



# EDUCATIONE

**Matematik Öğrenme Güçlüğü ve Sayı Hissi<sup>1</sup>**  
**Mathematics Learning Disability and Number Sense**




## Yazar Bilgisi/ Author Information

**Sıla DOĞMAZ TUNALI**

 Sorumlu yazar, Arş. Gör., Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir/Türkiye, [sila.dogmaz@deu.edu.tr](mailto:sila.dogmaz@deu.edu.tr)

**Vesile YILDIZ DEMİRTAŞ**

 Prof. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir/Türkiye, [vesile.yildiz@deu.edu.tr](mailto:vesile.yildiz@deu.edu.tr)

## Makale Bilgisi/ Article Info

**Makale Türü/ Article Type** : Derleme Makalesi / Review Article  
**Geliş Tarihi/ Received** : 21.02.2022  
**Kabul Tarihi /Accepted** : 05.05.2022  
**Yayın Tarihi/Published** : 29.07.2022

## Atıf / Cite

Doğmaz Tunalı, S. ve Yıldız Demirtaş, V. (2022). Matematik öğrenme güçlüğü ve sayı hissi. *EDUCATIONE*, 1(1), 105-127.

<sup>1</sup> Bu çalışma, birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında yürüttüğü doktora tezinden üretilmiştir.

---

**Özet**

---

Sayı hissi, bir kişinin sayı ve işlemlere ilişkin genel anlayışının yanı sıra bu anlayışı esnek yollarla matematiksel yargılarda bulunmak ve sayılar ve işlemlerle başa çıkmak için yararlı stratejiler geliştirmek için kullanma yeteneği ve eğilimini ifade eder. Matematik öğrenme güçlüğü (Diskalkuli), normal ve normalüstü zekâyâ, duygusal istikrara, eğitsel fırsatlara ve motivasyona rağmen aritmetik becerilerin edinimini etkileyen, netice olarak bireyin başarısının beklenen performans düzeyinin altında kalması olarak kendini gösteren özel bir öğrenme güçlüğü olarak tanımlanabilir. Diskalkulik çocuklar matematiksel düşünmeyle meşgul olurken, sayı hissi kendini çeşitli şekillerde gösterir. Özellikle, çocukların yazılı hesaplama, zihinsel hesaplama, hesap makineleri ve tahmin dahil olmak üzere hesaplama yöntemlerini seçmesi, geliştirmesi ve kullanmasında önemli bir etkidir. Bu araştırma ile matematik öğrenme güçlüğü ile sayı hissi arasındaki ilişkiyi açıklamak amaçlanmıştır. Araştırma kapsamında 1-8. Sınıfa devam eden matematik öğrenme güçlüğü olan veya matematik öğrenme güçlüğü olma riski altında olan çocukların sayı hislerinin geliştirmesine yönelik müdahalelerin yer aldığı üç araştırma incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Matematik, Öğrenme güçlüğü, Sayı hissi, Diskalkuli*

---

**Abstract**

---

Number sense refers to a person's general understanding of numbers and operations, as well as the ability and disposition to use this understanding to make mathematical judgments in flexible ways and to develop useful strategies for dealing with numbers and operations. Mathematics learning disability (Dyscalculia) can be defined as a special learning disability that affects the acquisition of arithmetic skills despite normal and high intelligence, emotional stability, educational opportunities and motivation, and as a result, the success of the individual is below the expected performance level. As children with dyscalculia engage in mathematical thinking, the sense of number manifests itself in various ways. In particular, it is an important factor in children's selection, development, and use of computational methods, including written calculation, mental calculation, calculators, and estimation. The aim of this research is to explain the relationship between math learning disability and number sense. Within the scope of the research, three studies that included interventions for the development of number sense of children with mathematics learning disability or at risk of having mathematics learning disability who is 1-8 grades were examined.

**Keywords:** *Mathematics, Learning disability, Number sense, Dyscalculia*

---

## EXTENDED ABSTRACT

### Introduction

Number sense refers to a person's general understanding of numbers and operations, as well as the ability and disposition to use this understanding to make mathematical judgments in flexible ways and to develop useful strategies for dealing with numbers and operations. Mathematics learning disability (Dyscalculia) can be defined as a special learning disability that affects the acquisition of arithmetic skills despite normal and high intelligence, emotional stability, educational opportunities and motivation, and as a result, the success of the individual is below the expected performance level. As children with dyscalculia engage in mathematical thinking, the sense of number manifests itself in various ways. In particular, it is an important factor in children's selection, development, and use of computational methods, including written calculation, mental calculation, calculators, and estimation. The aim of this research is to explain the relationship between math learning disability (MLD) and number sense.

### Method

The research was carried out in 3 stages. At the first stage, key words (number sense, special learning disability, number sense, dyscalculia, math learning disability) and their combinations in electronic databases (Eric, Ebsco Host, Wiley Interscience, Sage Online, Springer Link, Taylor&Francis, Oxford etc.) The words were searched in MEDLINE, Web of Science, Pubmed, Science Direct, CINAHL, Scopus, Cochrane, TUBITAK, Medline-Turk databases. In the second stage, the abstracts related to the subject sought are in the journals (Cognitive Development, Exceptional Children, Journal of Educational Psychology, Journal of Experimental Child Psychology, Journal of Learning Disabilities, Learning Disabilities: A Multidisciplinary Journal, Learning Disabilities Research & Practice, Learning Disability Quarterly, Remedial and Special Education, Journal of Special Education, etc.) were scanned. In the last stage, it was tried to reach other related articles by examining the bibliographies of the publications. Studies with normally developing students based on teacher opinions were not included in the study. As a result of these researches, 24 studies were reached. The 24 studies found were revised in terms of title, keyword and abstract, and the number of articles was reduced to 13. Considering the diagnosis of the students in the article sample and the compatibility of the studies with the selected subject context, only 3 articles met the criteria (The sample group only showed symptoms of dyscalculia and did not have an additional diagnosis such as dyslexia, distractibility, hyperactivity, children continued their education at primary school level, only making measurements for number sense and its sub-components) were chosen appropriately.

### Findings

The results of these three studies suggest that children with dyscalculia have a persistent lack of sense of number, which manifests in many forms, relative to their typically developing peers. These children make more mistakes while doing operations, especially in multiplication cases. It was stated that students with dyscalculia produced more illogical solutions, had difficulty in thinking flexibly, could not transform a quantity into different numerical representations, were insufficient in understanding the relationship between numbers and operations, and had an insensitivity to numerical multiplicities. In both studies, typically developing peers and students with MLD were compared in terms of the development of their number sense. The results also revealed differences in the development of students' number sense. In the third study, only students with MLD were included in the study. The

effects of the intervention program on the development of number sense were discussed only in terms of the development of students with MLD.

## Results and Discussion

The present study aimed to shed some light on the nature, origins and developmental aspects of different number sense concepts that are lacking in mathematics learning disabilities. The development of number sense in children with MLD follows a fuzzy and uncertain path compared to their typically developing peers. Number sense is not the only possible source for MLD, but the results of three studies show that the lack of number sense is an important inhibitor in the development of the number system (Rotem & Henik, 2020; Öztürk, Durmaz & Derya, 2019; Wong, Ho & Tang, 2017). Although various descriptive and theoretical problems related to MLD have not been resolved in the field, promising cognitive model-based instructional guidelines are being developed for both the early identification of potential mathematical difficulties and the design of instructional interventions (Gersten & Chard, 1999; Geary et al., 2000; Dehaene, 2001). ; Jordan and Hanich, 2003). Understanding the importance of number sense and its relationship with developing mathematical ability in students, and understanding the limitations in current practice, most of which are not based on the concept of number sense, are an important step in this process (Gersten & Chard, 1999). Number sense creates an awareness, intuition, recognition, knowledge, skill, ability, desire, feeling, expectation, process, conceptual structure or mental number line in the individual. Having a number sense, ostensibly, allows one to accomplish everything from making simple size comparisons to inventing procedures for executing numerical operations, recognizing gross numerical errors, using quantitative methods to convey, processing and interpreting information, to understanding the meaning of numbers and developing strategies for solving complex mathematical problems. allows (Berch, 2005).

