarafından Rasch ölçme modeli ile değerlendirilmesi. Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr>
- Hu, H., & Sperling, R. A. (2022). Pre-service teachers' perceptions of adopting digital games in education: A mixed methods investigation. *Teaching and Teacher Education*, 120, 103876. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2022.103876>
- Hussein, M. H., Ow, S. H., Elaish, M. M., & Jensen, E. O. (2022). Digital game-based learning in K-12 mathematics education: A systematic literature review. *Education and Information Technologies*, 27(2), 2859–2891. <https://doi.org/10.1007/s10639.021.10721-x>
- Ke, F. (2009). A qualitative meta-analysis of computer games as learning tools. In R. E. Ferdig (Ed.), *Handbook of research on effective electronic gaming in education* (pp. 1–32). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-59904-808-6.ch001>
- Ke, F. (2015). Designing and integrating purposeful learning in game play: A systematic review. *Educational Technology Research and Development*, 63(2), 219–244. <https://doi.org/10.1007/s11423.015.9418-1>
- Kim, B., Park, H., & Baek, Y. (2009). Not just fun, but serious strategies: Using meta-cognitive strategies in game-based learning. *Computers & Education*, 52(4), 800–810. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.12.004>
- Kline, R. B. (2011). *Principles and practice of structural equation modeling* (3rd ed.). The Guilford Press.
- Mayer, R. E. (2014). *Computer games for learning: An evidence-based approach*. MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9427.001.0001>
- Mayer, R. E. (2019). Computer games in education. *Annual Review of Psychology*, 70, 531–549. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010.418.102744>
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). *Matematik öğretim programı*. MEB Yayınları.
- Özçelik, U. (2023). *6. sınıf matematik ders kitabı*. ATA Ders Kitapları Yayıncılık Matbaacılık İnşaat Tarım Hayvancılık Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.

- Özpinar, İ. (2012). 6-8. sınıflar matematik öğretim programında yer alan becerileri ölçmeye yönelik ölçek geliştirme çalışması (Tez No. 344458). Ulusal Tez Merkezi.
- Prensky, M. (2001). *Digital game-based learning*. McGraw-Hill. <https://doi.org/10.1145/950.566.950596>
- Qian, M., & Clark, K. R. (2016). Game-based learning and 21st century skills: A review of recent research. *Computers in Human Behavior*, 63, 50–58. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.023>
- Ritzhaupt, A. D., Poling, N., Frey, C., & Johnson, M. (2014). A synthesis on digital games in education: What the research literature says from 2000 to 2010. *Journal of Interactive Learning Research*, 25(2), 261–280.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68–78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- Shute, V. J. (2008). Focus on formative feedback. *Review of Educational Research*, 78(1), 153–189. <https://doi.org/10.3102/003.465.4307313795>
- Soylu, Y., ve Soylu, C. (2006). *Matematik eğitiminde problem çözme: Kuram ve uygulama*. Eğitim Kitabevi.
- Squire, K. (2013). *Video games and learning: Teaching and participatory culture in the digital age*. Teachers College Press. https://www.researchgate.net/publication/259532938_Video_Games_and_Learning_Teaching_and_Participatory_Culture_in_the_Digital_Age
- Talan, T., ve Aktürk, A. O. (2021). Dijital oyunların eğitimde kullanımı ve motivasyon üzerine etkileri. *Eğitim Teknolojileri Araştırma Dergisi*, 13(2), 89–102.
- Tobias, S., & Fletcher, J. D. (Eds.). (2011). *Computer games and instruction*. Information Age Publishing. <https://doi.org/10.1108/978-1-61735-410-6>
- Tokac, U., Novak, E., & Thompson, C. G. (2019). Effects of game-based learning on students' mathematics achievement: A meta-analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 35(3), 407–420. <https://doi.org/10.1111/jcal.12347>
- Vogel, J. J., Vogel, D. S., Cannon-Bowers, J., Bowers, C. A., Muse, K., & Wright, M. (2006). Computer gaming and interactive simulations for learning: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 34(3), 229–243. <https://doi.org/10.2190/FLHV-K4WA-WPVQ-H0YM>
- Wouters, P., & Van Oostendorp, H. (2013). A meta-analytic review of the role of instructional support in game-based learning. *Computers & Education*, 60(1), 412–425. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.07.018>
- Yıldırım, K. (2018). Geleneksel ve dijital öğrenme yöntemlerinin karşılaştırılması. *Yükseköğretim Dergisi*, 25(1), 78–94.

