The Effectiveness of Using Diagrams in Improving the Problem-Solving Performance of Students with Learning Disabilities

Sıla DOĞMAZ TUNALI, Inönü University, ORCID ID: 0000-0001-8040-8409
Burak KARABEY, Dokuz Eylül University, ORCID ID: 0000-0001-8614-8628

Abstract

The solution of verbal mathematical problems is a cognitive process that includes identifying and distinguishing relevant from irrelevant information, constructing a mental representation of the problem, and selecting and implementing an appropriate solution strategy. Students with learning disabilities may have deficiencies in acquiring mathematical skills, and coping with verbal mathematics problems can be particularly challenging for them. This study investigated the effectiveness of the diagram strategy in improving the two-step word problem-solving performance of students with learning disabilities. The research was designed using a quasi-experimental pretest-posttest control group design. The study utilized two types of achievement tests as data collection instruments: one comprised 15 open-ended numerical problems, while the other contained 5 open-ended problems of varied types. Additionally, an analytical grading rubric was prepared to assess the solution processes of the problems in these tests. The study group consisted of 20 students with learning disabilities, divided evenly into an experimental group of 10 students and a control group of 10 students. The process of using diagrams in problem-solving was carried out in individual sessions with the 10 students in the experimental group for 8 weeks. Non-parametric tests, namely the Mann-Whitney U test and the Wilcoxon test, were used to analyze the pre-test and post-test data obtained from the achievement tests of the experimental and control groups. As a result of the data analysis, a significant difference was found between the scores of the students in the experimental and control groups on the achievement test, with the experimental group showing better results. These findings indicate that the use of diagrams has a positive effect on solving two-step word problems. The diagram strategy can be an effective tool for understanding and solving mathematical problems.

Keywords: Problem solving, Diagram, Learning disability

Inonu University
Journal of the Faculty of Education
Vol 25, No 3, 2024
pp. 1265-1291
DOI
10.17679/inuefd.1435610

Article Type
Research Article

Received
12.02.2024

Accepted
18.12.2024

Suggested Citation
Doğmaz Tunalı, S., & Karabey, B. (2024). The effectiveness of using diagrams in improving the problem-solving performance of students with learning disabilities, *Inonu University Journal of the Faculty of Education*, 25(3), 1265-1291. DOI: 10.17679/inuefd.1435610

This article is produced from the master's thesis accepted by the Institute of Educational Sciences at Dokuz Eylül University in July 2016. It was presented as an oral abstract at the 6th Cyprus International Conference on Educational Research (CYICER-2017), held in the Turkish Republic of Northern Cyprus from May 4-6, 2017.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Mathematical learning disability (MLD) is defined as a specific learning disability that manifests as an individual's math achievement being below the expected performance level due to difficulties in acquiring arithmetic skills, despite normal or above-normal intelligence, emotional stability, educational opportunities, and motivation (Butterworth, 2018; Price & Ansari, 2013; Von Aster, & Shalev, 2004).

Common characteristics observed in students with MLD include difficulties in recalling basic mathematical facts, reliance on immature strategies like finger counting, and an underdeveloped number sense. These factors often hinder their ability to progress beyond previously learned rules and concepts (Geary, 2004). A mathematical representation can include a combination of written symbols, real objects, or mental images. Regardless of the combination, the construction of a representation and the understanding of numerical relationships expressed in a problem are critical to solving it (Geary, 1996). Diagrams are effective strategies that help solve the structure of a problem, lay the foundation for its solution, simplify complex situations, make abstract concepts more concrete, and ultimately make the problem more familiar (Novick, Hurley, & Francis, 1999).

Purpose

The aim of this research is to determine the effectiveness of the diagram strategy in improving the two-step mathematical routine problem-solving performance of students with learning disabilities (LD). Based on this aim, the sub-research questions are as follows:

1. Is there a statistically significant difference between the pre-test and post-test scores of the experimental group students on the problem test?
2. Is there a statistically significant difference between the post-test scores of the experimental and control group students on the problem test?

Method

The research was planned through the pretest-posttest control group design, which is one of the quasi-experimental designs.

Sample Selection

In the process of forming the sample group, teachers working at the Special Education and Rehabilitation Center were interviewed individually. Students diagnosed with learning disabilities according to the DSM-5 criteria were selected, excluding those with a twice-exceptional diagnosis (e.g., ADHD, gifted and talented).

Data Collection Tools

A problem-solving test (Test 1) consisting of 15 open-ended numerical problems was used as the first data collection tool in the study. Secondly, a generalization test (Test 2) consisting of 5 open-ended problems, prepared to assess the transfer of the diagram strategy by the students to different problem types, was used. An analytical rubric, prepared by the researchers and a mathematics teacher, was used to evaluate the solutions to these problems.

Findings

The findings of this study show that the diagram strategy is effective in solving two-step mathematics problems. There is a significant difference between the post-test scores of the students in the experimental and control groups, favoring the experimental group. Additionally, a significant difference was found between the pre-test and post-test scores of the experimental group, with the post-test showing higher scores. During the application, it was observed that the diagramming and problem-solving skills of the students in the experimental group improved. Students in the experimental group were able to transfer the use of diagrams to solve different types of problems.

During the intervention program, the quantity of diagrams generated by each student and their distribution across various diagram types were assessed. It was noted that students with LD predominantly used pictorial diagrams, particularly in the initial weeks of the intervention. However, as the program advanced, there was a notable increase in the overall percentage of network, part-whole, hierarchy, and matrix diagrams—categorized under schematic diagrams. Students expressed positive opinions about using diagrams in problem-solving.

Discussion & Conclusion

As a result of the intervention sessions designed to determine the effectiveness of using the diagram strategy (network, hierarchy, matrix, part-whole diagrams) in improving the two-step mathematical routine problem-solving performance of students with LD, it was observed that the students' problem-solving performance improved. As the practice sessions progressed, the students' diagram-making skills improved, and their understanding, interpreting, and representing the problem, as well as their problem-solving processing skills, increased. Results from Test 2, administered two weeks after the intervention, showed that students were able to transfer the use of the diagram method to different problem types beyond number problems.

In conclusion, it is believed that using different strategies while solving verbal mathematical problems and providing training on visually supported strategies, would be beneficial in enhancing the problem-solving skills of students with LD.

Özel Öğrenme Güçlüğü Olan Öğrencilerin Problem Çözme Performanslarını Geliştirmede Diyagram Kullanımının Etkililiği

Sıla DOĞMAZ TUNALI, İnönü Üniversitesi, ORCID ID: 0000-0001-8040-8409
Burak KARABEY, Dokuz Eylül Üniversitesi, ORCID ID: 0000-0001-8614-8628

Öz

Sözel matematik problemlerinin çözümü, ilgili ve ilgisiz bilgilerin belirlenmesini, problemin zihinsel bir temsilinin oluşturulmasını, uygun bir çözüm stratejisinin seçimini ve uygulanmasını içeren bilişsel bir süreçtir. Özel öğrenme güçlüğü olan öğrenciler matematik becerilerini edinmede eksiklikler yaşayabilirler, ayrıca sözel matematik problemleriyle başa çıkmak bu öğrenciler için özellikle zorlayıcıdır. Bu çalışmada, özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin iki aşamalı matematiksel rutin problem çözme performanslarını geliştirmede diyagram stratejisi kullanımın etkililiği araştırılmıştır. Araştırma yarı deneysel desenlerden ön-test son-test kontrol gruplu desen üzerinden planlanmıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak, 15 açık uçlu sayı probleminden oluşan bir başarı testi kullanılmıştır. Genelleme için farklı türde problemleri içeren 5 açık uçlu sorudan oluşan ikinci bir başarı testi kullanılmıştır. Ayrıca, bu testlerdeki problem çözme süreçlerini değerlendirmek için analitik dereceli bir puanlama anahtarı hazırlanmıştır. Çalışma grubu 10 tanesi deney grubu ve 10 tanesi kontrol grubu olmak üzere toplam 20 özel öğrenme güçlüğü tanısı olan öğrenciden oluşmaktadır. Deney grubunda yer alan 10 öğrenciyle 8 hafta boyunca bireysel oturumlar ile problem çözümünde diyagram kullanımı programı yürütülmüştür. Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin başarı testinden elde edilen ön test ve son test verilerinin analizinde parametrik olmayan Mann Whitney-U ve Wilcoxon işaretli sıralar testi testleri kullanılmıştır. Verilerin analizi neticesinde deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin başarı testinden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Bu anlamlı farklılığın deney grubu lehine olduğu görülmüştür. Bulgular, diyagram stratejisi kullanımın iki aşamalı sözel matematik problemlerinin çözümünde etkili olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, diyagram stratejisi matematik problemlerini anlamada ve çözmede etkili bir araç olarak değerlendirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Problem çözme, Diyagram, Öğrenme güçlüğü

İnönü Üniversitesi
Eğitim Fakültesi Dergisi
Cilt 25, Sayı 3, 2024
ss. 1265-1291
DOI
10.17679/inuefd.1435610

Makale Türü
Araştırma Makalesi

Gönderim Tarihi
12.02.2024

Kabul Tarihi
18.12.2024

Önerilen Atıf

Doğmaz Tunalı, S., & Karabey, B. (2024). Özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin problem çözme performanslarını geliştirmede diyagram kullanımının etkililiği. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(3), 1265-1291. DOI: 10.17679/inuefd.1435610

Bu makale Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü tarafından Temmuz, 2016 tarihinde kabul edilen yüksek lisans tezinden üretilmiştir. 04-06 Mayıs 2017 tarihlerinde Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde gerçekleştirilen 6th Cyprus International Conference on Educational Research (CYICER-2017) kongresinde, özet sözel bildiri olarak sunulmuştur.

1. Giriş

İlköğretimdeki matematik yeterliliği hem yüksek öğrenimde hem de gelecekteki istihdamda öğrenci başarısını önemli ölçüde etkilemektedir. (National Mathematics Advisory Panel [NMAP], 2008). Özellikle, problem çözme ve cebir gibi daha yüksek seviyedeki matematik derslerinin başarılı bir şekilde tamamlanması, daha yüksek standartlaştırılmış test puanlarıyla ilişkilendirilmektedir (National Center for Education Statistics [NCES], 2013). PISA (2022) Türkiye ön raporu, öğrencilerin yarısından azının matematikte yeterli veya üstünde puan aldığını göstermektedir. Sonuçlar, yetersizliği olan öğrenciler için daha kötüdür. Kaynaştırma uygulamaları ile genel eğitime devam eden yetersizlik grupları arasında bulunan, özel öğrenme güçlüğü (ÖÖG) tanılı öğrenciler matematik becerileri yönünden beklenen düzeyin önemli ölçüde altında performans göstermektedir (Şimşek & Arslan, 2022; Cortiella & Horowitz, 2014). Bu bulgular, yetenek, başarı ve motivasyon açısından farklılıklar gösteren ÖÖG olan öğrencilerin matematik becerilerini geliştirmek için etkili matematik müdahalelerine olan ihtiyacı vurgulamaktadır.