## GİRİŞ

Özel öğrenme güçlüğü (ÖÖG) olan çocuklar müdahale ihtiyacı ve işlevsel neticeler açısından farklılık gösteren büyük bir heterojen popülasyonu ve hatta çoğu ülkede özel eğitim ihtiyacı olan en büyük tanı grubunu oluşturmaktadır. Yapılan çalışmalar, okul çağındaki çocukların % 4-7'sinin öğrenme güçlüğü tanısı aldığını göstermektedir (Büttner ve Hasselhorn, 2011; Geary, 2006; Mercer ve Pullen, 2005). Öğrenme güçlüğü'nün ilk resmi tanımı Kirk ve Bateman (1962) tarafından, olası bir beyin işlev bozukluğunun veya duygusal bir bozukluğun neden olduğu psikolojik bir engelden kaynaklanan konuşma, dil, okuma, yazma, aritmetik veya diğer okul konularının bir veya daha fazla süreçlerinde bir gecikme, bozukluk veya gecikmiş gelişim şeklinde tanımlanmıştır. Öğrenme güçlüğü, zeka geriliği, duygusal yoksunluk, kültürel ve eğitici faktörlerden bağımsız olarak yaşanan bir durumdur (Geary, 2004). Merkezi sinir sistemlerinde işlev bozukluğu olduğu tahmin edilen ÖÖG'li çocuklar, ortalama zeka, doğru eğitim, sağlam motivasyon ve yeterli sosyokültürel fırsata rağmen okuma, yazma, matematik ve psikososyal işlevlerde beklenmedik zorluklar sergilemektedirler (Hain, Hale ve Kendorski, 2009; Karande ve Kulkarni, 2005). Uluslararası Sınıflandırma Sisteminde (ICD-10; Dünya Sağlık Örgütü, 1992), ÖÖG'nü, skolastik becerilerin (okuma, yazma ve temel aritmetik) özel gelişimsel bozuklukları olarak tanımlanmaktadır (World Health Organization, 1992).

Özel öğrenme güçlüğü, alana özgü içeriklere göre, genellikle disleksi olarak adlandırılan belirli bir okuma bozukluğu, disgrafi olarak adlandırılan belirli bir yazım bozukluğu ve diskalkuli olarak da adlandırılan belirli bir aritmetik beceri bozukluğu olarak farklılaşmaktadır. Zihinsel Bozuklukların Tanısal ve İstatistiksel El Kitabında (DSM-IV (1995)), "okuma bozukluğu", "yazılı ifade bozukluğu" ve "matematik bozukluğunu" kapsayan çok benzer bir sınıflandırma kullanılmaktadır. Her iki uluslararası sınıflandırma sistemi, ICD-10 ve DSM-IV, eşzamanlı olarak, öğrenme güçlüğü kavramına zekâ veya dış etkenlerle açıklanamayan sebeplerle akademik bir alandaki beklenmedik kötü performans olarak atıfta bulunmaktadır. Bir bireyde yeteneklerin bir dereceye kadar değişebileceği varsayılmaktadır. Bu sebeple zihinsel yetenekler (IQ) ve okuma, yazılı anlatım, matematik performansları sırasıyla genel bir zekâ testi ve özel başarı testleri ile değerlendirilir. Her şeyden önce öğrenme güçlüğü, ilgili akademik başarının çocuğun yaşından beklenenden önemli ölçüde düşük olması ile bağdaştırılır. İkincisi, IQ'nun normal aralıkta veya ortalamanın üzerinde olması ve başarı testindeki puanın IQ testindeki puandan oldukça düşük olması gerekir. Genel popülasyonda, tipik bir şekilde aritmetik becerileri edinmeyen bir çocuk grubu vardır. Bazıları aritmetik tabloları öğrenmekte güçlük çekiyor, bazıları toplama, çıkarma,

çarpma ve bölme algoritmalarını asla anlamıyor ve bazıları sayı kavramını anlamada sorun yaşıyor veya sayılarla doğru sözcüğü yazamıyor, okuyamıyor ve tanımlayamıyordur. Bu çocuklarda, aritmetik becerilerin kazanılmasını engelleyen bir öğrenme güçlüğü türü olan matematik öğrenme güçlüğü (diskalkuli) bulunmaktadır (Shalev, 2004).

Diskalkuli (DK), normal ve normalüstü zekâyâ, duygusal istikrara, eğitsel fırsatlara ve motivasyona rağmen aritmetik becerilerin edinimini etkileyen, netice olarak bireyin başarısının beklenen performans düzeyinin altında kalması olarak kendini gösteren özel bir öğrenme güçlüğü olarak tanımlanmaktadır (Butterworth, 2018; Price ve Ansari, 2013; Von Aster ve Shalev, 2007). İlâveten matematiksel temel gerçekleri hatırlamada eksiklik, olgunlaşmamış strateji kullanımı ve gelişmemiş bir sayı duygusu bu çocuklarda yaygın olarak görülen özelliklerdir (Geary, 2004). DK'dan etkilenen bireylerin yaklaşık olarak toplumun % 3-6'sını oluşturduğu düşünülmektedir (Kucian ve Von Aster, 2015; Price ve Ansari, 2013; Shalev, 2004).

### **Araştırmanın Amacı**

Bu araştırmanın amacı, matematik öğrenme güçlüğü (MÖG) ile sayı hissini ilişkilisini açıklamaktır.

### **Diskalkuli'nin özellikleri**

Geleneksel olarak, Diskalkuli'nin tanımlayıcı özellikleri arasında aritmetik olguların bellekten geri çağırma yetersiz kalınması ve gelişmemiş hesaplama stratejilerinin sürekli kullanımı yer almaktadır (Geary ve Hoard 2005). Bununla birlikte, son on yılda ortaya çıkan davranışsal ve nörogörüntüleme kanıtlarına göre DK'nin sayısal büyüklükleri (bir setteki toplam öğe sayısı) işlemede kullanılan nörobiyolojik bir sistemin bozulmasından kaynaklanabileceği ve öğrenme süreci boyunca aritmetik gerçeklerin bellekten geri getirilmesinde zorluklara yol açabileceği ileri sürülmektedir (Price ve Ansari, 2013). Bununla birlikte, DK'nin etiyolojisinde çalışma belleği ve uzamsal dikkat gibi bilişsel faktörlerin rolü hakkındaki tartışmalar da mevcuttur.

### **Aritmetik**

Diskalkuli'nin en sık gözlemlenen davranışsal ayırt edici özelliği, aritmetik olguları geri çağırmadaki (otomatikleşme) bozulmalardır (Mazzocco, Devlin ve McKenney 2008). Tipik olarak gelişmekte olan çocuklar, birinci ve ikinci sınıfa geldiklerinde hesaplama stratejilerinde gelişimsel bir değişim geçirirler. Sayma gibi basit stratejileri kullanarak hafif düzeydeki problemleri çözmeye başlarlar. Üçüncü sınıfa geldiklerinde ise belirli bir problemin çözümünü hızlıca hatırlayabilecekleri bir

aritmetik olgular deposunu bellekte geliştirmiş olurlar (Ashcraft 1982). Diğer taraftan, DK'li çocuklar, tipik olarak gelişen akranları bellek temelli stratejilerde ilerledikten çok sonra dahi basit sayma stratejilerini kullanmaya devam ederek, bellekten olguları akıcı bir şekilde geri çağırma mekanizmasını geliştirmede başarısız olmaktadır (Landerl, Bevan ve Butterworth 2004; Jordan ve Hanich 2003; Hanich, Jordan ve Kaplan, 2001; Geary, Hamson ve Hoard 2000). DK'li çocuklarda otomatikleşme mekanizmasının gelişmemesinin sonucu olarak, ilkel ve verimsiz problem çözme stratejilerinin kullanımı görülmektedir. DK'li bir çocuk aritmetiksel bir olguyu yeterince öğrenmediği için hafızasından akıcı bir şekilde geri çağırılmazsa, genellikle yetersiz ve aşırı zahmetli olan basit sayma stratejilerine başvurmaktadır (Geary ve ark., 2000).