Ekler

Ek 1: Ders Planları

1.Hafta

Dersin Genel Amacı:

Öğrencilerin, üçgenin alan bağıntısını kavrayarak bu konuyla ilgili problemleri dijital oyunlar aracılığıyla çözebilme becerilerini geliştirmek.

Dersin Kazanımları:

1. Üçgenin alan bağıntısını açıklar.
2. Üçgenin alanını hesaplama ile ilgili problemleri çözer.
3. Dijital oyun tabanlı öğrenme araçlarını kullanarak matematiksel düşünme yetisini geliştirir.

Dersin Süresi:

2 Ders Saati (Her biri 40 dakika)

Ders Planı:

Giriş (10 Dakika)

1. Öğrencilerle Sohbet: Üçgenler ve onların günlük hayatta nerede karşımıza çıkabileceği hakkında kısa bir sohbet yapılır. Üçgenler ve üçgenin alanı kavramına giriş yapılır.
2. Önceki Bilgilerin Aktivasyonu: Öğrencilere üçgenin çeşitleri ve temel özellikleriyle ilgili kısa sorular sorularak önceki bilgileri tazeletir.

Gelişme (50 Dakika)

1. Dijital Oyun Tabanlı Öğretim Yönteminin Tanıtılması:

- Öğrencilere, dersin dijital oyun tabanlı geçeceği ve bu yöntemin nasıl işlediği anlatılır. Kullanılan oyunun “Oyun 1 – Üçgende Alan” oyununun içeriği tanıtılır.
- Oyun, bir kaçış oyunu olup 3 odadan oluşur ve her oda farklı türde sorular içerir.
- Her odanın sonunda şifre alınır. Şifrelerin açıklaması:

1. Oda: “Bir üçgenin alanı, bir kenar uzunluğu ile...”

2. Oda: “O kenara ait yüksekliğin...”

3. Oda: “Çarpımının yarısına eşittir.”

2. Üçgenin Alan Bağıntısının Tanıtılması:

- Öğretmen tarafından üçgenin alan formülü detaylı olarak anlatılır.
- Dikdörtgenin alanından yola çıkılarak üçgenin alan formülü türetilir.
- Görsel ve etkileşimli örneklerle kavram pekiştirilir.

3. Dijital Oyun ile Uygulama:

- 1.Oda (Doğru-Yanlış ve Sıralama Soruları):

Bir üçgenin bir kenarına ait yüksekliğin doğru gösterimini seçme veya üçgenin yüksekliklerini sıralama gibi sorular çözümlür.

- 2. Oda (Klasik Sorular):

Kareli kâğıtta verilen üçgenlerin alanlarını hesaplama gibi sorular çözümlür.

- 3. Oda (Test Soruları):

Bir üçgenin tabanı ve yüksekliğine göre alanını bulma veya bir üçgenin en büyük alanını belirleme gibi çoktan seçmeli sorular çözümlür.

Uygulama Esnasında:

Oyun sırasında öğrencilerin soruları tartışmaları ve çözüm yollarını arkadaşlarıyla paylaşmaları teşvik edilir.

Kapanış (10 Dakika)

1. Değerlendirme:

- Öğrencilere, oyunda çözdükleri sorulara benzer, ancak farklı görseller veya sayılar içeren yeni sorular kâğıt üzerinde verilir.
- Çözümler kontrol edilerek geri bildirim sağlanır.

