

ÖZEL GEREKSİNİMLİ ÖĞRENCİLERE MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE SANAL MANİPÜLATİFLERİN KULLANIMI: LİTERATÜR TARAMASI

USING VIRTUAL MANIPULATIVES TO SUPPORT STUDENTS WITH DISABILITIES IN MATHEMATICS: A REVIEW OF LITERATURE

Nesime Kübra TERZİOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, ORCID ID: 0000-0002-2041-5049,

AHMET YIKMIŞ

Doç. Dr., Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, ORCID ID: 0000-0002-1143-1207,

ÖZET

Teknolojinin gelişmesi ve eğitim anlayışında meydana gelen değişimlerle beraber özel gereksinimli öğrencilere matematik kavram ve becerilerinin öğretiminde sanal manipülatiflerin kullanımı ve önemi artmıştır. Bu araştırmanın amacı özel gereksinimli öğrencilere matematik öğretiminde sanal manipülatiflerin kullanıldığı araştırmaları incelemektir. Bu amaçla literatür taraması yapılmış, tarama sonucu belirlenen ölçütleri yerine getiren 15 çalışma araştırmaya dahil edilmiştir. Bu çalışmalar yayımlandıkları yıl, dergi, katılımcıları, uygulama/müdahale özellikleri, öğretilmesi hedeflenen matematik konuları, yöntemsel özellikleri bakımından değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucu elde edilen veriler betimsel analiz ile analiz edilmiş, bulgular grafik ve tablolarla verilerek yorumlanmıştır. Grafik ve tablolar incelendiğinde özel eğitimde sanal manipülatif çalışmalarının en çok 2020 yılında ve “Social Sciences Citation Index (SSCI)” indeksinde taranan dergilerde yayımlandıkları görülmüştür. Bu çalışmaların katılımcıları çoğunlukla 13-15 yaşlarında, öğrenme güçlüğüne sahip, erkek ve üç öğrenciden oluşmaktadır. Ayrıca tek denekli araştırma yöntemlerinin kullanıldığı bu çalışmalarda sanal manipülatiflerin etkililiği ya da sanal ve somut manipülatiflerin etkililikleri karşılaştırılmıştır. İleri araştırmalara daha geniş bir yıl aralığında, diğer dillerde yayınlanmış, diğer araştırma türlerini ve yöntemlerini içeren çalışmaların dâhil edilerek analiz edilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Matematik Öğretimi, Özel Eğitim, Özel Gereksinimli Öğrenciler, Sanal Manipülatifler, Tek Denekli Araştırmalar

ABSTRACT

The development of technology and changes in the understanding of education have increased the use and importance of virtual manipulatives in teaching mathematical concepts and skills to students with special needs. The aim of this research is to examine studies in which virtual manipulatives are used in teaching mathematics to students with special needs. For this purpose, the literature was searched and 16 studies meeting the criteria were included in the study. These studies were evaluated in terms of the year and journal were published, participants, application/intervention, mathematics subjects and methodological features. The data obtained as a result of these evaluations were analyzed with descriptive analysis, and the findings were interpreted by giving graphics and tables. When the graphics and tables were examined, it was seen that the virtual manipulative studies in special education were mostly published in the journals indexed in the "Social Sciences Citation Index (SSCI)" in 2020. Participants of these studies consist of three male students with learning disabilities, mostly between the ages of 13-15. Single case research methods were used in these studies. Additionally, it has been observed in the studies that are examined the effectiveness of virtual manipulatives or is compared the effectiveness of virtual and concrete manipulatives. For future research; It is recommended to analyze studies published in different languages and include other research methods.

Keywords: Teaching Math, Special Education, Students With Disabilities, Virtual Manipulatives, Single Case Research Methods.

1. GİRİŞ

Özel gereksinimli bireyler; çeşitli nedenlerden dolayı kişisel özellikleri ve eğitim yeterlikleri noktasında yaşatlarından anlamlı düzeyde farklılık gösteren bireylerdir (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 1997). Bu öğrenciler, çeşitli alanlarda çeşitli güçlükler yaşamaktadır. Bu öğrencilerin büyük bir kısmı da matematik kavram ve becerilerini öğrenmede sınırlılıklar göstermektedirler (Geary, 1994). Öğretmenler ve araştırmacılar, bu öğrencilerin dört işlem becerilerden problem çözme becerilerine kadar geniş bir matematik alanında güçlük yaşadıkları belirtmiştir (Cawley, Parmar, Fley, Salmon ve Roy, 2001; Jitendra, DiPipi ve Perron-Jones, 2002; Montague, 1992; Woodward ve Montague, 2002). Bu sınırlılıkların nedeni öğrenciden öğrenciye değişmekle birlikte, matematikte güçlük yaşamının bazı ortak nedenlerden de söz edilebilir (Goldman ve Pellegrino, 1987; Rivera, 1997). Gürsel (2017), bu nedenleri; etkili olmayan öğretim, sözel dil yetersizlikleri, bilişsel/zihinsel eksiklikler, zayıf okuma becerileri, dikkatsizlik, motivasyon düşüklüğü, görsel algıda ve motor becerilerde yetersizlik şeklinde sıralamıştır.

Nedeni her ne olursa olsun özel gereksinimli öğrencilerin matematik kavram ve becerilerini öğrenme noktasındaki eğitim ihtiyaçlarını karşılayacak eğitsel yöntemler ya da eğitsel manipülatifler geliştirilmelidir (Maccini ve Gagnon, 2000; Miller, Butler ve Lee, 1998). Geçmişten bu yana özel gereksinimli öğrencilere matematik öğretiminde kullanılan ve etkili sonuçlar veren birçok eğitsel yöntem, teknik ve strateji vardır. Örneğin; doğrudan öğretim yöntemi, etkileşim ünitesi yöntemi, nokta belirleme tekniği, somut-yarı somut-soyut öğretim stratejisi ve sanal-yarı somut-soyut öğretim stratejisi bu eğitsel yöntemlerden birkaçıdır.

Eğitsel manipülatifler incelendiğinde ise özel gereksinimli öğrencilerin matematik öğretimindeki gereksinimlerini karşılayabilecek birçok manipülatif olduğu görülmektedir (Lai ve Berkeley, 2012; Maccini ve Gagnon, 2000). Manipülatifler, özel gereksinimli öğrencilerin matematik kavram ve becerilerini öğrenmelerinde yardımcı olan araçlardır (Maccini ve Gagnon, 2000; Miller, Butler ve Lee, 1998). Bu manipülatifler düşünüldüğünde akla ilk olarak somut manipülatifler gelmektedir. Somut manipülatifler; öğrencilerin dokunabileceği, küp, düğme, boncuk gibi gerçek/fiziksel nesnelere dir. Ancak teknolojinin ilerlemesi ile birlikte eğitim anlayışında meydana gelen değişimler, somut manipülatiflere bir alternatif olarak sanal manipülatiflerin geliştirilmesini gerekli kılmıştır (Bouck ve Flanagan, 2010; Moyer, Bolyard ve Spikell, 2002). Hatta bazı sınıflarda sanal manipülatifler, somut manipülatiflerin yerini almıştır (Moyer-Packenham, Baker, Westenskow, Anderson, Shumway, Rodzon Ve Jordan, 2013).

Sanal manipülatifleri Moyer, Bolyard ve Spikell (2002) ilk olarak tanımladığında, bu nesnelere bilgisayar faresi (mouse) ile hareket ettirilebilen, web temelli, interaktif öğrenme araçları olarak bahsetmişlerdir. Teknolojideki ilerlemeler ile birlikte bu tanımdaki bilgisayarlara günümüzde çeşitli alternatif cihazlar geliştirilmiştir. Artık sanal manipülatifler bilgisayarlara ek olarak tablet bilgisayarlar, telefonlar gibi cihazlarla da çalıştırılmaktadır (Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016).

Somut manipülatiflerin 2 ya da 3 boyutlu dijital halleri olan sanal manipülatiflerin uygulama ya da web temelli olarak geliştirilmektedir (Bouck ve Flanagan, 2010; Moyer, Bolyard ve Spikell, 2002; Kay ve Knaack, 2007). İster uygulama temelli ister web temelli olsun literatürde bu manipülatiflerin beş çeşitinden bahsedilmektedir. Bunlar; tekli gösterim, çoklu

gösterim, öğretici, oyun ve simülasyon/benzetim sanal manipülatifleridir (Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016). Bu manipülatiflere hazır olarak ulaşılabileceği gibi hedeflenen becerilerin öğretimi için yeniden tasarlanıp, hazırlanabilir. İnternette ulaşılabilecek bazı hazır sanal manipülatiflere Tablo 1’de yer verilmiştir.