Matematiksel problem çözme, "*verilen bir durumdan bir hedef duruma geçme sürecini*" ifade etmektedir (Mayer & Hegarty, 1996, s. 31). Kavramların ve belirli matematiksel prosedürlerin bilinmesi problem çözme için ön koşul olsa da problem çözme, kavramsal ve prosedürel bilginin ötesinde bilişsel ve üstbilişsel süreçleri içermektedir (Jonassen, 2000). Matematiksel problemleri modellemek, modele uygun çözümler ve işlemler gerçekleştirmek ÖÖG olan öğrenciler için önemli bir zorluktur. Matematik öğrenme güçlüğü, normal ve normal üstü zekâya, duygusal istikrara, eğitsel fırsatlara ve motivasyona rağmen, aritmetik becerilerin edinimini etkileyen netice olarak bireyin matematik başarısının beklenen performans düzeyinin altında kalması olarak kendini gösteren özel bir öğrenme güçlüğü olarak tanımlanmaktadır (Butterworth, 2018; Price & Ansari, 2013; Von Aster & Shalev, 2004). Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin temel gerçekleri hatırlamada eksiklik ve olgunlaşmamış strateji kullanımı (parmak hesabı) gibi matematik öğrenimini güçleştiren yetersizlikleri bulunmaktadır. Ayrıca, bu çocukların genel özellikleri arasında, daha önce öğrenmiş oldukları kuralların dışına çıkmakta zorlanmalarına sebep olan gelişmemiş bir sayı duygusu bulunmaktadır (Geary, 2004).

Matematiksel bir temsil yazılı sembollerin, gerçek nesnelerin veya zihinsel görüntülerin bazı kombinasyonlarını içermektedir. Kombinasyonlardan bağımsız olarak, bir temsilin oluşturulması, bir problemde ifade edilen sayısal ilişkilerin anlaşılmasını ve problemin çözülmesini sağlamak için hayati bir öneme sahiptir. (Geary,1996). Diyagramlar, bir problemin yapısını çözmeye yardımcı olmak, çözümü için temel oluşturmak, karmaşık bir durumu basitleştirmek, soyut kavramları daha somut bir hale getirmek ve sonuç olarak problemi daha tanıdık hale getirmek için kullanılan etkili stratejilerdir (Novick vd., 1999). Diezmann ve English (2001)'e göre, diyagram "*bilgileri uzamsal bir düzende görüntüleyen görsel bir temsildir*" (s. 77). Problem çözme görevlerinde düşük performans sergileyen ÖÖG olan öğrencilere, etkili ve uygulanabilir stratejilerin öğretilmesi, problemin doğru bir temsiline ulaşmaları açısından oldukça önemlidir (van Garderen vd., 2013).

ÖÖG olan öğrencilere problem çözümünde kendi diyagramlarını oluşturmanın ve problemde çözüme yardımcı olacak bilgileri bir diyagrama nasıl transfer edeceklerinin öğretilmesini gerekli kılan bazı durumlar bulunmaktadır (Jitendra vd., 2002; Jitendra & Hoff, 1996; Larkin & simon, 1987; Lein vd., 2020; Ngu & Phan, 2022). Öncelikle ÖÖG olan birçok öğrencinin sözel bir problemin sayısal verilerini takip etme yeteneğini körelten bir çalışma belleği sorunu bulunmaktadır (Geary vd., 2012; Geary, 1996). İkincisi diyagram çizimi, problemde verilenleri hatırlamak ve organize etmek için kullanılan önemli bir görsel stratejidir (Diezmann & English, 2001). Nihayetinde, "zihnimizde canlandırdığımız ayrıntılı bir resim unutulabilir ama kâğıt üzerine çizilen detay kalır ve ona geri döndüğümüzde bize önceki fikirlerimizi hatırlatır" (Polya, 1997 s. 103-104). Gersten ve arkadaşları (2012), diyagrama dayalı temsilin, ilgisiz bilgilerin ayırt edilmesini kolaylaştırdığı, ilgili bilgileri tek bir yerde topladığı ve görsel sistem yardımıyla durumun daha kolay algılanmasına yardımcı olduğu için sayısal temsile göre daha verimli olduğunu belirtmiştir.

Türkiye'de uygulanan matematik müfredatı incelendiğinde, matematik programında üçüncü ve dördüncü sınıftan itibaren çok adımlı problemlerin öğrenciler tarafından çözülmesinin beklendiği görülmektedir (MEB, 2018). Buna rağmen alanyazındaki çalışmaların çoğu, bir ya da iki işleme (tipik olarak çıkarma ve toplama) ya da tek adımlı sözel problemlerin (tek işlem ile sonuca ulaşılan) çözümüne odaklanmıştır (Gobadze & Düzkantar, 2019; Kırmızıgül, 2021; Yıkmış vd., 2018). Diyagramların ve diğer görsel temsil stratejilerinin herhangi bir işlem kombinasyonu (örneğin, toplama ve çarpma, çarpma ve çıkarma) veya birden fazla adım içeren (sonuca ulaşmak için 2 veya daha fazla işlem yapılması gereken) problemlerin çözümünde kullanımına dair Dünya alanyazınında az sayıda çalışma yer almaktadır (Powell, 2011; Uesaka & Manalo, 2007; Van Garderen, 2007). Çok adımlı problemler, temsil üzerinde düşünmeyi gerektirmektedir. Doğru çözümün gerçekleştirilmesi için öğrencilerin ilgili bilgileri problem metninden çıkarmaları gerekmektedir. Problem de verilen ikincil bilgi, öğrencileri altta yatan matematiksel ilişkileri tanımaktan ve çoğu zaman anlamlandırmaktan alıkoyabilmektedir. Probleme fazladan eklenen çözüm adımları, öğrencilerin problemi anlamasını zorlaştırmaktadır. (Kingsdorf & Krawec, 2014).

ÖÖG olan öğrencilerin bir problemde geçen tüm sayıların kullanılması gerektiğine dair yanlış bir inançları vardır (Im & Jitendra, 2020). Problem metninde yer alan konu dışı bilgilerin varlığı ve fazladan bir işlem adımına ihtiyaç duyulması, öğrencilerin doğru sonuca ulaşma ihtimalini de azaltmaktadır. İki aşamada (sonuca ulaşmak için 2 işlem yapmayı gerektiren) çözülen problemlerin daha zormuş gibi algılanmasının bir başka nedeni, problemlerde genellikle daha fazla kelime öbeği ve anlamı çeldirici ifadelerin kullanılmasıdır. Ancak bu durum problem çözümünde kullanılan temsilden de kaynaklanıyor olabilmektedir (Daroczy vd., 2015). Bu sebeplerden dolayı, iki aşamalı matematiksel sözel problemlerin çözümü için tek aşamada çözülen problemlere göre daha fazla görsel temsil desteğine ihtiyaç duyulduğu ifade edilmektedir (Powell, 2011; van Garderen, 2007).

Jitendra, DiPipi ve Perron-Jones (2002), öğrenme güçlüğü olan ortaokul öğrencileri ile problem çözümüne yönelik yaptıkları çalışmada şema temelli strateji öğretiminin öğrencilerin tek adımlı problemleri çözme performansını arttırdığını bulmuştur. Şema temelli strateji öğretiminin kullanıldığı çalışmalarda genel olarak tek aşamada çözülen toplama ve çıkarma problemleri kullanılmıştır (Jitendra vd., 1999; Xin vd., 2005). Ancak öğrenciler tipik olarak çarpma ve bölme problemlerinde daha fazla zorlanmaktadır. Ayrıca, ortaokulda odak noktasının "değiştir" veya "eşit gruplar" ve "yeniden ifade et" (yani "çarpmalı karşılaştırma") gibi daha karmaşık ilişkilere kayması, çarpma ve bölme içeren problem çeşitlerinin öğretilmesini gerekli kılmaktadır (Van de Walle, 2004). Van Garderen (2007), öğrenme güçlüğü olan ortaokul öğrencileri ile problem çözümünde diyagramları kullanmıştır. Çalışmada öğrencilere kendi diyagramlarını oluşturmaları öğretilmiştir. Diyagram kullanımının hem tek adımda hem de iki adımda çözülen sözel matematik problemlerinin çözümünde performansı arttırdığı belirtilmiştir. Ancak, çalışmada sadece sayı problemleri kullanılmış diyagram kullanımının diğer problem türlerine genellebilirliği incelenmemiştir. Uesaka ve Manalo (2007), problem çözümünde diyagram oluşturma sürecini incelemişlerdir. Ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirdikleri çalışmada birden fazla adımda çözülebilen sözel problemler kullanılmıştır. Araştırma sonuçları diyagramların içselleştirilebildiği ve içgüdüsel diyagram oluşturan öğrencilerin kontrol grubunda yer alan diyagram oluşturmayan akranlarına göre doğru çözümlere daha fazla ulaştığını göstermiştir.

Elde edilmiş tüm bu araştırma sonuçlarından yola çıkarak bu araştırmanın amacı özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin iki aşamalı matematiksel rutin problem çözme performanslarını geliştirmede diyagram stratejisi kullanımının etkililiğini belirlemektir. Bunun için, araştırmada aşağıdaki alt problemlere yanıt aranmıştır:

1. Deney grubu öğrencilerinin problem testinden aldıkları ön-test ve son-test puanları arasında istatiksel açıdan anlamlı bir fark var mıdır?

2. Deney grubu ile kontrol grubu öğrencilerinin problem testinden aldıkları son-test puanları arasında istatiksel açıdan anlamlı bir fark var mıdır?

3. Kontrol grubu öğrencilerinin problem testinden aldıkları ön-test ve son-test puanları arasında istatiksel açıdan anlamlı bir fark var mıdır?

4. Deney grubunda yer alan öğrenciler diyagram kullanımını farklı problem türlerinin çözümüne transfer edebilmekte midir?

5. Deney grubundaki öğrencilerin diyagram oluşturma becerileri uygulama süresince nasıl bir gelişme göstermiştir?

2. Yöntem

Araştırma yarı deneysel desenlerden ön-test son-test kontrol gruplu desen üzerinden planlanmıştır. Yarı deneysel desene dayanan çalışmalar, eğitim ortamlarında pratik ve etik engellerden dolayı rastgele seçkiyle denek seçilemediğinde ya da eğitim ortamlarında tam deneysel desenin ön koşullarına ulaşmanın zorluğundan ve okullardaki uygulama sınırlılıklarından dolayı tercih edilmektedir (Grimshaw vd., 2000).

2.1. Çalışma Grubu

Çalışma grubunu oluşturma sürecinde İzmir ilinde özel eğitim ve rehabilitasyon merkezlerinde görev yapan öğretmenlerle bireysel olarak görüşülmüştür. Öğretmenlerden, aşağıda sıralanan ön koşul becerilere sahip ve başka bir ek tanısı olmayan, DSM-5 kriterlerine göre özel öğrenme güçlüğü tanısı almış olan ve matematikte zorluk yaşayan öğrencilerin isimleri toplanmıştır. Öğrenme güçlüğü olan öğrenciler heterojen bir grubu oluşturmaktadır. Beceriler yönünden birbirine yakın bir grup oluşturulabilmesi için bazı önkoşul beceriler konulmuştur.

Ön koşul beceriler;

- Sadece özel öğrenme güçlüğü tanısı almış olmak,
- İlköğretim çağında olmak,
- Üç ya da dört cümlelik paragrafı hatasız ve akıcı okuyabilmek,
- İki basamaklı sayılarla toplama ve çıkarma yapabilmek,
- Tek basamaklı sayılar ile çarpma yapabilmek,
- %60 doğrulukla olsa da tek basamaklı bir sayı ile iki basamaklı bir sayıyı çarpabilmek,
- %60 doğrulukla olsa da İki basamaklı bir sayıyı tek basamaklı bir sayıya bölebilmek,
- Tek adımda çözülebilen 5 sözel matematik probleminden en fazla 3 tanesini doğru çözebilmek (3/5 ölçüt üstünde verilen doğru yanıt öğrencinin problem çözümünde ek bir stratejiye ihtiyaç duymadığını göstermektedir),
- Diyagram stratejisiyle ilgili bir fikrinin olmaması ve sözel problem çözümlerinde daha önce diyagram stratejisini kullanmamış olması istenmektedir.