2. Geri Bildirim:

- Öğrencilerden oyunun eğitici ve eğlenceli yönleri hakkında düşüncelerini paylaşmaları istenir.
- Geri bildirimler not alınır ve değerlendirilir.

3. Ödev:

- Oyun üzerinden tekrar çalışmaları ve evde üçgen alanını hesaplama soruları çözmeleri istenir.

2. Hafta

Dersin Genel Amacı:

- Öğrencilerin, paralelkenarın alan bağıntısını kavrayarak bu konuyla ilgili problemleri dijital oyunlar aracılığıyla çözebilme becerilerini geliştirmek.

Dersin Kazanımları:

- Paralelkenarın alan bağıntısını açıklar.
- Paralelkenarın alanını hesaplama ile ilgili problemleri çözer.
- Dijital oyun tabanlı öğrenme araçlarını kullanarak matematiksel düşünme yetisini geliştirir.

Dersin Süresi:

2 Ders Saati (Her biri 40 dakika)

Ders Planı:

Giriş (10 Dakika)

1. Öğrencilerle Sohbet: Paralelkenarların kullanım alanları ve günlük hayatta karşımıza çıkan yerler hakkında kısa bir sohbet yapılır.

2. Önceki Bilgilerin Aktivasyonu: Öğrencilere dörtgenler ve özellikleriyle ilgili kısa sorular sorularak önceki bilgileri tazeletilecektir.

Gelişme (50 Dakika)

1. Dijital Oyun Tabanlı Öğretim Yönteminin Tanıtılması:

- Öğrencilere, dersin dijital oyun tabanlı geçeceği ve bu yöntemin nasıl işlediği anlatılır. Kullanılan “Oyun 2 – Paralelkenarın Alanı” oyununun içeriği tanıtılır.
- Oyun, 4 odadan oluşur ve her oda farklı türde sorular içerir:
 - 1.Oda: Resim seçimi, test ve sıralama soruları içerir.
 - 2.Oda: Klasik problem çözme soruları içerir.
 - 3.ve 4. Oda: Çoktan seçmeli test sorularından oluşur.

2. Paralelkenarın Alan Bağıntısının Tanıtılması:

- Paralelkenarın alan formülü detaylı olarak açıklanır.
- Kare ve dikdörtgenin paralelkenarın özel durumları olduğu belirtilir.
- Görsel materyallerle örnekler sunulur.

3. Dijital Oyun ile Uygulama:

- 1.Oda (Çeşitli Soru Türleri): Örneğin, paralelkenarın bir kenarına ait yüksekliği belirleme veya alan sıralama gibi sorular çözülür.
- 2. Oda (Klasik Problemler): Noktalı kâğıt üzerinde çizilmiş paralelkenarların alanlarını hesaplama gibi sorular çözülür.
- 3. ve 4. Odalar (Test Soruları): Çoktan seçmeli sorularla, paralelkenarın alanını bulma veya şekilleri karşılaştırma gibi problemler çözülür.
- Uygulama Esnasında: Grup tartışmaları teşvik edilerek çözüm yolları paylaşılır.

Kapanış (10 Dakika)

1.Değerlendirme:

- Öğrencilere, oyunda çözdükleri sorulara benzer yeni sorular kâğıt üzerinde verilir.
- Çözümler kontrol edilerek geri bildirim sağlanır.

2.Geri Bildirim:

- Öğrencilerden oyunun eğitici ve eğlenceli yönleri hakkında düşüncelerini paylaşmaları istenir.
- Geri bildirimler not alınır ve sonraki derslerde dikkate alınır.

3.Ödev:

- Oyun üzerinden tekrar çalışmaları ve evde paralelkenar alanı hesaplama soruları çözmeleri önerilir.