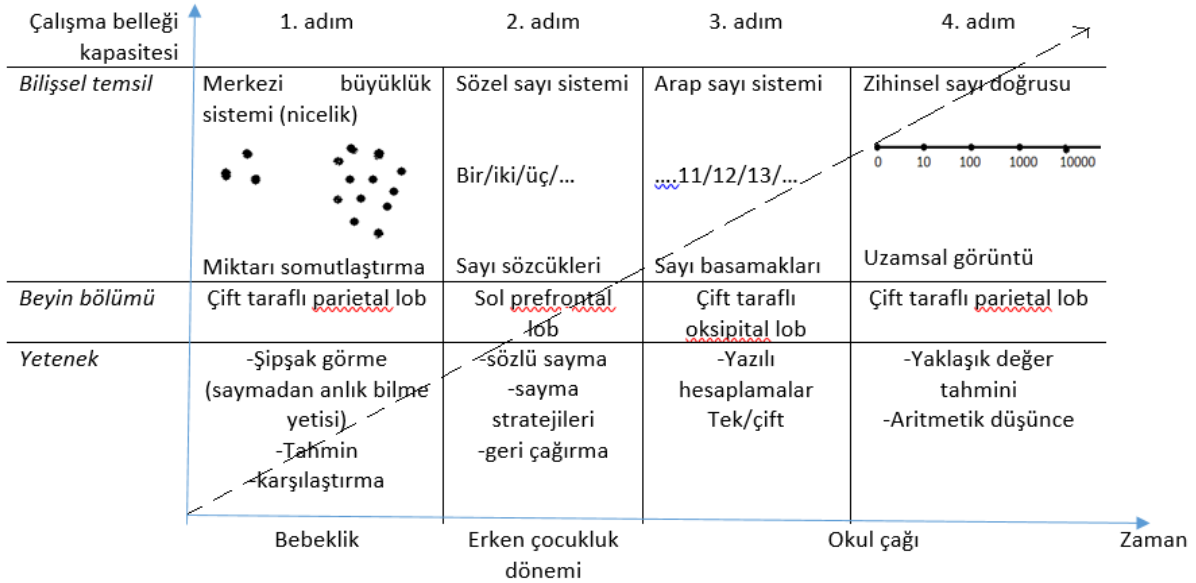
### Temel Sayı İşleme

DK'li çocuklarda temel sayısal işlemeyi inceleyen ilk çalışmalar, atipik olarak gelişen çocukların, farklı formatlarda sunulan iki sayının aynı olup olmadığına karar verirken sayısal bilgilere aynı karşılığı vermediklerini bildirmektedir (Koontz, 1996). Bu, sayısal büyüklük bilgisinin DK'li çocuklarda tipik olarak gelişen akranlarında olduğu gibi otomatik olarak etkinleştirilmediğini göstermektedir. DK'li çocuklarda semantik sayısal temsillerin otomatikleşme eksikliği hipotezi, Rubinsten and Henik (2005) tarafından sayısal bir stroop testi kullanılarak desteklenmiştir. Sayısal bilgilerin işlenmesindeki otomatiklik eksikliği, altta yatan anlamsal temsilin bozulup bozulmadığını veya anlamsal temsiller ile sembolik referanslar (yani Arap rakamları) arasındaki bağlantıda bir eksiklik olup olmadığını göstermemektedir. Bu nedenle, birçok araştırmacı, sayısal büyüklük temsillerinin bütünlüğünü araştırmak için sayısal karşılaştırma paradigmasını kullanmıştır.

MÖG olan çocuklarla yapılan vaka çalışmalarındaki ilk raporlar (Butterworth, 2005; Geary, Hoard ve Hamson 1999), DK'li bireylerde sayısal karşılaştırma sırasında algısal performansın bozulduğunu ortaya koymuştur. Seçim kriterleri daraltılarak yapılan daha sonraki çalışmalar, DK'li çocuklarda sayı karşılaştırma becerilerinin yetersiz olduğunu doğrulamaktadır ve hatta temel sayı adlandırma bozukluğunu açığa çıkarmaktadır (Landerl ve ark., 2004; Van Der Sluis, De Jong ve Van Der Leij, 2004). Daha da önemlisi, DK'li çocuklar sayı karşılaştırması sırasında, yalnızca tepki süresinde ve hata oranında artış göstermekle kalmayıp, aynı zamanda niteliksel olarak da farklılık göstererek bir "mesafe etkisi" kavramının oluşmasına sebebiyet vermişlerdir (Mussolin, Mejias ve Noel, 2010). Mesafe etkisi (Moyer ve Landauer 1967), karşılaştırılan iki sayı arasındaki mesafe azaldıkça (örneğin, 2-9'a karşı 7-9) tepki süreleri ve hataların arttığı davranışsal olguyu ifade etmektedir. Başka bir deyişle,

birbirine daha yakın olan sayıları karşılaştırmak, birbirinden uzak olan sayılardan daha zordur. DK'sı olan çocukların temel sayı işleme sürecinde kullanılan bir diğer kavram olan "Sayısal uzaklık etkisi", birçok araştırmacı tarafından, bir "zihinsel sayı doğrusu" (Dehaene 2003) boyunca sayısal büyüklüğün temelde yatan temsiline bütünlüğünü yansıtmak için kullanılmıştır.

Sayı bilgisi, tek bir yetenek gibi algılanıyor olsa dahi iki kısma ayrılabilir. İlk kısım öncelikle biyolojiktir ve gelişim için kasıtlı bir uygulama gerektirmez (Geary, 1995; Jordan & Levine, 2009). Bu kısım doğuştan gelen yaklaşık sayı sistemidir. Diğer kısım ise ikincil olarak biyolojiktir, gelişim için bilinçli uygulama gerektirir ve sembolik sayı sisteminden oluşur. Bir dizi teorik model ile sayı bilgisinin entegrasyonu tanımlanmıştır. Von Aster ve Shalev (2007) tarafından önerilen sayı kazanımının gelişimsel modeli (bkz. Şekil 1) dört adım içermektedir. İlk adım, doğuştan gelen sayıları temsil etme yeteneğiyle (yaklaşık sayı sistemi) başlar, ikinci adım ise bağlantıların oluşturulmasıdır. Sözlü sayı sistemi (sayı sözcükleri) ile üçüncü adım Arap rakam sistemidir (rakamlar), dördüncü ve son adım ise zihinsel sayı doğrusudur (veya sembolik zihinsel sayı doğrusudur). Bu modele göre, dört aşamalı gelişim süreci, çalışma belleği gibi bilişsel genel alan yeteneklerinin desteğine dayanmaktadır.



