



## BEBEKLİKTE OKUL ÇAĞINA SAYI GELİŞİMİ

NUMBER DEVELOPMENT FROM INFANCY TO SCHOOL AGE

### Makale Bilgisi

Türü: İnceleme makalesi

Gönderildiği tarih: 6 Mart 2024

Kabul edildiği tarih: 9 Mayıs 2024

Yayınlanma tarihi: 25 Haziran 2024

### Article Info

Type: Review article

Date submitted: 6 March 2024

Date accepted: 9 May 2024

Date published: 25 June 2024

### Anahtar Sözcükler

Sayı Gelişimi; Uzamsal Beceriler;

Dil Becerisi; Ebeveyn Girdisi

### Keywords

Number Development; Spatial

Abilities; Language Skills;

Parental Input

### DOI

10.33171/dtcfjournal.2024.64.1.30

### Hüseyin YALÇINER



Psikolog, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Psikoloji Bölümü, huseyin.yalciner@metu.edu.tr

### Tuğçe YALÇINKAYA



Psikolog, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Psikoloji Bölümü, tugce.yalcinkaya@metu.edu.tr

### Dilay Z. KARADÖLLER



Dr. Öğr. Üyesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Psikoloji Bölümü, dilayk@metu.edu.tr

### Öz

Bebeklikten okul çağına sayı gelişiminin, çocuğa dair ve çevresel birçok faktörden etkilendiği öne sürülmektedir. Bu faktörler, yaş, dil becerisi, uzamsal beceriler ve ebeveyn girdisi gibi başlıklarda incelenebilir. Bu derlemede öncelikle sayı gelişimi üzerine öne sürülmüş teorilerin ve bu teorileri destekleyen ampirik bulguların bir sentezi yapılarak devamında sayı gelişimi ile yakından ilişkisi olduğu bulunan uzamsal beceriler, dil becerileri ve ebeveyn girdisi gibi çocuğa dair ve çevresel faktörlerin incelenmesi yapılmıştır. Temel Bilgi Teorisi (İng. Core Knowledge Theory), insanların sayısallık ve geometri konusunda temel bilgilere doğuştan sahip olduğunu belirtir. Birçok çalışma doğuştan gelen sayısallık bilgisi bağlamında çeşitli ilkelere hemfikirdir. Okul öncesi dönemdeki sayı gelişimi, çocukların okul dönemindeki matematik başarılarının önemli bir yordayıcısıdır. Çeşitli çalışmalar yaşın sayı öğrenimindeki boyutlardan biri olduğunu ifade etmiştir. Yaşa ek olarak çocuğun uzamsal becerileri ve dil yetenekleri de ilerleyen dönemlerdeki matematik performansları ile ilişkisi olan önemli faktörlerdir. Çocuğa dair bu faktörlerin yanı sıra okul öncesi dönemdeki çocukların maruz kaldığı çevresel faktörlerin de sayı gelişimi konusunda önemli etkileri olduğu gösterilmektedir. Ev ortamında yapılan aktivitelerde (örn., kitap okuma, oyun oynama) sayılarla ilgili konuşmalara maruz kalmanın veya günlük aktivitelerde (örn., alışveriş) sayılar ve matematiksel kavramlar ile tanışmanın, çocukların güncel ve gelecek yıllardaki sayı gelişimi ile yüksek derecede ilişkili olduğu bulunmuştur.

### Abstract

Number development from infancy to school age is reported to be affected by many factors that are related to the child and the environment. These factors can be examined based on age, language skills, spatial abilities, and parental input. This review starts with synthesizing the theories on number development and the empirical findings supporting these theories, and then examines the child- and environment-related factors such as spatial abilities, language skills and parental input, which are closely related to number development. Core Knowledge Theory states that humans are innately endowed with basic knowledge of numeracy and geometry. Many studies agree on several principles in the context of innate understanding of numeracy. Number development in the preschool years is an important predictor of children's mathematics achievement in the school years. Various studies have stated that age is one of the dimensions of number learning. In addition to age, the spatial abilities and language skills of the child are also important factors that are related to their mathematical performance in the future. In addition to these factors that are related to the child, it has been shown that the environmental factors that preschool children are exposed to also have important effects on number development. Exposure to conversations about numbers in book reading or play activities in home environment or encountering numbers and mathematical concepts in daily activities such as during shopping is highly related to children's number development in current and future years.

## Giriş

Matematik becerileri hayatın birçok alanında yordayıcı bir etkiye sahiptir. Örneğin, erken matematik becerileri ilerleyen dönemlerdeki okul başarısını (Duncan vd., 2007), hayattan alınan tatmini ve hatta sosyoekonomik statüyü (Rittle-Johnson, Fyfe, Hofer ve Farran, 2017) etkileyen faktörlerdendir. Matematik becerileri okul çağı ile ilişkilendirilse de çocuklar çok erken yaşlardan itibaren matematiksel kavramlara (örn., sayılar) dair gelişim gösterirler (Fuson, Richards ve Briars, 1982; Lehl, Kluczniok ve Rossbach, 2016; Unutkan, 2007). Okul öncesi dönemi, çocukların temel kavramları öğrendiği ve bu kavramlara dair hızlı bir gelişim gösterdiği dönemdir (Uyanık ve Kandır, 2010). Aynı zamanda çocuklar çok erken yaşlardan itibaren matematik becerileri özelinde çeşitlilik gösterirler. Bu çeşitliliğe sebep olan birçok etmen vardır. Bunlar çocuğa dair faktörler ve çevresel faktörler olarak sınıflandırılabilir. Çocuğa dair faktörler incelendiğinde matematik becerileri ile yakından ilişkili olan bazı diğer beceriler ortaya çıkmaktadır. Çocukların matematik gelişimi incelendiğinde bu gelişimin dil ve uzamsal becerilerden bağımsız olmadığı, aksine bunlar ile sıkı bir paralellik gösterdiği görülmektedir (Geer, Quinn ve Ganley, 2019; Kyttälä, Aunio, Lepola ve Hautamäki, 2014). Diğer bir etmen olan çevresel faktörlerin temelinde de ebeveynlerin matematiğe karşı tutumu (örn., çocuklara yöneltilen matematiksel dil) ile ev ortamında gerçekleştirilen matematiksel kavramlara dair aktiviteler (örn., sayı sayma) yer alır. (örn., Gunderson ve Levine, 2011; Mix, Sandhofer, Moore ve Russell, 2012; Ramani, Rowe, Eason ve Leech, 2015; Salsa, Gariboldi ve Rodríguez, 2022). Bu makalenin ilk kısmında sayı gelişimindeki temel kavramların bir derlemesi yapıp ilerleyen kısımlarda da sırasıyla uzamsal beceriler ve dil becerilerinin matematik gelişimi ile olan ilişkisine dair bulgular incelenecektir. Makalenin son kısmında ise matematik gelişiminde ebeveyn girdisinin rolünü inceleyen çalışmaların bir derlemesi verilecektir.

Sayı gelişimi oldukça geniş bir kavram olmakla birlikte birçok değişken ile de yakından ilişkilidir. Bu derlemenin, sayı gelişimi özelinde sentezlediği temel kavram ve bulgular ile psikoloji ve eğitim bilimleri alanlarındaki bilgi birikimine katkı sağlaması ve bu alanlarda gerçekleştirilecek bilimsel ve sosyal çalışmalara ışık tutabilmesi ve ulusal alanyazına yön verebilmesi açısından önemli bir işlevi olacaktır. Güncel alanyazında sıkça karşılaşılan sayı gelişimi ile ilgili teori ve kavramların ulusal kaynaklarda yeterince yer almıyor olması bu derleme makaleyi gerekli kılmıştır. Son olarak makalenin tartışma kısmında çocukların sayı gelişimini

desteklemeye dair birtakım öneriler yapılmıştır. Bu öneriler, hem ebeveynleri hem de öğretmenleri bilimsel bilgiler ışığında yönlendirici niteliktedir.

### **SAYI GELİŞİMİNDE TEMEL KAVRAMLAR**

*Temel Bilgi Teorisine* göre (*İng.* Core Knowledge Theory, Spelke ve Kinzler, 2007) insanlar hareketli ve hareketsiz nesnelerin, sayısallığın ve geometrinin temel bilgilerine doğuştan sahiptirler. Doğuştan gelen sayısallık bilgisi bağlamında birçok çalışmanın uzlaştığı çeşitli ilkeler söz konusudur (örn., Gallistel ve Gelman, 1992; Izard ve Dehaene, 2008). Bunlardan ilki doğuştan sahip olunan sayı temsillerinin belirsizliğidir. Örneğin, “3” sayısının üç adet elmayı temsil ettiği doğuştan bilinmemektedir. Bu belirsizlik sayı değeri büyüdükçe doğrusal olarak artar. Diğer ilke, sayı temsillerimizin soyut kavramlara tekabül etmesidir. Bebekler çeşitli ses, eylem ya da nesne dizilerinin sayısallıklarını birbirinden ayırt edebilirler ve bu ayırım doğuştan sahip olunan sayı hissi (*İng.* number sense) sayesinde gerçekleşir (Xu, Spelke ve Goddard, 2005). Izard, Sann, Spelke ve Streri (2009) tarafından yapılan bir çalışmada yeni doğan bebeklerin sayı duyularını test edebilmek için bebeklere sabit duran 4 ila 18 nesnenin farklı lokasyon dizileri gösterilmiştir. Çalışmanın diğer aşamasında ise birbirinden farklı sayıda hece içeren ses uyaranları dinletilmiştir (örn., tu-tu-tu- ya da tuuuuuu-tuuuuuu). Çalışmanın sonuçları, daha fazla heceye sahip ses uyaranlarını dinleyen çocukların gördükleri nesne sayısı fazla olduğunda ekrana bakma sürelerinin daha uzun olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, bebeklerin bir nesnenin uzamsal ve işitsel özelliklerini soyut bir kavram olan çokluk algısı bağlamında ayırt edebildiklerini göstermektedir. Doğuştan sahip olduğumuz sayı temsillerinin son ilkesi ise insanların kesin karşılığını bilmedikleri sayı değerlerini birbirine ekleyip birbirinden çıkararak azlık çokluk kıyaslaması yapabilmeleridir. Pica, Lemer, Izard ve Dehaene (2004) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada herhangi bir matematik eğitimi almamış Munduruku kabilesi yetişkinleri ile Amerikalı okul öncesi çocukların doğuştan gelen sayı temsilleri araştırılmıştır. Bu bağlamda iki gruba da çeşitli sayılarda noktalar içeren iki büyük kümenin birbirine eklendiğini ve çıkarıldığını gösteren animasyonlar izletilmiştir. Sonrasında yeni bir nokta kümesi daha gösterilerek bu yeni kümenin ilk kümeden daha fazla olup olmadığı sorulmuştur. İki grubun da gösterilen yaklaşık sayı değerleri ile ekleme ve çıkarma yapabildikleri ve hangisinin daha fazla olup olmadığını gösterebildikleri bulunmuştur. Çalışmanın sonuçları, herhangi bir matematik eğitimi olmadığı durumlarda bile insanların doğuştan sahip olduğu sayısallık algısı sayesinde azlık-çokluk kıyaslaması yapabildiğini göstermektedir. Doğuştan sahip olduğumuz sayı

hissi bize okul döneminde de katkı sağlamaktadır (Çekirdekçi, Şengül ve Cihangir Doğan, 2016). Özellikle ilkokul döneminde de gelişmeye devam eden sayı hissi sayesinde öğrencilerin matematik dersi genel başarılarının yükseldiği görülmektedir. Sayı hissi, aynı zamanda matematiksel işlemlerde yeni stratejiler geliştirebilmeye ve sayıları daha esnek kullanabilmeye de olanak sağlamaktadır (örn., sayıları yuvarlayarak işlem yapmak, referans noktası belirleyerek küme büyüklüğü ile ilgili tahminde bulunabilmek) (Çekirdekçi vd., 2016).