3. Ve 4. Hafta

Dersin Genel Amacı:

Öğrencilerin alan ölçme birimlerini tanınması ve m^2 , km^2 , cm^2 , mm^2 gibi birimleri birbirine dönüştürebilme becerilerini geliştirmek; arazi ölçme birimlerini tanınmasını ve bu birimlerin standart alan ölçme birimleriyle olan ilişkisini anlamalarını sağlamak.

Dersin Kazanımları:

- Alan ölçme birimlerini tanıır.
- m^2 , km^2 , cm^2 , mm^2 birimlerini birbirine dönüştürür.
- Arazi ölçme birimlerini tanıır.
- Standart alan ölçme birimleriyle arazi ölçme birimlerini ilişkilendirir

Dersin Süresi:

2 Ders Saati (Her biri 40 dakika)

Ders Planı:

Giriş (10 Dakika)

1. Öğrencilerle Sohbet: Alan ve arazi ölçümlerinin günlük yaşamda nerelerde kullanıldığı hakkında kısa bir sohbet yapılır. Alan ölçme birimlerinin evler, bahçeler veya tarım arazileri gibi yerlerdeki önemine değinilir.

2. Önceki Bilgilerin Aktivasyonu: Öğrencilere ölçme birimlerinin kullanım alanları ve anlamlarıyla ilgili kısa sorular sorulur. Daha önce öğrendikleri m^2 ve cm^2 gibi ölçü birimleri hatırlatılır.

Gelişme (50 Dakika)

1. Dijital Oyun Tabanlı Öğretim Yönteminin Tanıtılması:

- Öğrencilere, dersin dijital oyun tabanlı geçeceği ve bu yöntemin nasıl işlediği anlatılacaktır. Kullanılan “Oyun 3 – Alan ve Arazi Ölçüleri Oyunu” oyununun içeriği tanıtılır.
- Oyun, 4 odadan oluşur ve her oda farklı türde sorular içerir:

1.Oda: Doğru-Yanlış sorularıyla alan ölçme birimlerinin temel kavramları işlenir.

- 2.Oda: Basit test sorularıyla birimler arasında dönüşüm soruları çözülür.
- 3.Oda: Doğru-Yanlış sorularıyla arazi ölçme birimlerinin temel özellikleri ele alınır.
- 4.Oda: Zorluk derecesi artan test sorularıyla dönüşüm ve uygulama problemleri çözülür

2. Alan ve Arazi Ölçme Birimlerinin Tanıtılması:

- Öğrencilere standart alan ölçme birimlerinin (m^2 , km^2 , cm^2 , mm^2) ne olduğu ve birbirine nasıl dönüştürüldüğü açıklanır.
- Arazi ölçme birimleri (ar, dekar, hektar) ve bu birimlerin standart birimlerle ilişkisi örneklerle gösterilir.
- Tablo ve görseller kullanılarak dönüşüm hesapları görsel hale getirilir.
- 3. Dijital Oyun ile Uygulama:
 - 1.Oda: Alan ölçme birimleriyle ilgili temel doğru-yanlış soruları çözülür.
 - 2. Oda: Öğrenciler, birimler arasındaki dönüşümleri içeren test sorularını cevaplar.
 - 3. Oda: Arazi ölçme birimleriyle ilgili doğru-yanlış soruları yanıtlar.
 - 4. Oda: Zorluk derecesi yüksek dönüşüm ve uygulama problemleri çözülür.
- Oyun sırasında öğrencilerin soruları tartışmaları ve çözüm yollarını arkadaşlarıyla paylaşmaları teşvik edilecektir.

Kapanış (10 Dakika)

1. Değerlendirme:

- Dersin sonunda öğrencilere, öğrendiklerini pekiştirmek için kısa bir değerlendirme yapılır.
- Değerlendirme soruları öğrencilere bu dönüşümlerin günlük yaşamda nasıl kullanılabileceğine dair örnekler içerir.