Şekil 1. Sayısal bilişin dört adımlı gelişimsel modeli

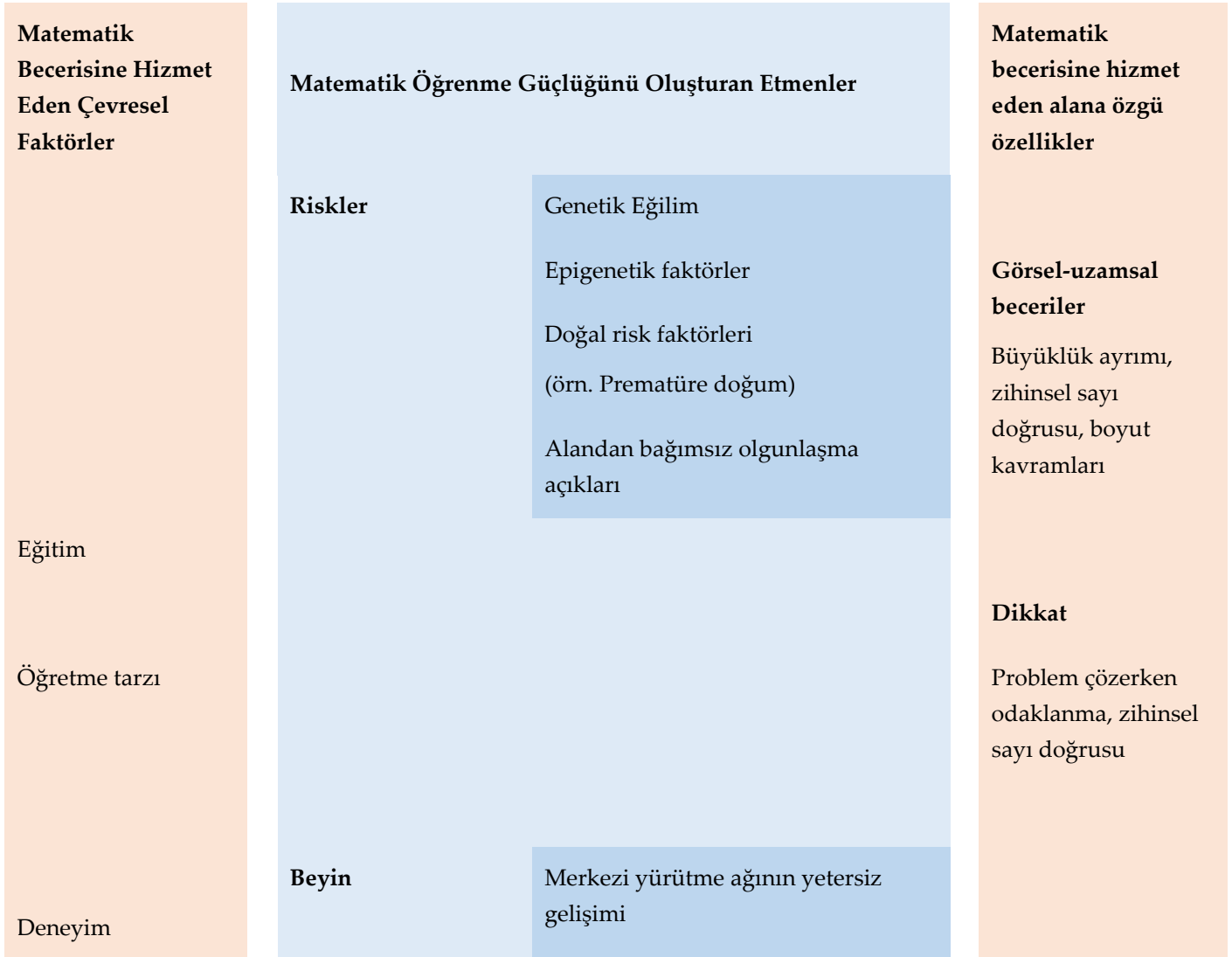
\*kesik çizginin altında kalan alan: artan çalışma belleği kapasitesini ifade etmektedir.

\*\* Şekil 1 Von Aster ve Shalev (2007)'in "Developmental Medicine & Child Neurology, 49, 868-873" makalesinden alınmıştır.

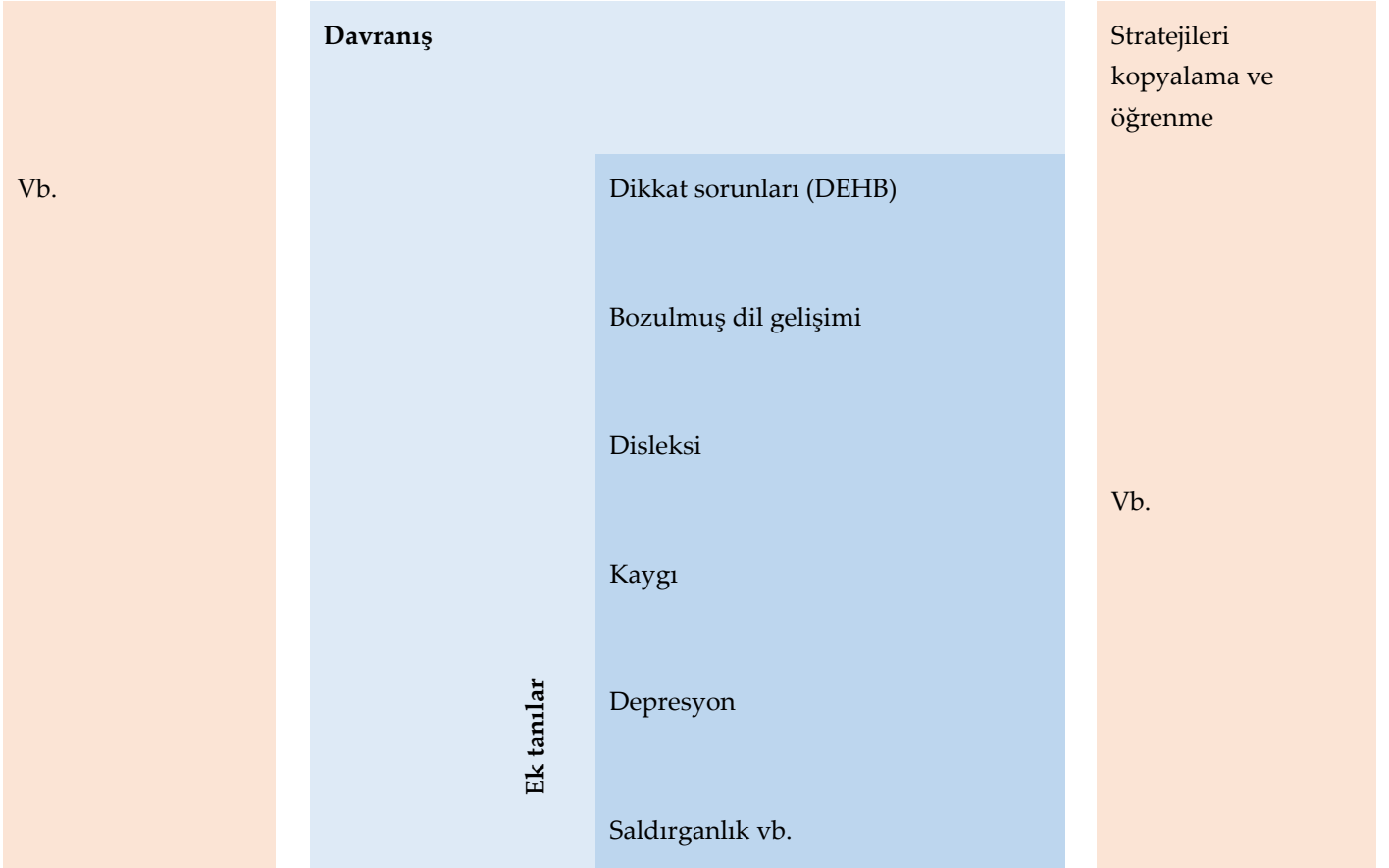


## Sayısal olmayan eksiklikler

Diskalkulinin aritmetiğe özgü bir öğrenme bozukluğu olduğu genel olarak kabul görse de, bazı araştırmacılar, bunun temel nedeninin, çalışma belleği, görsel-uzamsal işleme veya dikkat gibi genel bilişsel mekanizmalarındaki bozukluklarda yatabileceğini öne sürmektedir (Geary, Brown ve Samaranayake 1991; Geary ve ark., 1999; Passolunghi ve Siegel 2004). Diskalkuli, davranışsal, bilişsel ve nöropsikolojik düzeylerde sayısal veya aritmetik işlevlerdeki bireysel eksikliklerden kaynaklanan heterojen bir bozukluktur (Rubisten ve Henik, 2009). Bununla birlikte, aritmetik zorlukların hem sayısal hem de sayısal olmayan işlevlerdeki bireysel farklılıkları yansıtabileceği dikkate alınmaktadır (bkz. Şekil 2). DK'li çocuklar, çeşitli sayısal anlayışlar (sayma becerileri, büyüklük işleme, aritmetik, sayı sözcükleri, rakamlar ve nicelikler arasında kod dönüştürme) ile alan geneli (uzamsal sayı gösterimi, çalışma belleği ve dikkat süreçleri) becerilerde problem yaşamaktadırlar (ayrıca bkz. Şekil 2).



Pratik	<b>Bilişsel</b>	Sembolik olmayan miktar ve sembolik sayı temsillerinde bozulma, Temsiller arasında bozulmuş aktarım		<b>Dil</b>	Sayma, zihinsel hesaplama, olguları geri çağırma, sayı sistemi
		<b>Tanya özgü</b>	<b>Sayı Hissi</b>	<b>Hesaplama</b>	<b>Çalışma Belleği</b>
Miktar ayrımı	Zihinsel hesaplama		<b>Yönetici İşlevler</b>	Planlama ve kontrol	
Sayma becerisi	Çok basamaklı aritmetik		<b>Muhakeme</b>	Hikaye problemleri	
"daha fazla / daha az" karşılaştırmaları	Sayısal olguları geri çağırma		<b>Sosyal ve Duygusal Faktörler</b>	Matematiğe karşı tutum	
İsteklendirme		Kod dönüştürme	Hesaplama stratejileri		
Cesaretlendirme		Basamak değeri sistemi	Hesaplama kavramları		
Yaş					



**Şekil 2.** Matematik öğrenme güçlüğü 'nün kendini gösterebileceği potansiyel faktörler ve farklı seviyeler

\*Şekil 2 Kucian ve Von Aster (2015)'in "Developmental dyscalculia, European journal of pediatrics, 174(1), 1-13.(p. 4)" makalesinden alınmıştır.