Çocukların sayılarla olan ilişkisinin gelişimsel süreçleri de tartışılması gereken diğer bir önemli konudur. Alanyazındaki çalışmalar incelendiğinde çocuklar bilen-seviyelerine göre (*İng.* knower-levels) ayrılıp kategorilendirilebilir (Sarnecka, Kamenskaya, Yamana, Ogura ve Yudovina, 2007; Sarnecka ve Lee, 2009). Bu bağlamda çocukların *ön sayı bilen* (*İng.* pre-number knower), *bir bilen*, *iki bilen*, *üç bilen* ve bazı çocuklar için ise *dört bilen* şeklinde aşamalardan geçtiklerini söylemek mümkündür (Carey ve Sarnecka, 2006). Çocuklar yaklaşık 2;6 yaşında *bir bilen* olabilirken 3 ila 3;6 yaşında *iki bilen* seviyesine ulaşırlar. Birçok çocuk 3;6 ila 4 yaş aralığında *üç bilen* seviyesine gelebilir ve “bir”, “iki” ve “üç” sayı kelimelerine karşılık gelen uygun nesne sayılarını gösterebilirler (Sarnecka vd., 2007). Çocukların sayı gelişimlerindeki en önemli atılım saymanın temel prensibini öğrendiklerinde gerçekleşir. Çocuklar bir dizi ögeyi sayarken söyledikleri son sayı kelimesi nesnelere kümesinin içerdiği nesne sayısına denktir ve buna “kardinalite” (*İng.* cardinality) ismi verilmiştir (örn., 1’den 5’e kadar sayabilen bir çocuğa 5 adet elma gösterip burada kaç tane elma var dediğimizde elmaların sayısını söyleyemiyor ise o sayının kardinal bilgisine sahip değildir). Çocukların kardinal ilkesini edinme süreçlerine dair Ceylan ve Aslan tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada (2018) 3 ila 6 yaş arasındaki 100 çocuğun kardinal sayı edinimleri incelenmiştir. Sonuçlar, bu çocukların %60’ının kardinal ilkesine hâkim olduğunu gösterirken bu ilkenin edinildiği yaş ortalamasının 4;6 ila 5 aralığında olduğu gösterilmiştir. Buna ek olarak kardinal sayı ediniminin 3,5 ila 4 yaş aralığında önemli bir artış gösterdiği vurgulanmıştır. *Sayma Prensipli Teorisine* göre çocukların doğru bir şekilde saymayı öğrenebilmeleri için *kardinallik* ilkesine hâkim olmaları gerekir (Gelman ve Gallistel, 1978). Bu temel ilkeyi öğrenen çocuklar *kardinal bilenler* olarak adlandırılırlar. Bu aşamaya geçen bir çocuk “bir”, “iki”, “üç” ve çoğunlukla “dört” kelimelerinin anlamlarını belirli bir zaman içerisinde ve sırasıyla öğrenmesine rağmen bu temel ilkeyi bilişsel anlamda kavramış olması sayesinde “beş” ve daha yüksek sayı belirten kelimelerin anlamlarını tek seferde öğrenmeye başlar (Sarnecka ve Lee, 2009). Bu bulguları değerlendirdiğimizde

çocukların sayı gelişimlerinde erken sayma becerilerinin önemli bir faktör olduğunu söyleyebiliriz.

Gelman ve Gallistel'e (1978) göre çocukların doğru bir sayma gerçekleştirebilmeleri için *kardinallik* ilkesine ek olarak *birebir eşleme* (İng. one-to-one correspondence) ve *sabit sıra* (İng. stable-order) ilkelerini de edinmeleri gerekmektedir. Birebir eşleme ilkesine göre çocuktan saydığı her nesneyi bir sayı sözcüğü ile eşleştirmesi beklenir. Çocuktan üç nesne istediğimizde bir nesneyi saymayı unutursa ya da bir tanesini iki kez sayarsa bu durumda birebir eşleme ilkesine uyulmamış olur ve doğru bir sayma işlemi gerçekleşmez. Son olarak sabit sıra ilkesine göre çocuğun bir sayı dizisini tüm sayma bağlamlarında tutarlı bir şekilde kullanabilmesi beklenir. Örneğin, çocuk 1'den 10'a kadar sayarken herhangi bir sayıyı söylemediğinde ya da bazı sayıları atladığında bu ilkeye uygun davranmamış olur ve doğru bir sayma gerçekleşmez (örn., 1-2-3-4-6-7-9-10 gibi 5 ve 8 sayılarının atlanarak sayıldığı bir durum). Gelman ve Gallistel'e göre (1978) ancak bu üç kural doğru bir şekilde uygulandığında çocuğun nasıl sayması gerektiğini öğrendiği söylenebilir. Olkun ve arkadaşları (2013) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada 5-7 yaş arasındaki çocukların sayma ilkelerini nasıl uyguladıkları incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda çocukların kardinal değer anlaşılmaya, sözel sıralı sayma ve birebir eşleme gelişiminden daha sonra hâkim oldukları bulunmuştur. Bu ilkelerin ediniminin yaş ile birlikte değiştiği bulunurken kardinallik ilkesinin diğer ilkelere kıyasla daha az gelişmiş olduğu vurgulanmıştır.

Okul öncesi dönemde sayma becerisinin gelişimi çocukların okul dönemindeki matematik başarılarının önemli bir yordayıcısıdır (örn., Aunola, Leskinen, Lerkkanen ve Nurmi, 2004; Demir-Lira, 2016; Koponen, Aunola ve Nurmi, 2019). Örneğin, Koponen ve diğerlerinin (2019) yaptığı çalışmada 5 ve 6 yaşındaki çocukların ileriye doğru, geriye doğru ve belirli bir aralıktaki sayıları sözel olarak sayma becerilerinin onların ortaokul dönemindeki matematik performanslarını yordadığı bulunmuştur. Benzer bir sonuç Aunola ve diğerleri (2004) tarafından gerçekleştirilen boylamsal bir çalışmada da gözlemlenmiştir. Bu çalışmada çocukların sayma becerileri ve matematik performansları okul öncesi dönemden ilkokul dönemine kadar altı kez ölçülmüştür. Sonuçlar, okul öncesi dönemde çocukların sayma becerileri ne kadar iyiye ilkokul döneminde de temel matematiksel kavram bilgilerini (örn., çeşitlik, azlık, çokluk, toplama ve çıkarma) anlamada ve matematiksel problemleri (örn., Yedi tane mumun var. Üç tane daha aldın. Şimdi kaç tane mumun var?) çözmeye daha başarılı olduklarını gösterir. Bu bulgular, *Strateji Seçeneği Modeli* (İng. Strategy

Choice Model) bağlamında açıklanabilir (Siegler, 1988). Bu modele göre çocuklar günlük hayatta karşılaştıkları aritmetik problemleri çözebilmek için sıklıkla saymaya dayalı stratejiler kullanırlar. Sayma becerileri gelişmiş çocuklar, karşılaştığı problemleri tutarlı bir şekilde doğru çözmeye başlarlar. Bu çözümler aynı zamanda benzer bir problemle tekrardan karşılaşıldığında çocuğun vereceği cevapların daha tutarlı olmasını sağlamaktadır. Öte yandan yeterince gelişmemiş sayma becerilerine sahip olan çocuklar probleme sıklıkla yanlış cevaplar verirler. Bu durum problemlere verilen cevapların tutarsızlığına ve bu tutarsızlık da ilerleyen zamanda karşılaşılan aritmetik problemlerde tekrar hata yapılmasına sebebiyet verir.

Çocukların ilerleyen dönemlerdeki matematik performanslarını etkileyen diğer önemli faktörler de uzamsal becerileri ve dil gelişimleridir.

### **UZAMSAL BECERİLER VE SAYI GELİŞİMİ İLİŞKİSİ**

Uzamsal beceriler, çocukların çevrelerindeki nesnelere görselleştirebilmelerini ve bu nesnelere şekilsel ve konumsal özelliklerini algılayabilmelerini sağlar (Verdine, Golinkoff, Hirsh-Pasek ve Newcombe, 2017). Bu özellikleri anlamak, nesnelere dair zihinsel temsiller oluşturmaya ve içerisinde bulunduğumuz dünyayı daha iyi anlamaya yardımcı olur. Linn ve Petersen (1985), uzamsal algı, zihinsel döndürme ve uzamsal görselleştirme olmak üzere üç farklı uzamsal beceri tanımlamıştır. Uzamsal algı kişinin uzamsal ilişkileri kendi yönelimine göre algılaması anlamına gelir (örn., eğimli bir şişeye yatay bir çizgi çekmek kişinin kendi uzamsal algısına göre gerçekleştirebileceği bir durumdur). Zihinsel döndürme ise 2 ve 3 boyutlu nesnelere zihinsel olarak döndürebilme yeteneğini kapsar (örn., farklı yöne döndürülmüş bir nesneyi zihinde çevirerek uygun boşluğu bulabilmek). Son olarak uzamsal görselleştirme yeteneği daha karmaşık aşamalardan geçmiş bir nesnenin uzamsal bilgilerini işleyebilmek olarak tanımlanabilir (örn., katlanmış kâğıttan bir prizmanın açıldığında nasıl görüneceğini gösterebilmek) (Zhang vd., 2014).