2. Geri Bildirim:

- Öğrencilere ders hakkında geri bildirimde bulunmaları için fırsat verilir.
- Öğretmen, öğrencilerin geri bildirimlerini toplayarak gelecekteki ders planlamalarında kullanılır.

3. Ödev:

- Öğrencilere, öğrendiklerini pekiştirmek amacıyla evde çözmeleri için alan ve arazi ölçme birimleri, birbirlerine dönüşümleri ile ilgili birkaç problem ve farklı dijital uygulamalar verilir.

5. Hafta

Dersin Genel Amacı:

Öğrencilerin alan hesaplama ile ilgili çeşitli matematik problemlerini anlayabilmesini ve çözebilmesini sağlamak.

Dersin Kazanımları:

1.Çeşitli şekillerin alanlarını hesaplar.

2.Gerçek hayat problemlerinde alan hesaplama uygulamalarını gerçekleştirir.

Dersin Süresi:

2 Ders Saati (Her biri 40 dakika)

Ders Planı:

Giriş (10 Dakika)

1. Öğrencilerle Sohbet: Alan hesaplamının günlük yaşamda neden önemli olduğu üzerine kısa bir sohbet yapılır.

2. Önceki Bilgilerin Aktivasyonu: Öğrencilere önceki haftalarda öğrendikleri alan ölçme birimleri ve alan hesaplama formülleri hatırlatılır.

Gelişme (50 Dakika)

1. Dijital Oyun Tabanlı Öğretim Yönteminin Tanıtılması:

Öğrencilere, dersin dijital oyun tabanlı geçeceği ve bu yöntemin nasıl işlediği anlatılacaktır. Kullanılan “Oyun 4-Alan Problemleri Oyunu” oyununun içeriği tanıtılır.

Oyun, 4 odadan oluşur:

1.Oda: Temel test sorularıyla alan hesaplama.

2.Oda: Farklı arazi alanlarının karşılaştırılması ve dönüşüm soruları.

3.Oda: Gerçek hayat senaryolarına dayalı problem çözme.

4.Oda: Karışık soru çözümü.

• Oyunun amaçları ve işleyişi hakkında kısa bir rehberlik yapılır.

2. Alan Hesaplama Problemlerinin Tanıtılması:

• Öğretmen tarafından kare, dikdörtgen, üçgen ve paralelkenar alanlarının nasıl hesaplanacağı detaylıca gösterilir.

• Gerçek hayattan örnekler verilerek formüllerin uygulanışı açıklanır.

2. Dijital Oyun ile Uygulama:

• 1.Oda: Öğrenciler, temel test sorularıyla şekillerin alanını hesaplar. Bu sorular, küçük birimleri büyük birimlere çevirme gibi işlemleri içerir.

• 2. Oda: Farklı arazi alanlarını karşılaştırma ve verilen ölçümlerin hangi dönüşümlere uygun olduğunu belirleme gibi sorular sorulur.

• 3. Oda: Gerçek hayat senaryolarına dayalı problemler çözülür. Örneğin, bir arazinin bölümlere ayrılarak farklı ürünler için kullanımının alan hesabını içerir.

• 4. Oda: Daha karmaşık klasik problemler çözülür. Geometrik şekillerin kombinasyonlarını içeren sorularla toplam alan hesaplamaları yapılır.

- Uygulama Esnasında: Sorular sınıfta tartışılarak çözüm yolları paylaşılır ve çözüm yollarını arkadaşlarıyla paylaşmaları teşvik edilir.

Kapanış (10 Dakika)

- 1. Değerlendirme:
 - Dersin sonunda öğrencilere, öğrendiklerini pekiştirmek için kısa bir değerlendirme yapılır.
 - Değerlendirme ders sırasında ele alınan problemlerle benzer sorular içerir.
- 2. Geri Bildirim:
 - Öğrencilere ders hakkında geri bildirimde bulunmaları için fırsat verilir.
 - Öğretmen, öğrencilerin geri bildirimlerini toplayarak gelecekteki ders planlamalarında kullanır.