Öğretmenler tarafından, belirlenen önkoşul becerilere sahip 32 öğrenci aday gösterilmiştir. Toplama-çıkartma, Çarpma ve bölme işlemi yapmayı gerektiren problemlerden oluşan 3 test belirlenen 32 öğrenciye uygulanmıştır. Bölme yapmayı gerektiren tek aşamalı problemlere yanıt vermeyen 10 öğrenci ile test görevlerinde %60 üzerinde başarı gösteren 2 öğrenci grup başarı ortalamasından farklılık gösterdiği için araştırmaya dahil edilmemiştir. Bu aşamada sonunda seçilen 20 öğrencinin 1. test ortalama puanı 44 (100 üzerinden), 2. test ortalama puanı 28 ve 3. test ortalama puanı 24 olarak hesaplanmıştır.

Testlerde geçen sorular 3. sınıf matematik kitaplarından rastgele seçilmiş tek aşamada çözülen sayı problemleridir. Öğrencilere verilen testlerin puanlanması iki uzman tarafından analitik dereceli cevaplama anahtarı kullanılarak yapılmıştır. Puanlayıcılar arası uyum yüzdesi 0,93 olarak hesaplanmıştır. Bu oturumlar sonunda 10 öğrenci deney, 10 öğrenci kontrol grubunu oluşturacak şekilde seçkisiz olarak atanmıştır.

Çalışma boyunca öğrencilerin gerçek isimleri yerine belirlenen kod isimler kullanılmıştır. Öğrenciler 2 ile 5 yıl arasında değişen sürede, haftada 2 ders saati olmak üzere özel eğitim kurumlarında ders almaktadır. Çalışma grubunda yer alan öğrencilerin hastaneden aldıkları raporlarında yazan WISC-R Zekâ Testi puan ortalamaları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1.

Çalışma Grubunda Yer Alan Öğrencilerin WISC-R Zekâ Testi Puanları

	n	Range	Min	Max	x̄	ss
Deney grubu	10	18	90	108	99,3	5,638
Kontrol grubu	10	16	90	106	95,8	4,732
Toplam	20					

Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin zeka puanları incelendiğinde normal zeka puan aralığında yer aldıkları görülmüştür. Araştırmaya katılan öğrencilerin demografik bilgileri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2.

Çalışma Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Demografik Bilgileri

	Deney Grubu					Kontrol Grubu				
	Kız	Erkek	Devlet okulu	Özel okul	Yaş ort.	Kız	Erkek	Devlet okulu	Özel okul	Yaş ort.
Öğrenciler	7	3	8	2	11,6	6	4	7	3	11,4
Toplam	10		10			10		10		

2.2. Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilere uygulanmak üzere 15 açık uçlu sayı probleminden oluşan problem testi (Test 1), öğrencilerin diyagram stratejisini farklı problem türlerine transfer etme sürecini değerlendirmek üzere farklı türde 5 açık uçlu problemden oluşan ikinci problem testi (Test 2) kullanılmıştır. Problem çözümlerinin puanlanmasında kullanılmak üzere araştırmacılar ve bir matematik öğretmeni tarafından analitik dereceli puanlama anahtarı hazırlanmıştır.

2.2.1. Problem Testi (Test 1)

Araştırmada ön test ve son test verilerinin toplanmasında kullanılacak problem testinin, kısmi puanlamaya olanak sağlaması amacıyla açık uçlu problemlerden oluşmasına karar verilmiştir. Test içinde yer alan problemler iki aşamada çözülebilen rutin sayı problemleridir. Test 1, üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde yer alan ilk beş problem toplama ve çıkarma işlem becerilerinin kullanılacağı iki aşamalı sayı problemlerinden oluşurken, ikinci bölümde çarpma, toplama ve çıkarma işlem becerilerinin kullanılacağı iki aşamalı sayı problemlerinden oluşmuştur. Üçüncü bölümde yer alan iki aşamalı sayı problemleri tüm dört işlem (toplama, çıkarma, çarpma ve bölme) becerilerini kullanmayı gerektirmektedir. Test 1'in her bir bölümü 5 problemden olmak üzere toplamda 15 problemden oluşmaktadır. Seçilen problemleri 3 matematik öğretmeni amaca uygunluk ve ifadelerin açıklığı açısından, 1 ölçme değerlendirme uzmanı ölçme değerlendirme, 1 dil uzmanı da dil kurallarına uygunluğu açısından incelemişlerdir. Öneriler doğrultusunda, araştırmacılar tarafından problemler yeniden düzenlenmiştir.

Son olarak hazırlanan problemler, 11-13 yaş arası tipik gelişim gösteren 20 öğrenciye ve okuma sorunu olmayan 3 özel öğrenme güçlüğü olan öğrenciye problemlerin anlaşılabilirliğini kontrol etmek amacıyla okutulmuştur. Öğrencilerin de görüşleri alınarak aksayan yönler tespit edilmiş ve gerekli düzenlemeler ile Test 1 'e son şekli verilmiştir.

Problem testinin puanlanmasında analitik dereceli puanlama anahtarı (Analitik rubrik) kullanılmıştır. Analitik rubriğin geçerlik ve güvenirlik çalışması için 4 uzmandan görüş alınmıştır. Tipik gelişim gösteren 80 öğrenciye problem testi uygulanmıştır. Daha sonra öğrencilerin problem testine verdikleri yanıtlar, oluşturulan analitik rubrik ile 4 farklı uzman tarafından birbirlerinden bağımsız olarak puanlanmıştır. Uzmanların verdiği puanların uyum yüzdesi, Kruskal-Wallis H testi ve Kendall Tau Korelasyon uyum analizleri ile hesaplanmıştır. Kendall's Tau_b uyum analizi sonuçlarına göre tüm puanlayıcıların analitik puanlama anahtarı kullanarak verdikleri puanlar arasındaki ilişki yüksek düzeyde, pozitif yönlü ve anlamlıdır ($p<,01$). Kruskal-Wallis H testi sonuçlarına göre öğretmenlerin puanlama yönergesi kullanarak verdikleri puanlar arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar bulunmamaktadır ($p=,895 > p=,05$).

2.2.2. Genelleme Testi (Test 2)

Öğrencilerin, sayı problemleri dışında kalan farklı problem türlerinin çözümüne diyagram stratejisini transfer edebilme durumlarını incelemek amacıyla oluşturulmuş bir problem testidir. Genelleme testinde yer alan sorular, iki adet yaş problemi, iki adet sürat problemi ve bir adet yüzde problemidir. Seçilen beş açık uçlu soru iki adımda çözülen rutin problemlerdir. Problemleri 2 matematik öğretmeni öğrencilerin seviyesine uygunluk ve ifadelerin anlaşılabilirliği, 1 ölçme değerlendirme uzmanı ölçme değerlendirme, 1 dil uzmanı dil kurallarına uygunluğu açısından incelemiştir. Öneriler doğrultusunda problemlere son şekilleri verilmiştir.

2.3. Müdahale Programının Geliştirilmesi

Program süresince öğrenciler ile iki aşamada çözülen sayı problemlerinin diyagram stratejisi ile çözümünün yapılması planlanmıştır. Bu doğrultuda, 3. sınıf düzeyi ile 8. sınıf düzeyi arasındaki resmi okullarda okutulan matematik kitapları incelenmiştir. Bu kitaplarda yer alan sayı problemlerinin biriktirildiği bir soru havuzu oluşturulmuştur. Havuza eklenen 220 problem, çözümde kullanılan diyagram çeşitlerine göre bir kez daha gruplanmıştır. Daha sonra problemler iki matematik öğretmeni ile gözden geçirilmiş ve 130 problemin uygunluğuna karar verilmiştir. Müdahale oturumlarında kullanılan problemler belirlenmiş kategorilerden rastgele seçilmiştir.

Programın geliştirilmesi aşamasında, çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin öğretmenleri ile görüşmeler yapılmış, öğrencilerin dikkat süreleri ile ilgili ortalama bir kanıya varılmıştır. Daha sonra tipik gelişim gösteren 3 öğrenci ve ÖÖG olan 2 öğrenci ile 30-45 dakika arası değişen sürede soru çözme oturumları yapılmıştır. Nihayetinde 30 dakikalık bir sürenin ve 5 problem çözümünün ÖÖG olan bir öğrenci için uygun olacağına karar verilmiştir. Pilot uygulama ile müdahale programının son şekli verilmiştir.

2.4. Müdahale Programının Çerçevesi

Diyagramları öğretirken, ele alınması gereken beş temel soru vardır. Bunlar; "diyagram nedir?", "diyagram neden kullanılmalıdır?", "diyagram ne zaman kullanılmalıdır?", "hangi tip diyagram ne zaman kullanılmalıdır?"," bir diyagram nasıl oluşturulmalıdır?" şeklindedir (van Garderen vd., 2014). Her sözel problem benzersizdir ve farklı bir yapı ve matematiksel vurgu içermektedir. Ayrıca her bir problem çözme döngüsü, her bir adımı boyunca bir üstbilişsel rutin içermektedir (Montague, 2006). Problem içerisindeki her adım için aşağıdaki üç üstbilişsel aşama geçerlidir;

1. Sor: Yapılması gerekenlere odaklanın.

2. Yap: Harekete geç ve/veya üret.

3. Kontrol edin: Üretilenin veya yapılanın sorunla eşleştiğini onaylayın.

Problem çözme döngüsünün her adımı farklı bir dizi eylemi içermektedir. İlk adım, öğrenciyi problemde ifade edilen soruna yönlendirmektedir. Bu adım sırasında öğrencilerden üç alt adımı tamamlamaları beklenmektedir. Bunlar; problemi okuma, bilgileri düzenleme ve problemin bir diyagramını oluşturma şeklindedir. İlk adımın temel odak noktası, problemde hangi bilgi ve matematiksel verinin mevcut olduğunu belirlemektir. Öğrenciler, bu aşamada problemi çözmeye değil, problemde paylaşılan bilgilere ve çözüm için uygun olan stratejiye odaklanmaya teşvik edilmektedir.

İkinci adım, sorunu çözmeyi planlamaktır. Öğrencilerin problemin kendilerinden ne yapmalarını istediğini değerlendirdiği veya problemde sorulan soruya daha yakından baktığı yer burasıdır. Bu aşamada, tahmin et ve değerlendir alt adımları tamamlanmaktadır. Öğrencilerin problemi çözmek için bir plan geliştirmeleri, planlarının işe yarayıp yaramayacağını veya problemi tamamlamanın daha kolay bir yolu olup olmadığını belirlemeleri gerekmektedir. Problem çözme döngüsünün bu adımı genellikle öğrencilerin zorlandıkları bir aşamadır.

Üçüncü adım, planı uygulamaktır. Burada, öğrenciler probleme çözüm bulmakla görevlendirilmektedir. Sürece döngü denmesinin bir nedeni, öğrencilerin planlarının işe yaramayacağını anladıklarında bu adımın ortasında olmalarıdır. Daha sonra ikinci adıma geri dönmeleri ve soruna nasıl yaklaşacakları konusunda yeni bir plan geliştirmeleri gerekmektedir. Bu adım iki aşamada gerçekleşir. İlk olarak, öğrencilerden planlarına uyan matematiksel bir cümle kurmaları beklenmektedir. İkinci olarak, söz konusu cümlenin gerektirdiği matematiksel işlemleri belirlemeleri ve cevabını hesaplamaları istenmektedir.