Uzamsal becerilerin, çocukların okula hazırlık süreçlerinde ve gelecekte STEM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) (*İng.* Science, Technology, Engineering, and Mathematics) alanlarında başarılı olabilmesini kolaylaştırabilecek önemli bir faktör olduğu düşünülmektedir (Wai, Lubinski ve Benbow, 2009). Bu becerilerin matematik performansımızı nasıl geliştirdiği ile ilgili çok çeşitli çalışmalar vardır. Winter, Marghetis ve Matlock' a (2015) göre insanlar soyut kavramları daha kolay kavrayabilmek için somut görselleştirmelere ihtiyaç duyarlar. Bir prizmanın tüm kenar ve köşelerini soyut bir şekilde düşünmek, o prizmanın somut hali elimizde olduğunda çok daha kolaylaşır. Uzamsal becerilerimiz ise bu somutlaştırma

becerimize oldukça katkı sağlar. Uzamsal becerilerimiz iyi bir seviyede olduğunda matematiksel sembolleri (örn., “+”, “-“, “=”, “>”, vb.) ve geometride kullanılan karmaşık matematiksel ifadeleri kavramak daha kolay olur (Mix vd., 2016). Casey ve diğerlerinin (2015) yaptığı boylamsal bir çalışma sonucunda çocukların birinci sınıftaki uzamsal becerileri ile beşinci sınıftaki analitik temelli matematik problemlerini çözebilme yetenekleri arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Uzamsal becerileri güçlü olan çocuklar matematiksel problemlerdeki ifadelerin, sembollerin ya da sayıların zihinsel temsillerini daha etkili bir şekilde oluşturabildikleri için bu problemleri uzamsal bir düzlemde oturabilirler (örn., matematiksel denklem düzleminde hangi sayının ne tarafta bulunması gerektiği, sembollerin nerede bulunması gerektiği gibi) (Mix ve Cheng, 2012). Tıpkı sayı yeteneklerinde olduğu gibi okul öncesi dönemdeki uzamsal beceriler de çocukların ilerleyen dönemlerdeki matematik başarılarında önemli bir rol oynar (Casey vd., 2015; Mix ve Cheng, 2012). Okul öncesi dönemdeki çocuklar uzamsal becerilere dayanan birçok oyun oynar ve aktivite yapar (örn., yapboz ya da lego aktiviteleri esnasında nesnelerin geometrik şekillerini anlayıp birleştirebilmek) (Satlow ve Newcombe, 1988). Bu aktiviteler onların uzamsal gelişimleri için katkı sağlayabilecek aktivitelerdir.

Her ne kadar sayı gelişimi ve uzamsal beceriler çocukların matematik performanslarını etkileyen iki ayrı faktör olarak değerlendirilse de sayı ve uzam arasında oldukça yakın bir ilişki vardır. Bir sayı doğrusunu düşündüğümüzde sayıların bir düzlemde soldan sağa doğru yerleştirildiklerini ve soldaki sayılar daha küçükken sağdaki sayıların daha büyük olduğunu söyleyebiliriz. Benzer şekilde sayılar zihnimizde tıpkı sayı doğrusunda olduğu gibi yatay bir şekilde temsil edilir (Dehaene, Bossini ve Giroux, 1993). Sayıların zihinsel temsillerini anlayabilmek için gerçekleştirilen bir çalışmada katılımcılara çeşitli sayıların tek mi çift mi olduğu sorulmuş ve cevaplarına göre sağ ya da sol taraflarındaki butonlara basmaları istenmiştir. Bu çalışmadan çıkan sonuç ise sorulan sayı büyük olduğunda katılımcıların sağ taraflarındaki butona basarak verdikleri cevap daha hızlıken sorulan sayı küçük olduğunda bu sefer sol taraflarındaki butona basarak daha hızlı cevap verdikleridir (Dehaene vd., 1993). *Tepki Kodlarının Mekânsal-Sayısal İlişkisi* (İng. Spatial-Numerical Association of Response Code, SNARC) etkisi olarak adlandırılan bu bulgu sayesinde zihinsel sayı temsillerinin küçük sayıların sol tarafta, büyük sayıların ise sağ tarafta olacak şekilde yatay bir düzlemde dizildiği gösterilmiştir. Bu bağlamda sayıların temsillerinde sayılar ile yer-yön (sağ, sol) arasında oldukça yakın bir ilişki bulunmaktadır.

Alanyazında bu bulguyu destekleyen teoriler mevcuttur. Bu teorilerden birisi Walsh tarafından 2003 yılında öne sürülmüş *Büyüklik Teorisi*'dir (İng. A Theory of Magnitude, ATOM). Bu teori büyüklük kavramının beynin sadece tek bir bölgesinde temsil edilmediğini, aksine ortak nöral kaynaklara sahip bölgelerin etkileşiminden ortaya çıkan bir alan-genel büyüklük sistemi (İng. domain-general magnitude system) olduğunu savunmuştur. Aslında görünüşte farklı olan uzam ve sayı kavramlarının beyinde farklı bölgelerin etkileşiminden oluşan bir büyüklük sisteminde işlendiğini öne süren Walsh (2003), uzunluk, alan, hacim, sayısallık gibi hem uzamsal hem de sayısal kavramları bu büyüklük sistemine dahil etmiştir. Bu bağlamda sayı ve uzamın aynı sistem içerisinde işlenmesinin “azlık”, “çokluk” kavramlarının algılanmasında uyarlanabilir (İng. adaptive) bir fayda sağladığından bahsedilmiştir. Bu uyarlanabilir faydanın insan ve insan olmayan canlıların temel aksiyonlarında (“kavramak”, “fırlatmak”, “işaret etmek” veya “koşmak” gibi) gözlemlenebileceği vurgulanmıştır (Winter vd., 2015). Örneğin, yapılan bir çalışmada (Andres, Pesenti, Davare ve Olivier, 2004) katılımcılardan parmaklarını belirli bir genişlikte açarak (İng. Grip opening vs. Grip closure) bir nesne kümesine doğru uzanmaları ve o nesne kümesini kavramaları istenmiştir. Katılımcıların uzandıkları nesne kümesinin sayısı daha fazla olduğunda ellerini daha geniş açtıkları, bu nesne kümesinin sayısı daha az olduğunda ellerini daha dar açtıkları ortaya konulmuştur. Sayısallık ve motor hareketleri arasındaki yakın ilişkiyi gösteren bu çalışmayı takiben nesnelere kümesinin daha yakına yerleştirildiği bir çalışma yürütülmüştür. Sonuçlar, nesne kümesi daha yakın olduğunda sayılarından bağımsız katılımcıların ellerini daha dar açtıklarını göstermiştir (Andres, Ostry, Nicol ve Paus 2008). *Büyüklik Teorisi*ni destekleyen bu çalışma sayesinde sayı ve uzamın bu büyüklük sistemi içerisinde işlenmesinin temel motor hareketlerimizdeki uyarlanabilir faydası açıkça gözükmemektedir. Diğer bir yandan *Kavramsal Metafor Teorisi* (İng. Conceptual Metaphor Theory, CMT), uzam ve sayı arasındaki yakın ilişkinin dil üzerinde gösterilebileceğini ve sayısal kavramlardan bahsederken uzamsal metaforlardan sıklıkla faydalandığımızı savunur (Lakoff ve Johnson, 1980). Örneğin, her ne kadar soyut bir sayı ya da sayı büyüklükleri anlamsal olarak herhangi bir yükseklik içermese de özellikle İngilizcede sayı büyüklüklerinden bahsederken sıklıkla yüksek (İng. high) ya da düşük (İng. low) kelimeleri kullanılır (Lakoff ve Johnson, 1980). Dilsel metaforlar olarak bahsedilen bu uzamsal kavramlardan sayıları ve aritmetiği anlamlandırmak için yararlanırız (Winter vd., 2015). Bu metaforlardan bazıları şunlardır: “*more is up*” (fazla olan yukarıdadır), “*numbers are locations on a path*” (sayılar bir yol üzerindeki noktalardır) ve “*arithmetic is motion along a path*” (aritmetik



bir yol boyunca harekettir) (Lakoff ve Núñez, 2000). *Fazla olan yukarıdadır* metaforunu yukarıda da örneğini verdiğimiz gibi sayı büyüklüklerini kıyaslamak için kullanırız (örn., İngilizcede *beş dörtten büyüktür* dediğimizde *five is higher than four* deriz). Bu metafor sayı büyüklüklerini uzamsal olarak dikey konumlar yardımıyla kavramsallaştırdığımızın bir göstergesidir. Ek olarak *sayılar bir yol üzerindeki noktalar* metaforu zihinsel sayı temsillerimizle, yani küçük sayıların sol tarafta, büyük sayıların sağ tarafta konumlanması (Dehaene vd., 1993) ile aynı görüşü paylaşmaktadır. *Aritmetik bir yol boyunca harekettir* metaforu ise aritmetikte sıklıkla kullanılan toplama ve çıkarma işlemlerinin kavramsallaştırılmasının sırasıyla sağ tarafa ve sol tarafa doğru uzamsal bir hareket içerdiğini vurgulamaktadır. Tüm bu metaforlarda öne çıkan ortak nokta, sayıları ve matematiği anlamaya çalışırken uzamsal kavramların (yer-yön, konum, vb.) kolaylaştırıcı etkisidir (Lakoff ve Núñez, 2000).

Son olarak yukarıda özetlenen teoriler uzam ve sayı arasındaki yakın ilişkiye farklı açılardan yaklaşımlar dahi iki teori de bu yakın ilişkiye dair somut veriler sunmaktadır. *Büyüklik Teorisi* büyüklük içeren kavramlara (sayısallık, uzunluk, hacim, vb.) dair bilişsel süreçlerin beynin farklı bölgelerinde aynı nöral kaynaklara sahip kısımlarının etkileşimi ile ortaya çıktığını söyler ve bu etkileşimin evrimsel açıdan insan ve insan olmayan canlıların temel motor hareketlerinde uyarlanabilir bir katkısı olduğunu belirtir. *Kavramsal Metafor Teorisi* ise bilişsel altyapımızın uzamsal temellere dayandığını ve sayısal ya da aritmetiksel kavramları bu temelden ortaya çıkan metaforlar sayesinde anlayabildiğimizi öngörür. Bu metaforları ise günlük hayattaki dilimize entegre ettiğimizi savunur. Bu iki teori, sayı ve uzam arasındaki karmaşık ilişkinin nasıl gerçekleştiğine yönelik bir fikir sunabilmesi açısından oldukça değerlidir.