Tablo 1: Sanal manipülatif örnekleri ve web siteleri

Sanal Manipülatif Adı	Web Sitesi
National Library of Virtual Manipulatives	http://nlvm.usu.edu/
Brainingcamp	http://brainingcamp.com/manipulatives/index.html
Illuminations from the National Council of Teachers of Mathematics	https://illuminations.nctm.org/content.aspx?id=3855
The Math Learning Center	https://www.mathlearningcenter.org/resources/apps
MathTools	http://www.mathforum.org/mathtools/
Toy Theater	https://toytheater.com/category/teacher-tools/virtual-manipulatives/

Tablo 1’de bazı örnekleri verilen sanal manipülatiflerin öğretimlerde kullanılmalarının somut manipülatiflere göre birçok avantajı vardır. Bu avantajlardan birincisi, sanal manipülatiflere ücretsiz bir şekilde ya da daha az bir ücret karşılığında ulaşılabilesidir. İkincisi, özel gereksinimli öğrencilerin akranları tarafından etiketlenmelerini ve aşağılanmalarını en aza indirmesidir. Üçüncüsü, öğrencilerin kullanmak için daha çok tercih etmesidir. Dördüncüsü, sadece okuldan değil, evden ve diğer ortamlardan da erişim sağlanabilmesidir. Beşincisi, öğretimlerde kullanılıp kaldırılmasının daha kolay ve kullanışlı olmasıdır (Satsangi ve Miller, 2017). Bu avantajların yanı sıra literatürde sanal manipülatiflerin diğer birçok yararlarının yanı sıra özellikle Covid-19 pandemi sürecinde bu manipülatiflerin ne derece önemli olduğu görülmüştür. Pandemi nedeniyle eğitim-öğretim faaliyetleri çevrimiçi yollarla yapılmaya başlanmıştır. Uzaktan eğitimde öğretmenler somut manipülatifler yerine doğal olarak öğretimlerinde sanal manipülatifleri kullanmaya başlamışlardır. Sanal manipülatiflerin internet, bilgisayar ve tablet bilgisayar gibi cihazların olduğu her yerden ulaşılabiliyor olmasının pandemi sürecinde eğitim-öğretimin devam etmesi noktasında çok katkısı olmuştur.

Sanal manipülatiflerin birçok avantajına rağmen, özel eğitimde geçmişinin yeni olmasından dolayı, literatürde özel gereksinimli öğrencilere matematik kavram ve becerilerinin öğretiminde bu manipülatiflerin kullanıldığı sınırlı çalışmaya ulaşılmaktadır. Teknolojinin ilerlemesi ve eğitimdeki yeni anlayışlar, bu manipülatiflerin önemini gün yüzüne çıkarmıştır. Bu nedenle literatürde sanal manipülatiflerle yapılan çalışmaların katılımcı özellikleri, uygulama/müdahale özellikleri gibi çeşitli yönlerden incelenmesinin alanda çalışan öğretmenlere ve uzmanlara yön gösterebileceği düşünülmektedir. Bu araştırmanın amacı özel gereksinimli öğrencilere matematik kavram ve becerilerinin öğretiminde sanal manipülatiflerin kullanıldığı çalışmaları incelemektir. Bu amaçla araştırma sürecinde aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

- 1) Özel eğitimde sanal manipülatifler ile ilgili yapılmış olan çalışmaların yıllara göre dağılımı nasıldır?
- 2) Özel eğitimde sanal manipülatifler ile ilgili yapılmış olan çalışmalar hangi dergilerde yayınlanmıştır?
- 3) Özel eğitimde sanal manipülatifler ile ilgili yapılmış olan çalışmaların katılımcı özellikleri (yaş, tanı, cinsiyet, sayı) nasıldır?

- 4) Özel eğitimde sanal manipülatifler ile ilgili yapılmış olan çalışmaların müdahale/uygulama özellikleri nasıldır?
- 5) Özel eğitimde sanal manipülatifler ile ilgili yapılmış olan çalışmaların yöntemsel özellikleri nasıldır?
- 6) Özel eğitimde sanal manipülatifler ile ilgili yapılmış olan çalışmaların matematik konu özellikleri nasıldır?
- 7) Özel eğitimde sanal manipülatifler ile ilgili yapılmış olan çalışmaların uygulama/müdahale süreçleri hangi veri toplama süreçlerini kapsamaktadır?

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma Modeli

Araştırmada, özel gereksinimli öğrencilere matematik kavram ve becerilerinin öğretiminde sanal manipülatiflerin kullanıldığı araştırmalar ile ilgili sistematik bir literatür tarama çalışması yapılmıştır. Literatür taraması, nitel araştırma yaklaşımlarından biri olan doküman incelemesi metoduna göre gerçekleştirilmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Literatür taraması sonucu ulaşılan çalışmaların bu araştırmaya dâhil edilip edilmemesi bazı ölçütlere göre belirlenmiştir. Bu ölçütler izleyen başlıklarla açıklanmıştır. Ayrıca araştırma literatür taraması türünde olduğu için etik kurul izni alınmamıştır.

2.2. Veri Toplama Süreci

2.2.1. Dâhil edilme ölçütleri

Araştırmada literatür taraması sonucu ulaşılan çalışmaların, araştırmaya dahil edilmesi için karşılamaları gereken bazı ölçütler belirlenmiştir. Bu ölçütlere göre ulaşılan çalışmalardan; 1) matematik kavram ve becerilerinin öğretiminde bir uygulamanın etkililiğini belirlemeleri, 2) tek denekli araştırma desenlerinden birini kullanmaları, 3) 2010-2020 yılları arasında, İngilizce ya da Türkçe dillerinde hakemli bir dergide yayımlanmış olmaları, 4) tam metinlerine ücretsiz ulaşılabilmeleri beklenmektedir. Ulaşılan çalışmalar bu ölçütleri karşılama durumlarına göre incelenmiş ve ölçütleri karşılayan çalışmalar araştırmaya dâhil edilmiştir.

2.2.2. Literatür tarama süreci

Araştırma sürecinde, dâhil edilme ölçütlerini karşılan çalışmalara ulaşabilmek için kapsamlı bir yaklaşım kullanılmıştır. Buradan yola çıkılarak ilk olarak elektronik veri tabanlarından (Örneğin; ProQuest, ERIC, PsycINFO) literatür taraması için faydalanılmıştır. Bu veri tabanlarının yanı sıra Google Akademik arama motorunda da detaylı tarama çalışması yapılmıştır. Bu veri tabanlarında yapılan tarama 2 kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda “matematik”, “sanal manipülatifler” ve “özel gereksinim” terimleri kullanılmıştır. Özel gereksinim terimi altında da “zihinsel yetersizlik”, “otizm spektrum bozukluğu”, “öğrenme güçlüğü” gibi yetersizlik türleri açılarak bu terimlerle “matematik” ve “sanal manipülatif” terimleri bir araya getirilerek yapılan tarama detaylandırılmıştır. Yani “matematik” ve “sanal manipülatif” terimleri ile yetersizlik türleri bir araya getirilerek oluşturulabilecek tüm permütasyonlar denenerek hem Türkçe hem de İngilizce yazılı literatür incelenmiştir.

Elektronik veri tabanlarında yapılan taramalardan sonra belirlenen bazı dergilerin arşivleri incelenmiş ve araştırmaya dâhil edilebilecek, ölçütleri karşılayan çalışmalar aranmıştır. İncelenen bu dergiler şunlardır: Exceptional Children, The Journal of Special Education, Journal of Autism and Developmental Disorders, Research in Developmental Disabilities,

Remedial and Special Education, Training in Autism and Developmental Disabilities. Bu dergiler; özel eğitim alanında yüksek kaliteli ve geniş bir yelpazeleri olmaları bakımından seçilmiştir. Seçilen dergilerin 2010-2020 yılları arasındaki arşivleri incelenmiştir. İnceleme sonucunda ölçütleri karşılayan makaleler belirlenmiştir. Araştırmalar sonucunda elde edilen çalışmaların kaynakçaları da taranmış ve tüm bu sürecin sonunda 15 çalışma araştırmaya dâhil edilmiştir. Bu çalışmalar ve özellikleri Tablo 2’de verilmiştir.

2.2.3. Çalışmaların incelenmesi

Araştırmaya dâhil edilen her bir çalışma; yapıldıkları yıl, yayınlandıkları dergi, katılımcı özellikleri, müdahale/uygulama özellikleri, yöntem özellikleri, matematik konu özellikleri, uygulama süreleri bakımından incelenmiştir. Katılımcı özellikleri öğrencilerin yetersizlik türü, yaşları ve cinsiyetleri; müdahale/uygulama özellikleri bağımsız değişkenin eğitsel uygulamalar (örneğin; doğrudan öğretim yöntemi, yanlışsız öğretim yöntemleri) ya da eğitsel materyaller (iPad, sanal manipülatifler) olması; yöntem özellikleri tek denekli yaklaşımlarından hangisinin kullanıldığı bakımından değerlendirilmiştir.