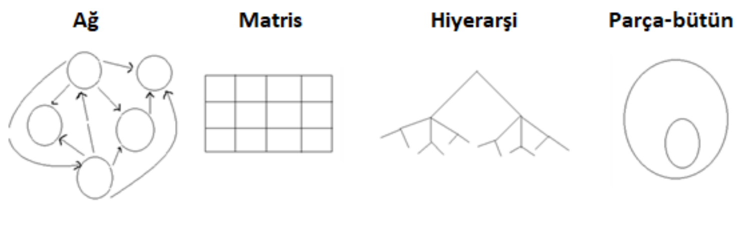
Dördüncü adım, cevabı kontrol etmektir. Bu stratejinin döngüsel sürecinin bir parçası, öğrencilerin çalışmalarını sürekli olarak kontrol etmelerini gerektirmektedir. Ancak burada döngünün "sonunda", şimdiye kadar yaptıklarını iki kez kontrol ederek, tüm ayrıntıların yerinde olduğunu onaylamış olmaktadırlar.

2.5. Diyagramlar

Diyagramlar, bir veri parçasını görsel olarak temsil eden düzenleyicilerdir (Diezmann & English, 2001). Çeşitli diyagram türleri kullanılarak önemli konuların anlaşılır temsilleri kolayca oluşturulmaktadır. Bir diyagram ile sayısal veriler grafik ile gösterilebileceği gibi sözel veriler de diyagram ile açıklanabilir. Farklı problem yapılarını temsil edebilen dört temel diyagram bulunmaktadır (Şekil 1). Bunlar, ağlar yani çizgi veya yol diyagramları, hiyerarşiler (ilişki), matrisler ve parça-bütün ilişkilerini sergileyen bir dizi diyagramlardır (Novick & Hmelo, 1994). Bu diyagramların her biri tarafından temsil edilebilecek problem örnekleri şekil 1'in altında kısaca açıklanmıştır.

Şekil 1.

Diyagramlar



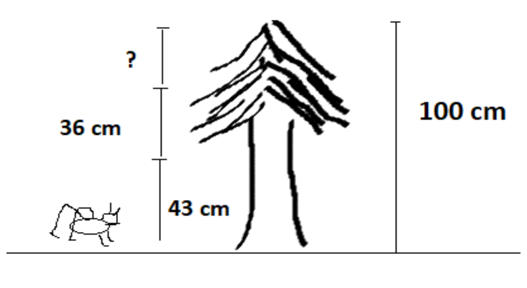
***** *Diyagramların genel kullanımı şekillenmiştir (Novick & Francis, 1993, p. 12'den uyarlanmıştır).*

Bir öğrencinin çekirge problemi için çizgi diyagramını kullanması örneklenmiştir. (Bkz. Şekil 2).

Şekil 2.

Çekirge Problemi

Bir çekirge, ağacın dalları arasında zıplayarak üç sıçrayışta ağacın tepesine ulaşmayı hedefliyordu. İlk sıçramada yerden 43 cm yukarı çıkabildi. İkinci sıçramada bulunduğu daldan 36 cm yukarı çıkabildi. Ağacın boyu 1 metre olduğuna göre çekirge tepeye ulaşabilmek için üçüncü ve son sıçramada kaç cm yukarı çıkmalıdır?



Spor ve kurs problemleri gibi tümdengelimli problemler bir matris üzerinde kolayca gösterilebilir (Bkz. Şekil 3).

Şekil 3.

Spor Problemi

Üç yakın arkadaş birlikte daha fazla zaman geçirebilmek için hafta sonları beraber gidebilecekleri bir spora yazılmaya karar verdiler. Futbol, basketbol ve hentbol arasından bir seçim yapacaklardır. Bunun için her bir sporu denemeye ve her biri için 10 atış hakkı vermeye karar verirler. Toplamda en fazla isabetli atış yaptıkları sporu seçeceklerdir.

Sena, 3 basket, 6 futbol ve 4 hentbol atışında başarılı oldu.

Davut, 5 basket, 4 futbol ve 3 hentbol atışında başarılı oldu.

Giray, 4 basket, 5 futbol ve 6 hentbol atışında başarılı oldu.

Üç arkadaş hangi spora gitmeye karar verdi?

	Basketbol	Futbol	Hentbol
Sena	3	6	4
Davut	5	4	3
Giray	4	5	6
Toplam	12	15	13

Aşağıda yer alan futbol müsabakası sorusunda öğrenci problemin sonucunu bir hiyerarşi kullanarak elde etmiştir (Bkz. Şekil 4).

Şekil 4.

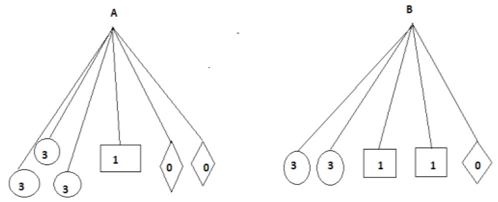
Futbol Problemi

Tarık, bir futbol müsabakasında finale kalan 2 takımdan kimin kazanacağına dair bahis oynamıştır. Bahsi oynayacağı takıma daha önceki maç skorlarına bakarak karar vermiştir. Yüksek puan toplayan takıma bahis yatırmıştır. Tarık hangi takımı seçmiştir?

A takımı, 3 kazanma, 1 beraberlik ve 2 yenilgi elde etmiştir.

B takımı, 2 kazanma, 2 beraberlik ve 1 yenilgi elde etmiştir.

(Kazandıkları her maç 3 puan, beraberlik 1 puan ve yenilgi 0 puandır)



Kurabiye sorusunda kullanılan bar diyagramı parça bütün ilişkisini göstermekte oldukça yaygın kullanılmaktadır (Bkz. Şekil 5).

Şekil 5.

Kurabiye Problemi

Masanın üstünde fırından yeni çıkmış 1 tepsi kurabiye vardı. Tepside 24 adet kurabiye bulunuyordu. Babam geldi bir tabağa 8 kurabiye koydu. Daha sonra kardeşim geldi ve okula götürmek için 9 kurabiyeyi keseye koydu. Annem tepside kalan kurabiyelerin benim olduğunu söyledi. Tepside benim için kaç kurabiye kaldı?

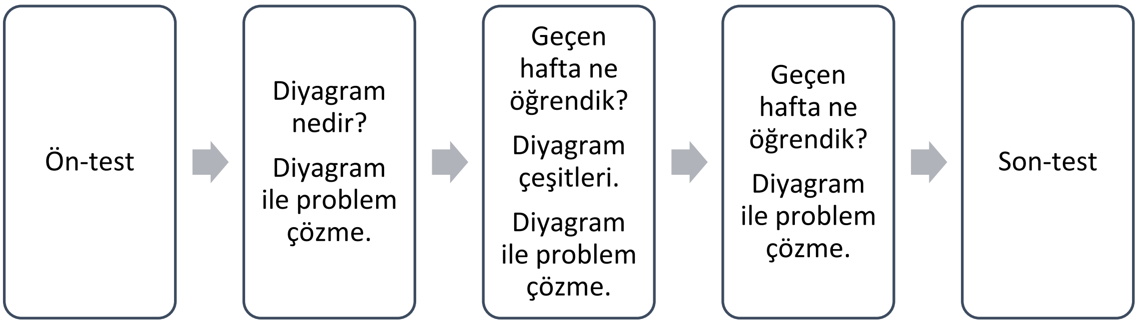
24 kurabiye		
Babam 8 kurabiye	Kardeşim 9 kurabiye	Ben ?

2.6. Pilot Uygulama

ÖÖG olan öğrencilerle deneysel çalışmaya geçmeden önce oturum süresine ve her bir oturumda kaç soru çözüleceği konularında netliği sağlamak amacıyla pilot uygulama yapılmış ve programının şekillenmesi pilot uygulama neticesinde tamamlanmıştır. Araştırmanın pilot uygulaması haftada bir oturum olarak beş hafta süresince, İzmir ilinde Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkez'inde özel eğitim hizmeti alan 3 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Öğrencilere Test 1'in ilk bölümünde bulunan 5 problem ön test-son test olarak uygulanmıştır. Öntest ve sontest cevapları analitik rubrik kullanılarak puanlanmıştır. Ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı bir farklılık (P=.007) olduğu ve bu farklılığın son test lehine olduğu görülmüştür. Pilot uygulamanın sonucunda, 30 dakikalık oturumlarda 5 problem çözmenin yeterli olduğuna karar verilmiştir. Pilot uygulamanın sürecini gösteren diyagrama Şekil 6'da yer verilmiştir.

Şekil 6.

Pilot Uygulama Süreci



2.7. Uygulama Süreci

Deney ve kontrol grubunda yer alan ÖÖG olan öğrencilerin uygulama öncesi ön-test verileri "Mann Whitney U-testi" ile analiz edilmiştir.

Tablo 3.

Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin "Problem Testi" Ön Testinden Aldıkları Puanlara Ait "Mann Whitney U-Testi" Sonuçları

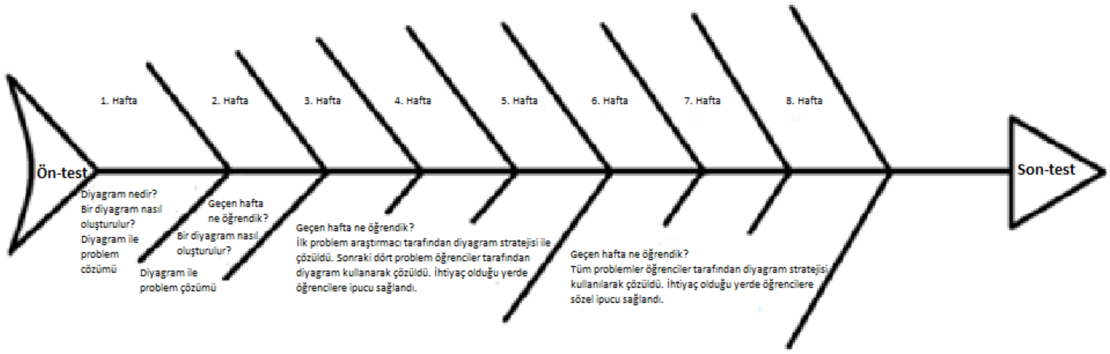
Test 1	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney Grubu	10	10,30	103	48	,871
Kontrol Grubu	10	10,70	107		

Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin Test 1'den aldıkları ön-test puanları incelendiğinde (U=48, p=0,871>.05) aldıkları puanlar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür.

Müdahale oturumları ön-test uygulandıktan sonraki hafta başlamıştır ve haftalık bire bir oturumlar şeklinde gerçekleştirilmiştir. Bütün oturumlar öğrencilerin devam ettikleri özel eğitim kurumlarında haftada bir gün 30 dakikalık dersler şeklinde sürdürülmüştür. Tüm dersler araştırmacı tarafından verilmiştir. Müdahale oturumları süresince hem deney hem de kontrol gruplarındaki öğrenciler okullarında eğitimlerine ve özel eğitim merkezinde aldıkları ek derslere devam etmişlerdir. Özel eğitim merkezinde verilen ek derslerin matematik ile ilişkili olanlarında problem çözümü konuları yer almamıştır. Müdahale oturumları bittikten sonraki ilk hafta öğrencilere son-test uygulanmıştır. Uygulama süreci toplam 10 haftalık bir süreyi kapsamaktadır. Uygulama sürecine şekil 7'de yer verilmiştir.

Şekil 7.