3. Ödev:

Öğrencilere, öğrendiklerini pekiştirmek amacıyla evde çözmeleri için farklı şekillerin alanını hesaplamaları gereken problemler verilir.

Ek 2 : İlişkilendirme Beceri Ölçeği**İlişkilendirme Becerisi Ölçeği (İKBÖ)**

Öğrencinin

Adı ve Soyadı :.....

Sınıfı :.....

Aşağıdaki ölçek, öğrencinizin ilişkilendirme becerisinin değerlendirilmesi için hazırlanmıştır. Öğrencinizde bu ölçütlerin bulunma düzeyini ilgili yeri “X” şeklinde işaretleyerek belirtiniz.

Zayıf	Orta	Yeterli	Çok İyi			
1	2	3	4			
İlişkilendirme Becerisi Ölçeği			1	2	3	4
1. Matematikte öğrendiklerini farklı disiplinlerde uygular.						
2. Bir kavramın bir gösteriminden diğer gösterimine geçiş yapar.						
3. Elde ettiği çözümleri günlük yaşam durumu için değerlendirir.						
4. Matematiğin farklı öğrenme alanlarını birbiri ile ilişkilendirir.						
5. Belli bir kavram için en uygun gösterimi seçer.						
6. Matematiksel kavramları tanımlamak için gerçek yaşamdan örnekler verir.						
7. Aynı kavramı farklı gösterimler ile temsil eder.						
8. Matematik kavramlarını kendi içinde ilişkilendirir.						

The Effect of Digital Game-Supported Mathematics Teaching on Middle School Students' Mathematical Connection Skills

Aslı BARMAN* 

Elif BAHADIR** 

Introduction

Mathematics education plays a central role in fostering analytical reasoning, problem-solving, and the capacity to understand connections among mathematical concepts. A critical cognitive competency within this discipline is the “mathematical connection skill”. This skill is defined as the ability to recognize, articulate, and apply meaningful links between different mathematical ideas, as well as between mathematics and real-world contexts (Altun, 2014). Learners who develop strong connection skills can transfer knowledge across contexts and approach problems flexibly. Conversely, students lacking these skills often treat concepts as isolated facts, which limits meaningful application and deep understanding (Fidan & Baykul, 1994; Soylu & Soylu, 2006).

Digital game-based learning has emerged as a promising pedagogical approach to support this conceptual integration. Games combine visualization, interactivity, and immediate feedback with motivational elements, aligning with constructivist perspectives that emphasize active learning (Prensky, 2001; Gee, 2003). The dynamic visualization capabilities of digital games allow students to manipulate abstract mathematical relationships concretely—for instance, observing how changing a shape affects its area in real-time (Mayer, 2014). Furthermore, the immediate feedback loops in games enable learners to correct misconceptions instantly, fostering a deeper grasp of mathematical connections (Shute, 2008). The primary aim of this study is to investigate whether integrating digital games into mathematics instruction enhances the mathematical connection skills of secondary school students. Within the framework of this general aim, the following sub-problems were addressed:

1. Is there a significant difference between the pre-test and post-test mathematical connection skill scores of the experimental group?
2. Is there a significant difference between the adjusted post-test scores of the experimental and control groups when pre-test scores are controlled?

* Teacher, Ministry of National Education, aslibarmanmat@gmail.com. ORCID: 0009-0005-7608-0355

** Prof. Dr., Yıldız Technical University, Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education, ebahadir@yildiz.edu.tr. ORCID: 0000-0002-1154-5853

3. What is the effect size of the digital game-supported instruction on students' mathematical connection skills?

Methodology

A quasi-experimental pre-test–post-test control group design with a non-equivalent control group was employed. The study was conducted in a state middle school in Gaziosmanpaşa, Istanbul, during the 2023–2024 academic year. The sample consisted of 80 sixth-grade students, randomly assigned to an experimental group ($n = 40$) and a control group ($n = 40$) based on existing class structures. Demographic analysis showed no significant differences in gender distribution or prior academic achievement between the groups, ensuring baseline equivalence.