### **DİL BECERİLERİ VE SAYI GELİŞİMİ İLİŞKİSİ**

Çocukların sözel sayı becerilerini matematiksel performanslarından bağımsız değerlendirmek mümkün değildir. İlk bölümde de bahsedildiği üzere çocukların sözel sayı becerileri ile matematiksel performansları arasında pozitif bir ilişki mevcuttur (Aunola vd., 2004; Koponen vd., 2019). Benzer şekilde 3-4 yaş grubu çocukların, tek bir müdahale programında birçok kelime öğrenebildiği ve bunları anlamına uygun olacak şekilde kullanabildiği gösterilmiştir (Bloom ve Markson, 1997). Çocukların bu dönemdeki kelime dağarcıklarındaki hızlı artış onların sayı gelişimlerinde de ilerleyebilmesini sağlar. Bir derleme çalışmasında sözlü anlama becerisi ile alıcı ve ifade edici kelime bilgisinin, okul öncesi çocukların sayısal bilgileri ile güçlü bir

ilişkiye sahip olduğu vurgulanmıştır (Peng vd., 2020). Ek olarak fonolojik farkındalık, sözel akıl yürütme ve dinlediğini anlama; çocukların erken dönemdeki aritmetik becerileri ve okul dönemi matematik performansları ile ilişkili bulunmuştur (LeFevre vd., 2010). Bu bağlamda okul öncesi dönemdeki çocukların genel dil becerilerinin onların sayı becerilerini ve okul dönemi matematik çıktılarını yordadığını söylemek mümkündür. Genel dil becerileri dışında bazı özel kelimelerin anlamlarına (örn., “az”, “çok”, “büyük”, “küçük” gibi niceliksel ve “önünde”, “arkasında”, “üstünde” gibi mekânsal) hâkim olmak da çocukların matematik becerileri için oldukça kritiktir (Turan ve De Smedt, 2022). Tüm bu bulguları değerlendirdiğimizde çocukların sayı gelişimi ve matematik performanslarını onların dil becerilerinden ayrı tutmamak gerektiğini ve dil becerilerinin oldukça önemli bir yordayıcı faktör olduğunu söylemek mümkündür. Aynı zamanda çocukların ilk olarak 2 yaşında “bir” sayısını öğrendiklerinden ve sonrasında zaman içerisinde “iki”, “üç” şeklindeki örüntüyü takip ederek sayıları öğrendiklerinden bahsetmiştik. Wynn’e göre (1992) bu öğrenme sürecinde çocuklar sayma işleminin mantığını ve amacını anlamaya çalışırlar ve günlük hayatlarında sayma pratiğini sıklıkla kullanırlar. Bu bağlamda erken yaştaki sayma becerilerinin nasıl geliştirilebileceği tartışılması gereken bir konudur.

### **MATEMATİK GELİŞİMİNDE EBEVEYN GİRDİSİNİN ROLÜ**

Erken yaştaki sayma becerileri çocukların ilerleyen yaşlardaki matematik performansları için oldukça önemlidir (Aunola vd., 2004; Demir-Lira, 2016; Koponen vd., 2019). Yapılan araştırmalar, çocukların küçük yaşlardan itibaren matematiksel kavramlar ve süreçlerle ilgili matematiksel becerilerini ve yeterliliklerini geliştirmeye başladığını göstermiştir (MacDonald ve Murphy, 2021). Çocukların okul öncesi dönemde gerçekleştirdikleri matematik içerikli etkinlikler, onların matematiksel kavramları öğrenmelerinde ve problem çözme becerilerinin gelişiminde etkili olduğu bilinmektedir (Uyanık ve Kandır, 2010). Ebeveyn girdisi de çocukların okul çağındaki başarısını yordayan etmenlerdendir (Keçeli-Kaysılı, 2008).

Ebeveynlerin konuşma öncesi aşamadaki (*İng.* preverbal stage) sayısal girdilerinin çocukların sayı gelişimlerine nasıl bir etkisi olduğu pek bilinmemektedir (Goldstein, Cole ve Cordes, 2016). Ancak bazı araştırmalar (örn., Gunderson ve Levine, 2011; Ramani vd., 2015) okul öncesi çocukların ev ortamında sayılara dair konuşmalara maruz kalmasının sayma becerileri kazanmasında önemli bir rol oynayabileceğini göstermektedir. Örneğin, Gunderson ve Levine (2011), ebeveynlerin 14 ila 30 ay aralığındaki çocuklarıyla konuşurken küçük (1-3) ya da büyük (4-10) set objelerin sayıları üzerinden verdikleri sayı girdisini incelemiştir. Çalışmanın

devamında çocuklar 46 aylıkken kardinallik bilgisi ölçen bir test uygulanmış ve (X'i İşaret Et Görevi; *İng.* Point-to-X Task) ebeveynlerin sayı girdisinin çocukların sayı gelişimlerinde önemli bir yordayıcı olduğunu göstermişlerdir. Benzer şekilde Ramani ve diğerlerinin (2015) 3-5 yaş aralığındaki çocuklar ile gerçekleştirdiği çalışmada ise matematik aktiviteleri esnasında aileler tarafından kullanılan matematiksel dilin (örn., basit toplamları ya da matematik işlemlerini tartışmak) çocukların temel sayı bilgilerini geliştirdiği görülmüştür. Bu iki çalışmada da ebeveynlerin büyük sayı setleri (4-10) için kullandığı sayı (örn., çocuk 4 bateri bageti tutarken “4 baget!” demek) ve daha ileri seviye matematik kavramları (örn., kardinallik ve sıralı sayılar) girdilerinin okul öncesi çocukların bu kavramlara aşinalığını arttırdığı ve bu girdilerin çocukların erken matematik gelişimlerine katkı sağladığı vurgulanmıştır.

Okul öncesi dönemdeki çocuklara ebeveynlerin dil girdisi verme fırsatlarından bir diğeri de kitap okuma aktivitesidir (Mix vd., 2012). Kitap okuma aktivitelerinin çocukların dil gelişimlerinde, özellikle kelime dağarcıkları ve anlama becerileri noktasında önemli katkıları bulunmaktadır (Hargrave, Sénéchal, 2000; Jordan, Snow ve Porche, 2000). Buna ek olarak bu aktiviteler çocukların matematiksel ifadelerin anlamlarını öğrenebilmelerini kolaylaştırması açısından da önemlidir (Anderson, Anderson ve Shapiro, 2005). Dil ve sayı becerilerinin gelişiminin birbirleriyle yakından ilişkili olduğunu belirtmiştik (Gunderson ve Levine, 2011; Ramani vd., 2015). Ebeveynlerin çocukların dil ve/veya sayı becerilerinin gelişimine verdiği önem her iki becerinin gelişimini de etkilemektedir (örn., Ertürk Kara, 2019). Ancak ebeveynler konuşma öncesi dönemdeki çocuklarının sayısallık gibi soyut kavramları anlayamayacağını düşündüğü için kitap okuma aktivitelerinde sayı girdisi oldukça az gözlemlenmektedir (Goldstein vd., 2016). Goldstein ve diğerlerinin (2016) gerçekleştirdiği çalışmada ebeveynlerin 5 ila 10 ay aralığındaki çocuklarına daha çok sayma bilgisi içermeyen kitapları okumayı tercih ettikleri bulunmuştur. Diğer bir yandan ebeveynlerin bu kitapları okurken kullandıkları kendiliğinden ifadelerin (*İng.* spontaneous utterances) bazılarında sayısal ifadelerin de yer aldığı gözlemlenmiştir. Bu gözlem, 1 yaşından küçük çocukların bile kitap okuma aktivitesi esnasında sayılara dair konuşmalara maruz kalabileceğini göstermektedir. Salsa ve diğerleri (2022) 2;6 ve 4 yaşlarındaki çocukların anneleri ile birlikte sayfalarında farklı sayıda hayvan resimleri içeren bir sayma kitabını okumalarını incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda annelerin sayı girdisinde çocukların yaşının ve sayı setinin büyüklüğünün etkili olduğu görülmüştür. Annelerin büyük çocuklara (4 yaş) küçük çocuklara kıyasla (2;6 yaş) daha fazla sayı girdisi verdiği izlenmiştir. Ayrıca anneler ve çocukların küçük sayı setleri (1-3 sayılı nesnelere, örn., 2 aslan veya 3 tavuk)

hakkında orta (4-6 sayılı, örn., 5 balık) ve çok (7-9 sayılı, örn., 7 kedi) sayılı nesnelere kıyasla daha çok konuştuğu da bulgular arasındadır.

Uscianowski, Almeda ve Ginsburg'un (2020) gerçekleştirdiği çalışmada ise ebeveynlerin 3;6-4;6 yaş çocuklarına hikâye kitabı okuma esnasında sayılar ve geometrik şekiller üzerine konuşmaları incelenmiştir. Aynı zamanda ebeveynlerden çocuklarının sayılar ve geometrik şekiller konusunda ne kadar yetkin olduklarını puanlamaları istenmiştir. Çalışmanın sonucunda ebeveynlerin çocuklarına hikâye kitabı okuma esnasında geometrik şekiller ve sayılar hakkında sordukları soruların karmaşıklığının, çocuklarının bu alanlardaki yetkinliklerini nasıl algıladıklarına göre değiştiği bulunmuştur. Çocuğunun geometrik şekiller ve sayılar üzerinde yetkin olduğunu düşünen ebeveynlerin çocuklarına daha karmaşık sorular sormayı tercih ettiği gözlemlenmiştir. Bu bulgu ebeveynlerin hikâye kitaplarındaki içerikleri kullanarak çocuklarının seviyesine uygun olacak şekilde onları desteklemeyi amaçladıklarının bir göstergesidir.

Matematik dili sadece sayısal kelimelerden değil aynı zamanda nicel (örn., az veya çok) ve uzamsal (örn., yukarıda veya yakın) kelimelerden de oluşmaktadır. Bu kelimeleri günlük hayatta anlamına uygun olacak şekilde kullanabilmek sahip olunan matematiksel dilin gelişimi için oldukça önemlidir (Turan ve De Smedt, 2022). Anderson ve diğerlerinin (2005) gerçekleştirdiği çalışmada *Swimmy* ve *Mr. McMouse* isimli iki hikâye kitabının ebeveynler tarafından çocuklarına okunması istenmiştir. Sonuçlar, "büyük", "küçük", "altı", "çok" ya da "şekil" gibi kelimeler bu hikâye kitaplarında belirli bir bağlamda bahsedildiğinde çocukların bu kelimelerin anlamlarını edinebildiğini göstermiştir. Matematiksel dil gelişimi ilerleyen yıllardaki matematik becerilerinin de bir göstergesi (Purpura ve Reid, 2016; Toll ve Van Luit, 2014a; Toll ve Van Luit, 2014b) olduğu için oldukça önemlidir. Bu bağlamda ebeveynlerin okul öncesi dönemde çocukların matematiksel dil gelişimini destekleyici aktiviteleri yapma sıklığı ve bu aktivitelerin içeriksel yoğunluğu çocukların okul dönemindeki matematik başarısının önemli bir yordayıcısıdır. Örneğin, anaokulu, 1. ve 2. sınıf öğrencileri ve ebeveynlerinin yer aldığı bir çalışmada ebeveynlerin ev içinde gerçekleştirdiği matematiksel aktiviteler (aritmetik içerikli etkinlikler ve sayıları isimlendirme/tanımlama etkinlikleri) incelenmiştir (LeFevre vd., 2009). Sonuçlar, aritmetik içerikli aktivitelerin yaşa göre pek değişmediğini ancak sayıları isimlendirme ve tanımlama aktivitelerinin küçük çocuklarla büyük çocuklara kıyasla daha sık yapıldığını göstermiştir.