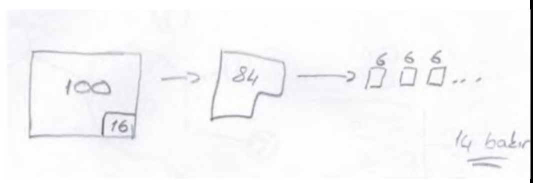
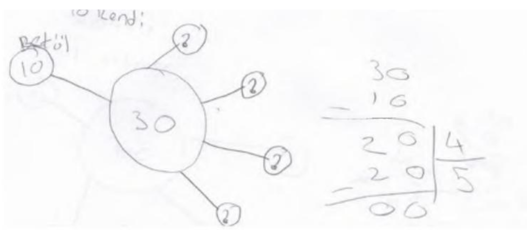
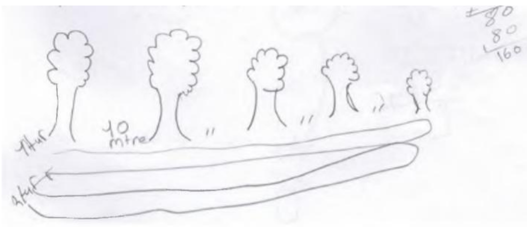
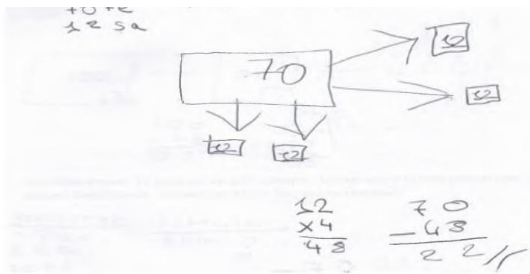
Uygulama Süreci



Öğrencilerin müdahale programı süresince diyagram stratejisini kullanarak çözdükleri iki aşamalı rutin sayı problemi örnekleri ve çözümleri şekil 8'de sunulmuştur.

Şekil 8.

Örnek Problemler ve Çözümleri

Bir çiftlikte her gün 100 litre süt sağılıyor. Sağılan sütün 16 litresi peynir yapımı için ayrılıyor. Geriye kalan süt ise 6 litrelik bakır kovalara eşit olarak paylaştırılıyor. Bu uygulama için kaç bakır kova kullanılmaktadır?	
Betül, arkadaşlarıyla paylaşmak için şeker kavanozundan 30 şeker aldı. Kendisi için 10 şeker ayırdı ve geriye kalan şekerleri 4 arkadaşı arasında eşit olarak paylaştırdı. Her bir arkadaşına kaç şeker vermiştir?"	
Bir bahçeye 10 metre aralıklarla 5 ağaç dikildi. Bu ağaçları sulamak ve gübrelemek işini bahçıvan 2 tur yürüdü. Bahçıvan bu işlemleri tamamlamak için kaç metre yürümüştür?	
Dört arkadaş bir kutu çikolata satın aldı. Kutuda 70 çikolata vardı. Her biri 12 çikolata yedikten sonra kutuda geriye kaç çikolata kalmıştır?"	

2.8. Verilerin Analizi

Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilere Test 1, uygulama programı öncesi ve sonrasında olmak üzere ön-test ve son-test şeklinde uygulanmıştır. Test 1'e verilen yanıtlar, analitik rubrik kullanılarak araştırmacılar ve bir matematik uzmanı tarafından puanlanmıştır. Cohen (1960) tarafından önerilen ve puanlayıcılar arası güvenirlik belirlemede sıklıkla kullanılan Kappa istatistiği kullanılarak elde edilen puanlayıcılar arası uyum yüzdesi 0,89 olarak hesaplanmıştır. Puanlayıcılar arası uyumun yüksek düzeyde olduğu esas alınarak mevcut bulgular elde edilmiştir.

Katılımcı sayısının 30'un altında kalmasının, verilerin normal dağılıma uygunluğu açısından sorun teşkil edebileceğinden parametrik olmayan istatistik yöntemleri kullanılmıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencilerin Test-1'in ön-test ve son-test uygulamasından elde ettikleri puanların farklılaşıp farklılaşmadığını tespit etmek üzere Mann Whitney-U ve Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır.

Araştırmanın sosyal geçerliğine yönelik toplanan nitel veriler "tümevarım veri analizi tekniği" ile analiz edilmiştir. Verilerin analizi ile elde edilen sonuçlar bulgular bölümünde tablolar halinde sunulmuştur.

3. Bulgular

Bu bölümde araştırma problemine ve alt problemlerine ait bulgular tablolar şeklinde sunulmuştur.

3.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemine dayalı olarak deney grubunda yer alan öğrencilere diyagram yöntemi öğretimi öncesinde ön-test ve uygulama süreci sonrasında son-test uygulanmış ve veriler "Wilcoxon İşaretli Sıralar testi" ile analiz edilmiştir.

Tablo 4.

Deney Grubu Öğrencilerinin "Problem Testi"nden Aldıkları Öntest ve Sontest Puanlarına Ait "Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi" Sonuçları

Son test Ön test	**n**	**Sıra ortalaması**	**Sıra toplamı**	**Z**	**p**
Negatif sıra	0	,00	,00	-2,810	,005*
Pozitif sıra	10	5,50	55		
Eşit	0				
Toplam	10				

*p<.05 düzeyinde anlamlıdır.

Analiz sonuçları, araştırmaya katılan ÖÖG olan öğrencilerin "problem testi" (PÇBT)'nden aldıkları uygulama öncesi ve sonrası puanlar arasında istatiksel açıdan anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir (Test-1: z = -2,810, p=,005, r=-0,628).

3.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemine dayalı olarak, deney grubunda yer alan öğrencilere diyagram yönteminin kullanımına yönelik uygulamalar gerçekleştirildikten sonra kontrol grubu ile eş zamanlı olarak son-test uygulanmış ve veriler "Mann Whitney U-testi" ile analiz edilmiştir.

Tablo 5.

Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin "Problem Testi" Son-Testinden Aldıkları Puanlara Ait "Mann Whitney U-Testi" Sonuçları

Başarı Testi	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney Grubu	10	15,50	155	,000	,000*
Kontrol Grubu	10	5,50	55		

*p<.05 düzeyinde anlamlıdır.

Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin Test-1 aldıkları sontest puanları incelendiğinde (U=,000, p=,000<.05) aldıkları puanlar arasında istatistiksel açıdan deney grubunun lehine anlamlı bir fark olduğu görülmüştür.

3.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt problemine dayalı olarak kontrol grubunda yer alan öğrencilere, deney grubunda yer alan öğrencilerle eş zamanlı olarak ön-test ve son-test uygulanmış ve veriler "Wilcoxon İşaretli Sıralar testi" ile analiz edilmiştir.

Tablo 6.

Kontrol Grubu Öğrencilerinin "Problem Testi"nden Aldıkları Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Ait "Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi" Sonuçları

Son test Ön test	n	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	Z	p
Negatif sıra	2	3	6	-,408	,683
Pozitif sıra	3	3	9		
Eşit	5				
Toplam	10				

Analiz sonuçları, kontrol grubunda yer alan öğrencilerin "Problem Testi" (PÇBT)'nden aldıkları ön-test ve son-test puanları arasında istatiksel açıdan anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir (Test-1: z = -,408, p = ,683 >,05).

3.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın dördüncü alt problemine dayalı olarak deney grubunda yer alan öğrencilere "genelleme testi" (Test-2) ön-test ve müdahale programı tamamlandıktan iki hafta sonra son-test olarak uygulanmış ve veriler "Wilcoxon testi" ile analiz edilmiştir.

Tablo 7.

Deney Grubu Öğrencilerinin "Genelleme Testi"nden Aldıkları Ön-Test ve Son-Test Puanlarına Ait "Wilcoxon Testi" Sonuçları

Son test Ön test	n	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	Z	p
Negatif sıra	0	,00	,00	-2,694	,007*
Pozitif sıra	9	5,00	45		
Eşit	1				
Toplam	10				

*p<.05 düzeyinde anlamlıdır.

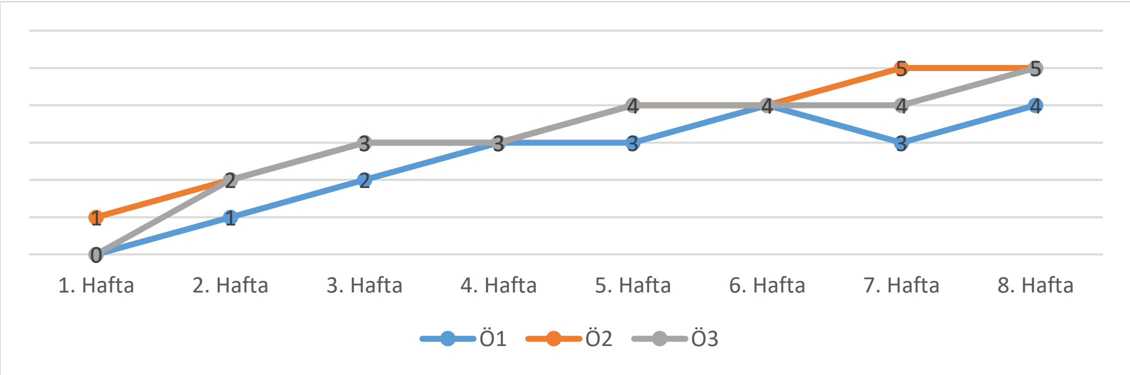
Analiz sonuçları, araştırmaya katılan öğrencilerin genelleme testinden aldıkları, uygulama öncesi ve sonrası puanlar arasında istatiksel açıdan anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir (Test-2: z =-2,694, p=,007<,05). Puanlarının sıra toplamları dikkate alındığında bulunan bu farkın pozitif sıralar yani son-test puanları lehine olduğu görülmektedir.

3.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Deney grubunda yer alan 10 öğrenciden, müdahale oturumları süresince en çok ilerleme gösteren 3 öğrencinin diyagram kullanım durumları şekil 9'da grafik olarak sunulmuştur.

Şekil 9.

Öğrencilerin Haftalara Göre Diyagram Kullanım Durumu

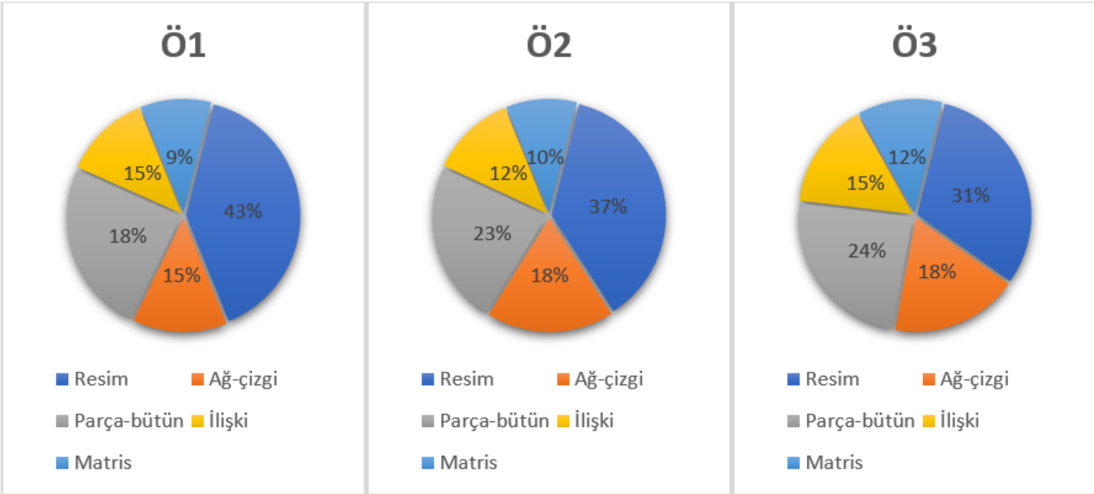


Uygulama programının başından sonuna kadar öğrencilerin 5 problemden kaçında diyagram kullandığı grafikte verilmiştir. Müdahale programında oturum sayısı ilerledikçe öğrencilerin diyagram oluşturma sayısında artış olduğu bulunmuştur.