Tablo 2: Araştırmaya dâhil edilen çalışmalar ve özellikleri

Kaynak	Dergi	Katılımcı Özellikleri				M/U	Konu	Uygulama İçeriği		
		T	S	Y	C			U	İ	G
2014, Bouck, Satsangi, Doughty, Courtney	Journal of Autism And Developmental Disorders	OSB		6	E	Sanal ve Somut M	Çıkarma İşlemi	-	*	*
		OSB	3	7	E					
		OSB		10	E					
2015, Satsangi, Bouck	Learning Disability Quarterly	ÖG		14	E	Sanal M	Alan ve Çevre Kavramları	Toplam 8 Hafta	*	*
		ÖG	3	16	E					
		ÖG		18	E					
2016, Satsangi, Bouck, Doughty, Bofferding, Roberts	Learning Disability Quarterly	ÖG		17	E	Sanal ve Somut M	Denklem Çözme	15-20 dk. 30 Öğretim Oturumu	-	-
		ÖG	3	18	E					
		ÖG		19	E					
2016, Weng, Bouck	Education and Training in Autism and Developmental Disabilities	ZY		15	E	Sanal ve Somut M	Sayı Becerileri	10 Öğretim Oturumu	-	*
		ZY	3	14	K					
		ZY		14	K					
2017, Bouck, Chamberlain, Park	Education and Training in Autism and Developmental Disabilities	ZY		14	K	Sanal ve Somut M	Çıkarma İşlemi	-	-	*
		ZY	3	13	K					
		ÖG		11	K					
2017, Root, Browder, Saunders, Lo	Remedial and Special Education	OSB		11	E	Sanal ve Somut M	Problem Çözme	10-15 dk. Oturum	*	-
		OSB	3	9	E					
		ZY		7	E					

2017, Shin, Diane, Bryant	Remedial and Special Education	ÖG ÖG ÖG	3	15	E	Sanal M	Kesirlerde Problem Çözme	Haftada 1- 2 Kere, Toplam 13 hafta	-	-
2018, Bouck, Shurr, Basette, Park, Whorley	Journal of Special Education Technology	ZY ZY ÖG	3	13	E	Sanal ve Somut M	Kesirlerde Toplama İşlemi	15 Öğretim Oturumu	-	*
2018, Satsangi, Hammer, Christina, Hogan	Learning Disability Quarterly	ÖG ÖG ÖG	3	15	E	Sanal M	Denklem Çözme	20-30 dk. Oturum, Toplam 11 Hafta	*	*
2018, Satsangi, Hammer, Evmenova	Learning Disabilities Research & Practice	ÖG ÖG ÖG	3	16	E	Sanal M	Denklem Çözme	Haftada 2 Kere, 45-60 dk. Oturum	*	*
2020, Bouck, Long, Park	Journal of Developmental and Physical Disabilities	OSB OSB ZY ZY	4	13	E	Sanal M	Tam Sayılarla Toplama İşlemi	-	*	*
2020, Bouck, Park, Levy, Cwiakala, Whorley	Exceptionality	ÖG OSB ZY	3	13	K	Sanal M	Bölme İşlemi	Haftada 1- 2 Kere, Toplam 8 Hafta	-	*
2020, Bouck, Park, Stenzel	Preventing School Failure: Alternative Education For Children And Youth	OSB OSB ÖG	3	13	E	Sanal M	Bölme İşlemi	Haftada 1- 2 Kere	*	-
2020, Jimenez, Besaw	Education and Training in Autism and Developmental Disabilities	ZY OSB	2	8	E	Sanal M	Erken Hesaplama Becerileri	Haftada 5 Gün, Toplam 2 Ay	*	*
2020, Long, Bouck, Domka	Exceptionality	ZY ZY ZY	3	14	K	Sanal ve Somut M	Toplama ve Çıkarma İçeren Problem Çözme	Haftada 2 Kere, 10-15 dk. Oturum	-	*

Not: T=Tanı, S=Sayı, Y=Yaş, C=Cinsiyet, E=Erkek, K=Kız, D=Diskalkuli, ZY=Zihinsel Yetersizlik, OSB=Otizm Spektrum Bozukluğu, ÖG=Öğrenme Güçlüğü, TD=Tek Denekli Araştırma, GD=Grup Deneysel, M=Manipülatif U=Uygulama, İ=İzleme, G=Genelleme, U/M: Uygulama/Müdahale, dk= dakika, *=Oturum yapılmış

2.3. Verilerin Analizi

Araştırmaya katılan çalışmalar, betimsel analiz ile incelenmiş ve betimsel istatistikî yöntem (frekans) kullanılarak çözümlenmiştir. Çözümlemede “Araştırma Analiz Formu” kullanılmıştır. Araştırma için hazırlanan bu form ile ilgili Özel Eğitim ve Ölçme ve Değerlendirme alanında çalışmakta olan iki uzmandan görüş alınmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda son şekli verilen bu form; yıl, dergi, katılımcı, müdahale/uygulama, yöntem, matematik konuları ve uygulama özellikleri olmak üzere yedi bölümden oluşmaktadır. Araştırmaya dâhil edilen çalışmalar araştırma analiz formu ile değerlendirildikten sonra elde edilen veriler tablolar ve grafikler ile sunulurak yorumlanmıştır.

2.4. Güvenirlik

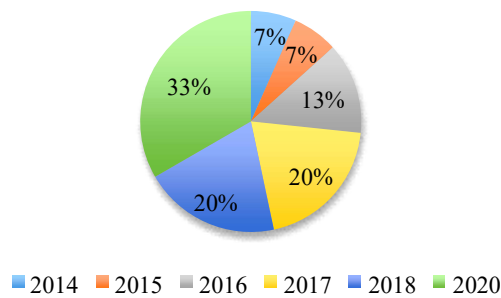
Araştırma kapsamında çalışmaların değerlendirilmesi ve elde edilen veriler ile ilgili güvenirlilik çalışması yapılmıştır. Güvenirlilik çalışması araştırma analiz formunun sekiz bölümü için de yapılmıştır. Araştırmaya dâhil edilen çalışmaların %20’si rastgele seçilmiş, kendi alanında doktora mezunu bir öğretim üyesi tarafından yedi bölüm için de ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bu hesaplama $[\text{görüş birliği} / (\text{görüş birliği} + \text{görüş ayrılığı}) \times 100]$ formülü kullanılarak yapılmıştır (Wolery, Bailey ve Sugai, 1988) ve sonuç olarak kodlayıcılar arası güvenirlilik (uzlaşma sağlandıktan sonra) %100 olarak bulunmuştur.

3. BULGULAR

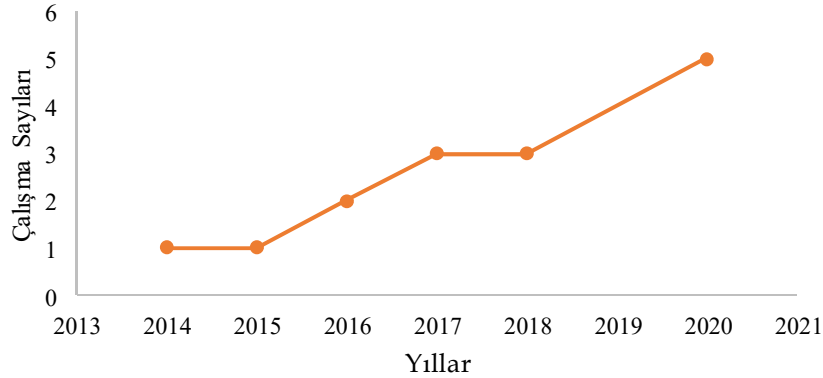
3.1. Çalışmaların Yıllara Göre Dağılımı

Şekil 1’de özel gereksinimli öğrencilere matematik öğretiminde sanal manipülatiflerin kullanıldığı çalışmaların yıllara göre dağılımı yüzde hesaplaması yapılarak verilmiştir. Bu şekilde de görüldüğü üzere, özel gereksinimli öğrencilere matematik kavram ve becerilerinin öğretiminde sanal manipülatiflerin kullanıldığı çalışmalara en çok 2020 (n=5) yılında rastlanılmaktadır. İncelenen 15 çalışmadan 5’i bu yılda yapılmıştır. 2020 yılını 2017 ve 2018 yılları 3’er çalışma ile takip etmektedir. 2016 yılında 2, 2014 ve 2015 yıllarında ise 1’er çalışmaya ulaşılmıştır.

Şekil 1: Çalışmaların yıllara göre yüzdelerle dağılımları



Bu çalışmaların yıllara göre değişimi ise Şekil 2’de verilmiştir. Bu şekle göre çalışmaların yıllara göre değişimleri incelendiğinde, geçmişten günümüze bu çalışmaların sayısının gitgide arttığı görülmektedir. Teknolojideki gelişmelerin artmasıyla beraber bu alanda yapılan çalışmaların sayısının da yıllara göre artması paralellik göstermektedir.