Sonuç olarak ebeveynler tarafından çeşitli aktiviteler sırasında (örn., kitap okuma ve ev ortamında gerçekleştirilen matematiksel aktiviteler) kullanılan genel ve matematiksel dilin çocukların sayı gelişimlerinde önemli bir rol oynadığı açıkça gözükmemektedir. Yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde ebeveynlerin çocuklarının seviyelerine göre bir dil benimsediği vurgulanmıştır. Bu noktada ebeveynlerin çocukların matematik alanındaki yeterliliklerini azımsadıkları ve bu alanda daha çok bilgilendirmeye ihtiyaç duyulabileceği söylenebilir.

Kullanılan matematik dilinin ve okuma aktivitelerinin yanı sıra çevresel faktörler de (ev ve okul ortamında yapılan diğer oyun bazlı aktiviteler) çocukların sayı gelişimi için oldukça önemlidir. Uyanık ve Kandır (2010) çocukların günlük aktiviteler sırasında da matematik içerikli kavramlar ile karşılaşarak matematik becerilerini geliştirdiğini belirtmektedir. Benzer şekilde, Hanner, Braham, Elliott ve Libertus (2019), 2-5 yaş arası çocuklarla ebeveynlerinin matematik ile ilgili konuşmalarını incelemiştir. Bu çalışmada ebeveyn-çocuk ikilisini doğal bir ortamda test etmek amacıyla bir market alışverişi tasarlanmış ve bu alışveriş için üç durum (temel durum, matematik işaretleri durumu, genel dil işaretleri durumu) yaratılmıştır. Tüm durumlarda teşvik edici ortak bir çevresel işaret olması amacıyla marketin girişinde “Çocuklarınızla sohbet etmek onların okula hazırlık süreçleri için önemlidir.” yazmaktadır. Marketin içerisinde ise temel durumda herhangi bir işaret kullanılmazken diğer durumlarda sırasıyla matematik işaretleri ve genel dil işaretleri olmak üzere ekstra işaretler yerleştirilmiştir. Matematik işaretleri “*Haftada ne kadar süt içersin?, Bu kartonda kaç tane yumurta vardır?*” gibi matematiksel kavramlara dair konuşmayı teşvik edici işaretlerden oluşmaktadır. Genel dil işaretlerinde ise herhangi bir matematik bilgisi içermeyen “*Süt içmek neden faydalıdır?, En sevdiğin sandviç çeşidi nedir?*” gibi genel bilgilere dair kavramlarla ilgili konuşmayı teşvik edici işaretler bulunmaktadır. Sonuçlar, matematik işaretlerinin kullanıldığı gruptaki yetişkinlerin, demografik özelliklerinden bağımsız, matematik hakkında en sık konuşan grup olduğunu göstermiştir. Araştırmacılar günlük hayattaki çevresel faktörlerin matematikle ilgili konuşmaları teşvik edebileceği ve dolaylı olarak çocuklara matematiğe maruz kalma fırsatı sağlayabileceği sonucuna varmıştır. Benzer şekilde Karakuzu ve Koçyiğit (2016), okul öncesi çocuklarının evde ebeveynleri ile oynadıkları sayı içerikli oyunların onların matematik gelişimlerini desteklediğini ve ilkokula hazırlık süreçlerine katkı sağladığını vurgulamıştır.

Matematik girdisinde bireysel farklılıklar da mevcuttur. Yukarıda bahsedilen Uscianowski ve diğerlerinin (2020) çalışmasının bir diğer bulgusu, ebeveynlerin hikâye kitabı okuma esnasında erkek çocuklarına kız çocuklarına kıyasla daha karmaşık sorular sorduğudur. Chang, Sandhofer ve Brown (2011) tarafından yürütülen çalışmada da annelerin kız çocuklarıyla kıyaslandığında erkek çocuklarıyla konuşurken nesnelere belirtmek için kardinal sayıları daha sık kullandıkları bulunmuştur (örn., “Bak burada dört tane boya kalemi var!”). Çalışmaya katılan ebeveynler sayısal ifadeleri 20-27 ay aralığındaki erkek çocuklarına kız çocuklarına göre daha fazla kullanmaktadır. Kız ve erkek çocuklarının matematik alanındaki yetkinlikleri kontrol edildiğinde dahi erkek çocuklarının toplum içerisinde bu alandaki algılanan yetkinliği (*İng.* perceived competence) daha fazladır (Eccles, Barber ve Jozefowicz, 1999). Toplum içindeki bu algıya karşın 60-72 aylık çocuklarla yapılan bir çalışmada cinsiyetin matematik başarısında etkisinin olmadığı bulunmuştur (Çelik, 2015). Byrnes ve Wasik’in (2009) de üçüncü sınıf öğrencileri ile gerçekleştirdikleri bir çalışmada matematik alanındaki yetkinliklerinde bir farklılık olmasa bile erkek öğrencilerin bu alanda kendilerini daha yetkin belirttikleri bulunmuştur. Bandura’nın (1982) ortaya attığı *başarının beklenti-değer model*’ne göre (*İng.* expectancy-value model of achievement) bireyler başarılı olmayı bekledikleri alanlar üzerinde daha fazla çalışmaya motivedirler. Bu açıdan değerlendirildiğinde kızların okul döneminde matematiğe karşı ilgilerini kaybetmeleri olağan bir durumdur. Ebeveynlerin çocuklarından bekledikleri başarı da onların dil girdisini değiştirmektedir. Eğitim düzeyi daha yüksek olan ailelerin çocuklarından beklentisi daha fazladır ve bu doğrultuda çocuklarıyla daha çok etkileşimde buldukları görülmüştür. Ebeveynlerin bu beklentisinin de çocukların akademik başarılarını yordadığı belirtilmektedir (Keçeli-Kaysılı, 2008).

Ebeveyn girdisini etkileyen bir başka faktör ise sosyoekonomik statüdür. Düşük eğitim ve gelir düzeyindeki ebeveynlerin çocuklarına daha az sıklıkta ve çeşitte matematik deneyimi sundukları görülmüştür (Çelik, 2015; Keçeli-Kaysılı, 2008). Starkley, Klein ve Wakeley (2004) de yaptıkları müdahale çalışmasında düşük gelire sahip ebeveynlerin çocuklarının orta gelirli ebeveynlerin çocuklarına kıyasla daha az matematik bilgisine sahip olduğunu bulmuştur. Müdahale çalışması sırasında düşük gelirli ebeveynlerin çocuklarına daha fazla matematik desteği sağlanmıştır ve çalışmanın sonunda iki grup arasındaki farkın kaybolduğu gözlemlenmiştir.

Matematik girdisindeki bir başka farklılık ise prematüre doğan (gebeliğin 37. haftasından önce doğan) ve zamanında doğan çocuklar arasında görülmektedir. Karadöller, Demir-Lira ve Göksun (2023, değerlendirme aşamasında) 24-28 aylık zamanında ve zamanından önce doğan çocuklar ve ebeveynleri ile birlikte yaptığı çalışmada çeşitli sayıda nesnelere içeren (örn., 1 elma, 2 armut, 3 erik, vb.) ve ebeveynler tarafından çocuğa yöneltilen matematik girdisini teşvik edebilecek Aç Tırtıl isimli (*İng. The Very Hungry Caterpillar*) resimli bir kitap kullanılmıştır. Çalışmada ebeveynlerden bu kitabı tıpkı evlerindeymiş gibi çocuklarıyla beraber okumaları istenmiş ve başka bir yönerge verilmemiştir. Zamanında doğan çocukların ebeveynlerinin konuşma ve jestlerini aynı anda kullanarak ürettikleri matematik girdisinin (örn., sözlü olarak “İki tane elma var.” derken eliyle iki işareti yapmak) prematüre doğan çocukların ebeveynlerine kıyasla daha fazla olduğu bulunmuştur. Öte yandan sadece konuşma içeren matematik girdisinde gebelik durumunun herhangi bir farklılık yaratmadığı görülmüştür. Prematüre doğumun dil (Foster-Cohen, Edgin, Champion ve Woodward, 2007) ve bilişsel (Maxwell vd., 2017) gelişimi olumsuz yönde etkilediği bilindiğinden prematüre çocuğu olan ebeveynlerin daha zengin olduğu düşünülen multimodal (konuşma ve jest içeren) girdiye çocuklarının hazır olmadığı yönünde bir algısı olabileceği söylenebilir.

## **Tartışma**

Bu makalede çocukların matematik gelişimine dair temel kavramların bir derlemesi yapıp bu gelişim sürecinde etkileşimi olan çocuğa dair özelliklerin (yaş, uzamsal beceriler ve dil) ve çevresel faktörlerin (ebeveyn girdisi) araştırıldığı çalışmaların bir sentezi yapılmıştır. Okul öncesi dönemdeki çocukların sayı gelişimi üzerine yapılan birçok çalışma ve bu çalışmalardan gelen ampirik verilerin ışığında önerilen teoriler mevcuttur (örn., *Temel Bilgi Teorisi*, Spelke ve Kinzler, 2007; *Sayma Prensipleri Teorisi*, Gelman ve Gallistel, 1978; *Büyüklik Teorisi*, Walsh, 2003; *Kavramsal Metafor Teorisi*, Lakoff ve Johnson, 1980). Bu teoriler temelde sayılarla olan ilişkimizin doğduğumuz andan itibaren başladığını ve hem bilişsel sistemimizde hem de kullandığımız dilde işlendiğini öne sürerken günlük hayatımızda sıkça kullandığımız sayma pratiği sayesinde nasıl saymamız gerektiğini ve bu sayıların karşılık geldikleri nesne sayılarını da öğrendiğimizi açıklar. Okul öncesi dönemdeki sayı gelişimi ile ilişkili olduğu bulunan birçok temel faktör de mevcuttur. Bu faktörler arasında çocuğun yaşı (örn., Sarnecka vd., 2007), uzamsal becerileri (örn., Mix ve Cheng, 2012) ve dil gelişimi (örn., Peng vd., 2020) gösterilmektedir.