### Sayı Hissi

Sayı hissini tanımlanması zordur, ancak tanınması kolaydır. Sayı duygusu iyi olan öğrenciler, gerçek nicelikler dünyası ile sayıların matematiksel dünyası ve sayısal ifadeler arasında sorunsuz bir şekilde hareket edebilmektedirler. Sayısal işlemleri yürütmek için kendi stratejilerini icat edebilmektedirler. Bu temsili bağlamına ve amacına bağlı olarak aynı sayıyı birden çok şekilde temsil edebilmektedirler. Kıyaslama sayılarını ve sayı modellerini özellikle sayı sisteminin derin yapısından türeyenleri tanıyabilmektedirler. İyi bir sayısal büyüklük duygusuna sahiptirler ve büyük sayısal hataları, yani büyüklük sırasına göre yanlış olan hataları tanıyabilmektedirler. Son olarak, herhangi bir hesaplama yapmadan sayısal bir problemin veya ifadenin genel özellikleri hakkında mantıklı bir şekilde düşünebilmekte veya konuşabilmektedirler (Case, 1998).

Çoğu çocuk bu kavramsal yapıyı anaokuluna girmeden önce ebeveynleri ve kardeşleriyle etkileşimler yoluyla gayri resmi olarak edinmektedir. Bu kavramsal yapıyı edinememiş olan diğer çocuklar ise, bunu yapmak için resmi eğitime ihtiyaç duymaktadırlar (Bruer, 1997). Örneğin, bir çocuk 5'in 3'ten büyük 8'den ise küçük olduğunu bilerek okula girebilirken, daha az gelişmiş sayı algısına sahip bir akran, yalnızca 5'in 3'ten büyük olduğunu bilebilmektedir. Çok gelişmiş bir sayı algısına sahip bir çocuk ise, parmak veya blok kullanarak, 8'in 5'ten ne kadar büyük olduğunu gösteren için bir stratejileri kullanabilmektedir.

Sayı hissi, yalnızca matematik bilgisinin otomatik kullanımında değil, aynı zamanda temel aritmetik hesaplamaları çözmek için gerekli olan önemli bir bileşendir. Örneğin, zihinsel sayı doğrusunu kullanarak 15'in 8'e olan uzaklığının, 15'in 11'e olan uzaklığından çok daha fazla olduğunu bilmek,  $8+7$  ve  $11+4$  farkındalığını gerektirmektedir. Bununla birlikte, öğrencilerin bu tür ilginç problem durumlarını deneyimleyebilmeleri için 100'den fazla temel toplama olgusunu hafızalarına alarak otomatikleştirmeleri gerekmektedir (Gersten ve Chard, 1999). Özetlememiz gerekirse, sayı hissini bileşenlerini aşağıdaki maddeler ile ifade edilmektedir (Berch, 2005).

- Doğrudan bilgi olmadan bir nesne koleksiyona eklendiğinde veya çıkarıldığında, küçük bir koleksiyonda bir şeyin değiştiğinin tanınmasına izin veren bir fakültedir (Dantzig, 1954).
- İşlemlerin sayılar üzerindeki etkileri hakkında bilgi sahibi olmaktır.
- Temsilin bağlamına ve amacına bağlı olarak aynı sayıyı birden çok şekilde temsil edebilmektir.
- Sayılar ve aritmetik hakkında temel yetenekler veya sezgilerdir.
- Sayılarla akıcılık ve esnekliğe sahip olmaktır.
- Herhangi bir kesin hesaplama yapmadan sayısal bir problemin veya ifadenin genel özellikleri hakkında mantıklı bir şekilde düşünebilme veya konuşabilmektir.
- Sayıların yararlı olduğu ve matematiğin belirli bir düzenliliğe sahip olduğu beklentisini doğurmaktadır.
- Sayılar için algoritmik olmayan bir histir.
- Bir kişinin sayı ve işlemi ilişkilendirmesini sağlayan iyi organize edilmiş kavramsal bir ağıdır.
- Matematiksel ilişkiler, matematiksel ilkeler ve matematiksel prosedürler arasındaki birçok bağlantıya dayanan kavramsal bir yapıdır.

- Sayısal büyüklüklerin analog gösterimlerinin manipüle edilebildiği zihinsel bir sayı doğrusudur.
- Yaklaşık sayıları işlemek için sözel olmayan, evrimsel olarak eski, doğuştan gelen bir kapasitedir.
- İçsel bir süreçten ziyade sayılarla ilgili bir beceri veya bilgi türüdür.
- Yaklaşık veya tahmin etme yeteneğidir.
- Tecrübe ve bilgi ile gelişen ve olgunlaşan bir süreçtir.
- Sayısal büyüklük karşılaştırmaları yapabilme yeteneğidir.
- Sayıları doğal olarak ayırıştırma yeteneğidir.
- Karmaşık problemleri çözmek için faydalı stratejiler geliştirme becerisidir.
- Aritmetik işlemler arasındaki ilişkileri kullanarak 10 tabanlı sayı sistemini anlayabilmedir.
- Bilgileri iletme, işlemek ve yorumlamak için sayıları ve nicel yöntemleri kullanma becerisidir.
- Hesaplamaların makul olup olmadığı konusunda çeşitli doğruluk ve hassasiyet düzeylerinin bilincidir.
- Yeni bilgi ile önceden edinilmiş bilgi arasındaki bağlantıları arayarak sayısal durumları anlamlandırma arzusudur.
- Sayı anlamlarını anlayabilmektir.
- Sayılar arasındaki çoklu ilişkileri anlayabilmektir.
- Kıyaslama sayılarını ve sayı modellerini tanıyabilmektir.
- Büyük sayısal hataları tanıyabilmektir.
- Sayıların eşdeğer biçimlerini ve temsillerini ve eşdeğer ifadeleri anlayabilme ve kullanabilmektir.
- Gerçek dünyadaki şeyleri ölçmek için sayıları referans olarak anlayabilmektir.
- Gerçek nicelikler dünyası ile sayıların ve sayısal ifadelerin matematiksel dünyası arasında sorunsuz bir şekilde hareket edebilmektir.
- Sayısal işlemleri yürütmek için stratejiler icat edebilmektir.

Aynı yaştaki akranlarına kıyasla MÖG olan çocuklarda daha yerleşmiş bir sayı hissi eksikliği bulunmaktadır (Mussolin, Mejias ve Noel, 2010; Mazzocco ve ark., 2008;

Rubinsten and Henik, 2005). MÖG olan çocuklar aritmetiksel işlemler yaparken tipik gelişim gösteren akranlarına göre daha çok hata yapmakta ve yaptıkları hatalar gerçekten daha uzak olmaktadır (Mabbott ve Bisanz, 2008). Sayı Hissinin tipik gelişim gösterenlerde ve MÖG olan çocuklardaki gelişimini gösteren ifadeler aşağıdaki Tablo1’de belirtilmektedir (Kucian ve Von Aster, 2015).