Şekil 2: Çalışmaların yıllara göre değişimi

3.2. Çalışmaların Yayınlandıkları Dergiler

Tablo 3'te özel gereksinimli öğrencilere matematik öğretiminde sanal manipülatiflerin kullanıldığı çalışmaların yayınlandıkları dergilere göre dağılımları verilmiştir. Tablo 3'te görüldüğü üzere, özel gereksinimli öğrencilere matematik kavram ve becerilerinin öğretiminde sanal manipülatiflerin çalışıldığı çalışmaların çoğu “Education and Training in Autism and Developmental Disabilities”(n=3) ve “Learning Disability Quarterly” (n=3) dergilerinde yayınlanmıştır. Bu iki dergiyi “Remedial and Special Education” (n=2) ve “Exceptionality” (n=2) dergileri takip etmektedir. Çalışmaların yayınlandığı diğer dergiler ise “Journal of Autism And Developmental Disorders”, “Preventing School Failure: Alternative Education For Children And Youth”, “Journal of Developmental and Physical Disabilities”, “Learning Disabilities Research & Practice” ve “Journal of Special Education Technology” dir.

Tablo 3: Çalışmaların yayınlandıkları dergiler

Dergi Adı	Yayınlanan Çalışma Sayısı
Education and Training in Autism and Developmental Disabilities	3
Learning Disability Quarterly	3
Remedial and Special Education	2
Exceptionality	2
Journal of Autism And Developmental Disorders	1
Preventing School Failure: Alternative Education For Children And Youth	1
Journal of Developmental and Physical Disabilities	1
Learning Disabilities Research & Practice	1
Journal of Special Education Technology	1

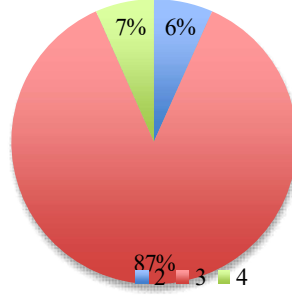
Bu dergilerin indeksleri incelendiğinde, çoğunlukla (n=14) “Social Sciences Citation Index (SSCI)” indeksi ile tarandıkları görülmüştür. Bu dergilerden “Preventing School Failure: Alternative

Education for Children and Youth” ise “Emerging Sources Citation Index (ESCI)” ile taranmaktadır. Dergilerin indeksleri göz önüne alındığında, yapılan sanal manipülatif çalışmalarının prestijli, alanında saygın dergilerde yayımlandıkları sonucuna varılmıştır.

3.4. Çalışmaların Katılımcı Özellikleri

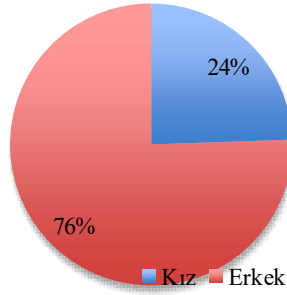
Araştırmaya dâhil edilen çalışmaların katılımcıları (n=45); sayıları, yaşları, tanıları ve cinsiyetlerine göre incelenmiştir. Çalışmaların katılımcı sayılarına göre yüzdelik dağılımları Şekil 3’te verilmiştir.

Şekil 3: Katılımcı sayılarına göre çalışmaların yüzdelik dağılımları

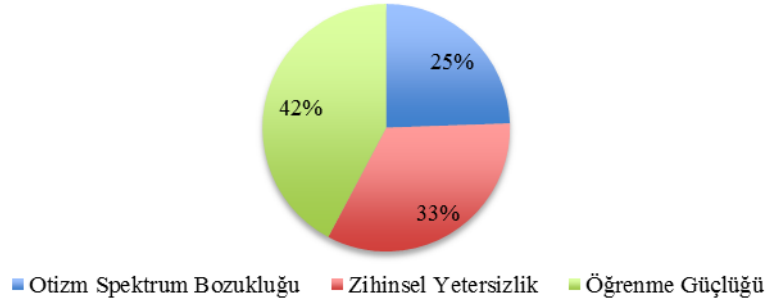


Şekil 3’te de görüldüğü üzere, sanal manipülatiflerin kullanıldığı çalışmaların katılımcı sayıları incelendiğinde çalışmaların çoğu (n=13), 3 öğrenciyi katılımcı olarak belirlemişlerdir. Kalan 2 çalışmadan biri 2, diğeri ise 4 öğrenci ile öğretimlerini gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmaların katılımcılarının cinsiyetlere göre yüzdelik dağılımları ise Şekil 4’te verilmiştir.

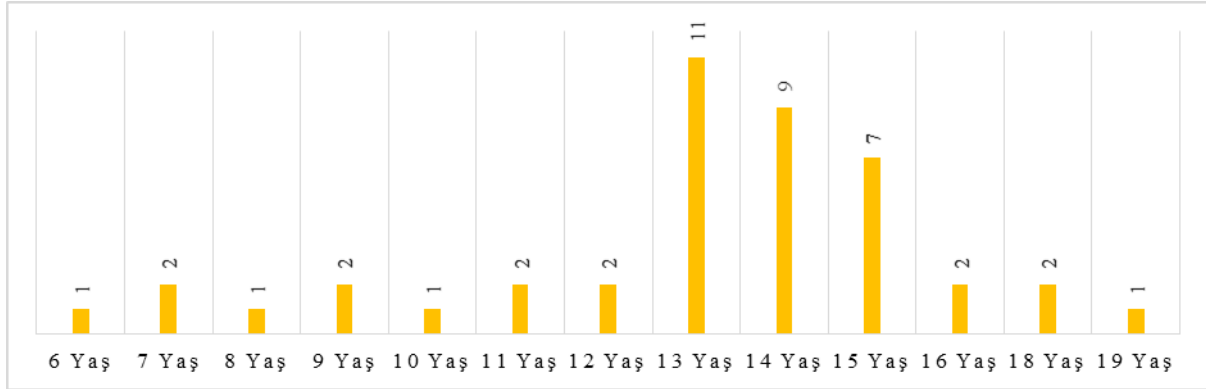
Şekil 4: Katılımcı cinsiyetlerine göre çalışmaların yüzdelik dağılımları



Şekil 4’te görüldüğü üzere çalışmalara katılan öğrencilerin çoğu (n=34) erkektir. Kız öğrencilerin sayısı ise 11 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmaların katılımcılarının tanılarına göre yüzdelik dağılımları ise Şekil 5’te verilmiştir.

Şekil 5: Katılımcı tanılarına göre çalışmaların yüzdeler dağılımları

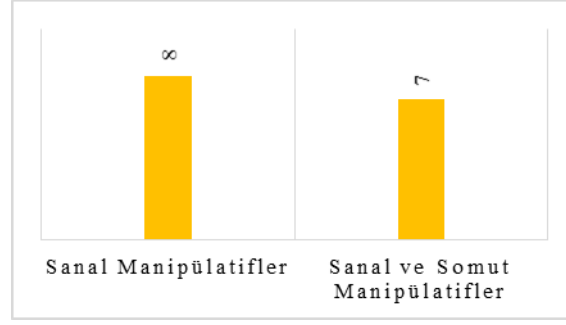
Şekil 5’te görüldüğü üzere çalışmaların katılımcılarının (n=45) çoğunun öğrenme güçlüğü (n=19) tanısına sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Öğrenme güçlüğü, zihinsel yetersizlik (n=15) ve otizm spektrum bozukluğu (n=11) takip etmektedir. Bu çalışmaların katılımcılarının yaşlarına göre yüzdeler dağılımları ise Şekil 6’da verilmiştir.

Şekil 6: Katılımcı yaşlarına göre çalışmaların yüzdeler dağılımları

Şekil 6’da da görüldüğü üzere, çalışmaların katılımcılarının çoğu (n=11) 13 yaşındadır. Bu durumu 14 yaşında (n=9) ve 15 yaşında (n=7) olan öğrenciler takip etmektedir. Yani çalışmaların katılımcıları çoğunlukla 13-15 yaş aralığındadır. Öğrencilerin geri kalanları ise çoktan aza doğru 12 (n=3); 16, 18, 11, 9 ve 7 (n=2); 6, 8, 10, 18 ve 19 (n=1) şeklindedir. Katılımcılar yaşlarına göre incelendiğinde sanal manipülatiflerle öğretimlerin genellikle yaşı daha büyük olan öğrencilerle yapıldığı söylenebilir.

3.5. Çalışmaların Müdahale/Uygulama Özellikleri

Araştırmaya dâhil edilen çalışmaların müdahale/uygulama özellikleri kullanılan manipülatifler yönünden incelenmiştir. Çalışmaların müdahale/uygulama özelliklerine göre dağılımları Şekil 7’de verilmiştir. Şekil 7’de görüldüğü üzere araştırmaya dâhil edilen çalışmalarda kullanılan manipülatif sayıları birbirlerine yakın olmakla birlikte sanal manipülatiflerin kullanıldığı çalışmalar (n=8) daha fazladır. Sanal manipülatiflerin kullanıldığı çalışmalarda (n=8) bu manipülatiflerin etkililiği incelenmiştir. Sanal ve somut manipülatiflerin birlikte kullanıldığı çalışmalarda ise (n=7) bu iki manipülatifin etkililikleri karşılaştırılmıştır.