Sayı algısı gelişimsel bir süreçtir ve bebeklikten itibaren var olduğu belirlenen sayı hissi (Xu vd., 2005) yaşla birlikte gelişmektedir (Çekirdekçi vd., 2016). Bu gelişim sürecinde çocuklar, sayıların temsil ettiği nesne sayısı ile olan ilişkisine dair bir gelişim gösterir (Sarnecka vd., 2007; Sarnecka ve Lee, 2009). Öncelikle bir-bilen seviyesinde olan çocuklar yaklaşık 4 aylık aralıklarla sırasıyla iki-bilen, üç-bilen ve dört-bilen seviyesine gelirler (Carey, 2009; Le Corre ve Carey, 2007; Lyons ve Ansari, 2015; Sarnecka ve Lee, 2009). Dört-bilen seviyesini takip eden aylarda çocuklar, sayı sayma sonunda en son söylenen sayının nesnelere toplam sayısını belirttiği yönündeki algılarını geliştirirler (Gelman ve Gallistel, 1978). Bu aşama ile birlikte toplama, çıkarma gibi matematiksel işlemleri de yapabilmeye başlarlar (Geary, 2018). Yaşa ek olarak çocukların matematiksel becerilerinin gelişimi ile ilişkili bir diğer kavram da uzamsal becerileridir. Matematiksel sembollerin ve geometride kullanılan karmaşık matematiksel ifadelerin algılanmasında uzamsal becerilerin kolaylaştırıcı bir etkisi vardır (örn., Markey, 2009; Mix vd., 2016). Son olarak çocukların matematiksel becerileri ile ilişkili diğer bir temel kavram ise dil becerileridir. Yapılan çalışmalar sonucunda okul öncesi dönemdeki genel dil becerileri (alıcı ve ifade edici kelime bilgisi) (örn., Peng vd., 2020), fonolojik farkındalık (örn., LeFevre vd., 2010) ve özel kelime gruplarının öğrenilmesi (örn., “büyük”, “küçük”) (örn., Turan ve De Smedt, 2022) ile okul dönemi matematik becerileri arasında olumlu bir anlamlı ilişki olduğu ortaya koyulmuştur.

Matematik gelişimi sadece çocuğa dair faktörlerin temelinde şekillenmez. Bu gelişim sürecinde çevresel faktörlerin de çok önemli bir yeri olduğu bulunmuştur. Matematik gelişiminde rolü olan çevresel faktörlerin başında ebeveyn girdisi gelir. Ebeveynler çok erken aylardan itibaren çocukları ile olan iletişimde matematiksel kavramlara dair konuşurlar (Beydoğan, 2023; Goldstein vd., 2016; Karakuzu ve Koçyiğit, 2016; Oğul ve Arnas, 2020). Okul öncesi dönemde matematiksel girdiye maruz kalmanın ilerleyen yaşlardaki matematik becerileri ile olumlu yönde ilişkisi olduğu bilinmektedir (örn., Assel, Landry, Swank, Smith ve Steelman, 2003; Glenn, Demir-Lira, Gibson, Congdon ve Levine, 2018; Gunderson ve Levine, 2011). Okul öncesi dönemde matematiksel girdi ortamı yaratabilecek aktivitelerin başında kitap okuma aktivitesi gelir (örn., Anderson vd., 2005; Uscianowski vd., 2020; Ünlütapak, Aktan-Erciyes, Yılmaz, Kandemir ve Göksun, 2022). Yapılan çalışmalar, ebeveynlerin kitap okuma aktiviteleri sırasında matematiksel kavramlar veya sayılara dair girdi verdiğini göstermektedir (Goldstein vd., 2016; Salsa vd., 2022). Ancak bu girdinin sıklığında ve tipinde (örn., konuşma ve jestlerle birlikte verilen bilgi) birtakım farklılıklar mevcuttur. Bu farklılıkların temelinde çocuğun yaşı (Ramani vd., 2015),



cinsiyeti (Chang vd., 2011; Uscianowski vd., 2020) ve atipik gelişim durumları (Glenn vd., 2018; Karadöller vd., 2023, değerlendirme aşamasında) yatabilmektedir. Bu girdi farklılığında çocukların matematiksel becerilerine dair ebeveyn inançları etkili olabilmektedir. Örneğin, ebeveynler erkek çocuklara kız çocuklarına kıyasla (Chang vd., 2011; Uscianowski vd., 2020) veya tipik gelişim gösteren zamanında doğmuş çocuklara zamanından önce doğmuş çocuklara kıyasla daha zengin (konuşma ve jestlerin birlikte kullanıldığı) (Karadöller vd., 2023, değerlendirme aşamasında) matematiksel girdi verdiği gösterilmiştir. Ebeveynlerin çocuklarından beklentisi (Keçeli-Kaysılı, 2008) ve eğitim ve gelir düzeyleri (Çelik, 2015; Keçeli-Kaysılı, 2008; Starkley vd., 2004) de verdikleri girdinin sıklığında ve çeşidinde farklılıklar yaratabilmektedir.

Sonuç olarak bu derlemede çocukların sayı gelişimleri ve bu gelişimi etkileyen kendilerine dair faktörler (yaş, uzamsal ve dil becerileri) ve çevresel faktörler (ebeveyn girdisi) incelenmiştir. Çocuklar doğdukları andan itibaren gelişmeye açık bir sayı hissine sahiptir (Çekirdekçi vd., 2016; Xu vd., 2005). Sayılara ve matematiğe dair girdiye erken dönemde sıkça maruz kalan çocukların okul dönemlerinde de bu becerilerden ve çevresel faktörlerden faydalanabileceğini söylemek mümkündür. Okul hayatında matematiğin yerini ve önemini düşündüğümüzde erken yaşta gelişen bu beceriler ve ebeveyn tutumları çocukların STEM alanlarında (Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) başarılı olabilmelerini sağlarken onların ilerleyen yaşantılarında da daha güçlü bir ekonomik statüye sahip olmalarına olanak sağlayabilmektedir.

Her ne kadar ebeveynler çocuklarının eğitimlerine yardım etmek istediklerini belirtse de nasıl destek olabileceklerinin ya da sorumluluğun ne kadarının kendilerinde olduğunun farkındalığına sahip değildir (Beydoğan, 2023; Günay Bilaloğlu, 2014). Öğretmenler de öğrencilerin eğitiminde aile katılımını yeterince kullanmamaktadır (Ertürk Kara, 2019). Bu derlemede verilen bilgiler ışığında çocukların hem ev hem de okul ortamında sayı gelişimini destekleyecek birçok aktivite mevcuttur. Bu noktada ebeveynlere ve öğretmenlere tavsiye olarak çocuklara matematik deneyimleri sunarken çeşitli yöntemlerden faydalanılması (örn., karşılıklı konuşma içeren veya yapboz, lego gibi uzamsal becerilerin gelişimini destekleyen aktiviteler) ve bu yöntemlerin yaygınlaştırılması verilebilir. Aynı zamanda sayı gelişiminin dil ve uzamsal becerilerin gelişimi ile olan yakın ilişkisi düşünüldüğünde çocukların dil gelişimlerini destekleyecek kitap okuma aktivitelerinin yaygınlaştırılması, bu aktiviteler esnasında niceliksel (az, çok, büyük, küçük gibi) ve

uzamsal (yakında, uzakta, üstünde gibi) kelimelerin çocuklara öğretilmesi, sayılar hakkında konuşabilmelerine olanak tanınması ve çeşitli nesnelere kullanılarak bu bilgilerin pratiğinin yapılması çocuklar için oldukça faydalı olacaktır. Tüm bu yöntemlerin ev ve okul ortamlarında kullanılması ve yaygınlaştırılması çocukların sayı gelişimleri için destekleyici unsurlar olabilir.

Sayılarla ilişkimizin doğduğumuz andan itibaren var olduğunu ve birçok etmen vasıtasıyla gelişebileceğini düşündüğümüzde her çocuğun matematiği ve sayıları anlayabilecek bir altyapıya sahip olduğunu belirtebiliriz. Öğretmenlerin eğitim ortamında kullandıkları yöntemleri de bu doğrultuda gözden geçirmeleri ve öğrencilerini herhangi bir ayrıma tabi tutmadan (örn., kız-erkek) hepsine eşit fırsat tanınması gerekmektedir. Aynı zamanda ebeveynleri çocukların eğitimini desteklemeye yönlendirmeleri, çocuklarına nasıl yardımcı olabileceği hakkında bilgilendirmeleri ve bu doğrultuda ev içi etkinliklere yönlendirmeleri önerilmektedir.

### **Kaynakça**

- Anderson, A., Anderson, J. ve Shapiro, J. (2005). Supporting multiple literacies: Parents' and children's mathematical talk within storybook reading. *Mathematics Education Research Journal*, 16(3), 5-26. doi: 10.1007/BF03217399
- Andres, M., Davare, M., Pesenti, M., Olivier, E. ve Seron, X. (2004). Number magnitude and grip aperture interaction. *Neuroreport*, 15(18), 2773-2777.
- Andres, M., Ostry, D. J., Nicol, F. ve Paus, T. (2008). Time course of number magnitude interference during grasping. *Cortex*, 44(4), 414-419. doi: 10.1016/j.cortex.2007.08.007
- Assel, M. A., Landry, S. H., Swank, P., Smith, K. E. ve Steelman, L. M. (2003). Precursors to mathematical skills: Examining the roles of visual-spatial skills, executive processes, and parenting factors. *Applied Developmental Science*, 7(1), 27-38. doi: 10.1207/S1532480XADS0701\_3
- Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M. K. ve Nurmi, J. E. (2004). Developmental dynamics of math performance from preschool to grade 2. *Journal of Educational Psychology*, 96(4), 699-713. doi: 10.1037/0022-0663.96.4.699
- Bandura, A. (1982). Self-efficacy mechanism in human agency. *American Psychologist*, 37, 122-147. doi: 10.1037/0003-066X.37.2.122