Uygulama oturumları süresince en çok gelişme gösteren 3 öğrencinin oluşturdukları diyagramların türlerine göre dağılımı şekil 10'de sunulmuştur.

Şekil 10.

Oluşturulan Diyagramların Türlerine Göre Dağılımı

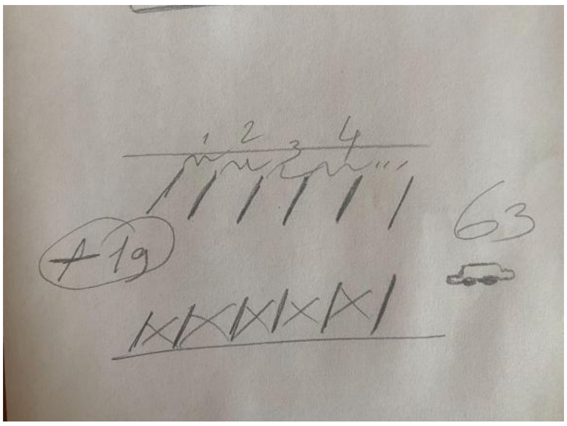
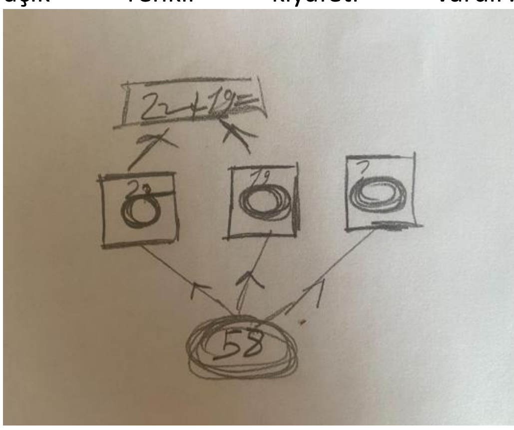


Her bir öğrencinin uygulama programı süresince oluşturduğu diyagram sayısı ve diyagram türleri içerisindeki dağılımı hesaplanmıştır. ÖÖG olan öğrencilerin özellikle uygulama programının ilk haftaları resimsel diyagramı kullandıkları ancak haftalar ilerledikçe şematik diyagram kapsamında sayılan ağ, parça bütün, ilişki ve matris diyagramlarını kullanma yüzdeleri toplamının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

En çok gelişim gösteren öğrencilerden birisinin ilk hafta ve son hafta iki aşamalı toplama-çıkarma ve bölme problemlerinde çizdiği diyagram örnekleri şekil 11'de sunulmuştur.

Şekil 11.

ÖÖG olan Bir Öğrencinin İlk Hafta ve Son Hafta Çizdiği Diyagram Örnekleri

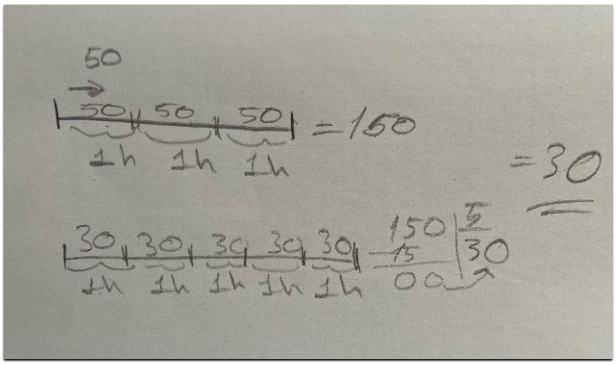
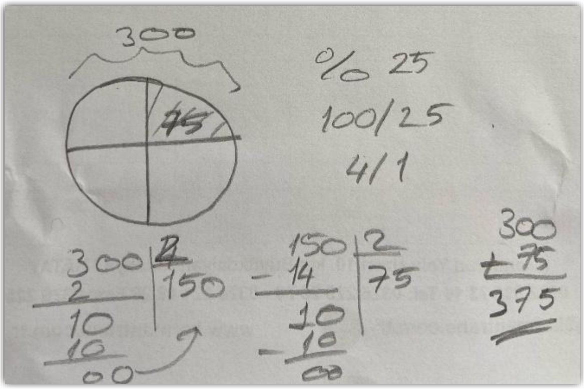
1. Hafta	8. Hafta
Açık hava sinemasının otoparkında 63 araba vardı. Film başlamadan hemen önce otoparka 19 araba daha park edildi. Ancak 5 araba ayrıldı. Son durumda otoparkta kaç araba vardır? 	Melike çamaşırlarını yıkamak için renklerine göre 3 gruba ayırdı. Toplamda 58 parça kirli çamaşırı vardı. 22 parça beyaz ve 19 parça koyu renkli kıyafeti olduğuna göre, kaç adet açık renkli kıyafeti vardır? 

ÖÖG olan öğrencinin ilk hafta oluşturmayı denediği diyagramın, problem bütününden kopuk ve eksik parçaları içerdiği görülürken, son hafta oluşturduğu diyagramın, problemin doğasını ve verilenler arasındaki ilişkileri yansıttığı görülmektedir.

En çok gelişim gösteren öğrencilerden birisinin genelleme testinde yer alan farklı türdeki problemlerin çözümü için diyagram stratejisi kullanımı şekil 12’te sunulmuştur.

Şekil 12.

Farklı Problem Türlerine Diyagramların Transfer Edilme Örnekleri

Hız problemi: Bir araba, saatte 50 km hızla seyahat ederse belli bir mesafeyi 3 saatte gidiyor. Aynı mesafeyi 5 saatte gidebilmesi için arabanın hızı ne olmalıdır?	
Yüzde problemi: Merve bir kek pişirmek için 300gr şeker kullandı. Şekerin %25'i kadar un kullandı. Merve bu kek için toplam kaç gram un ve şeker kullanmıştır?	

ÖÖG olan öğrencilerin farklı türde problemlerin çözümünde diyagram stratejisini kullanarak doğru sonuçlara ulaştığı görülmüştür.

4. Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bulgular, öğrencilerin diyagram kullanımındaki değişimi ortaya koymaktadır. Uygulama öncesinde yapılan ön test verileri, öğrencilerin genellikle diyagram kullanmadıklarını, yalnızca hesaplama için karalamalar yaptıklarını veya sınırlı ölçüde resimsel temsil kullandıklarını göstermektedir. Ancak, deney grubundaki öğrencilerin son test verileri, diyagram yöntemine dayalı müdahalenin şematik diyagram kullanımını artırırken resimsel temsil kullanımını azalttığını ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, diyagram kullanımına yönelik eğitimin öğrencilerin problem çözme süreçlerinde daha etkili stratejiler benimsemelerine katkı sağladığını göstermektedir. Ayrıca, öğrencilerin diyagramları yalnızca hesaplama yapmak için değil, problemde verilenler ile istenenler arasındaki ilişkiyi basitleştirmek amacıyla da kullandıkları tespit edilmiştir. Bu bulgu, ÖÖG olan öğrencilerin matematik problemlerini çözerken görselleştirme stratejilerini kullanmalarının, problemdeki bilgileri daha kolay ayrıştırmalarına yardımcı olduğunu gösteren önceki çalışmalarla tutarlılık göstermektedir (van Garderen & Montague, 2003; Nunokawa, 2005; Montague, 2006; van Garderen, 2007; Strickland & Maccini, 2010). ÖÖG olan öğrencilerin görselleştirmeye dayalı problem çözme stratejileri ile öğretim sırasında desteklenmesinin, bu öğrencilerin sözel problem çözme başarılarını arttıracağı ifade edilmektedir (Hutchinson,1993; Iseman & Naglieri, 2011; Özkubat vd., 2022). Nitekim, mevcut araştırma sürecinde uygulama oturumları ilerledikçe ÖÖG olan öğrencilerin problemlerin doğru sonucuna ulaşma olasılığı artmıştır.

Montague ve ark., (2011), çalışmalarında ÖÖG olan öğrencilerin temel aritmetik işlemlerinde yaşadıkları güçlüklerden dolayı öğretmenlerin aritmetiksel hesaplama adımlarına fazla odaklandıklarını ve problem çözme sürecinde kullanabilecekleri yöntemlere dair farkındalık geliştirmediklerini belirtmişlerdir. Aritmetik işlemleri destekleyen teknikler kadar problemlerin çözümünde ilişki kurmayı güçlendiren stratejilere yer verilmesi, ÖÖG olan öğrencilerin aritmetik işlemlerdeki akıcılık ve sözel problemlerdeki gelişim sürecinin dengelenmesi açısından önemlidir (Freeman-Green vd., 2015). Bu iki alanda, gelişim, birbirini destekleyen bir yapı olarak görülmelidir. ÖÖG olan öğrencilerin genelinin uygulama sürecinin ilk haftalarında başlangıç düzey diyagram olarak adlandırabileceğimiz "resim diyagramını" diğer diyagram türlerine göre daha sık kullanmayı tercih ettikleri belirlenmiştir. Alan yazında yapılmış benzer çalışmalarda da ÖÖG olan öğrencilerin problem çözümünde genellikle görseli arttırılmış resim diyagramlarına sıklıkla başvurdukları görülmüştür (Hegarty & Kozhevnikov, 1999; Van Garderen & Montague, 2003; van Garderen, 2007). Uygulamanın son haftalarında ilk haftaların aksine, öğrencilerin farklı diyagramlar (çizgi, ilişki, matris, parça-bütün) kullandıkları ve problemin çözümüne en uygun diyagramları oluşturdukları görülmüştür. Van Garderen, Scheuerman ve Jackson (2013) çalışmalarında diyagram kullanımının problem çözme performansını arttırdığını ancak, bu çalışmanın aksine şematik diyagramların resimsel diyagram kadar kullanılmadığını göstermektedir.

Öğretim oturumları sürecinde, ÖÖG olan öğrencilerin diyagram oluşturma ve diyagramların kullanım yerlerine dair farkındalıklarına paralel olarak problemi anlama ve problemde verilenler ile istenilen arasında bağ kurma becerilerinin geliştiği gözlenmiştir. İlaveten süreçte öğrencilerin diyagram oluşturma becerilerinin geliştiği ve buna paralel olarak problemi anlama, anlamlandırma, temsil etme düzeylerinin ve problemi çözmeye yönelik işlem becerilerinin arttığı gözlenmiştir. Diyagram kullanımının, problemin çözüm sürecinin yapılanmasına yardımcı olduğu alan yazındaki diğer çalışmalar ile desteklenmektedir (Poch vd., 2015). Diyagram gibi ilişki kurmayı basitleştiren görsel temsil tekniklerinin, ÖÖG olan öğrencilerin problem çözme sürecini yönetme becerilerini geliştirdiği alanyazında ifade edilmektedir (Diezmann & English, 2001; Montague, 2003; Nunokawa, 2005; van Garderen & Scheuermann, 2015).

Kontrol grubu öğrencilerinin son-test verileri incelendiğinde, deney grubunda yer alan öğrencilerin aksine problem çözümü için herhangi bir görsel strateji kullanmadıkları görülmüştür. İlaveten diyagram yöntemini kullanan deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubunda yer alan öğrencilere göre sayı problemlerini çözme performanslarının arttığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak Deney ve kontrol gruplarının son-test puanları arasında anlamlı fark bulunması diyagram stratejisi kullanımının etkililiğini göstermektedir. Bu tespit, rutin matematik problemlerinin çözümünde diyagram stratejisinin kullanıldığı diğer çalışmalarla paralellik göstermektedir (Montague, 1997; Van Garderen vd., 2012; Poch vd., 2015).