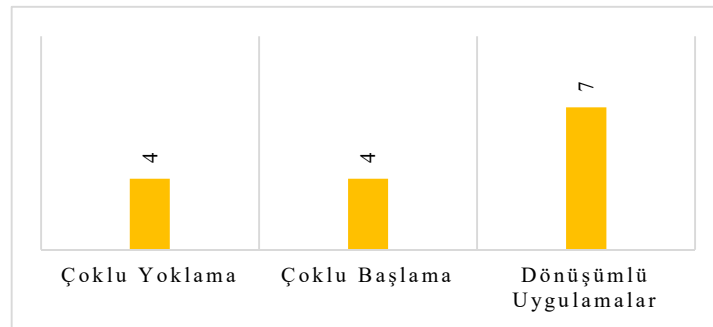
Şekil 7: Çalışmalarda kullanılan manipülatifler

Sanal manipülatiflerin kullanıldığı çalışmalara detaylı bakıldığında; bu manipülatiflerin 6'sının Brainingcamp web sitesinden (<https://www.brainingcamp.com/>), 4'ünün National Library of Virtual Manipulatives web sitesinden (<http://nlvm.usu.edu/en/nav/vlibrary.html>) elde edilmiştir. Bu sitelerde özel gereksinimli öğrencilere matematik kavram ve becerilerinin öğretiminde kullanılmak üzere birçok hazır sanal manipülatif yer almaktadır. Geri kalan 5 çalışmada ise sanal sayı doğrusu gibi çeşitli sanal manipülatiflerin kullanıldığı görülmektedir.

Sanal manipülatiflerin öğrencilere hangi teknolojik cihazla sunulduğu incelendiğinde; 15 çalışmanın çoğunda (n=10) sanal manipülatif tablet bilgisayar ile geri kalanında (n=5) ise bilgisayar ile çalıştırılmıştır. Ayrıca bu çalışmaların eğitsel materyal temelli mi yoksa eğitsel yöntem ile mi yapıldığı incelenmiştir. Çalışmaların çoğunun (n=10) eğitsel yöntem temellidir. Yani sanal manipülatifler öğrencilere doğrudan öğretim yönteminin model olma, rehberli uygulamalar ve bağımsız uygulamalar basamakları ile sunulmuştur. Geriye kalan çalışmalar (n=5) ise eğitsel materyal temellidir. Yani sanal manipülatifler yöntem olarak kullanılmış, herhangi bir yöntemle beraber sunulmamıştır.

3.6. Çalışmaların Yöntemsel Özellikleri

Araştırmaya dâhil edilen çalışmalar yöntemsel özellikleri bakımından incelenmiştir. Çalışmaların yöntemsel özelliklerine göre dağılımları Şekil 8'de verilmiştir.

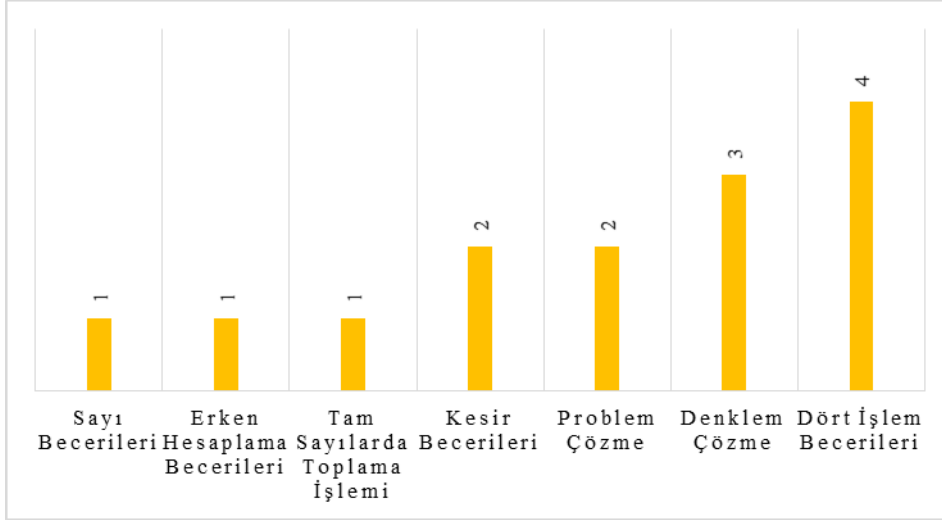
Şekil 8: Çalışmaların yöntemsel dağılımları

Şekil 8'de görüldüğü üzere çalışmaya dâhil edilen çalışmaların çoğu (n=7) sanal ve somut manipülatiflerin etkililiklerini karşılaştırmak için yapıldıkları için tek denekli araştırma yöntemlerinden dönüşümlü uygulamalar modeli kullanılmıştır. Geri kalan çalışmalarda ise çoklu yoklama (n=4) ve çoklu başlama (n=4) modellerinden yararlanılmıştır.

3.7. Çalışmalarda Hedeflenen Matematik Konularının Özellikleri

Araştırmaya dâhil edilen çalışmalarda öğretilmesi hedeflenen matematik kavram ve becerileri bakımından incelenmiştir. Çalışmalarda hedeflenen matematik konularının özelliklerine göre dağılımları Şekil 9’da verilmiştir.

Şekil 9: Çalışmaların matematik konularına göre dağılımı



Şekil 9’da görüldüğü üzere çalışmalarda öğretilmesi hedeflenen matematik kavram ve becerileri çeşitlilik göstermektedir. Çalışmaların çoğunda (n=4) dört işlem becerilerinin öğretimi hedeflenmiştir. Bu çalışmalardan 2’sinde çıkarma, 2’sinde bölme işlemi becerisinin öğretimi yapılmıştır. Dört işlem becerilerini, denklem çözme becerileri (n=3) takip etmektedir. Çalışmalardan 2’sinde problem çözme, 2’sinde de kesir becerilerinin öğretimi gerçekleştirilmiştir. Kesir becerilerinin öğretiminin yapıldığı çalışmaların 1’inde kesirlerde problem çözme, 1’inde ise kesirlerle toplama işlemi becerisi çalışılmıştır. Geriye kalan dört çalışmada ise geometrik beceriler (alan ve çevre hesaplaması), tam sayılarla toplama işlemi (örneğin, $-3+5=?$), erken hesaplama becerileri ve sayı becerileri hedef beceri olarak seçilmiştir.

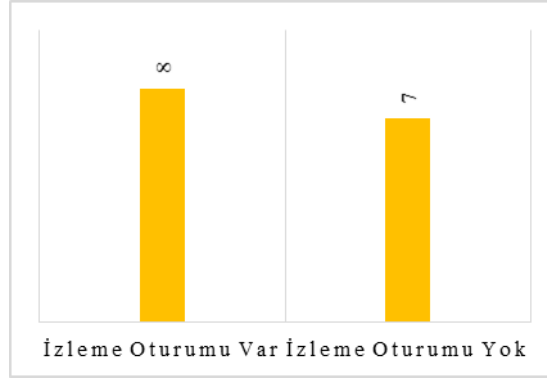
3.8. Çalışmaların Uygulama İçerikleri

Araştırma kapsamına alınan çalışmalar tek denekli araştırma yaklaşımlarına göre desenlenmiştir. Bu doğrultuda tek denekli araştırmalarda, başlama düzeyi, uygulama/müdahale, izleme, genelleme gibi oturumlar düzenlenmektedir. Bu çalışmada, elde edilen 15 araştırmanın hepsinde tek denekli araştırmaların doğası gereği başlama düzeyi ve uygulama oturumları vardır. Ancak bu çalışmaların hepsinde kalıcılık etkisini belirlemek için izleme ve genelleme etkisini belirlemek için düzenlenen genelleme oturumlarına yer verilmemiştir. Bu çalışmalara ait detaylı bilgiler Şekil 10 ve Şekil 11’de verilmiştir.

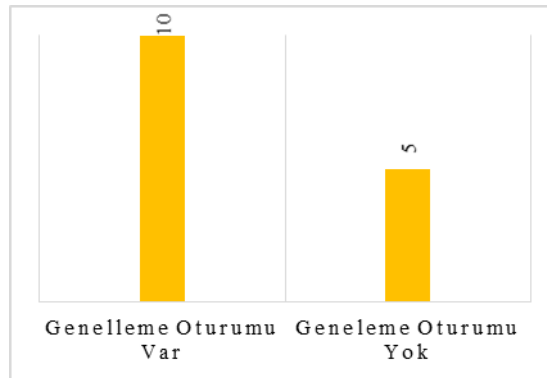
Şekil 10’da belirtildiği üzere, izleme oturumlarına göre çalışmalar incelendiğinde, çalışmaların çoğunda (n=8) izleme oturumlarının yapıldığı, diğer kısmında ise (n=7) izleme verisinin toplanmadığı görülmüştür. Aynı şekilde Şekil 11’de, incelenen çalışmaların çoğunda (n=10) genelleme verisinin toplandığı, geri kalanında (n=5) ise toplanmadığı sonucuna varılmıştır.