- Beydoğan, B. E. (2023). Çocuklarda matematik öğrenmeye karşı olumsuz direnci etkileyen değişkenler. *Uluslararası Bilim ve Eğitim Dergisi*, 6(2), 121-140. doi: 10.47477/ubed.1282195
- Byrnes, J. P. ve Wasik, B. A. (2009). Factors predictive of mathematics achievement in kindergarten, first and third grades: An opportunity-propensity analysis. *Contemporary Educational Psychology*, 34(2), 167-183. doi:10.1016/j.cedpsych.2009.01.002
- Carey, S. ve Sarnecka, B. W. (2006). The development of human conceptual representations: A case study. *Processes of Change in Brain and Cognitive Development*.
- Casey, B. M., Pezaris, E., Fineman, B., Pollock, A., Demers, L. ve Dearing, E. (2015). A longitudinal analysis of early spatial skills compared to arithmetic and verbal skills as predictors of fifth-grade girls' math reasoning. *Learning and Individual Differences*, 40, 90-100. doi: 10.1016/j.lindif.2015.03.028
- Chang, A., Sandhofer, C. M. ve Brown, C. S. (2011). Gender biases in early number exposure to preschool-aged children. *Journal of Language and Social Psychology*, 30(4), 440-450. doi: 10.1177/0261927X11416207
- Ceylan, M. ve Aslan, D. (2018). Cardinal number acquisition of Turkish children. *Journal of Education and e-Learning Research*, 5(4), 217-224. doi: 10.20448/journal.509.2018.54.217.224
- Çekirdekçi, S., Şengül, S. ve Cihangir Doğan, M. (2016). 4. Sınıf öğrencilerinin sayı hissi ile matematik başarıları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Qualitative Studies*, 11(4), 48-66. doi: 10.12739/NWSA.2016.11.4.E0028
- Çelik, M. (2015). Anasınıfına Devam Eden 60-72 Aylık Çocukların Matematik Gelişimlerinin Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (24), 1-18. doi: 10.14582/DUZGEF/401
- Dehaene, S., Bossini, S. ve Giraux, P. (1993). The mental representation of parity and number magnitude. *Journal of Experimental Psychology: General*, 122(3), 371-396. doi: 10.1037/0096-3445.122.3.371
- Demir-Lira, Ö. E. (2016). Okul öncesi dönemde ve okul çağında okuma yazma ve matematik gelişimi. Aklın çocuk hali: Zihin gelişimi araştırmaları (Der. Aydın, Ç., Aydın, C., Göksun, T., Goksun, T., Kuntay, AC, Tahiroğlu, D. ve Tahiroğlu, D.).(ss. 319-342). İstanbul: Koç Üniversitesi Yayınları.

- Duncan, G. J., Claessens, A., Huston, A. C., Pagani, L. S., Engel, M., Sexton, H., ... ve Duckworth, K. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43(6), 1428-1446. doi: 10.1037/0012-1649.43.6.1428
- Durkin, K., Shire, B., Riem, R., Crowther, R. D. ve Rutter, D. R. (1986). The social and linguistic context of early number word use. *British Journal of Developmental Psychology*, 4(3), 269-288. doi: 10.1111/j.2044-835X.1986.tb01018.x
- Eccles, J. S., Barber, B. ve Jozefowicz, D. (1999). Linking gender to educational, occupational, and recreational choices: Applying the Eccles et al. model of achievement-related choices. In W. B. Swann, Jr., J. H. Langlois, & L. A. Gilbert (Eds.), *Sexism and stereotypes in modern society: The gender science of Janet Taylor Spence* (pp. 153–192). American Psychological Association. doi: 10.1037/10277-007
- Ertürk Kara, H. G. (2019). Okul öncesi dönemde çocuğa evde sunulan desteğin okuma yazmaya hazırlık ve matematik becerileri bağlamında incelenmesi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(27), 87-105. doi: 10.35675/befdergi.422261
- Foster-Cohen, S., Edgin, J. O., Champion, P. R. ve Woodward, L. J. (2007). Early delayed language development in very preterm infants: evidence from the MacArthur-Bates CDI. *Journal of Child Language*, 34(3), 655-675. doi: 10.1017/S0305000907008070
- Fuson, K. C., Richards, J. ve Briars, D. J. (1982). The acquisition and elaboration of the number word sequence. *Children's Logical and Mathematical Cognition*, 33-92. doi: 10.1007/978-1-4613-9466-2
- Gallistel, C. R. ve Gelman, R. (1992). Preverbal and verbal counting and computation. *Cognition*, 44(1-2), 43-74. doi: 10.1016/0010-0277(92)90050-R
- Geary, D. C. (2018). Growth of symbolic number knowledge accelerates after children understand cardinality. *Cognition*, 177, 69-78. doi: 10.1016/j.cognition.2018.04.002

- Geer, E. A., Quinn, J. M. ve Ganley, C. M. (2019). Relations between spatial skills and math performance in elementary school children: A longitudinal investigation. *Developmental Psychology*, 55(3), 637-652. doi: 10.1037/dev0000649
- Gelman, R. ve Gallistel, C. R. (1978). *The child's understanding of number*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Glenn, D. E., Demir-Lira, Ö. E., Gibson, D. J., Congdon, E. L. ve Levine, S. C. (2018). Resilience in mathematics after early brain injury: The roles of parental input and early plasticity. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 30, 304-313. doi: 10.1016/j.dcn.2017.07.005
- Goldstein, A., Cole, T. ve Cordes, S. (2016). How parents read counting books and non-numerical books to their preverbal infants: An observational study. *Frontiers in Psychology*, 7, 1100. doi: 10.3389/fpsyg.2016.01100
- Gunderson, E. A. ve Levine, S. C. (2011). Some types of parent number talk count more than others: Relations between parents' input and children's cardinal - number knowledge. *Developmental Science*, 14(5), 1021-1032. doi: 10.1111/j.1467-7687.2011.01050.x
- Günay Bilaloğlu, R. (2014). *Okul öncesi eğitimde aile katılımı etkinliklerinin uygulanmasında karşılaşılan sorunlar ve aile katılımı etkinliklerinin dil-matematik becerilerinin geliştirilmesine etkisi*. (Doktora tezi). Erişim adresi <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/130956>
- Hargrave, A. C. ve Sénéchal, M. (2000). A book reading intervention with preschool children who have limited vocabularies: the benefits of regular reading and dialogic reading. *Early Childhood Research Quarterly*, 15(1), 75-90. doi: 10.1016/S0885-2006(99)00038-1
- Hanner, E., Braham, E. J., Elliott, L. ve Libertus, M. E. (2019). Promoting math talk in adult-child interactions through grocery store signs. *Mind, Brain, and Education*, 13(2), 110-118. doi: 10.1111/mbe.12195
- Izard, V. ve Dehaene, S. (2008). Calibrating the mental number line. *Cognition*, 106(3), 1221-1247. doi: 10.1016/j.cognition.2007.06.004
- Izard, V., Sann, C., Spelke, E. S. ve Streri, A. (2009). Newborn infants perceive abstract numbers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(25), 10382-10385. doi: 10.1073/pnas.0812142106

- Jordan, G. E., Snow, C. E. ve Porche, M. V. (2000). Project EASE: The effect of a family literacy project on kindergarten students' early literacy skills. *Reading Research Quarterly*, 35(4), 524-546. doi: 10.1598/RRQ.35.4.5
- Karadöller, D. Z., Demir-Lira, Ö. E. ve Göksun, T. (2023, değerlendirme aşamasında). Relationship between multimodal math input, gestational status, and children's expressive vocabulary.
- Karakuzu, E. ve Koçyiğit, S. (2016). Ebeveyn Destekli İlkokula Hazırlık Programı'nın (EDİHP) okul öncesi dönem çocuklarının ilkokula hazır bulunuşluğuna etkisi. *Uluslararası Erken Çocukluk Eğitimi Çalışmaları Dergisi*, 1(1), 84-102.
- Keçeli-Kaysılı, B. (2008). Akademik başarının artırılmasında aile katılımı. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 9(01), 69-83. doi: 10.1501/Ozlegt\_0000000115
- Koponen, T., Aunola, K. ve Nurmi, J. E. (2019). Verbal counting skill predicts later math performance and difficulties in middle school. *Contemporary Educational Psychology*, 59. doi: 10.1016/j.cedpsych.2019.101803
- Kyttälä, M., Aunio, P., Lepola, J. ve Hautamäki, J. (2014). The role of the working memory and language skills in the prediction of word problem-solving in 4-to 7-year-old children. *Educational Psychology: An International Journal of Experimental Educational Psychology*, 34(6), 674-696. doi: 10.1080/01443410.2013.814192
- Lakoff, G. ve Johnson, M. (1980). The metaphorical structure of the human conceptual system. *Cognitive Science*, 4(2), 195-208.
- Lakoff, G. ve Núñez, R. (2000). *Where mathematics comes from* (Vol. 6, p. 489). New York: Basic Books.
- LeFevre, J. A., Fast, L., Skwarchuk, S. L., Smith-Chant, B. L., Bisanz, J., Kamawar, D. ve Penner-Wilger, M. (2010). Pathways to mathematics: Longitudinal predictors of performance. *Child Development*, 81(6), 1753-1767. doi: 10.1111/j.1467-8624.2010.01508.x
- LeFevre, J. A., Skwarchuk, S. L., Smith-Chant, B. L., Fast, L., Kamawar, D. ve Bisanz, J. (2009). Home numeracy experiences and children's math performance in the early school years. *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue Canadienne des Sciences du Comportement*, 41(2), 55. doi: 10.1037/a0014532

- Lehrl, S., Kluczniok, K. ve Rossbach, H. G. (2016). Longer-term associations of preschool education: The predictive role of preschool quality for the development of mathematical skills through elementary school. *Early Childhood Research Quarterly*, 36, 475-488. doi: 10.1016/j.ecresq.2016.01.013
- Linn, M. C. ve Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, 56(6), 1479-1498. doi: 10.2307/1130467
- MacDonald, A. ve Murphy, S. (2021). Mathematics education for children under four years of age: A systematic review of the literature. *Early Years*, 41(5), 522-539. doi: 10.1080/09575146.2019.1624507
- Markey, S. M. (2009). *The relationship between visual-spatial reasoning ability and math and geometry problem-solving*. American International College.
- Markson, L. ve Bloom, P. (1997). Evidence against a dedicated system for word learning in children. *Nature*, 385(6619), 813-815. doi: 10.1038/385813a0
- Maxwell, J. R., Yellowhair, T. R., Oppong, A. Y., Camacho, J. E., Lowe, J. R., Jantzie, L. L. ve Ohls, R. K. (2017). Cognitive development in preterm infants: multifaceted deficits reflect vulnerability of rigorous neurodevelopmental pathways. *Minerva Pediatrica*, 69(4), 298-313. doi: 10.23736/s0026-4946.17.04905-2
- Mix, K. S. ve Cheng, Y. L. (2012). The relation between space and math: Developmental and educational implications. *Advances in Child Development and Behavior*, 42, 197-243. doi: 10.1016/B978-0-12-394388-0.00006-X
- Mix, K. S., Cheng, Y. L., Hambrick, D. Z., Levine, S. C., Young, C., Ping, R. ve Konstantopoulos, S. (2016). Separate but correlated: The latent structure of space and mathematics across development. *Journal of Experimental Psychology: General*, 145(9), 1206-1227. doi: 10.1037/xge0000182
- Mix, K. S., Sandhofer, C. M., Moore, J. A. ve Russell, C. (2012). Acquisition of the cardinal word principle: The role of input. *Early Childhood Research Quarterly*, 27(2), 274-283. doi: 10.1016/j.ecresq.2011.10.003
- Oğul, İ. G. ve Arnas, Y. A. (2020). Erken dönemde matematik konuşmaları. *Yaşadıkça Eğitim*, 34(1), 186-199. doi: 10.33308/26674874.2020341171