**Tablo 1.** Sayı hissini gelişimi

	Tipik Gelişim Gösteren	Matematik Öğrenme Güçlüğü
Öncül beceriler	Doğuştan gelen sayı duygusu (daha büyük mesafelerle küçük miktarlar arasındaki ayrım)	Bozulmuş sayı duygusu
	Artan miktar ayrımcılık becerileri (daha büyük miktarlar, daha küçük mesafeler)	Miktar tahmininde sorunlar
	Şipşak görme (saymadan anlık bilme yetisi)	Azaltılmış şipşak görme
Sayı Becerileri	Farklı sayı temsillerinin haritalanması (somut miktar, sayı kelimeleri, Arapça rakamlar vb.)	Farklı sayı temsillerinin hatalı haritalanması ve aktarılması (sembolik temsillerle ilgili daha fazla sorun)
	Sayma	Sayma güçlükleri (örn, geri sayma)
	Basamak değeri sistemi	Basamak değeri sistemini anlayamama
	Zihinsel sayı doğrusu gösterimi	Zihinsel sayı doğrusu erişiminde ya da gelişiminde bozulma
Hesaplama becerileri	Sayarak hesap yapma	Parmaklarını kullanarak sayma stratejilerine bağlı kalınması
	Zihinden geri çağırarak hesap yapma	Zihinden geri çağırma sınırlı kalma
	Ayrıştırma yoluyla hesap yapma (örn, $6 \cdot 8 = 40 + 8 = 48$ )	Zor problemlerin nasıl daha kolay hale getireceğini anlamama
	Farklı hesaplama stratejileri ve konseptlerinin edinilmesi	Hesaplama stratejileri ve kavramlarının anlaşılması

## Sayı Hissi Öğretilebilir mi?

Bazı araştırmacılar, sayı hissini içsel bir süreçten ziyade bir beceri veya bir tür bilgi olarak değerlendirmekte ve öğretilebilir olması gerektiğini iddia etmektedir (Robinson, Menchetti ve Torgesen, 2002). Bu iddiaya göre, sayı hissi biyolojik yapımızdan kaynaklanmaktadır ve gelişimi desteklenebilmektedir. Bazı katı görüşlü teorisyenlere göre ise sayı hissi özelleşmiş bir beyin alt katmanı bileşeni olduğu için sabit ve değişmezdir. Küçük çocuklarda sayı hissini ilkel bileşenlerinin ortaya çıkışının kendiliğinden gerçekleştiği düşünülmektedir (Dehaene, 2001). Sayısal bilişsel yapıların gelişimini destekleyen bazı temel prensipler bulunmaktadır. Bu prensipleri içeren sayısal oyunlara ve etkinliklere katılmanın sayı hissini harekete geçireceği düşünülmektedir (Geary, 1995). Bu bakış açısına paralel olarak okul öncesi dönemden itibaren masa oyunlarında sayısal olguların etkin kullanılarak hem resmi hem de gayri resmi öğretim ortamlarında sayı hissini gelişiminin desteklenebileceği belirtilmektedir (Gersten ve Chard, 1999).

## YÖNTEM

Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi becerilerini geliştirmeye yönelik yapılmış olan ve içerisinde bir müdahale programının bulunduğu araştırmalar çalışmaya dâhil edilmiştir. Araştırma 3 aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada elektronik veri tabanlarında (Eric, Ebsco Host, Wiley Interscience, Sage Online, Springer Link, Taylor&Francis, Oxford vb.) anahtar sözcükler (sayı hissi, özel öğrenme güçlüğü, sayı duyusu, diskalkuli, matematik öğrenme güçlüğü) ve bunların kombinasyonlarını içeren anahtar kelimeler doğrultusunda MEDLINE, Web of Science, Pubmed, Science Direct, CINAHL, Scopus, Cochrane, TÜBİTAK, Medline-Türk veri tabanlarında taratılmıştır. Ayrıca tez veri tabanları olarak ProQuest ve YÖKTEZ kullanılmıştır. İkinci aşamada aranan konuyla ilgili özetler dergilerde (Cognitive Development, Exceptional Children, Journal of Educational Psychology, Journal of Experimental Child Psychology, Journal of Learning Disabilities, Learning Disabilities: A Multidisciplinary Journal, Learning Disabilities Research & Practice, Learning Disability Quarterly, Remedial and Special Education, Journal of Special Education vb.) taratılmıştır. Son aşamada ise yayınların kaynakçaları incelenerek ilgili diğer makalelere ulaşılmaya çalışılmıştır. Normal gelişim gösteren öğrenciler ile yapılan ve öğretmen görüşlerine dayanan araştırmalar çalışmaya dâhil edilmemiştir. Bu araştırmalar sonucunda 24 çalışmaya ulaşılmıştır. Bulunan 24 çalışma, başlık, anahtar sözcük ve özet bakımından yeniden gözden geçirilmiş ve makale sayısı 13'e

indirilmiştir. Makale örnekleminde geçen öğrencilerin tanıları ve seçilen konu bağlamı ile çalışmaların uyumu göz önüne alındığında sadece 3 makale kriterlere (Örneklem grubunun ÖÖG türlerinden sadece diskalkuli belirtileri göstermesi ve disleksi, dikkat dağınıklığı, hiperaktivite gibi ek bir tanıya sahip olmaması, çocukların ilköğretim düzeyinde eğitimlerine devam etmesi, sadece sayı hissi ve alt bileşenlerine yönelik ölçümlerin yapılması) uygun olarak seçilmiştir.

### BULGULAR

Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hislerini belirlemeye ve geliştirmeye yönelik yapılmış üç çalışma aşağıda özetlenmiştir. Bu çalışmaların benzeşen ve farklılaşan yanları belirtilmiştir.

Rotem ve Henik (2020) yaptıkları araştırma da matematik öğrenme güçlüğü olan ve normal gelişim gösteren çocukların çarpım olguları ve sayı hissini incelemiştir. Çalışmaya psikoloji ve eğitim bilimleri alanında eğitim gören 24 lisans öğrencisi, 72 normal gelişim gösteren öğrenci (ikinci, dördüncü ve altıncı sınıf) ve 32 matematik öğrenme güçlüğü olan (altıncı ve sekizinci sınıf) öğrenci katılmıştır. MÖG olan çocuklarda altıncı ve sekizinci sınıfa odaklanılmasının sebebi Normal gelişim gösteren çocukların çarpım ağının bu sınıflara gelindiğinde tamamlanmış olmasıdır. Araştırmada yaş yerine sınıfa göre aritmetik gelişim bildirilmiştir. Uygulama simülasyonu beş gruptan oluşan 120 tane çarpma işlemi içermektedir. Her öğrenciye problemler iki kere sorulmuştur. Laptop ekranında siyah arka planına yeşil soru cümleleri yansıtılmıştır. Öğrencinin soruya cevap vermesi için süre kısıtlaması bulunmamaktadır. Uygulamalar bireysel olarak yapılmış ve her bir uygulama yaklaşık 40 dakika sürmüştür. Uygulama süresince deneyi yapan araştırmacı öğrencinin 60 cm ilerisinde, öğrenciyi rahatsız etmeden kullandığı çarpım stratejilerini gözlemleyebilecek şekilde oturmuştur. Her denemede, katılımcı problemi çözmek için gözle görülür şekilde hesaplamış, saymış veya parmak kullanmışsa strateji "hesaplama" olarak sınıflandırılmıştır. Katılımcı herhangi bir prosedürü açıkça kullanmadıysa ve yanıtı hemen verdiyse, strateji "geri çağırma" olarak sınıflandırılmıştır. Araştırmacı sınıflandırma konusunda şüpheye düştüğünde, strateji "diğer" olarak sınıflandırılmıştır. Normal gelişim gösteren ikinci sınıf öğrencileri ile matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sorular zorlaştıkça hata yapma oranlarının anlamlı şekilde arttığı diğer gruplarda ise anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. Altıncı sınıfa devam eden MÖG öğrenciler parmak sayma gibi klasik stratejileri en fazla kullanan grup olmuştur. Daha sonra sırasıyla sekizinci sınıf MÖG öğrenciler ve NGG ikinci sınıf öğrenciler klasik stratejileri kullanan gruplar olmuştur.



Sınıf düzeyi arttıkça NGG öğrencilerin zihinden geri çağırmaı daha sık kullandığı tespit edilmiştir. Bu niteliksel değişim sınıf düzeyi ile birlikte nesnelere sayısal özelliklerine artan duyarlılığı ve dolayısıyla daha gelişmiş bir sayı duyasunu göstermektedir. MÖG olan çocuklar NGG gösteren yaşıtlarına göre birçok şekilde kendini gösteren kalıcı bir sayı duyası eksikliğine sahiptir. Özellikle çarpma işlemlerinde yaptıkları hatalar NGG gösteren yaşıtlarına göre daha az mantıklı ve daha fazla sayıda olduğu tespit edilmiştir.