Çalışmaların uygulama/müdahale oturumları incelendiğinde ise, uygulama evresindeki oturumların süreleri ve sayılarının farklılaştığı bulgusuna ulaşılmıştır. Her çalışmanın uygulama özellikleri; araştırmacıların, araştırmacının, katılımcıların özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. İncelenen 15 araştırmanın çoğunda (n=12) uygulama/müdahale özelliklerine yer verilirken, az bir kısmında (n=3) herhangi bir bilgi verilmemiştir.

Şekil 10: İzleme oturumları durumları



Şekil 11: Genelleme oturumları durumları



Araştırma bulgularını özetleyecek olursak; 2010-2020 yılları arasında özel gereksinimli öğrencilere matematik öğretiminde sanal manipülatifleri kullanan, tek denekli araştırma yaklaşımları ile desenlenmiş 15 çalışma incelenmiştir. Bu çalışmalar İngilizce ve Türkçe dillerinde yazılmıştır ve tam metinlerine ücretsiz bir şekilde ulaşım sağlanmıştır. Bu çalışmalar yayınlandıkları yıl, dergi, katılımcı özellikleri, uygulama/müdahale özellikleri, matematik konu özellikleri gibi birçok yönden değerlendirilmiştir. Çalışmaların çoğunlukla 2020 yılında yayınlandığı, genellikle 3 katılımcı sayısı ile çoğunlukla erkek ve öğrenme güçlüğü tanısı almış öğrencilerle yapıldıkları bulunmuştur. Ayrıca bu çalışmaların çoğunda tek denekli araştırma yöntemlerin dönüşümlü uygulamalar modelinin kullanıldığı ve dört işlem becerilerinin ağırlıklı olarak öğretildiği sonucuna varılmıştır.

4. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmanın amacı özel gereksinimli öğrencilere matematik öğretiminde sanal manipülatiflerin kullanıldığı araştırmaları incelemektir. Araştırmaya dâhil edilen çalışmalar; yayın yıllarına, yayımlandıkları dergilere, katılımcı özelliklerine, uygulama/müdahale özelliklerine, yöntemsel özelliklerine, konu özelliklerine ve uygulama/müdahale süreçlerinde hangi tür veri topladıklarına göre incelenmiştir. Araştırma kapsamında bulunan sanal manipülatif çalışmaları 2010-2020 yılları arasında yapılmış olmaları, tek denekli araştırma yöntemlerinden biri ile desenlenmiş olmaları, İngilizce veya Türkçe dillerinde yapılmış olmaları gibi bazı ölçütlere göre değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda ölçütleri karşılayan 15 çalışma araştırmaya dâhil edilmiştir. Dâhil edilen çalışmalar, araştırmacılar tarafından hazırlanan “Araştırma Analiz Formu” ile incelenmiştir.

Araştırmanın birinci araştırma sorusunda özel eğitimde sanal manipülatiflerle ilgili yapılmış olan çalışmaların yıllara göre dağılımları araştırılmıştır. Bu çalışmaların yıllara göre dağılımları incelendiğinde geçmişten bu yana yapılan sanal manipülatif çalışmalarının arttığı ve en çok 2020 yılında bu alandaki çalışmalara ulaşıldığı sonucuna varılmıştır. Araştırmanın bu bulgusu teknolojinin hızla gelişmesine ve buna bağlı olarak eğitimdeki anlayışların değişmesine bağlanabilir. Aynı zamanda içerisinde bulunduğumuz Covid-19 salgınından dolayı uzaktan eğitim yoluyla eğitim-öğretimlerin sürdürülmeye başlanması ve buna bağlı olarak da öğretimlerde sanal manipülatif kullanımının artması da (Terzioğlu, 2020) araştırmanın bu bulgusunu doğrular niteliktedir.

Özel eğitimde sanal manipülatiflerle ilgili yapılmış olan çalışmaların sayısının arttığı ve en çok 2020 yılında oldukları sonucu doğrultusunda bu çalışmaların yayımlandıkları dergilere göre dağılımları incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda dergilerin çeşitlilik gösterdiği görülmektedir fakat özel eğitimde sanal manipülatif çalışmalarının en çok “Education and Training in Autism and Developmental Disabilities” ve “Learning Disability Quarterly” dergilerinde yayımlandığı da ayrıca göze çarpmaktadır. Bu dergilerin “Social Sciences Citation Index (SSCI)” indeksinde taranıyor olması, bu konunun önemini vurgular niteliktedir.

Araştırmada ayrıca özel eğitimde sanal manipülatiflerle ilgili yapılmış olan çalışmalar katılımcı özelliklerine göre incelenmiştir. Bu çalışmaların katılımcıları yaş, tanı, cinsiyet, sayı özelliklerine göre dağılımlarına bakılmıştır. Çalışmaların genellikle üçer katılımcı seçtikleri, bu katılımcıların genellikle öğrenme güçlüğü ve erkek olduğu görülmüştür. Aynı zamanda katılımcıların yaşları incelendiğinde; öğrencilerin çoğunun 13-15 yaşları arasında olduğu sonucuna varılmıştır. Araştırmanın bu sonucu, literatürde belirtilen sanal manipülatiflerin özellikle yaşça daha büyük olan ve ortaokula devam eden öğrencilerde kullanılması gerektiği, bu öğrencilerin yaşadıkları akran zorbalığını azalttığı için öğrenciler tarafından daha fazla tercih edildiği bulguları ile desteklenmektedir (Bouck, Flanagan, Miller ve Bassette, 2012; Satsangi ve Miller 2017).

Araştırmanın dördüncü araştırma sorusu özel eğitimde sanal manipülatiflerle ilgili yapılmış olan çalışmalar uygulama/müdahale özelliklerinin neler olduğuna ilişkindi. Bu doğrultuda araştırma kapsamına alınan çalışmaların uygulama/müdahale özellikleri değerlendirilmiştir. Değerlendirmelerin sonucunda çalışmaların çoğunda sanal manipülatiflerin etkililiğinin incelendiği, diğer çalışmalarda ise sanal ve somut manipülatiflerin etkililiklerinin karşılaştırıldığı görülmüştür. Aynı zamanda bu çalışmalarda internetten ulaşılabilen hazır

sanal manipülatiflerin kullanıldığı ve bu manipülatiflerin de en çok tablet bilgisayarlar aracılığı ile çalıştırıldığı sonucuna varılmıştır. Araştırmanın bu sonucu teknolojinin hızla gelişmesi ile özel eğitimde sanal manipülatiflerin nasıl kullanılacağı, bu manipülatiflerin etkili olup olmadığı, somut manipülatiflere kıyasla öğretimlerdeki sonuçları araştırmacıları bu alana yönlendirdiğinden doğal karşılanmaktadır. Sanal ve somut manipülatiflerin kullanımlarını karşılaştıran araştırmaların sonucunda iki manipülatifin de özel gereksinimli öğrencilere matematik öğretiminde etkili olduğunu, iki manipülatif arasında anlamlı bir fark olmadığını ortaya koymuştur (Bouck, Satsangi, Doughty ve Courtney, 2014; Bouck, Chamberlain ve Park, 2017). Ancak sanal manipülatiflerle çalışan öğrencilerin testlerini daha az sürede bitirdikleri ve daha yüksek puan aldıklarını da görülmüştür (Mendiburo ve Hassalbring, 2014). Araştırmanın beşinci araştırma sorusunda özel eğitimde sanal manipülatiflerle ilgili yapılmış olan çalışmaların yönetsel dağılımlarını belirlemek yönündeydi. Tek denekli araştırma yöntemlerine göre desenlenen bu çalışmaların uygulama/müdahale özelliklerine bakıldığında da anlaşıldığı üzere en çok dönüşümlü uygulamalar, çoklu başlama ve çoklu yoklama modellerinin kullanıldığı görülmektedir.

Araştırmanın altıncı araştırma sorusunda özel eğitimde sanal manipülatiflerle ilgili yapılmış olan çalışmaların matematik konularına göre dağılımları incelenmiştir. Bu çalışmalarda en çok dört işlem becerilerinin öğretiminin hedeflendiği görülmektedir. Araştırmanın bu sonucu dört işlem becerilerinin en temel matematik becerilerinden olması, matematikteki birçok becerinin önkoşulu olması (Hasselbring, Goin ve Bransford, 1998), öğrencilerin günlük hayatta bağımsız bir şekilde yaşayabilmeleri (Gersten, Jordan ve Flojo, 2005; Miller ve Heward, 1992) noktasında gerekli olması gibi özelliklerinden dolayı beklenmektedir.