To measure the students' mathematical connection skills, the “Mathematical Connection Skills Scale” (MCSS) developed by Özpınar (2012) was used (Cronbach's alpha = .957). A unique aspect of this study's methodology was the data collection process: teachers completed the scale for each student. To ensure objectivity and support teacher observations with concrete data, a performance-based achievement test (consisting of open-ended questions aligned with the curriculum) and a corresponding rubric were developed. Teachers used the students' performance on this test as a reference when scoring the items on the scale.

The intervention spanned five weeks. The experimental group received mathematics instruction enriched with researcher-developed digital games (via the Genially platform) addressing weekly learning outcomes: triangle area, parallelogram area, unit conversions for area/land, and applied area problems. These games featured interactive tasks, such as “cut-and-paste” simulations to demonstrate area conservation (e.g., transforming a parallelogram into a rectangle) and real-life scenarios (e.g., farming costs). The control group followed routine instruction without game integration. Data analysis was conducted using ANCOVA (SPSS v27) to control for pre-test scores, after verifying assumptions of normality, linearity, and homogeneity of variances.

Findings

The primary analysis utilized ANCOVA to determine the effect of the intervention on post-test connection skill scores, controlling for pre-test differences. Preliminary checks confirmed that the data were normally distributed (skewness = 0.317; kurtosis = - 0.332) and that there was a strong positive correlation between pre – and post-test scores ($r = .671, p < .001$).

Addressing the sub-problems of the research, the ANCOVA results revealed a statistically significant difference between the groups in favor of the experimental group ($F(1, 77) = 91.630; p < .001$). The adjusted mean score for the experimental group was determined to be 3.19, whereas the control group's adjusted mean was 2.60. Furthermore, regarding the third sub-problem, the partial eta squared value was calculated as .543, indicating a large effect size. This suggests that the digital game-supported instruction accounted for approximately 54% of the variance in the students' post-test scores. These findings demonstrate that students exposed to the game-based

intervention acquired significantly higher levels of ability to connect mathematical concepts compared to peers receiving conventional instruction.

Discussions, Conclusions, and Recommendations

The results support the hypothesis that digital game-supported mathematics teaching significantly enhances students' mathematical connection skills. The large effect size observed in this study aligns with theoretical frameworks suggesting that interactive visualization and immediate feedback promote conceptual integration (Mayer, 2019; Gee, 2003).

The success of the experimental group can be attributed to specific design features of the games used. For instance, games that allowed students to virtually manipulate geometric shapes provided visual proofs of abstract formulas, thereby reducing cognitive load and facilitating the understanding of “area conservation.” Additionally, scenario-based games (e.g., calculating land costs) required students to transfer mathematical knowledge to real-life contexts, directly exercising their connection skills as described by Squire (2013). The immediate feedback mechanism likely allowed students to self-correct and refine their understanding of connections between concepts in real-time, a process often delayed in traditional settings.

In conclusion, this study provides evidence that appropriately designed digital games are more effective than traditional methods in fostering mathematical connection skills among secondary school students.

Based on these conclusions, it is recommended that practitioners integrate simulation-based digital materials into topics connection-based relational reasoning—such as geometry and measurement—rather than relying solely on drill-and-practice games. Content developers should prioritize pedagogical scenarios that highlight connections between disciplines and daily life. Future research should employ mixed-method designs, including classroom observations and student interviews, to provide deeper insights into how specific game mechanics influence the cognitive processes involved in mathematical mathematical connection building. Furthermore, longitudinal studies across different grade levels would be beneficial to assess the long-term retention of these skills.