Deney grubunda yer alan öğrenciler müdahale programı süresince öğrendikleri diyagram çeşitlerini yaş, hız ve yüzde problemlerinin çözümünde kullanmış ve diyagramları değişen soru kökü bağlamına rağmen transfer edebilmiştir. Bu bulguya göre diyagramları diğer problem çözme stratejilerinden ayıran en önemli özelliği içgüdüsel, anlık gelişebilen ve esnek oluşudur. Görselleştirme tekniklerinden bir diğeri olan şema tabanlı yaklaşımda problemin çözümünde kullanılan belli kalıplar vardır ve öğrenci problemde verilenleri bu şema kalıplarına yerleştirmelidir (Jitendra vd., 1999). Şemalar genellikle tek adımda çözülen toplama ve çıkarma problemlerine uygun olarak tasarlanmıştır (Jitendra & Star, 2011). Şema tabanlı yaklaşım öğrencilerin problemi anlamasına yardımcı olmasına rağmen kendi şemalarını yaratmalarını yeterince desteklememektedir (Jitendra vd., 2002; Xin vd., 2005). Diğer yandan diyagram stratejisi birden fazla adımda çözülen problemlerin çözümü için kullanılabilmektedir. Ayrıca öğrenciler öğrendikleri diyagram çeşitlerinden yola çıkarak kendi yeni diyagramlarını oluşturarak problem çözümünde kullanabilmektedir (van Garderen, 2007).

ÖÖG olan öğrencilerin bilgiler arasında ilişki kurmakta zorlandığı bilinmektedir. Bu sebeple, yöntem seçiminden önce öğrencilerin öğrenme özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır (Graham & Harris, 2003). Diyagram oluşturmak zaman alıcı bir strateji gibi algılanmasına rağmen müdahale oturumları sırasında diyagram stratejisinin öğrencilerin problem çözme süreçlerini kısalttığı gözlemlenmiştir. Öğrenme güçlüğü olan öğrenciler problemi anlamakta güçlük yaşamaları sebebiyle problemi birkaç kez okuyarak zaman kaybetmektedir. Diyagramların problemi görselleştirerek anlamayı kolaylaştırdığı böylece çözüm süresini kısalttığı belirlenmiştir. Bu bulgular van Garderen (2007)'nin araştırma sonuçları ile örtüşmektedir. Öğrencilerle yapılan müdahale oturumlarında gözlemlenen bir durumda, öğrencilerin resim diyagramlarını şematik diyagramlara göre daha kolay oluşturmalarıdır. Van Garderen ve Montague (2003), öğrencilerin resim diyagramlarını daha kolay oluşturmasına sebep olarak, öğrencilerin diyagram kavramına aşina olmamalarını ve görsel figürlerin sözel ifadeler ile şematik diyagramlar arasında geçişi kolaylaştıran yapılar olmasını göstermektedir. Gallagher Landi (2001) yapmış olduğu araştırmasında, diyagram yönteminin öğrenciler için keyifli bir yöntem olduğunu, diyagram oluşturmanın cümleleri resim ve şekillere transfer ederek dikkatin problemde yer alan sayılardan, problem içerisinde verilenler arasındaki ilişkilere kaydırdığını belirtmiştir. Sonuç olarak mevcut çalışmanın bulguları, diyagram stratejisinin ÖÖG olan öğrenciler için faydalı ve kullanışlı olduğunu göstermiştir.

Alanyazında öğrenme güçlüğü olan öğrencilere uygulanan matematik problemi çözme müdahale çalışmaları incelendiğinde çalışmaların tek denekli araştırma modeli ile yürütüldüğü görülmektedir (Özkubat vd., 2022). Mevcut çalışma özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin matematiksel problem çözme becerilerine müdahale eden ilk deneysel çalışma niteliği taşımaktadır. İlaveten öğrenme güçlüğü olan öğrenciler ile matematik problem problemlerinin çözümünde görselleştirme stratejilerinden biri olan şema temelli beceri öğretiminin kullanıldığı çalışmaların katılımcı sayıları ile karşılaştırıldığında daha geniş bir örnekleme ulaşıldığı görülmektedir (Özkubat vd., 2020). Katılımcı sayısının artması, örneklemin popülasyonu daha iyi temsil etmesini sağlamaktadır. Bu durum, elde edilen sonuçların genel popülasyon için daha yaygın bir şekilde geçerli olmasını sağlamaktadır.

Bu çalışmanın sınırlılıkları arasında, diyagram stratejisinin sadece ÖÖG olan belirli sayıda öğrenciyle çalışılmış olması yer almaktadır. Gelecekteki çalışmalar, örneklem grubunun genişletilmesiyle stratejinin etkilerine ilişkin yeni bulgular ortaya koyabilir. Çalışmaya katılan deney ve kontrol gruplarındaki tüm öğrencilerin, özel eğitim ve rehabilitasyon merkezlerinde matematikle ilgili derslere devam ettiği bilinmektedir. Öğretmenlerden derslerin problem çözümüne yönelik olmadığı bilgisi alınmasına rağmen bu derslerin müdahale üzerindeki etkisi kesin olarak belirlenememektedir. Diğer bir sınırlılık ise, müdahale oturumlarında kullanılan problemlerin sadece iki aşamada çözülen rutin sayı problemleriyle sınırlı olmasıdır. Çalışmada kullanılan ölçüm ve değerlendirme yöntemleri, diyagram stratejisinin etkinliğini tam olarak yansıtmayabilir veya farklı ölçütlerle desteklenmesi gelecekte yapılacak olan farklı çalışmalara katkı sağlayabilir. Bu sınırlılıklar, çalışmanın sonuçlarının yorumlanması ve genelleştirilmesi sırasında dikkate alınmalı ve gelecekte yapılacak araştırmalarda üzerinde düşünülecek hususlar olarak ele alınmalıdır.

Bu doğrultuda gelecek çalışmalar için bazı öneriler sunulmuştur. Diyagramlar öğrencilerin soyut matematiksel kavramları somut görsel unsurlara dönüştürmelerine yardımcı olmaktadır. Bu da öğrenme sürecini derinleştirebilir ve problem çözme becerilerini geliştirebilir. Ancak, diyagramların kullanımı sınırlı olabilir, bazı problemler için uygun olmayabilir veya zaman alabilir. Sonuç olarak, diyagram stratejisi matematik problemlerini anlamada ve çözmede etkili bir araç olabilir, ancak her zaman tek başına yeterli olmayabilir ve problemin doğası ve öğrencinin tercihlerine bağlı olarak diğer stratejilerle birlikte kullanılabilir. Diğer yandan müdahalenin etkisini daha kapsamlı bir şekilde anlamak için farklı ölçüm ve değerlendirme yöntemlerinin kullanılması faydalı olacaktır. Öğretmen geri bildirimleri, öğrencilerin problem çözme sürecindeki düşünceleri ve performans görevleri gibi nitel verilerin toplanması alana katkı sağlayacaktır. Matematik performansı açısından farklı başarı seviyelerinde yer alan öğrencilerin diyagram oluşturma süreçlerinin incelenmesi ya da problem çözümlerinde görselleştirme tekniklerinden ne düzeyde yararlandıklarının incelenmesi alanyazına değerli bir katlı sunacaktır. Bu araştırmanın bulgularının, Türkiye'de özel öğrenme güçlüğü yaşayan bireyler için matematik problemlerini çözme süreçlerinde bilişsel ve üstbilişsel stratejilerin öğretimi ve görsel düzenleyicilerin kullanımı gibi konularla ilgili ulusal literatürdeki boşluğa katkı sağlayacaktır. Bu çalışmanın sonuçlarının, gelecekte yapılacak ulusal ve uluslararası düzeydeki öğretim çalışmalarına temel oluşturması ve hazırlanacak müdahale programlarının geliştirilmesine ışık tutması beklenmektedir.

Çıkar Çatışması Bildirimi

Yazar(lar), bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve/veya yayınlanmasına ilişkin herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan etmemiştir.

Destek/Finansman Bilgileri

Yazar(lar), bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve / veya yayınlanması için herhangi bir finansal destek almamıştır.

Etik Kurul Kararı

Bu araştırma için Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsünden (12.11.2015 tarih ve 1 sayılı) etik izin alınmıştır.

Yapay Zeka Kullanımı Bildirimi

Yazarlar, bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve yayınlanması için herhangi bir yapay zeka aracından faydalanmamıştır.

Kaynakça/References

Altay, M. K., Yalvaç, B., & Yeltekin, E. (2017). 8th grade student's skill of connecting mathematics to real life. *Journal of Education and Training Studies*, 5(10), 158-166. https://doi.org/10.11114/jets.v5i10.2614

Butterworth, B. (2018). *Dyscalculia: From science to education*. Routledge.

Cortiella, C., & Horowitz, S. H. (2014). *The state of learning disabilities: Facts, trends, and emerging issues (3rd ed)*. New York: National center for learning disabilities.Retrieved from http://www.ncld.org/wpcontent/uploads/2014/11/2014-State-of-LD.pdf.

Daroczy, G., Wolska, M., Meurers, W. D., & Nuerk, H. C. (2015). Word problems: A review of linguistic and numerical factors contributing to their difficulty. *Frontiers in Psychology*, *6*, 348, 1-13. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00348

Diezmann, C. (2002). Enhancing Students' Problem-solving through Diagram Use. *Australian Primary Mathematics Classroom*, *7*(3), 4-8. https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.403099421222930

Diezmann, C. M., & English, L. D. (2001). Promoting the use of diagrams as tools for thinking. In A. A. Cuoco & F. R. Curcio (Eds.), *The roles of representation in school mathematics:* 2001 yearbook (pp. 77– 89). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics. Available at SSRN: https://www.researchgate.net/publication/27464063_Promoting_the_use_of_diagrams_as_tools_for_thinking

Freeman-Green, S. M., O'Brien, C., Wood, C. L., & Hitt, S. B. (2015). Effects of the SOLVE strategy on the mathematical problem solving skills of secondary students with learning disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 30(2), 76-90. https://doi.org/10.1111/ldrp.12054

Gallagher Landi, M. A. (2001). Helping students with learning disabilities make sense of word problems. *Intervention in School and Clinic*, *37*(1), 13-18. https://doi.org/10.1177/105345120103700103

Geary, D. C. (1996). *Children's mathematical development: Research and practical applications*. Washington, DC: American Psychological Association.