Araştırmanın son araştırma sorusu özel eğitimde sanal manipülatifler ile ilgili yapılmış olan çalışmaların uygulama/müdahale süreçleri hangi veri toplama süreçlerini kapsadığını incelemek içindir. Araştırmaya dâhil edilen çalışmalarda tek denekli araştırmaların doğası gereği uygulama/müdahale evreleri vardır. Buna ek olarak bu çalışmaların 8'inde izleme ve 10'unda da genelleme verileri toplanmıştır. Buna ek olarak her çalışmada çeşitli değişkenlerden dolayı uygulama/müdahale süreleri değişkenlik göstermektedir.

İncelen çalışmalar, tek denekli araştırmaların doğası gereği görsel analiz ile analiz edilmişlerdir. Ancak bu çalışmaların çoğu alanyazında da önerildiği gibi (Rakap, Yücesoy-Özkan, Kalkan, 2020) sadece görsel analizi kullanmamışlar, bulgularını desteklemek adına etki büyüklüğü hesaplamaları da yapmışlardır. Araştırmalarda çoğunlukla görsel analize ek olarak Tau-U (Başlama Düzeyi Eğilimi Kontrollü Tau) hesaplaması yapılmıştır. Araştırmalarda bu hesaplama internet tabanlı bir hesap makinesi yardımı ile gerçekleştirilmiştir (<http://www.singlecaseresearch.org/calculators/Tau-U>; Parker, Vannest, Davis ve Sauber, 2011).

Araştırma sorularının dışında, araştırma kapsamında incelenen çalışmaların çoğunda sanal manipülatiflerin öğretimlerde doğrudan öğretim yönteminin model olma, rehberli uygulama ve bağımsız uygulama basamaklarına göre sunulduğu görülmüştür. Literatürde sanal manipülatiflerin, içeriğinde sanal aşamanın yer aldığı sanal-yarı somut-soyut öğretim stratejisinin (VRA), sanal-soyut (VA) öğretim stratejisi gibi stratejilerin doğrudan öğretim yöntemine göre sunulması önerilmektedir (Agrawal ve Morin, 2016; Baker, Gersten ve Lee, 2002; Gersten, Chaard, Jayanthi, Baker, Morphy ve Flojo, 2009; Powell, 2015). Araştırmanın bu bulgusu literatürün önerisini doğrular niteliktedir.

Araştırmanın sonucunda, incelenen çalışmalarda sanal manipülatiflerin kullanılmasının yanı sıra içerisinde sanal manipülatifleri barındıran bazı stratejilerin de olduğu görülmüştür. Bu stratejilerden biri sanal-yarı somut-soyut öğretim stratejisidir (VRA). Bu strateji üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamasında sanal manipülatiflerin kullanıldığı bu stratejinin ikinci aşamasında çizgiler, resimli kartlar gibi yarı somut nesnelere, son aşamada ise matematiksel sembol ve ifadelerin kullanılmaktadır (Bouck, Bassette, Shurr, Park, Kerr ve Whorley, 2017; Bouck, Park, Shurr, Bassette ve Whorley, 2018; Bouck ve Sprick, 2019; Park, 2019; Park, Bouck ve Fisher, 2020; Root, Cox, Gilley ve Wade, 2020, Terzioğlu, 2020). Bir aşamasında sanal manipülatifleri içeren bir diğer strateji sanal-soyut öğretim stratejisidir (VA) ve VRA stratejisinden uyarlanmıştır. Bu stratejinin VRA stratejisinden tek farklı ikinci aşama olan yarı somut aşamanın stratejiden çıkarılmış olmasıdır. Bu stratejinin de ilk aşamasında sanal manipülatifler kullanılmaktadır (Bouck, Park, Satsangi, Cwiakala ve Levy, 2019; Bouck, Park, Sprick, Shurr, Bassette ve Whorley, 2017).

Araştırmanın bazı sınırlılıkları vardır. Öncelikle araştırma sürecinde detaylı bir tarama çalışması yapılmış olmasına rağmen, diğer araştırmalarda olduğu gibi ulaşılamayan çalışmalar vardır. Benzer şekilde bu çalışmada İngilizce ve Türkçe dillerinde yayınlanmış olan çalışmalar arandığı için diğer dillerde yayınlanmış sanal manipülatif çalışmaları araştırmaya dâhil edilmemiştir. Aynı zamanda bu araştırma için dergilerde yayınlanmış olan çalışmalar aranmış, ilgili alanda yapılan kitap bölümleri ve tezler araştırmaya alınmamıştır. Özetle hariç tutulan bu çalışmalar, mevcut araştırmaya katkı sağlayamamıştır. Araştırmanın sınırlılıklarından yola çıkılarak; ileri araştırmalarda daha geniş bir yıl aralığı belirleyerek grup deneysel araştırmaların, İngilizce ve Türkçe dışındaki diğer dillerde yapılmış makalelerin yanı sıra lisansüstü tezlerin ve diğer araştırmaların çeşitli yönlerden değerlendirmesi önerilebilir. Uygulamaya yönelik olarak matematik öğretiminde kullanılmak üzere sanal manipülatiflerin geliştirilmesi, bu manipülatiflerin öğrencilere, öğretmenlere ve velilere ücretsiz şekilde sağlanması önerilebilir. Böylelikle sanal manipülatiflerin avantajlarından yararlanan birey sayısı artırılabilir.

KAYNAKÇA

- Agrawal, J. ve Morin, L. L. (2016). Evidence-based practices: Applications of concrete representational abstract framework across math concepts for students with disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 31(1), 34–44. <https://doi.org/10.1111/ldrp.12093>
- Baker, S. K., Gersten, R. M. ve Lee, D.S. (2002). A synthesis of empirical research on teaching mathematics to low-achieving students. *Elementary School Journal*, 103(1), 51–73. <https://doi.org/10.1086/499715>
- Bouck, E. C. ve Flanagan, S. M. (2010). Virtual manipulatives: What they are and how teachers can use them. *Intervention in School and Clinic*, 45(3), 186–191. <https://doi.org/10.1177/1053451209349530>
- Bouck, E. C., Chamberlain, C. ve Park, J. (2017). Concrete and app-based manipulatives to support students with disabilities with subtraction. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities*, 52(3), 317–331. <https://doi.org/10.2307/26420403>
- Bouck, E. C., Park, J., Satsangi, R., Cwiakala, K. ve Levy, K. (2019). Using the virtual-abstract instructional sequence to support acquisition of algebra. *Journal of Special Education Technology*, 34(4), 253-268.
- Bouck, E. C., Park, J., Sprick, J., Shurr, J., Bassette, L. ve Whorley, A. (2017). Using the virtual-abstract instructional sequence to teach addition of fractions. *Research in developmental disabilities*, 70, 163-174.
- Bouck, E. C., Satsangi, R., Doughty, T. T. ve Courtney, W. T. (2014). Virtual and concrete manipulatives: A comparison of approaches for solving mathematics problems for students with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disabilities*, 44(1), 180–193. <https://doi.org/10.1007/s10803-013-1863-2>
- Bouck, E., Flanagan, S., Miller, B. ve Bassette, L. (2012). Technology in action. *Journal of Special Education Technology*, 27(4), 47–57.
- Cawley, J., Parmar, R., Fley, T. E., Salmon, S. ve Roy, S. (2001). Arithmetic performance of students: Implications for standards and programming. *Exceptional Children*, 67, 311-328. *Children Mathematics*, 8(6), 372–377.
- Geary, D. C. (1994) *Children's mathematical development. Research and practical applications*. American Psychological Association.
- Gersten, R., Chard, D. J., Jayanthi, M., Baker, S. K., Morphy, P. ve Flojo, J. (2009). Mathematics instruction for students with learning disabilities: A meta-analysis of instructional components. *Review of Educational Research*, 79(3), 1202-1242.
- Gersten, R., Jordan, N. C. ve Flojo, J. R. (2005). Early identification and interventions for students with mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 38(4), 293-304. <https://doi.org/10.1177/00222194050380040301>
- Goldman, S. R. ve Pellegrino, J. W. (1987) Information processing and educational microcomputer technology: Where do we go from here? *Journal of Learning Disabilities*, 20(3), 144–154. <https://doi.org/10.1177/002221948702000302>
- Gürsel, O. (2017). Matematik öğretiminde öğrenme alanları ve temel beceriler. Gürsel, O.(Ed.), *Özel gereksinimli öğrencilere matematik beceri ve kavramlarının öğretimini planlama ve uygulama* içinde (ss.3-21).Vize Yayıncılık.
- Hasselbring, T. S., Goin, L. I. ve Bransford, J. D. (1988). Developing math automatically in learning handicapped children: The role of computerized drill and practice. *Focus on Exceptional Children*, 20(6), 1-8.
- Jitendra, A., DiPipi, C. M. ve Perron-Jones, N. (2002). An exploratory study of schema-based word-problem-solving instruction for middle school students with learning disabilities: An emphasis on conceptual and procedural understanding. *Journal of Special Education*, 36, 23-38.
- Kay, R. ve Knaack, L. (2007). Evaluating the use of learning objects for secondary school science. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 26(4), 261–289.
- Lai, S. A. ve Berkeley, S. (2012). High-stakes test accommodations: Research and practice. *Learning Disability Quarterly*, 35(3), 158-169. <https://doi.org/10.1177/0731948711433874>
- Maccini, P. ve Gagnon, J. C. (2000). Best practices for teaching mathematics to secondary students with special needs. *Focus on Exceptional Children*, 32(5), 1-22.
- Mendiburo, M. ve Hasselbring, T. (2014). Technology's impact on fraction learning: An experimental comparison of virtual and physical manipulatives. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 33(2), 209-231.
- Miller, A. D. ve Heward, W. L. (1992). Do your students really know their math facts? Using daily time trials to build fluency. *Intervention in school and clinic*, 28(2), 98-104. <https://doi.org/10.1177/105345129202800205>
- Miller, S. P., Butler, F. M. ve Lee, K. (1998). Validated practices for teaching mathematics to students with learning disabilities: A review of the literature. *Focus on Exceptional Children*, 31(1), 1-24.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (1997). *Özel eğitim hakkında kanun hükmünde kararname* (Kanun No:573). Millî Eğitim Bakanlığı. http://orgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2012_10/10111011_ozel_egitim_kanun_hukmunda_kararname.pdf
- Montague, M. (1992). The effects of cognitive and metacognitive strategy instruction on the mathematical problem-solving of middle school students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 25, 230-248
- Moyer-Packenham, P.S. ve Bolyard, J. J. (2016). Common virtual manipulative environments. Moyer-Packenham, P.S. (Ed.), *International perspectives on teaching and learning mathematics with virtual manipulatives* içinde (ss.1-23). Springer.
- Moyer, P. S., Bolyard, J. J. ve Spikell, M. A. (2002). What are virtual manipulatives? *Teaching Children Mathematics*, 8(6), 372-377.
- Moyer-Packenham, P., Baker, J., Westenskow, A., Anderson, K., Shumway, J., Rodzon, K. ve Jordan, K. (2013). A study comparing virtual manipulatives with other instructional treatments in third-and fourth-grade classrooms. *Journal of Education*, 193(2), 25-39.