- Olkun, S., Fidan, E. ve Babacan Özer, A. (2013). The development of number concept and the use of counting in problem solving of 5-7 year olds'. *Education and Science*, 38(169).
- Peng, P., Lin, X., Ünal, Z. E., Lee, K., Namkung, J., Chow, J. ve Sales, A. (2020). Examining the mutual relations between language and mathematics: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 146(7), 595. doi: 10.1037/bul0000231
- Pica, P., Lemer, C., Izard, V. ve Dehaene, S. (2004). Exact and approximate arithmetic in an Amazonian Indigene group. *Science*, 306, 499. doi: 10.1126/science.1102085
- Purpura, D. J. ve Reid, E. E. (2016). Mathematics and language: Individual and group differences in mathematical language skills in young children. *Early Childhood Research Quarterly*, 36, 259-268. doi: 10.1016/j.ecresq.2015.12.020
- Ramani, G. B., Rowe, M. L., Eason, S. H. ve Leech, K. A. (2015). Math talk during informal learning activities in Head Start families. *Cognitive Development*, 35, 15-33. doi: 10.1016/j.cogdev.2014.11.002
- Rittle-Johnson, B., Hofer, K.G., Fyfe, E. R. ve Farran, D. C. (2017). Early math trajectories: Low-income children's mathematics knowledge from ages 4 to 11. *Child Development*, 88(5), 1727-1742. doi: 10.1111/cdev.12662
- Salsa, A., Gariboldi, M. B. ve Rodríguez, J. (2022). Multimodal numerical interactions during mother-child picture book reading. *Early Education and Development*, 33(6), 997-1012. doi: 10.1080/10409289.2021.1936375
- Sarnecka, B. W., Kamenskaya, V. G., Yamana, Y., Ogura, T. ve Yudovina, Y. B. (2007). From grammatical number to exact numbers: Early meanings of 'one,' 'two,' and 'three' in English, Russian and Japanese. *Cognitive Psychology*, 55, 136-168. doi: 10.1016/j.cogpsych.2006.09.001
- Sarnecka, B. W. ve Lee, M. D. (2009). Levels of number knowledge during early childhood. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 325-337. doi: 10.1016/j.jecp.2009.02.007
- Satlow, E. ve Newcombe, N. (1998). When is a triangle not a triangle? Young children's developing concepts of geometric shape. *Cognitive Development*, 13(4), 547-559. doi: 10.1016/S0885-2014(98)90006-5



- Siegler, R. S. (1988). Strategy choice procedures and the development of multiplication skill. *Journal of Experimental Psychology: General*, 117(3), 258-275. doi: 10.1037/0096-3445.117.3.258
- Spelke E. S. ve Kinzler, K. D. (2007). Core knowledge. *Developmental Science*, 10(1), 88-96. doi: 10.1111/j.1467-7687.2007.00569.x
- Starkey, P., Klein, A. ve Wakeley, A. (2004). Enhancing young children's mathematical knowledge through a pre-kindergarten mathematics intervention. *Early childhood research quarterly*, 19(1), 99-120. doi: 10.1016/j.ecresq.2004.01.002
- Şengül, S. ve Gülbağcı Dede, H. (2013). Sayı hissi bileşenlerine ait sınıflandırmaların incelenmesi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 6(8), 645-664. doi: 10.9761/JASSS1000
- Toll, S. W. ve Van Luit, J. E. (2014a). Explaining numeracy development in weak performing kindergartners. *Journal of Experimental Child Psychology*, 124, 97-111. doi: 10.1016/j.jecp.2014.02.001
- Toll, S. W. ve Van Luit, J. E. (2014b). The developmental relationship between language and low early numeracy skills throughout kindergarten. *Exceptional Children*, 81(1), 64-78. doi: 10.1177/0014402914532233
- Turan, E. ve De Smedt, B. (2022). Mathematical language and mathematical abilities in preschool: A systematic literature review. *Educational Research Review*, 36, 100457. doi: 10.1016/j.edurev.2022.100457
- Unutkan, Ö. P. (2007). Okul öncesi dönem çocuklarının matematik becerileri açısından ilköğretime hazır bulunuşluğunun incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(32), 243-254.
- Uscianowski, C., Almeda, M. V. ve Ginsburg, H. P. (2020). Differences in the complexity of math and literacy questions parents pose during storybook reading. *Early Childhood Research Quarterly*, 50, 40-50. doi: 10.1016/j.ecresq.2018.07.003
- Uyanık, Ö. ve Kandır, A. (2010). Okul öncesi dönemde erken akademik beceriler. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 3(2), 118-134.

- Ünlütacak, B., Aktan-Erciyes, A., Yılmaz, D., Kandemir, S. ve Göksun, T. (2022). Parental input during book reading and toddlers' elicited and spontaneous communicative interactions. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 81, 101436. doi: 10.1016/j.appdev.2022.101436
- Verdine, B. N., Golinkoff, R. M., Hirsh-Pasek, K., Newcombe, N. S. ve Bailey, D. H. (2017). Links between spatial and mathematical skills across the preschool year. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 82(1), 7-149. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/45106900>
- Wai, J., Lubinski, D. ve Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology*, 101(4), 817-835. doi: 10.1037/a0016127
- Walsh, V. (2003). A theory of magnitude: Common cortical metrics of time, space and quantity. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(11), 483-488. doi: 10.1016/j.tics.2003.09.002
- Winter, B., Marghetis, T. ve Matlock, T. (2015). Of magnitudes and metaphors: Explaining cognitive interactions between space, time, and number. *Cortex*, 64, 209-224. doi: 10.1016/j.cortex.2014.10.015
- Wynn, K. (1992). Children's acquisition of the number words and the counting system. *Cognitive Psychology*, 24(2), 220-251. doi: 10.1016/0010-0285(92)90008-P
- Xu, F., Spelke, E. S. ve Goddard, S. (2005). Number sense in human infants. *Developmental Science*, 8(1), 88-101. doi: 10.1111/j.1467-7687.2005.00395.x
- Zhang, X., Koponen, T., Räsänen, P., Aunola, K., Lerkkanen, M. K. ve Nurmi, J. E. (2014). Linguistic and spatial skills predict early arithmetic development via counting sequence knowledge. *Child Development*, 85(3), 1091-1107. doi: 10.1111/cdev.12173

### Summary

Mathematical ability predicts many factors, such as life satisfaction, socioeconomic status, and success at school. Our relationship with mathematical concepts starts at very early ages and develops over time. Children may differ from their peers in terms of mathematical development for several reasons, and these reasons can be clustered among two: Child-related factors and environmental factors. While the child-related factors correspond to language and spatial abilities, the environmental factors are mathematical language input from parents and activities or games related to math in the home/school environment. This review will first cover the basic concepts in children's mathematical development and continues to provide

empirical evidence with respect to the child-related factors. In the final section, it demonstrates the role of parental input in mathematical development.

According to the Core Knowledge Theory, we have an innate knowledge in our cognition system about animate and inanimate objects, numerosity, and geometry. Our inherent numerical representations have three principles: they are vague and abstract, and comparisons between quantities can be made even though we do not know the exact number value. Considering the literature, children show specific developmental patterns in their numerical understanding. To explain, at around 2;6 age, they are one knowers (knowing the meaning of "one"). At around 3 – 3;6 age, they know the meaning of "two". When children conceptualize the principle of cardinality, they can learn the meaning of numbers with and above five all at once.

Counting skills during early ages are the most important predictor of mathematical performance at school age. Language and spatial abilities are those that significantly impact children's counting skills.

Spatial abilities enable children to visualize objects in their surroundings and perceive them in terms of their features, such as shapes and locations. These abilities play a significant role in school readiness and STEM domains (Science, Technology, Education, and Mathematics). When children have more developed spatial skills, it is easy for them to understand the mathematical symbols such as "+", "=" and complex mathematical concepts used in geometry. Correspondingly, some theories explain the complex relationship between space and number. These theories are Theory of Magnitude (ATOM) and Conceptual Metaphor Theory (CMT). While ATOM suggests that concepts related to magnitudes (length, numerosity, volume) arise from the different brain structures that share the same neural resources, CMT suggests the frequent use of spatial metaphors in language while talking about numbers (e.g., more is up, numbers are locations on a path).

As stated, it is impossible to evaluate children's mathematical performance separately from their verbal counting skills. In addition, language ability is another factor influencing their counting skills and mathematical performance at school. Besides the general language abilities, acquiring the meanings of some particular words (e.g., few, more, small, big, in front of, behind, on) is critical for their mathematical performance. Therefore, language ability is also an essential child-related factor in their mathematical development.

Counting skills at early ages are essential for children's math performance in later ages. Studies show that children start to develop mathematical skills related to mathematical concepts from early ages. However, it is not well known how parents' numerical input in the preverbal stage affects children's number development. According to some studies, preschool children's exposure to number talk in the home environment can play an important role in gaining counting skills. Children can receive parental mathematical input through several activities, such as play and book reading. Book reading activities have been shown to improve children's language development, especially their vocabulary and comprehension skills and made important contributions to learning the meanings of mathematical expressions. However, parents think that their children in the pre-verbal period cannot understand abstract concepts such as numeracy; therefore, number input is observed very little in book reading activities. It was also seen that parents adjust their input according to their children's competency level. The frequency of parents' activities that support children's mathematical language development in the preschool period are important predictors of children's mathematical success in the school age. There are also individual differences in mathematics input. For instance, mothers used cardinal numbers to indicate objects more often when talking to boys than girls. Likewise, mathematical input directed to children born prematurely (born before the 37th week of pregnancy) and children born at term differs in terms of quality.

In this article, a review of the basic concepts of children's mathematical development and a synthesis of empirical studies investigating child (age, spatial skills and language) and environment-related factors (parental input) that interact in this developmental process was made. Considering the importance of mathematics, child related factors and parental attitudes that develop at an early age enable children to be successful in STEM fields (Science, Technology, Engineering and Mathematics) in school and later in life.