Öztürk, Durmaz ve Derya (2019) matematik öğrenme güçlüğu yaşayan ortaokul öğrencilerine sayı hissi konuşmalarının öğrencilerin sayı duyası gelişimi üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu amaç doğrultusunda 5 ile 8. Sınıflar arasında eğitim gören 15 MÖG olan öğrenci 3 hafta süresince çalışmaya dahil edilmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, parmak kullanarak sayma yapan ve şipşak sayılamada zorluk çeken MÖG olan öğrencilerin sayı konuşmaları sonrası toplama ve çıkarmada ilerleme kaydettiği bazı öğrencilerin parmak kullanımını azalttığı vurgulanmıştır. MÖG'ün belirtilerinden olan, ilerleyen sınıf ve işlem düzeyine rağmen gelişmemiş hesaplama yöntemlerinin kullanımı, alan yazındaki açıklamalarla örtüşmektedir.

MÖG açıklamak için kullanılan hipotezlerden birisi Sayı duyası eksikliği hipotezidir. Bu hipoteze göre MÖG'nün temel sebebi sembolik olmayan sayısalılığın zihinde temsil edilememesidir ((Dehaene, Piazza, Pinel, & Cohen, 2003). Diğer bir hipotez olan erişim eksikliği hipotezi, bu yetersizliğin kökeninin, sayıların altında yatan büyüklük temsiliyle ilişkilendirilememesinde yattığını öne sürmektedir (Rousselle & Noël, 2007). Wong, Ho ve Tang (2017), yaptıkları araştırma ile MÖG olan öğrenciler ile düşük akademik başarı gösteren NGG akranlarını ve akademik bir yetersizliği olmayan NGG akranlarını, sembolik olmayan sayı işleme süreci ve sayı büyüklüklerini haritalandırma bakımından karşılaştırmıştır. Bu öğrenciler anaokulundan birinci sınıfa kadar bir yıl süresince takip edilmiştir. Üç katılımcı grubu sayı hissi ve sayısal büyüklük haritalandırma (sayı tahmini, zihisel sayı doğrusu ve sembolik karşılaştırma) açısından üç kez değerlendirilmiştir. Araştırmaların bulguları sayı duyası eksikliği hipotezini destekler niteliktedir. Sonuçlar, MÖG olan çocukların sayı hissi alt bileşenlerinde bozulmalar olduğunu göstermiştir. MÖG olan çocuklar hem sembolik olmayan sayısal işleme sürecinde hem de sayısal büyüklük eşlemede eksiklikler gösterirken, NGG akranları yalnızca sayı büyüklük eşlemede yetersizlik göstermiştir.

Bu üç araştırmanın sonuçları, tipik gelişen yaşıtlarına göre diskalkulik çocukların birçok şekilde kendini gösteren kalıcı bir sayı hissi eksikliğinin varlığını

göstermektedir. Bu çocuklar başta çarpma olguları olmak üzere işlem yaparken daha sık hata yapmaktadırlar. Diskalkulik öğrencilerin daha mantıksız çözümler ürettikleri, esnek düşünmede zorlandıkları, bir niceliği farklı sayısal temsillere dönüştüremedikleri, sayılar ve işlemler arasındaki ilişkiyi anlamada yetersiz kaldıkları ve sayısal çokluklara karşı bir duyarsızlıklarının olduğu üç araştırmanın müdahalede sürecinde ortak olarak belirtilmiştir. İki çalışma da NGG akranları ile MÖG olan öğrenciler sayı hislerinin gelişimi bakımından karşılaştırılmıştır. Sonuçlar öğrencilerin sayı hissi gelişimindeki farklılıkları da ortaya koymuştur. Öztürk ve arkadaşlarının (2019) çalışmasında ise sadece MÖG olan öğrenciler çalışmaya dahil edilmiştir. Sayı hissini gelişimine yönelik müdahale programının etkileri sadece MÖG'lü öğrencilerin gelişimi açısından ele alınmıştır.

### SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Mevcut çalışma ile matematik öğrenme güçlüğünde eksikliği görülen farklı sayı duyusu kavramlarının doğasına, kökenlerine ve gelişimsel yönlerine biraz ışık tutulmak istenmiştir. MÖG olan çocuklarda sayı hissi gelişimi tipik gelişim gösteren akranlarına göre bulanık ve belirsiz bir yol izlemektedir. Sayı hissi MÖG için muhtemel tek kaynak değildir ancak yapılan üç araştırmanın sonucu sayı hissi eksikliğinin sayı sistemi gelişiminde önemli bir engelleyici olduğunu göstermektedir (Rotem ve Henik, 2020; Öztürk, Durmaz ve Derya, 2019; Wong, Ho ve Tang, 2017). Alanda MÖG ile ilgili çeşitli tanımsal ve teorik sorunlar çözülmemiş olsa dahi hem potansiyel matematiksel zorlukların erken tanınması hem de öğretim müdahalelerinin tasarımı için umut verici, bilişsel modele dayandırılan öğretim yönergeleri oluşturulmaktadır (Gersten ve Chard, 1999; Geary ve ark., 2000; Dehaene, 2001; Jordan ve Hanich, 2003). Sayı hissini öneminin, öğrencilerde matematiksel yetenek oluşturmayla ilişkisinin anlaşılması ve çoğu sayı hissi kavramına dayanmayan mevcut uygulamadaki sınırlamaların anlaşılması bu süreçte atılacak önemli bir adımdır (Gersten ve Chard, 1999). Sayı duyusu bireyde bir farkındalık, sezgi, tanıma, bilgi, beceri, yetenek, arzu, his, beklenti, süreç, kavramsal yapı veya zihinsel sayı doğrusu oluşturur. Sayı duyusuna sahip olmak, görünüşte, basit büyüklük karşılaştırmaları yapmaktan sayısal işlemleri yürütmek için prosedürler icat etmeye, brüt sayısal hataları tanımaktan, bilgiyi iletme, işlemek ve yorumlamak için nicel yöntemler kullanmaya, kişinin sayıların anlamını anlamaktan karmaşık matematik problemlerini çözmek için stratejiler geliştirmeye kadar her şeyi başarmasına izin vermektedir (Berch, 2005). Önceki araştırmacılar bu alandaki başlıca sorunları özetleyerek, kritik noktaları çerçevelendirerek ve geçerli tarama önlemleri ve

etkili müdahale programları geliştirmede bazı önerilerde bulunarak alana değerli bir hizmette bulunmuşlardır. Bu çalışmanın da matematik öğrenme güçlüğü ile sayı hissi arasındaki ilişkiye ve bu kavramlara ışık tutması sebebiyle gelecekte yapılacak araştırmalara katkı sağlaması beklenmektedir.

## ÖNERİLER

Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi ve alt bileşenlerine yönelik çalışmaların ve müdahale programlarının artırılması, özellikle sayı hissini gelişiminin gözlenebilmesi açısından boylamsal araştırmaların yürütülmesi önerilmektedir.

### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

1. yazar %50
2. yazar %50

### Çatışma Beyanı

Yazarlar, çalışma konusunda görüş birliği göstermektedir.