- Parker, R. I., Vannest, K. J., Davis, J. L. ve Sauber, S. B. (2011) Combining non-overlap and trend for single case research: Tau-U. *Behavior Therapy*, 42, 284–299. <https://doi.org/10.1016/j.beth.2010.08.006>
- Powell, S. R. (2015). Connecting evidence-based practice with implementation opportunities in special education mathematics preparation. *Intervention in School and Clinic*, 51(2), 90–96. <https://doi.org/10.1177/1053451215579269>
- Rakap, S., Yücesoy-Özkan, Ş. Ve Kalkan. S. (2020). Tek-denekli deneysel araştırmalarda etki büyüklüğü hesaplama: Örtüşmeyen veriye dayalı yöntemlerin incelenmesi. *Türk Psikoloji Dergisi*, 35(85),40-60. <https://doi.org/10.1111/1467-8578.12091>
- Rivera, D. P. (1997) Mathematics education and students with learning disabilities: introduction to the special series. *Journal of Learning Disabilities*, 30(1), 2–19. <https://doi.org/10.1177/002221949703000101>
- Satsangi, R. ve Miller, B. (2017). The case for adopting virtual manipulatives in mathematics education for students with disabilities. *Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth*, 61(4), 303-310. <https://doi.org/10.1080/1045988X.2016.1275505>
- Satsangi, R. ve Miller, B. (2017). The case for adopting virtual manipulatives in mathematics education for students with disabilities. *Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth*, 61(4), 303-310. <https://doi.org/10.1080/1045988X.2016.1275505>
- Terzioğlu, N. K. (2020). *Zihinsel yetersizliği olan öğrencilere dört işlem becerilerinin öğretiminde sanal-yari somut-soyut öğretim stratejisinin etkililiği (Tez No. ?)*[Doktora tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Woodward, J. ve Montague, M. (2002). Meeting the challenge of mathematics reform for students with LD. *Journal of Special Education*, 36, 89-101.

EXTENDED ABSTRACT

Literature Review

It is seen that there are many manipulatives that can meet the needs of students with special needs in mathematics. Manipulatives are tools that help students with special needs learn mathematical concepts and skills. When these manipulatives are considered, concrete manipulatives come to mind first. Concrete manipulatives are physical objects that students can touch, such as cubes, buttons, beads. However, with the advancement of technology, it has made it necessary to develop virtual manipulatives as an alternative to concrete manipulatives. In some classrooms, virtual manipulatives have even replaced concrete manipulatives.

Virtual manipulatives as web-based, interactive learning tools that can be moved with a mouse. With the advances in technology, various alternative devices have been developed today for computers in this definition. Now, virtual manipulatives are operated with devices such as tablet computers and phones in addition to computers.

Despite the many advantages of virtual manipulatives, limited study is available in the literature due to its recent background in special education. The advancement of technology and new insights in education have revealed the importance of these manipulatives. For this reason, it is thought that examining the studies conducted with virtual manipulatives in various aspects such as participant characteristics, application/intervention characteristics in the literature can guide teachers and experts working in the field. Based on this, the aim of the study is to examine studies in which virtual manipulatives are used in teaching mathematical concepts and skills to students with disability

Methodology

In the research, a systematic literature review was conducted on studies using virtual manipulatives in teaching mathematical concepts and skills to students with disability. The literature review was carried out according to the document review method, which is one of the qualitative research approaches. Some criteria have been determined for the studies obtained as a result of the literature review to be included in the study. These criteria are explained in the following titles. A comprehensive approach has been used to reach studies that meet the criteria. Firstly, electronic databases (eg; ProQuest, ERIC, PsycINFO) were used for literature search. In addition, a detailed search was carried out on Google Scholar. The references of the obtained studies were searched and at the end of this process, 16 studies were included in the study. Each study included in the study was examined in terms of year, journal, participant, intervention/application, method and subject characteristics.

The studies were analyzed by descriptive analysis and analyzed using descriptive statistical method (frequency). After these studies were evaluated with the "research analysis form", they were interpreted by presenting them with tables and graphics.

Findings and discussion

In the first research question of the research, the distribution of the studies on virtual manipulatives in special education was examined. As a result of this problem, studies in this field were reached in 2020, the most. This finding of the research can be attributed to the development of technology. In the second research question of the research, the journals in

which the examined studies were published were examined. As a result of this review, journals were seen the most are :“Education and Training in Autism and Developmental Disabilities” and “Learning Disability Quarterly”. The index of these journals is "Social Sciences Citation Index (SSCI)". In the third research question, the participant characteristics of the studies were examined. It has been observed that the studies generally chose three participants each, and these participants were generally males with learning disabilities. It was also found that most of the participants were 13-15 years old. This result of the study is supported by research findings that argue that virtual manipulative use should be used especially for older students (Bouck, Flanagan, Miller, & Bassette, 2012; Satsangi & Miller 2017). In the fourth research question, the application/intervention characteristics of the studies were examined. These studies was concluded that web-based virtual manipulatives were used and these manipulatives were mostly operated by tablet computers. In the fifth research question, the methodological distribution of the studies was examined. These studies, which were designed according to single case research methods. In the sixth research question, the distribution of the studies according to their subjects was examined. It is seen that these studies aim to teach four operation skills at most. This result is expected to be one of the most basic mathematical skills, being a prerequisite for many skills in mathematics, and being necessary for students to be able to live independently in daily life (Hasselbring, Goin ve Bransford, 1998; Gersten, Jordan ve Flojo, 2005; Miller ve Heward, 1992). The last research question is to examine which data collection processes the implementation/intervention processes of studies include. In the studies included in the study, there are implementation / intervention stages due to the nature of single-subject studies. The processes of each study vary due to various variables.

Results and recommendations

As a result of the research, it is seen that the use of virtual manipulatives in mathematics teaching has increased in recent years. The results of these studies were determined to be effective. This is a natural consequence of the rapid advancement of technology and changes in the understanding of education. In addition, in extraordinary times such as the pandemic we are in, the importance of virtual manipulatives has come to light. Considering the results of the research, it can be recommended to develop virtual manipulatives to be used in mathematics teaching and to provide these manipulatives to students, teachers and parents free of charge. Thus, the number of individuals who benefit from the advantages of virtual manipulatives can be increased.