Geary, D. C. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, *37*(1), 4-15. https://doi.org/10.1177/00222194040370010201

Geary, D. C., Hoard, M. K., Nugent, L., & Bailey, D. H. (2012). Mathematical cognition deficits in children with learning disabilities and persistent low achievement: A five-year prospective study. *Journal of Educational Psychology*, 104(1), 206-223. https://doi.org/10.1037/a0025398

Gersten, R., Chard, D. J., Jayanthi, M., Baker, S. K., Morphy, P., & Flojo, J. (2009). Mathematics instruction for students with learning disabilities: A meta-analysis of instructional components. *Review of Educational Research*, 79(3), 1202- 1242. https://doi.org/10.3102/00346543093344

Gobadze, T., & Düzkantar, A. (2019). Özel eğitimde matematik ile ilgili yapılan çalışmaların incelenmesi. *Journal of Gifted Education and Creativity*, 6(2), 147-165. https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/801706

Graham, S., & Harris, K. R. (2003). Students with learning disabilities and the process of writing: A meta-analysis of SRSD studies. In H. L. Swanson, K. R. Harris, & S. Graham

(Eds.), *Handbook of Learning Disabilities* (pp. 323–344). The Guilford Press. Available at SSRN: https://psycnet.apa.org/record/2003-02238-019

Grimshaw, J., Campbell, M., Eccles, M., & Steen, N. (2000). Experimental and quasi-experimental designs for evaluating guideline implementation strategies. *Family Practice*, *17*(suppl_1), S11-S16. https://doi.org/10.1093/fampra/17.suppl_1.S11

Hegarty, M., & Kozhevnikov, M. (1999). Types of visual–spatial representations and mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 91, 684–689. https://doi.org/10.1037/0022-0663.91.4.684

Hutchinson, N. L. (1993). Effects of cognitive strategy instruction on algebra problem solving with adolescents. *Learning Disability Quarterly*, 16, 34–63. https://doi.org/10.2307/1511158

Im, S. H., & Jitendra, A. K. (2020). Analysis of proportional reasoning and misconceptions among students with mathematical learning disabilities. *The Journal of Mathematical Behavior*, *57*, 100753. https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2019.100753

Iseman, J. S., & Naglieri, J. A. (2011). A cognitive strategy instruction to improve math calculation for children with ADHD and LD: A randomized controlled study. *Journal of Learning Disabilities*, 44(2), 184-195. https://doi.org/10.1177/0022219410391190

Jitendra, A. K., & Hoff, K. (1996). The effects of schema-based instruction on the mathematical word-problem–solving performance of students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities,* 29, 422–431. https://doi.org/10.1177/002221949602900410

Jitendra, A. K., & Star, J. R. (2011). Meeting the needs of students with learning disabilities in inclusive mathematics classrooms: The role of schema-based instruction on mathematical problem-solving. *Theory into Practice*, *50*(1), 12-19. https://doi.org/10.1080/00405841.2011.534912

Jitendra, A. K., Griffin, C. C., McGoey, K., Gardill, M. C., Bhat, P., & Riley, T. (1998). Effects of mathematical word problem solving by students at risk or with mild disabilities. *The Journal of Educational Research*, 91, 345–355. https://doi.org/10.1080/00220679809597564

Jitendra, A. K., Hoff, K., & Beck, M. M. (1999). Teaching middle school students with learning disabilities to solve word problems using a schema-based approach. *Remedial and Special Education*, *20*(1), 50-64. https://doi.org/10.1177/074193259902000108

Jitendra, A., DiPipi, C. M., & 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. *The Journal of Special Education*, *36*(1), 23-38. https://doi.org/10.1177/00224669020360010301

Jonassen, D. H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology Research and Development*, 48(4), 63-85. https://doi.org/10.1007/BF02300500

Kırmızıgül, H. G. (2021). Zihin yetersizliği olan bireylerin matematik eğitimleri ile ilgili yapılan çalışmaların incelenmesi. *E-International Journal of Educational Research*, 12(1), 233-251. https://doi.org/10.19160/ijer.875469

Kozhevnikov, M., Hegarty, M., & Mayer, R. E. (2002). Revising the visualizer– verbalizer dimension: Evidence for two types of visualizers. *Cognition and Instruction*, 20, 47–77. https://doi.org/10.1207/S1532690XCI2001_3

Larkin, J. H., & Simon, H. A. (1987). Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words. *Cognitive Science*, *11*(1), 65-100. https://doi.org/10.1016/S0364-0213(87)80026-5

Lein, A. E., Jitendra, A. K., & Harwell, M. R. (2020). Effectiveness of mathematical word problem solving interventions for students with learning disabilities and/or mathematics difficulties: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology, 112*(7), 1388–1408. https://doi.org/10.1037/edu0000453

Mayer, R. E. & Hegarty, M. (1996). The process of understanding mathematical problem solving. In R. J. Sternberg & T. Ben-Zeev (Eds.), *The nature of mathematical thinking* (pp. 29–54). Hillsdale, NJ, England: Lawrence Erlbaum 138 Associates, Inc. https://doi.org/10.4324/9780203053270

MEB (2019). *PISA 2022 Türkiye raporu*. Ankara. MEB yayınları. Available at SSRN: https://pisa.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2024_03/21120745_26152640_pisa2022_rapor.pdf

Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). *Matematik dersi öğretim programı*. Ankara: Devlet Kitapları Basım Evi.

Montague, M. (1997). Cognitive strategy instruction in mathematics for students with learning disabilities*.* *Journal of Learning Disabilities*, 30, 164–177. https://doi.org/10.1177/002221949703000

Montague, M. (2003). *Solve it! A practical approach to teaching mathematical problem solving skills.* Reston, VA: Exceptional Innovations.

Montague, M. (2006). Self-regulation strategies for better math performance in middle school. In M. Montague & A. K. Jitendra (Eds.*), Teaching mathematics to middle school students with learning difficulties* (pp. 72–88). New York: Guilford Press

Montague, M., Enders, C., & Dietz, S. (2011). Effects of cognitive strategy instruction on math problem solving of middle school students with learning disabilities. *Learning Disability Quarterly,* 34, 262-272. https://doi.org/10.1177/0731948711421762

National Center for Education Statistics (2013). The Nation's Report Card: A First Look: 2013 Mathematics and Reading (NCES 2014-451). Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education, Washington, D.C.

National Mathematics Advisory Panel. (2008). Foundation for success: The final report of the National Mathematics Advisory Panel. Washington, DC: U.S. Department of Education. Available at SSRN: https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED500486.pdf

Ngu, B. H., & Phan, H. P. (2022). Developing Problem-Solving Expertise for Word Problems. *Frontiers in Psychology*, *13*, 725280. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.725280

Novick, L. R., & Francis, M. (1993, November). *Assessing students' knowledge and use of symbolic representations in problem solving.* Paper presented at the 34th annual meeting of the Psychonomic Society, Washington.

Novick, L. R., & Hmelo, C. E. (1994). Transferring symbolic representations across nonisomorphic problems. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 20(6), 1296–1321. https://doi.org/10.1037/0278-7393.20.6.1296

Novick, L. R., Hurley, S. M., & Francis, M. (1999). Evidence for abstract, schematic knowledge of three spatial diagram representations. *Memory & Cognition, 27*(2), 288–308. https://doi.org/10.3758/BF03211413

Nunokawa, K. (2005). Mathematical problem solving and learning mathematics: What we expect students to obtain. *The Journal of Mathematical Behavior*, *24*(3-4), 325-340. https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2005.09.002

Özkubat, U., Karabulut, A., & Akçayır, İ. (2020). Şemalarla matematik problemi çözme: Öğrenme güçlüğü olan öğrencilerle yürütülen şema temelli öğretim araştırmaların incelenmesi. *Ondokuz Mayis University Journal of Education Faculty*, 39(2), 327-342. DOI: 10.7822/omuefd.774137

Özkubat, U., Karabulut, A., & Sert, C. (2022). Öğrenme güçlüğü olan ortaokul öğrencilerine uygulanan matematik problemi çözme müdahaleleri: Kapsamlı alanyazın incelenmesi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi,* 23(1), 191-218. https://doi.org/10.21565/ozelegitimdergisi.774650

Parmar, R. S. (1992). Protocol analysis of strategies used by students with mild disabilities when solving arithmetic word problems. *Diagnostique*, 17(4), 227–243. https://doi.org/10.1177/153450849201700401

Poch, A. L., van Garderen, D., & Scheuermann, A. M. (2015). Students' Understanding of Diagrams for Solving Word Problems: A Framework for Assessing Diagram Proficiency. TEACHING Exceptional Children, 47(3), 153-162. https://doi.org/10.1177/0040059914558947

Polya, G. (1997). *Nasıl çözmeli*. *Çev: F. Halatçı. İstanbul: Sistem Yayıncılık*.

Polya, G. (2004). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (Vol. 85). Princeton University Press.

Powell, S. R. (2011). Solving word problems using schemas: A review of the literature. *Learning Disabilities Research & Practice, 26*(2), 94-108. https://doi.org/10.1111/j.1540-5826.2011.00329.x

Price, G. R., & Ansari, D. (2013). Dyscalculia: Characteristics, causes, and treatments. *Numeracy*, *6*(1), 1-16. http://dx.doi.org/10.5038/1936-4660.6.1.2

Ruswanto, R., Dwijanto, D., & Widowati, W. (2018). A realistic mathematics education model ıncludes characteristic to ımprove the skill of communication mathematic. *Unnes Journal of Mathematics Education Research*, *7*(1), 94-101. Available at SSRN: http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujme

Shalev, R. S. (2004). Developmental dyscalculia. *Journal of Child Neurology*, *19*(10), 765-771. https://doi.org/10.1177/08830738040190100601

Strickland, T. K., & Maccini, P. (2010). Strategies for teaching algebra to students with learning disabilities: Making research to practice connections. *Intervention in School and Clinic*, *46*(1), 38-45. https://doi.org/10.1177/1053451210369519

Şimşek, N., & Arslan, K. (2022). Matematik öğrenme güçlüğü ile ilgili çalışmaların betimsel analizi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 13(1), 433-449. https://doi.org/10.51460/baebd.983453

Uesaka, Y., & Manalo, E. (2007). Peer instruction as a way of promoting spontaneous use of diagrams when solving math word problems. *In Proceedings of the annual meeting of the Cognitive Science Society*, 29(29), 677-682. Available at SSRN: https://escholarship.org/content/qt1xf9q095/qt1xf9q095.pdf

Van de Walle, J. A. (2004). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally* (5th ed.). New York: Longman.

van Garderen, D. (2007). Teaching students with LD to use diagrams to solve mathematical word problems. *Journal of Learning Disabilities*, *40*(6), 540-553. https://doi.org/10.1177/00222194070400060

van Garderen, D., & Montague, M. (2003). Visual-spatial representation, mathematical problem solving, and students of varying abilities. *Learning Disabilities Research and Practice*, 18, 246-254. doi:10.1111/1540-5826.00079. https://doi.org/10.1111/1540-5826.00079

van Garderen, D., & Scheuermann, A. M. (2015). Diagramming word problems: A strategic approach for instruction. *Intervention in School and Clinic*, *50*(5), 282-290. https://doi.org/10.1177/1053451214560889

van Garderen, D., Scheuermann, A., & Jackson, C. (2012). Examining how students with diverse abilities use diagrams to solve mathematics word problem. *Learning Disability Quarterly,* https://doi.org/10.1177/0731948712438558.

van Garderen, D., Scheuermann, A., & Jackson, C. (2013). Examining how students with diverse abilities use diagrams to solve mathematics word problems. *Learning Disability Quarterly, 36*(3), 145-160. https://doi.org/10.1177/07319487124385

Von Aster, M. G., & Shalev, R. S. (2007). Number development and developmental dyscalculia. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *49*(11), 868-873. https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.00868.x

Xin, Y. P., Jitendra, A. K., & Deatline-Buchman, A. (2005). Effects of mathematical word Problem—Solving instruction on middle school students with learning problems. *The Journal of Special Education*, *39*(3), 181-192. https://doi.org/10.1177/00224669050390030501

Yıkmış, A., Kot, M., Terzioğlu, N. K., & Aktaş, B. (2018). Türkiye'de özel eğitim alanında yapılan matematik araştırmalarının betimsel analizi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(4), 2475-2501. https://doi.org/10.17240/aibuefd.2018.18.41844-445908

İletişim/Correspondence

Dr. Sıla DOĞMAZ TUNALI

sila.dogmaz@inonu.edu.tr

Doç. Dr. Burak KARABEY

burak.karabey@deu.edu.tr