## KAYNAKÇA

- Ashcraft, M. H. 1982. The development of mental arithmetic: A chronometric approach. *Developmental Review* 2 (3) (September): 213–236. [https://doi.org/10.1016/0273-2297\(82\)90012-0](https://doi.org/10.1016/0273-2297(82)90012-0)
- Berch, D. B. (2005). Making sense of number sense: Implications for children with mathematical disabilities. *Journal of learning disabilities*, 38(4), 333-339. <https://doi.org/10.1177/00222194050380040901>
- Bruner, J. (1997). Celebrating divergence: Piaget and Vygotsky. *Human development*, 40(2), 63-73. <https://doi.org/10.1159/000278705>
- Butterworth, B. (2018). *Dyscalculia: From science to education*. London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315538112>
- Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of child psychology and psychiatry*, 46(1), 3-18. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2004.00374.x>
- Büttner, G., & Hasselhorn, M. (2011). Learning disabilities: debates on definitions, causes, subtypes, and responses. *International Journal of Disability, Development and Education*, 58(1), 75–87. <https://doi.org/10.1080/1034912X.2011.548476>
- Case, R. (1998, April). A psychological model of number sense and its development. In *annual meeting of the American Educational Research Association, San Diego*.
- Dehaene, S. (2011). *The number sense*. Oxford University Press.
- Dehaene, S. (2003). The neural basis of the Weber–Fechner law: a logarithmic mental number line. *Trends in cognitive sciences*, 7(4), 145-147. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(03\)00055-X](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(03)00055-X)
- Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P., & Cohen, L. (2003). Three parietal circuits for number processing. *Cognitive Neuropsychology*, 20(3), 487–506. doi: 10.1080/02643290244000239
- Dehaene, S. (2001). Précis of the number sense. *Mind & language*, 16(1), 16-36. <https://doi.org/10.1111/1468-0017.00154>
- Frances, A., First, M. B., & Pincus, H. A. (1995). *DSM-IV guidebook*. American Psychiatric Association.: Psychiatric Pub Inc.
- Geary, D.C. (2006). Dyscalculia at an early age: characteristics and potential influence on socio emotional development. *Encyclopedia on Early Childhood Development*, 15, 1-4.
- Geary, D. C., & Hoard, M. K. (2005). Learning disabilities in arithmetic and mathematics. *Handbook of mathematical cognition*, Newyork: Psychology Press, 253-268. <https://doi.org/10.4324/9780203998045>
- 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., Hamson, C. O., & Hoard, M. K. (2000). Numerical and arithmetical cognition: A longitudinal study of process and concept deficits in children with learning disability. *Journal of experimental child psychology*, 77(3), 236-263.

- Geary, D. C., Hoard, M. K., & Hamson, C. O. (1999). Numerical and arithmetical cognition: Patterns of functions and deficits in children at risk for a mathematical disability. *Journal of experimental child psychology*, 74(3), 213-239. <https://doi.org/10.1006/jecp.2000.2561>
- Geary, D. C. (1995). Reflections of evolution and culture in children's cognition: Implications for mathematical development and instruction. *American psychologist*, 50(1), 24.
- Geary, D. C., Brown, S. C., & Samaranayake, V. A. (1991). Cognitive addition: A short longitudinal study of strategy choice and speed-of-processing differences in normal and mathematically disabled children. *Developmental psychology*, 27(5), 787. <https://doi.org/10.1037/00121649.27.5.787>
- Gersten, R., & Chard, D. (1999). Number sense: Rethinking arithmetic instruction for students with mathematical disabilities. *The Journal of special education*, 33(1), 18-28. <https://doi.org/10.1177/002246699903300102>
- Hain, L. A., Hale, J. B., & Kendorski, J. G. (2009). The comorbidity of psychopathology in cognitive and academic SLD subtypes. In S. G. Feifer & G. Rattan (Eds.), *Emotional disorders: A neuropsychological, psychopharmacological, and educational perspective* (pp. 199–225). School Neuropsych Press.
- Hanich, L. B., Jordan, N. C., Kaplan, D., & Dick, J. (2001). Performance across different areas of mathematical cognition in children with learning difficulties. *Journal of educational psychology*, 93(3), 615. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.93.3.615>
- Jordan, N. C., & Levine, S. C. (2009). Socioeconomic variation, number competence, and mathematics learning difficulties in young children. *Developmental disabilities research reviews*, 15(1), 6068. <https://doi.org/10.1002/ddrr.46>
- Jordan, N. C., & Hanich, L. B. (2003). Characteristics of children with moderate mathematics deficiencies: A longitudinal perspective. *Learning Disabilities Research & Practice*, 18(4), 213-221. <https://doi.org/10.1111/1540-5826.00076>
- Karande, S., & Kulkarni, M. (2005). Poor school performance. *The Indian Journal of Pediatrics*, 72(11), 961-967.
- Kirk, S. A., & Bateman, B. (1962). Diagnosis and remediation of learning disabilities. *Exceptional children*, 29(2), 73-78. <https://doi.org/10.1177/001440296202900204>
- Koontz, K. L. (1996). Identifying simple numerical stimuli: Processing inefficiencies exhibited by arithmetic learning disabled children. *Mathematical Cognition*, 2(1), 1-24. <https://doi.org/10.1080/135467996387525>
- Kucian, K., & von Aster, M. (2015). Developmental dyscalculia. *European journal of pediatrics*, 174(1), 1-13. <https://doi.org/10.1007/s00431-014-2455-7>
- Landerl, K., Bevan, A., & Butterworth, B. (2004). Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: A study of 8–9-year-old students. *Cognition*, 93(2), 99-125. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2003.11.004>
- Mabbott, D. J., & Bisanz, J. (2008). Computational skills, working memory, and conceptual knowledge in older children with mathematics learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 41, 15–28. <https://doi.org/10.1177/0022219407311003>

- Macke, T. J., & Case, D. A. (1998). Modeling unusual nucleic acid structures. <https://doi.org/10.1021/bk-1998-0682.ch024>
- Mazzocco, M. M., Devlin, K. T., & McKenney, S. J. (2008). Is it a fact? Timed arithmetic performance of children with mathematical learning disabilities (MLD) varies as a function of how MLD is defined. *Developmental neuropsychology*, 33(3), 318-344. <https://doi.org/10.1080/87565640801982403>
- Mercer, C. D., & Pullen, P.C. (2005). Students with learning disabilities (6th ed.). NJ: Pearson. <https://doi.org/10.4324/9780203837306>
- Moyer, R. S., & Landauer, T. K. (1967). Time required for judgements of numerical inequality. *Nature*, 215(5109), 1519-1520.
- Mussolin, C., Mejias, S., & Noël, M. P. (2010). Symbolic and nonsymbolic number comparison in children with and without dyscalculia. *Cognition*, 115(1), 10-25. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2009.10.006>
- Örgütü, D. S. (1992). ICD-10 Ruhsal ve davranışsal bozukluklar sınıflandırması, (Çev.F. Çuhadaroğlu ve ark.). Türkiye Sinir ve Ruh Sağlığı Derneği Yayınları.
- Öztürk, M., Durmaz, B., & Derya, C. A. N. (2019). Sayı konuşmalarının diskalkulik ortaokul öğrencilerinin sayı duyularına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 27(6), 2467-2480. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.3337>
- Passolunghi, M. C., & Siegel, L. S. (2004). Working memory and access to numerical information in children with disability in mathematics. *Journal of experimental child psychology*, 88(4), 348-367. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2004.04.002>
- 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>
- Robinson, C., Menchetti, B., & Torgesen, J. (2002). Toward a two-factor theory of one type of mathematics disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 17, 81-89. <https://doi.org/10.1111/1540-5826.00035>
- Rotem, A., & Henik, A. (2020). Multiplication facts and number sense in children with mathematics learning disabilities and typical achievers. *Cognitive Development*, 54, 100866. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2020.100866>
- Rousselle, L., & Noël, M.-P. (2007). Basic numerical skills in children with mathematics learning disabilities: A comparison of symbolic vs non-symbolic number magnitude processing. *Cognition*, 102(3), 361-395. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2006.01.005>
- Rubinsten O, Henik A (2009) Developmental dyscalculia: heterogeneity might not mean different mechanisms. *Trends Cogn Sci* 13(2):92-99 <https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.11.002>
- Rubinsten, O., & Henik, A. (2005). Automatic activation of internal magnitudes: a study of developmental dyscalculia. *Neuropsychology*, 19(5), 641. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.19.5.641>

- Shalev, R. S. (2004). Developmental dyscalculia. *Journal of child neurology*, 19(10), 765-771. <https://doi.org/10.1177/08830738040190100601>
- 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>
- Van der Sluis, S., De Jong, P. F., & Van der Leij, A. (2004). Inhibition and shifting in children with learning deficits in arithmetic and reading. *Journal of experimental child psychology*, 87(3), 239-266. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2003.12.002>
- Wong, T. T. Y., Ho, C. S. H., & Tang, J. (2017). Defective number sense or impaired access? Differential impairments in different subgroups of children with mathematics difficulties. *Journal of learning disabilities*, 50(1), 49-61. <https://doi.org/10.1177/0022219415588851>
- World Health Organization. (1992). *The ICD-10 classification of mental and behavioral disorders: Clinical descriptions and diagnostic guidelines*. Geneva, Switzerland.